

**Soubor vědeckých příspěvků k výzkumným záměrům FLE ČZU v Praze**

## **KRAJINA, LES A LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ**

### **Landscape, forest and forestry**

V letech 1999 až 2004 byly řešeny na fakultě lesnické a environmentální České zemědělské univerzity v Praze celkem 4 výzkumné záměry. V rámci řešení byly pořádány konference ve dvouletých intervalech, věnované daným projektům a řešeným tématům. Poslední z nich byla uspořádána v roce 2004, v posledních měsících roku, ve formě dvou seminářů, v Praze a v Kostelci nad Černými lesy.

Následně byly vybrány příspěvky, nejlépe vystihující podstatu řešených dílčích úkolů, autoři byli požádáni o jejich přepracování do formy vědeckých článků, ty byly pečlivě vybrány, recenzovány a poskytnuty redakci ZLV k publikování. Laskavostí redakce a vedení VÚLHM tak mohou být poskytnuty širší vědecké a odborné veřejnosti.

Jednalo se o projekty MSM 414100007 Využití vzácných lesních dřevin v polyfunkčním lesním hospodářství a komplexu lesy-dřevo (příspěvky na straně 1 – 15, MSM 414100009 Obnova funkčních lesních ekosystémů Krušných hor (strana 16 – 33), MSM414100006 Víceúčelové lesní hospodářství v limitních sociálně ekonomických a přírodních podmínkách (strana 34 – 49) a konečně MSM 414100008 Možnosti zvyšování ekologické stability, retence a akumulace vody v krajině (strana 50 – 62).

Jedná se sice o zlomek problematiky, která byla během doby trvání projektů zkoumána, nicméně poskytuje určitý přehled. Všem řešitelům a pracovníkům, kteří se podíleli na výzkumných pracích, zpracování výsledků a na jejich publikaci, včetně redakce ZLV, patří náš dík.

Za vedení FLE ČZU v Praze  
Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.  
děkan



Ing. Michaela Mauleová – Ing. Jan Vítámvás – Ing. Zdeněk Tušek,  
Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin, FLE ČZU Praha

## ROZMNOŽOVÁNÍ VÝZNAMNÝCH DRUHŮ LISTNATÝCH STROMŮ TECHNIKAMI IN VITRO

### In vitro propagation of important deciduous forest tree species

#### Abstract

Fast in vitro propagation of many forest deciduous tree species was achieved by using organogenesis. Organogenesis (a method of axillary bud proliferation) is applicable to most European hardwoods. The main advantages of the method are high multiplication rate and genetic stability of cultures. Main stages of tree micropropagation through organogenesis are culture establishment, shoots multiplication, rooting of microshoots and transfer of rooted plantlets into soil. In our experiments we succeeded in micropropagation of these hardwoods: *Sorbus aucuparia*, *Tilia platyphyllos* and *Quercus robur*.

**Klíčová slova:** mikropropagace, organogeneze, vytváření prýtů, zakořeňování, *Sorbus aucuparia*, *Tilia platyphyllos*, *Quercus robur*  
**Key words:** micropropagation, organogenesis, shooting, rooting, *Sorbus aucuparia*, *Tilia platyphyllos*, *Quercus robur*

#### Úvod

Lesní porosty zaujímají 34,0 % plochy České republiky, z toho 76,1 % představují jehličnaté dřeviny a 22,8 % listnaté dřeviny (Anonymous 2002). Ekologická stabilita lesních porostů je vyšší, pokud se jejich složení blíží přirozené druhové skladbě lesa. Udržení ekologické i vhodné druhové rovnováhy lesa závisí nejen na přírodních faktorech, ale na způsobu obhospodařování (MALÁ, ŠÍMA 2000).

V posledních letech se věnuje zvýšená pozornost většímu zastoupení listnatých dřevin v evropských lesích (CHALUPA 2001). Kromě buku a dubu se jedná zejména o dřeviny zahrnované do skupiny ušlechtilých listnáčů. Mezi ušlechtilé listnáče se podle programu EUROFEN řadí druhy rodů *Acer*, *Sorbus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Malus*, *Pyrus*, *Fraxinus*, *Alnus*, *Castanea*, *Betula*, *Juglans* a *Carpinus* (ŠÁLEK 2001). Zvýšení podílu listnáčů, a to nejen ušlechtilých, může přispět k větší ekologické rovnováze krajiny a lesních porostů vůbec. Zvýšení stability a následně i dřevní produkce lesních porostů lze dosáhnout zejména tehdy, budou-li se pěstovat vhodné genotypy stromů. Ty by pak měly být odolné vůči abiotické i biotické zátěži prostředí, měly by mít optimální přírůsty a žádanou kvalitu dřeva.

Reprodukcí vybraných genotypů lze uskutečnit v laboratorních podmínkách technikami in vitro. Rozmnožování lesních dřevin in vitro hraje významnou úlohu při realizaci šlechtitelských programů, při záchraně genofondu ohrožených stromů a populací lesních dřevin (CHALUPA 2000a). V naší laboroři jsme se zabývali především organovými kulturami, které umožňují rychlou reprodukci vybraných listnáčů.

#### Materiál a metody

Pro založení a rozmnožování kultur byly použity pupeny z vrcholových částí prýtů, sbírané v lednu až únoru (jeřáb ptačí, lípa velkolistá). U dubu letního byly jako primární explantát použity vrcholové prýty s axilárními pupeny sbírané v květnu.

Nodální segmenty (2 - 3 cm dlouhé s 1 - 3 pupeny) byly povrchově sterilizovány v etanolu (50% roztok) po dobu 15 minut a následně v chlornanu sodném (10% roztok) po dobu 10 minut. Po sterilizaci byly segmenty několikrát promyty v destilované vodě a umístěny na živné médium.

K indukci organogeneze u všech popisovaných listnatých dřevin (*S. aucuparia*, *T. cordata*, *Q. robur*) bylo použito modifikované MS médium (MURASHIGE, SKOOG 1962). Byl zkoumán účinek růstových regulátorů (TDZ, BAP a IBA):

- U jeřábu v koncentracích BAP (0,0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,5, 1,8, 2,0, 2,2, 2,4, 2,6, 2,8, 3,0, 3,2, 3,4, 3,6, 3,8, 4,1, 10,1 mg/l) za stálé koncentrace IBA (0,2 mg/l)

- U lípy byl sledován vliv proměnlivých koncentrací BAP (0,2, 0,4, 0,6 mg/l) za stálé koncentrace IBA (0,1 mg/l) a vliv TDZ (0,05 mg/l) s IBA (0,1 mg/l).
- U dubu bylo k indukci prýtů použito MS a WPM médium (LLOYD, McCOWN 1980) s rozdílnými koncentracemi fytohormonu BAP (0,6, 1,8, 3,5, 5,9 mg/l).

Vytváření kořenů bylo stimulováno u lípy na MS médiu, u jeřábu a dubu na WPM médiu (plná - jeřáb nebo poloviční koncentrace - dub). U popisovaných dřevin byl sledován vliv růstových regulátorů (IBA a NAA). U jeřábu byly kořeny stimulovány pomocí IBA (0,1, 0,2, 1,0 mg/l) a NAA (0,2, 0,4 mg/l). Dále jsme se u jeřábu zabývali vlivem změny světlostního režimu na zakořeňování (část kultur byla kultivována za 16hodinové fotoperiody, zbylá část byla kultivována po 7 dní bez přístupu světla). U lípy bylo použito růstových regulátorů o koncentracích IBA 0,5 mg/l a IBA 0,5 mg/l s NAA 0,1 mg/l. U druhu *Q. robur* byl sledován vliv růstových regulátorů (IBA) v konkrétních koncentracích (0,0, 4,0, 8,1, 12,2 a 16,25 mg/l) na mikrořízky (2 - 3 cm dlouhé segmenty s 2 - 4 listy) vzhledem k době působení (12, 24 a 48 hodin). Poté byly mikrořízky umístěny na 1/2 WPM médium bez fytohormonů a sledován další růst. Jako kontrolní bylo použito médium s koncentrací 0,0 mg/l IBA.

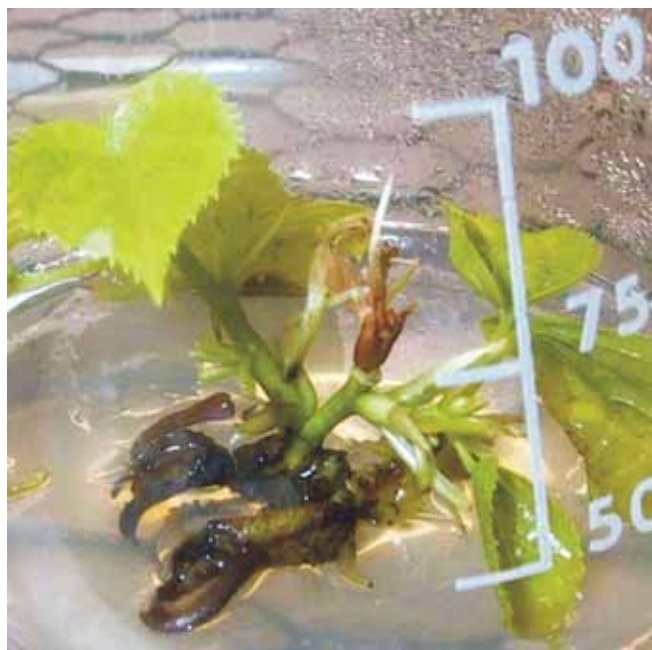
Živná média byla obohacena o glutamin (100 mg/l), hydrolyzát kasein (100 mg/l) a sacharózu (30 g/l). Hodnota pH byla stabilizována na 5,7. Média byla dále zpevněna agarem (6 g/l) a sterilizována autoklávacím při teplotě 121 °C po dobu 20 minut. Kultivace probíhala v klimatizované místnosti při 24 ± 1 °C a při 16hodinové světelné fázi (zářivkové osvětlení Philips o výkonu 36 W a svítivosti 35 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>) a 8hodinové temné fázi.

Explantáty byly pěstovány v 100ml Erlenmeyerových baňkách s obsahem 45 ml média. Přesazování kultur na čerstvá média probíhalo pravidelně v 3týdenních intervalech, kdy se přistupovalo i k průběžnému vyhodnocování výsledků růstu prýtů na médiích.

#### Výsledky a diskuse

##### *Tilia platyphyllos* Scop.

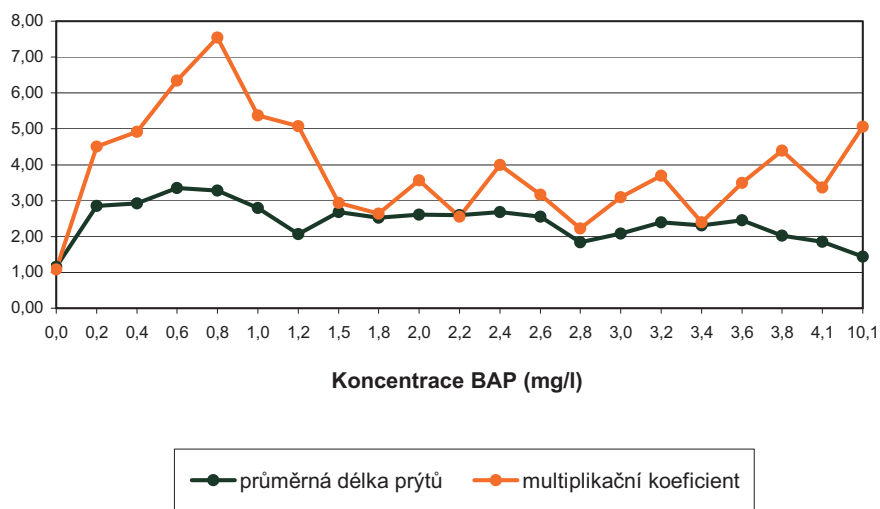
V in vitro kulturách se jako efektivní osvědčil přídavek fytohormonu TDZ v koncentraci 0,05 mg/l s IBA 0,1 mg/l, dobrých výsledků bylo dosaženo i na médiu MS s koncentracemi fytohormonů BAP 0,2 mg/l a IBA 0,1 mg/l (obr. 1). Při těchto koncentracích bylo vytvořeno z jednoho nasazeného prýtu průměrně 3,5 ± 0,5 nových prýtů. Při ostatních koncentracích fytohormonů bylo vytvořeno průměrně 1 - 2 nových prýtů z jednoho explantátu. Obdobně v literatuře uvádí CHALUPA (2003) počet vytvořených prýtů 2 - 5 na explantát, podle zvolených fytohormonů (IBA 0,1 mg/l, Ba 0,6 mg/l, BPA 0,6 mg/l, TDZ 0,005 mg/l).



**Obr. 1.**  
*Tilia platyphyllos* - kultura pěstovaná na MS médiu s koncentrací fytohormonů BAP 0,2 mg/l a IBA 0,1 mg/l  
*Tilia platyphyllos* – culture bred on MS medium with concentration of phytohormones BAP 0,2 mg/l and IBA 0,1 mg/l



**Obr. 2.**  
*Sorbus aucuparia* - kultura pěstovaná na hladině BAP 0,6 mg/l s IBA 0,2 mg/l  
*Sorbus aucuparia* - culture bred on BAP 0,6 mg/l with IBA 0,2 mg/l



**Tab. 1.**  
 Vliv koncentrace BAP na multiplikační koeficient u *Sorbus aucuparia*  
 Influence of BAP concentration on multiplication coefficient at *Sorbus aucuparia*

Zakořeňování mikrořízků bylo úspěšné na modifikovaném MS médiu s přidavkem IBA (0,5 mg/l) s NAA (0,1 mg/l). Po pěti týdnech kultivace na médiu bylo dosaženo zakořeňování až u 74 % explantátů. V ostatních případech koncentrací fytohormonů v médiu se pohybovala úspěšnost v rozmezí 50 – 65 %. CHALUPA (2003) uvádí úspěšnost zakořeňování lípy až 88 % (IBA 0,5 mg/l, IBA 0,5 mg/l + NAA 0,1 mg/l). Zakořeněné rostlinky byly vysazeny do substrátu rašeliny s agropérlitem, kde je sledován jejich další růst.

***Sorbus aucuparia* L.**

Z testovaných koncentrací BAP byl rychlý růst a proliferace prýtů nejlépe stimulovány na MS médiu na hladině BAP 0,8 mg/l a IBA 0,2 mg/l (tab. 1). Dobrých výsledků bylo dosaženo i u koncentrací

BAP 0,6, resp. 1,0 mg/l při koncentraci IBA 0,2 mg/l (obr. 2). Naproti tomu CHALUPA (2000b) uvádí, že pro růst a proliferaci je optimální koncentrace hladiny BAP v rozmezí 0,4 - 0,6 mg/l, při koncentraci IBA 0,1 - 0,2 mg/l. Obecně lze říci, že se stoupající koncentrací BAP v živném médiu (v intervalu 0,2 - 1,0 mg/l) stoupal počet i délka vytvořených prýtů. Prýty pěstované na živném médiu obsahujícím vyšší koncentraci BAP (2,8 - 4,1 resp. 10,1 mg/l) byly krátké a méně četné. Obdobné výsledky dosáhl CHALUPA (2000b) na MS médiu obohaceném o BAP 3 - 4 mg/l u jeřábu ptačího a při koncentraci BAP 2 - 4 mg/l a IBA 0,1 - 0,2 mg/l u jeřábu břeku (*Sorbus torminalis* /L./ CR.).

Vytváření kořenů bylo nejlépe stimulováno na WPM médiu s koncentrací IBA 1,0 mg/l a NAA 0,4 mg/l. Na takto obohaceném médiu byly mikrořízky ponechány po dobu potřebnou k vytvoření

základů adventivních kořenů. Dále byly mikrořízky kultivovány na WPM médiu obohaceném o IBA v koncentraci 0,1 mg/l. Při daném postupu bylo dosaženo během 3 - 4 týdnů 85% úspěšnosti zakořeňování. Pozitivní vliv změny světlostního režimu na zakořeňování, jako uvádí např. GASPARET a COUMAN (1987), byl testován umístěním mikrořízky do klimatizované kultivační místnosti bez přítomnosti světla. Tento postup se však neosvědčil vzhledem k nižší úspěšnosti zakořeňování.

### *Quercus robur* L.

Organogeneze, jak uvádí odborná literatura, byla úspěšná u některých druhů dubu: *Q. robur*, *Q. petraea* (FAVRE, JUNCKER 1987, CHALUPA 1984, 1988, 2000c), *Q. suber* (BELLAROSA 1989). Konkrétní fáze organogeneze se stále zdokonalují, stejně tak se rozšiřuje množství dubů, na kterých je tato metoda úspěšně aplikována, např. *Q. leucotrichophora* (PUROHIT et al. 2002).

Při hodnocení pokusů indukce primárního explantátu je z výsledků patrné, že velmi vysokého počtu segmentů bylo dosaženo na médiu WPM s koncentrací BAP 3,5 mg/l (obr. 3). V tomto případě průměrný počet vzrostlých prýtů z primárního explantátu dosahoval hodnoty 4,8 s průměrnou délkou prýtu 3,8 cm. Dobrých výsledků bylo dosaženo na stejném médiu i při koncentraci BAP 5,9 mg/l (počet získaných prýtů byl 3,4; délka prýtu 2,7 cm) (tab. 2). Na MS médiu bylo namnoženo velké množství prýtů také s koncentrací BAP 3,5 mg/l. Průměrný počet prýtů na tomto médiu dosahoval hodnoty 3,0 s průměrnou délkou 3,3 cm (tab. 3). U ostatních koncentrací BAP na živných médiích WPM a MS se pohybovala dynamika růstu v nižších hodnotách.

Z výsledků obou testovaných médií lze usoudit, že přírůsty na MS médiu nebyly tak velké jako na WPM médiu, bez rozdílu na danou koncentraci. Koncentrace BAP, která umožňuje *Q. robur* ideální růst, se pak pohybuje podle dosažených výsledků okolo 3,5 mg/l.

Při pokusech se zakořeňováním mikrořízky druhu *Q. robur*, bylo velmi dobrých výsledků dosaženo s modifikovaným WPM médiem



**Obr. 3.**  
*Quercus robur* – vzrostlé prýty dubu na médiu WPM s koncentrací BAP 3,5 mg/l  
*Quercus robur* – full-grown oak cuttings on WPM medium with concentration BAP 3,5 mg/l

obohaceném o 12,2 mg/l IBA. Výsledky dále ukázaly, že optimální doba pro ponechání mikrořízky na tomto médiu je 24 hodin. Schopnost indukce kořínků na mikrořízce (ponechány po dobu 24 h na 1/2 WPM médiu obohaceném o 12,2 mg/l IBA) dosahovala až 73 % s průměrným počtem vytvořených 3,2 kořínků na rostlinku a průměrnou délkou 1,8 cm kořene po třech týdnech kultivace (tab. 4). U modifikovaného média WPM s koncentrací IBA 16,25 mg/l a s dobou působení 24 hodin byla úspěšnost jen o málo menší (68 %) než u koncentrace IBA 12,2 mg/l (viz výše). Velmi nízkých hodnot zakořeňování bylo dosaženo při ponechání mikrořízky po dobu 12 hodin v modifikovaném WPM médiu s koncentrací IBA 4,0 mg/l (10%).

Souhrnně lze říci, že účinnost zakořeňování stoupala nejen se zvyšující se koncentrací IBA v médiu, ale i s dobou působení IBA v médiu. Při době působení média 24 hodin byla dosažena nejvyšší procentuální úspěšnost (oproti 12 h, resp. 48 h). Při postupném prodlužování doby nad 24 hodin schopnost mikrořízky vytvářet kořenový systém klesala.

Tato dvoufázová metoda zakořeňování byla úspěšně aplikována u jiných druhů dubu, např. *Q. suber* (MANZANERA, PARDOS 1990), *Q. glauca*, *Q. leucotrichophora* (PUROHIT et al. 2002).

Koncentrace BAP [mg/l]	WPM médium		
	Počet prýtů na explantát	Průměrná délka prýtů [cm]	Průměrná délka nejdelších prýtů [cm]
0	1,4±0,32	3,2±0,6	3,3±0,65
0,6	2,3±0,64	2,0±0,21	3,2±0,86
1,8	3,1±0,86	2,9±0,10	4,1±0,42
3,5	4,8±0,71	3,8±0,32	4,9±0,36
5,9	3,4±0,33	2,7±0,43	3,8±0,92

**Tab. 2.**  
Vliv WPM média a koncentrace BAP na vytváření prýtů *Q. robur* (± směrodatná odchylka)  
Influence of WPM medium and BAP concentrations on forming of *Q. robur* cuttings (± standard deviation)

Koncentrace BAP [mg/l]	MS médium		
	Počet prýtů na explantát	Průměrná délka prýtů [cm]	Průměrná délka nejdelších prýtů [cm]
0	1,8±0,42	2,1±0,33	2,3±0,42
0,6	2,4±0,68	2,2±0,24	3,6±0,12
1,8	2,1±0,39	1,7±0,35	2,9±0,30
3,5	3,0±0,52	3,3±0,70	4,1±0,47
5,9	2,7±0,55	2,4±0,36	3,2±0,77

**Tab. 3.**  
Vliv MS média a koncentrace BAP na vytváření prýtů *Q. robur* (± směrodatná odchylka)  
Influence of MS medium and BAP concentrations on forming of *Q. robur* cuttings (± standard deviation)

Koncentrace IBA [mg/l]	Čas [h]	Procentuální zakořenění prýtů	Průměrný počet kořínků na prýt	Průměrná délka kořínku [cm]
0	12	0	0	0
	24	0	0	0
	48	0	0	0
4	12	10,2	1,1±0,39	1,0±0,31
	24	25,6	1,8±0,54	1,4±0,24
	48	18,2	1,8±0,48	1,5±0,38
8,1	12	19,6	1,4±0,32	1,3±0,11
	24	46,2	1,7±0,29	1,6±0,43
	48	24,6	1,6±0,34	1,7±0,55
12,2	12	52,3	2,2±0,44	1,8±0,47
	24	73,3	3,2±0,23	1,8±0,31
	48	44,2	2,8±0,18	2,2±0,28
16,25	12	49,3	2,6±0,61	2,1±0,53
	24	68,4	2,6±0,21	1,9±0,24
	48	37,7	2,4±0,35	2,0±0,36

Tab. 4.

Vliv koncentrace BAP a času na indukci kořenů *Q. robur* na ½ WPM médiu (± směrodatná odchylka)

Influence of BAP concentrations and time on *Q. robur* root induction on ½ WPM medium (± standard deviation)

## Závěr

Dosažené výsledky v pěstování lípy, jeřábu a dubu pomocí organogeneze naznačují reálnou možnost úspěšně se zabývat dalším výzkumem (*T. cordata*, *Q. robur*) i komerční propagací (*S. aucuparia*). Progresivnější množení významných dřevin je možné díky stále se zdokonalujícím se postupům organogeneze i somatické embryogeneze. S ohledem na zatím dosažené výsledky v oblasti molekulární biologie a genetiky je možno do budoucna očekávat i vyšší využití technik in vitro s ohledem na potřebu vypěstovat z modifikovaných buněk celistvé životaschopné rostliny.

Po vyřešení všech hlavních fází rozmnožování lesních dřevin pomocí technik in vitro je možno přistoupit k dalším krokům. Ty pak představuje především genetická manipulace s materiálem, tedy zvýšení možnosti lesních stromů pro použití tam, kde zatím neměly možnost se dlouhodobě udržet pro svou citlivost k prostředí, houbovým chorobám, půdnímu znečištění, hmyzím škůdcům apod.

## Literatura

- Anonymous: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Ministerstvo zemědělství: Lesnická práce, Praha, 2002.
- BELLAROSA, R.: Oak (*Quercus* spp.). In: Bajaj, Y. P. S. (eds.) Biotechnology in Agriculture and Forestry. Berlin, Springer Verlag, Vol. 5, 1989, s. 387-401.
- FAVRE, M., JUNCKER, B.: In vitro growth of buds taken from seedlings and adult plant material in *Quercus robur* L. Plant Cell Tissue, Org. Cult., 8, 1987, s. 49-60.
- GASPAR, T., COUMAN, M.: Root formation. Cell tissue Culture in Forestry. Martinus nijhooff Publishers, 1987, Vol. 2: s. 202-217.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B.: Květena České republiky 2. Praha: Academia 1990, s. 544.
- CHALUPA, V.: In vitro propagation of oak (*Quercus robur* L.) and linden (*Tilia cordata* MILL.). Biol. Plant., 26, 1984, s. 374-377.
- CHALUPA, V.: Large scale micropropagation of *Quercus robur* L. using adenine – type cytokinins and thidiazuron to stimulate shoot proliferation. Biol. Plant., 30, 1988, s. 414-421.
- CHALUPA, V.: Růst lesních stromů vypěstovaných in vitro z orgánových kultur a ze somatických embryí. Lesnická práce, č. 11, 2000a, s. 498-501.
- CHALUPA, V.: In vitro rozmnožování jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.) a jeřábu břeku (*Sorbus torminalis* (L.) CR.). In: Sborník z celostátní konference Krajina, les a lesní hospodářství I., 2000b, s. 67-69.
- CHALUPA, V.: In vitro propagation of mature trees of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). Journal of Forest Science, 46, 2000c, s. 537-542.
- CHALUPA, V.: Zachování genových zdrojů ušlechtilých listnáčů a jejich rozmnožování metodami in vitro. Lesnická práce, 2001, č. 12, s. 555-557.
- CHALUPA, V.: In vitro propagation of *Tilia platyphyllos* by axillary shoots proliferation and somatic embryogenesis. [In vitro rozmnožování lípy velkolisté. (*Tilia platyphyllos* SCORP.) organogeneze a somatickou embryogenezi.] Journal of Forest Science, 49, 2003, s. 537-543.
- LLOYD, G., MCCOWN, B., H.: Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc., 30, 1980, s. 421-437.
- MALÁ, J., ŠÍMA, P.: Možnosti využití biotechnologických metod v lesním hospodářství. Lesnická práce, 2000, č. 11, s. 495-497.
- MANZANERA, J., A., PARDOS, J., A.: Micropropagation of juvenile and adult *Quercus suber* L. Plant Cell Tissue Org. Cult., 21, 1990, s. 1-8.
- MURASHIGE, T., SKOOG, F.: A revise medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 1962, s. 473-497.
- PURHIT, V., K., TAMTA S., CHANDRA, S., VYAS, P., PALNI, L., M., S., NANDI, S. K.: In vitro multiplication of *Quercus leucotrichophora* and *Q. glauca*: Important Himalayan oaks. Plant Cell Tissue Org. Cult., 69, 2002, s. 121-133.
- ŠÁLEK, L.: 5. Zasedání sekce ušlechtilých listnáčů programu EURO-FEN. Lesnická práce, 2001, č. 7, s. 304-305.

## VÝŠKOVÝ A TLOUŠŤKOVÝ PŘÍRŮST VYVĚTVENÉ TŘEŠNĚ PTAČÍ (*PRUNUS AVIUM* L.)

### Height and diameter increment of pruned wild cherry (*Prunus avium* L.)

#### Abstract

Modern forest management diversifies species composition creating rich structure of forest stands. One of the promising possibilities is reintroduction of valuable broadleaved species. Wild cherry (*Prunus avium* L.) is one of the valuable broadleaved tree species that has been "reinvented" for forestry. It has not only important aesthetic value but also high wood stumpage price. The added-value operation is pruning which highly increases round wood price. However there are not many data on growth reaction of wild cherry trees to pruning. This article deals with twelve years old trees that were pruned in the year 2002 and summarizes the growth reaction to the pruning. The data shows no distinctive reaction in height growth even when the pruning was very drastic (the whole crown was pruned except of the last whorl) but in terms of diameter growth there are significant differences that decrease of more than 30 % when compared to non-pruned trees. The same decrease is observed for basal area increment.

**Klíčová slova:** třešně ptačí, vyvětřování, výškový růst, tloušťkový přírůst, rozměr koruny, přírůst výčetní tloušťky  
**Key words:** wild cherry, pruning, height growth, diameter growth, crown size, basal area increment

#### Úvod

Dostatečná velikost koruny stromu je jednou z rozhodujících podmínek jeho dobrého vývoje. Velikost koruny ať už vyjádřená její délkou, nebo objemem spoluurčuje množství asimilátů, které jsou pro zelenou rostlinu k dispozici. Mnoho biometrických studií o vývoji jednotlivých stromů či porostů věnuje pozornost velikosti koruny a jejímu vztahu k vývoji stromů (HAO QINGYU 2002, SPIECKER 2002, KUPKA 2002). Také autekologie cenných listnáčů je důležitým prvkem v posuzování vývoje jednotlivých stromů (THIBAUT et al. 2002, PODRÁZSKÝ 2002). Na druhé straně dlouhá koruna se silnými větvemi významně zmenšuje produkci nejkvalitnější oděnkové části kmene, která se dá zařadit do nejhodnotnějších výřezů s výrazně nadprůměrnou možností zhodnocení na trhu.

Řešením těchto protichůdných požadavků může být vyvětvení stromu provedené v některé fázi jeho vývoje. Otázkou je, kdy toto vyvětvení provést, aby nedošlo k výraznému zpomalení růstu stromu a v jakém rozsahu. V literatuře lze nalézt různá doporučení (SPIECKER 2002), výsledky jsou však zatím předběžné a často protichůdné. Málo studií zatím věnovalo pozornost třešni ptačí (*Prunus avium* L.), protože tento druh zatím byl na okraji zájmu lesníků.

Fakulta lesnická a environmentální v Praze věnuje studiu cenných listnáčů pozornost již několik let (KUPKA 2001, 2002, 2003). V současné době je aktivním účastníkem mezinárodního projektu COST Action E42 „Growing valuable broadleaved tree species“, v rámci kterého se studují různé aspekty pěstování cenných listnáčů. Hlavní pozornost pracovišť pražské fakulty se soustřeďuje zejména na studium třešně ptačí. Fakulta má svůj výzkumný záměr, který umožňuje věnovat se všem podstatným aspektům této problematiky.

V rámci výzkumného záměru „Využití vzácných lesních dřevin v polyfunkčním lesním hospodářství a komplexu lesy – dřevo“ byla na území Školního lesního podniku založena řada výzkumných ploch, na kterých se studují různé aspekty vývoje třešně ptačí.

#### Metodika a popis výzkumné plochy

Tento příspěvek je popisem a analýzou prvních výsledků měření po provedení vyvětvení výzkumné plochy juvenilní třešně ptačí, která se nachází v blízkosti klonového archivu Posázavského smrku na výzkumné stanici Truba. Jedná se o sedmileté odrostky třešně ptačí generativního původu (PLO 17 Polabí), které zde byly vysázeny v březnu v roce 1998. Celkový počet živých stromků je v současné době 180 kusů.

Plocha je založena na mírném svahu k západu na poměrně chudém stanovišti lesního typu 2K1. V současné době se velikost stromků pohybuje od 120 cm do 420 cm a jejich výčetní tloušťka od 5 mm do 37 mm. Spon, v kterém byly stromky vysázeny, činil 1 x 2 m a dosud nedošlo k zapojení korun. Znamená to, že vývoj korun zatím nebyl ovlivněn kompeticí a dává tak příležitost ke studiu vývoje koruny třešně ptačí v tomto juvenilním stadiu.

V roce 2002 bylo provedeno kompletní měření této plochy, kdy byla zjišťována celková výška stromu v cm, délka čistého kmene v cm, tj. vzdálenost prvního živého přeslenu tvořeného minimálně dvěma živými větvemi od povrchu země, výčetní tloušťka měřená v mm ve dvou na sebe kolmých směrech a minimální a maximální průměr koruny v cm. Délka koruny byla potom stanovena jako rozdíl mezi celkovou výškou stromu a délkou čistého kmene. Objem koruny byl zjednodušeně počítán jako objem kužele o rozměrech základny dané průměrem mezi minimální a maximální šířkou koruny a výška koruny tvoří výšku kužele, ke kterému lze skutečnou korunu stromku přirovnat. Přírůst výčetní základny byl stanoven jako rozdíl mezi kruhovou výčetní základnou v roce 2004 a v roce 2002 v cm<sup>2</sup>.

Tato výzkumná plocha je určena ke studiu vlivu vyvětřování na vývoj třešně ptačí. Vyvětřování cenných listnáčů je důležitým péstebním opatřením, které se běžně doporučuje – viz např. konference IUFRO o pěstování cenných listnáčů ve Freiburgu (květen 2002). Vyvětřením se výrazně zvyšuje kvalita oděnkové části kmene, aniž je výrazně snížen přírůst. Diskuse se vedou o velikosti jednorázového zásahu do velikosti koruny. V mládí se připouští i velmi drastické snížení velikosti koruny, které snižuje náklady na vložnou práci a předpokládá se, že stromek se s tímto zásahem bez problémů vyrovná.

Vyvětření na výzkumné ploše Truba bylo provedeno v červenci 2002. Za tím účelem byla celá plocha rozdělena do třech částí po 60 stromcích. V první skupině stromků byla koruna vyvětřením zkrácena na polovinu, ve druhé části byla koruna vyvětřením zkrácena až po poslední přeslen a poslední část tvoří kontrolní skupinu, které nebyla koruna upravována vůbec.

Cílem tohoto příspěvku je posoudit dosavadní vliv vyvětření (provedený před dvěma lety) na výškový a tloušťkový vývoj juvenilní třešně ptačí a z této analýzy dovodit vhodný rozsah tohoto vyvětření. Zároveň se pokusíme posoudit, zda je v této fázi vývoje toto vyvětření žádoucí nebo předčasné.

## Výsledky a diskuze

Dosavadní výsledky umožňují zejména zhodnotit dva základní dendrometrické parametry třešně na ploše po provedení vyvětvění, tj. jejich výšku a výčetní tloušťku. Prvním parametrem, kterým se mohla projevit růstová reakce na provedené vyvětvění, je výškový přírůst a tedy i celková výška stromků po provedení vyvětvění. Dosavadní výsledky ukazují, že nedošlo k významnému ovlivnění výškového přírůstu během sledovaného období, tj. dva roky po provedení vyvětvění. Všechny tři skupiny stromů mají podobnou průměrnou výšku, jejichž rozdíly jsou statisticky nevýznamné. Přesto stromy, jejichž koruny byly vyvětvěním zmenšeny na polovinu, vykazují mírně vyšší výškový přírůst. Z hlediska statistického hodnocení je nutno konstatovat, že stromy, u kterých byla koruna před dvěma lety zmenšena na polovinu, stejně tak i stromy, u kterých byla koruna zredukována na jediný poslední přeslen, nevykazují statisticky signifikantní zpomalení přírůstu. Můžeme tedy konstatovat, že i silné zredukování koruny vyvětvěním provedené u jedenáctiletých třešní se v následujících dvou letech významně neprojevilo na výškovém přírůstu. Podrobnosti uvádí tabulka 1.

Typ redukce koruny	2002	2003	2004
do poloviny	257,5 ± 10,2	291,6 ± 11,7	318,1 ± 13,1
po terminál	257,2 ± 7,9	286,4 ± 9,5	303,1 ± 9,6
kontrola (bez redukce)	261,8 ± 8,1	288,3 ± 9,8	312,3 ± 11,4

Pozn.: V žádném roce nebyly rozdíly mezi skupinami statisticky signifikantní na obvyklých hladinách významnosti

Tab. 1.

Vývoj celkové výšky třešně po vyvětvění v létě 2002 v cm  
Development of total height of wild cherry after pruning in summer 2002 in cm

Názornější je relativní výškový vývoj, kdy základem je výška stromu v roce 2002, tedy v roce, v kterém bylo vyvětvění provedeno. Hodnoty jsou vyjádřeny graficky v grafu 1. Je z něho patrný mírně lepší výškový vývoj u třešně s vyvětvěním, které zmenšilo vyvětvěním korunu na polovinu. Tyto stromy jsou překvapivě nejvyšší a předstihly i výšku kontrolní skupiny třešně, kde k žádné redukci koruny nedošlo. Dokonce ani drastické zmenšení koruny vyvětvěním až po poslední přeslen neznamenalo dosud významné snížení výškového přírůstu (současný rozdíl v neprospěch vyvětvění není statisticky signifikantní – viz graf 1).

Druhým důležitým parametrem je výčetní tloušťka a její vývoj po provedení vyvětvění. Zatímco u výšek jsou difference malé a statisticky nevýznamné, u výčetní tloušťky je situace zcela jiná. Základní data uvádí následující tabulka 2. Už první rok po provedení vyvětvění byly rozdíly ve výčetní tloušťce signifikantně rozdílné a tento rozdíl se ještě v následujícím roce prohloubil. Největší tloušťkový přírůst mají třešně na kontrolní ploše, kde nedošlo k žádné redukci koruny, a výrazně nižší výčetní tloušťku mají stromky se silnou redukcí koruny (až po terminál) – viz tabulka 2.

Typ redukce koruny	2002	2003	2004
do poloviny	18,3 ± 1,5	23,1 ± 1,7	26,1 ± 1,6
po terminál	17,7 ± 1,2	19,8 ± 1,1	21,3 ± 1,2
kontrola (bez redukce)	19,3 ± 1,4	25,9 ± 1,8	29,6 ± 2,1

Pozn. Všechny hodnoty v roce 2003 a 2004 jsou signifikantně rozdílné na obvyklých hladinách významnosti.

Tab. 2.

Vývoj výčetní tloušťky třešně po provedení vyvětvění v roce 2002  
Development of d.b.h. of wild cherry after pruning in 2002

Ještě názornější jsou tyto rozdíly v následujícím grafu, v kterém je vývoj výčetní tloušťky vyjádřen v procentech, přičemž základem je průměrná výčetní tloušťka v dané skupině v roce 2002 – viz graf 2.

Zatímco výčetní tloušťka nevyvětvěných třešně vzrostla za dva roky o více než 50 %, u třešně s korunou redukovanou na polovinu vzrostla tato výška jen o 42 %. K nejmenšímu nárůstu výčetní tloušťky došlo u skupiny třešně, které mají korunu nejvíce zredukovánou (označené „term.“). Zde došlo k nárůstu jen o 20 %.

K přesnějšímu zhodnocení vlivu velikosti koruny na tloušťkový přírůst byl proveden výpočet velikosti koruny. Ta byla zjednodušeně vypočtena jako objem kužele, jehož základnu tvoří šířka koruny, přesněji půdorysný průmět koruny. Délka koruny je výškou tohoto kužele. Nejdříve si lze ověřit na kontrolní ploše vztah mezi velikostí koruny a jejím výkonem v tloušťkovém přírůstu, který byl vyjádřen jako rozdíl mezi kruhovou výčetní základnou před vyvětvěním (2002) a současnou výčetní základnou v roce 2004. Tento vztah je vyjádřen v následujícím grafu 3.

Vztah je poměrně těsný a pozitivní. Rozložení dat napovídá, že lze použít lineární regresi, při které je koeficient spolehlivosti  $R^2 = 0,74$ . Všimněme si, že koruny některých nevyvětvěných stromů dosahují objemu přes tisíc  $\text{dm}^3$  a přírůst kruhové výčetní základny přes tisíc  $\text{cm}^2$ . Jak bude ukázáno později, žádné stromky, u kterých bylo provedeno vyvětvění, nedosáhly takových rozměrů. Průměrné hodnoty uvádí následující tabulka 3.

Typ redukce koruny	Objem koruny v $\text{dm}^3$	G04 – G02 v $\text{cm}^2$
do poloviny	131,6 ± 20,2	328,2 ± 32,7
po terminál	20,1 ± 3,0	108,1 ± 11,7
kontrola (bez redukce)	362,0 ± 44,1	515,9 ± 65,7

Tab. 3.

Přírůst kruhové výčetní základny v závislosti na velikosti koruny  
Increment of stand basal area in dependence on crown size

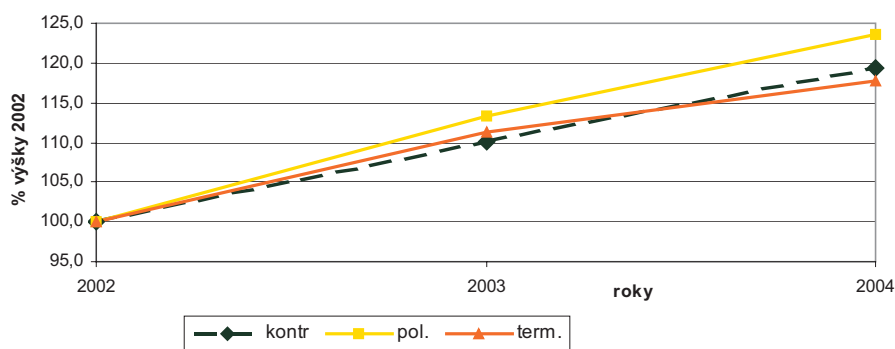
Vyvětvění poloviny koruny v roce 2002 znamená ještě v současné době (2004) průměrnou redukcí koruny na prakticky jednu třetinu a významný pokles přírůstu kruhové výčetní základny na 64 %. Ještě větší změny jsou na ploše, kde došlo k vyvětvění až po poslední přeslen, který znamenal dramatické zmenšení velikosti koruny a tudíž i přírůstu kruhové výčetní základny na pouhých 21 %. Z výsledků uvedených v tabulce 3 je zřejmé, že redukce koruny v této fázi vývoje znamená výrazné zmenšení přírůstu výčetní kruhové základny. K nejvýraznější redukci dochází u stromků, kde byla provedena největší redukce koruny – pokles na jednu pětinu přírůstu ve srovnání se stromky bez vyvětvění (kontrola).

## Závěr

Dosavadní výsledky sledování juvenilní třešně ptačí ukazují, že i velmi drastické snížení velikosti koruny (až po poslední přeslen) významným způsobem neovlivní výškový vývoj stromu (viz tab. 1 a graf 1). Naproti tomu zmenšení koruny juvenilní třešně ptačí vede k významné redukci tloušťkového přírůstu (viz tab. 2 a graf 2). Silná redukce koruny až po poslední přeslen vede k poklesu tloušťkového přírůstu o více než 30 %. Detailní údaje o velikosti korun a dosaženém přírůstu na kruhové výčetní základně uvádí tabulka 3. Z ní je patrný pětinasobný pokles přírůstu kruhové výčetní základny při silné redukci koruny.

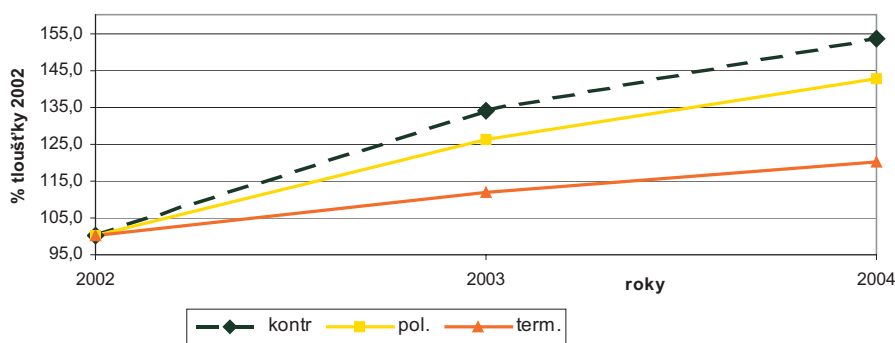
Z dosavadního šetření je zřejmé, že vyvětvění v této juvenilní fázi má významný vliv na tloušťkový přírůst – a tedy i na přírůst kruhové výčetní základny. Zejména silné až drastické vyvětvění koruny třešně nelze v tomto věku doporučit. Nedojde sice k významnému poklesu výškového přírůstu, dojde však k významnému poklesu tloušťkového přírůstu. Pokles přírůstu na kruhové výčetní základně představuje 50 – 80 % přírůstu stromků na kontrolní ploše, tedy stromků nevyvětvěných.





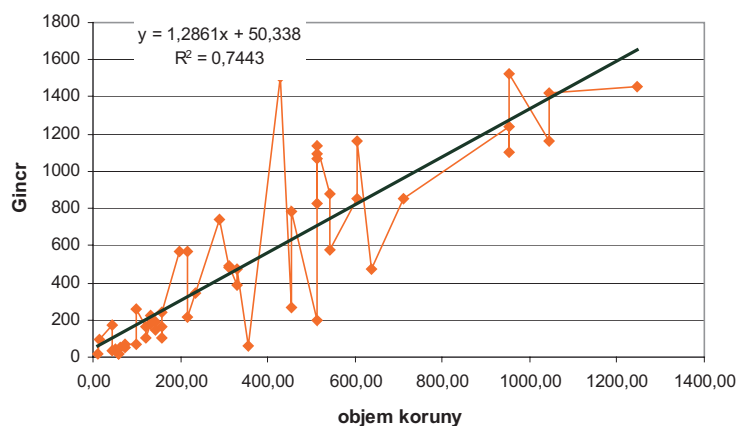
**Graf. 1.**

Relativní výškový růst vyvětvených třešní v procentech (100% je v každé skupině výška v roce 2002)  
Relative height increment of pruned wild cherries in percentage (height is in each group 100% in 2002)



**Graf. 2.**

Vývoj relativní výčetní tloušťky vyvětvených třešní v procentech (100% je výčetní tloušťka v každé skupině v roce 2002)  
Development of relative d.b.h. of pruned wild cherries in percentage (d.b.h. is in each group 100% in 2002)



**Graf. 3.**

Vztah mezi objemem koruny a přírůstem kruhové výčetní základny juvenilní třešně ptačí  
Relationship between crown and increment of basal areal for juvenile wild cherry

## Literatura

- HAO QINGYU, 2002: Determining optimization strategy of selection cutting for broadleaved mixed species stands. In: Proceedings of Freiburg conference "Management of Valuable Broadleaved Forests in Europe", May 2002, 102 p.
- KUPKA, I., 2001: Vývoj výsadeb třešně ptačí na ŠLP Kostelec n. Č. l. p. 75-81. In: Krajina, les a lesní hospodářství – výzkumné záměry LF ČZU v Praze, sborník konference 205 s., ISBN 80-213-0703-X
- KUPKA, I., 2001: Influence of different treatment on wild cherry seedling performance. [Vliv různého ošetření sazenic třešně ptačí na jejich ujímavost.] Journal of Forest Science, 47, č. 11, p. 486-491, ISSN 1212-4834
- KUPKA, I., 2002: Preliminary results of wild cherry plantation under weed competition. [Předběžné výsledky s výsadbou třešně ptačí pod tlakem buřeneš.] In: Proceedings "Management of Valuable Broadleaved Forests in Europe", May 2002 in Freiburg, p. 13-14.
- KUPKA, I., 2002: Vývoj koruny juvenilní třešně ptačí. [Crown development of juvenile wild cherry tree.] In: Krajina, les a lesní hospodářství, sborník konference k 50. výročí ČZU, ISBN 80-213-0943-1, p. 38-46
- KUPKA, I., 2003: Reakce poloodrostků třešně ptačí (*Prunus avium* (L.)) na hnojivo Silvamix při výsadbě. In: Využití chemické meliorace v LH ČR, sborník ČZU LF v Praze ke konferenci 18. 2. 2003 v Kostelci n. Č. l., ISBN 80-213-1008-1, vyd. Lesnická práce, s. r. o., s. 53-59
- KUPKA, I., 2003: Reintroduction of noble hardwood in Central European forests. Poster in XII World Forestry Congress, Quebec, Canada
- PODRÁZSKÝ, V. et al. 2002: Hodnotová produkce a půdotvorná funkce třešně ptačí. Lesnická práce, 81, č. 6, s. 255-257
- SPIECKER, H., 2002: Principles of future crop tree management in valuable broadleaved forests. In: Proceedings of Freiburg conference "Management of Valuable Broadleaved Forests in Europe", May 2002, 102 p.
- THIBAUT, A. et al., 2002: Autecology of wild cherry in the Walloon region (Southern Belgium) In: Proceedings of Freiburg conference "Management of Valuable Broadleaved Forests in Europe", May 2002, 102 p.

**Poznámka:** Tento příspěvek byl zpracován v rámci Výzkumného záměru MSM 4141 000 07 „Využití vzácných lesních dřevin v polyfunkčním lesním hospodářství a komplexu lesy – dřevo“.

Ing. Aleš Zeidler, Katedra zpracování dřeva, FLE ČZU

## DOKÁŽEME VYUŽÍT DŘEVO NAŠICH DOMÁCÍCH DŘEVIN – STŘEMCHA HROZNOVITÁ?

### Can we make the best of wood from our native species – bird cherry?

#### Abstract

Utilisation of wood of less known tree species is one of the possibilities how to enhance a profit from forest estates and how to broaden an offer of the wood processing industry on a market. Bird cherry (*Padus racemosa* (L.) GILLIB.) belongs among common native species in the Czech Republic. Knowledge of bird cherry wood is insufficient and that is the reason the wood is used for second-rate purposes. Information about wood properties is a crucial factor for better wood utilisation of such tree species. Mechanical and physical properties of bird cherry wood are surprisingly missing in the available literature. This article presents data about the basic properties of bird cherry wood. Of the mechanical properties tensile strength, the compressive strength, the shear strength, the static bending strength, the impact strength and the hardness (Brinell) were tested. Of the physical properties density, the shrinkage and the swelling were tested. The discussion about quality of the bird cherry wood is based on a comparison with related tree species and common commercial species.

**Klíčová slova:** střemcha hroznovitá, dřevo, vlastnosti

**Key words:** bird cherry (*Padus racemosa* (L.) GILLIB.), wood, properties

#### Úvod

Za účelem zpestření a rozšíření své nabídky se snaží dřevozpracující průmysl přijít na trh s méně obvyklými a zajímavými dřeviny. Motivovaný touto snahou hledá atraktivní dřeviny zejména v oblastech tropů. Nesmíme však zapomínat, že i naše klimatické pásmo poskytuje širokou škálu zajímavých a vysoce ceněných dřevin. Důkazem toho jsou například informace o rekordních částkách dosahovaných za dřevo jeřábu břeku (DRAPIER 1993, BLUĐOVSKÝ 1999).

K těmto dřevinám by se nepochybně mohla zařadit i střemcha hroznovitá. Střemcha je naše domácí, poměrně běžně rozšířená, dřevina, která poskytuje atraktivní dřevo, blízkí se svým vzhledem dřevu třešně. Využití jejího dřeva je v současnosti téměř nulové nebo se používá jen k podřadným účelům. Důvodem tak nízkého zhodnocení zajímavého dřeva je, kromě špatné péstební výchovy, chybějící povědomí o vzhledu dřeva a jeho vlastnostech. Mechanické a fyzikální vlastnosti dřeva jsou nezbytným podkladem pro volbu správné technologie zpracování a do značné míry tedy rozhodují o využití dřevní suroviny a o jejím zhodnocení.

Článek přináší vyhodnocení základních mechanických a fyzikálních vlastností dřeva střemchy z našich stanovišť. Výsledky jsou hodnoceny na základě srovnání s hodnotami příbuzných druhů, protože údaje pro střemchu hroznovitou v literatuře chybí. Práce také porovnává kvalitu střemchového dřeva se zástupci našich nejběžnějších hospodářských dřevin. Článek tak nastiňuje oblasti možného využití této, zatím opomíjené, dřeviny.

#### Střemcha hroznovitá

Střemcha hroznovitá - *Padus racemosa* (L.) GILLIB. (ÚRADNÍČEK 1996) je v anglicky mluvících zemích známá nejčastěji pod názvem bird cherry, v německy mluvících zemích jako Traubenkirsche, ve Francii pak jako Cerisier à grappes (BEGEMANN 1963).

Střemcha je strom nebo keř 3 – 12 m vysoký (HEJNÝ 1992), často s několika kmeny (ÚRADNÍČEK 1996). Jedná se o rychlerostoucí dřevinu, která dospívá v 60 letech (BEGEMANN 1963). Ze začátku do 20. – 30. roku roste poměrně rychle, ale potom se růst zpomaluje (PAGAN 1997). Dožívá se věku 80 – 100 let a kmen dosahuje průměru 0,3 – 0,5 m (PAGAN 1997), podle BEGEMANNA (1963) dokonce až 0,6 m. Kmen je přímý a přibližně do 6 m bez větví (BEGEMANN 1963). Pupeny po rozemnutí voní po mandlích (HEJNÝ 1992). Podle ÚRADNÍČKA (1996) šíří hořkomandlovou vůni po rozemnutí i dřevo, kůra a listy.

Střemcha je dřevina s velkým euroasijským areálem (ÚRADNÍČEK 1996). Je rozšířena po Evropě, kromě její jižnějších oblastí, a na Si-

biř k východu až po Jenisej. Izolované výskyty jsou na Kavkaze a v Maroku (HEJNÝ 1992). KLIKA (1940) dokonce uvádí rozšíření od Kamčatky přes Sibiř do Evropy, přes Kavkaz, Arménii do Afghánistánu a himalájské oblasti. Podle BEGEMANNA (1963) je rozšířena i do Indie.

V České republice je rozšířena po celém území roztroušeně až hojně. Těžiště rozšíření je v lužních lesích, na okraji rybníků, podél potoků a řek, pramenišť, na okrajích vlhčích listnatých a smíšených lesů. Často se pěstuje v parcích a sadech. Vyžaduje vlhké, humózní, živinami bohaté půdy, především na kyselých až slabě bazických podkladech (HEJNÝ 1992).

Střemcha je dřevina kontinentálního klimatu, která je odolná nízkým teplotám a pozdním mrazům (PAGAN 1997, ÚRADNÍČEK 1996). Je to polostinná dřevina, s rostoucím věkem ale nároky na světlo stoupají (PAGAN 1997). Podle ÚRADNÍČKA (1996) zástin snáší a je schopna růst ve spodních patrech lužních lesů. Snáší znečištěné ovzduší, ale nehodí se příliš do velkých měst (ÚRADNÍČEK 1996).

V lesnictví platí za bezvýznamnou dřevinu (KLIKA 1940, ÚRADNÍČEK 1996), brzy zpomaluje růst a je předhoněna jinými dřevinami (KLIKA 1940). Dříve se používala v lidovém léčitelství a v dobách nouze i jako ovoce. V současné době se využívá v sadovnictví (HEJNÝ 1992, ÚRADNÍČEK 1996). Na březích toků se někdy vysazuje jako protierozní dřevina (HEJNÝ 1992). Opadem zlepšuje půdu (ÚRADNÍČEK 1996). Za povšimnutí stojí vysoký obsah fytoncidů s antibaktericidními účinky (PAGAN 1997, ÚRADNÍČEK 1996) a pro hmyz odpuzujícími účinky (ÚRADNÍČEK 1996). Kůra i syrové dřevo při řezání nepříjemně páchnou (jako hořké mandle) díky obsahu jedovatého glykosidu (laurocerasinu) (JIROUT 1928).

Střemcha je jádrová dřevina (BALABÁN 1955, JIROUT 1928, PAGAN 1997), s dobře odlišitelným jádrem a bělí (BEGEMANN 1963). Jádro je žlutočervené až žlutohnědé (starší), někdy žilkované (JIROUT 1928). Podle PAGANA (1997) je jádro hnědočervené, podle BALABÁNA (1955) pak světle hnědé až hnědé. Běl je široká (BEGEMANN 1963, JIROUT 1928, KOFRÁNEK 1950, LYSÝ 1954, PAGAN 1997), podle LYSÉHO (1954) žlutobílá až narůžovělá, BALABÁN (1955) popisuje běl jako nažloutlou. Letokruhy jsou dosti zřetelné. Dřeňové paprsky jsou neznatelné, na radiálních řezech tvoří lesklé proužky (BALABÁN 1955, JIROUT 1928, KAVINA 1932). Podélné řezy jsou lesklé (BEGEMANN 1963). Dřevo je roztroušeně pórovité, s cévami pouhým okem neviditelnými (BALABÁN 1955, JIROUT 1928, KAVINA 1932). Dřevo voní (BALABÁN 1955, BEGEMANN 1963, HEJNÝ 1992, KAVINA 1932, KOFRÁNEK 1950, LYSÝ 1954, ÚRADNÍČEK 1996) a chutná (HEJNÝ 1992) po hořkých mandlích. Po vysušení se vůně vytrácí (BEGEMANN 1963).

Z hlediska mikroskopické stavby má střemcha podobnou strukturu jako dřevo švestky (BALABÁN 1955). GREGUSS (1959) uvádí v porovnání s ostatními druhy rodu *Prunus* větší počet trachejí s větším průměrem. Tracheje jsou ve skupinách po 2 - 4 a mají v jádrovém dřevě hnědý obsah. Tracheje v jarním dřevě jsou 50 - 80 mm široké, na 1 mm<sup>2</sup> v příčném řezu připadá 180 - 200 trachejí. Tracheidy jsou vláknité, dřevní parenchym je málo zastoupený (BALABÁN 1955). Stěna dřevních vláken je tenčí než u ostatních druhů rodu *Prunus* (GREGUSS 1959). Dřeňové paprsky jsou většinou vícevrstevné a skládají se z poměrně tlustostěnných, drobně tečkovaných, buněk (BALABÁN 1955), podle KAVINY (1932) 5 - 20 mm vysokých. Dřeňové paprsky jsou 3 - 40 buněk (0,3 - 0,75 mm) vysoké a 1 - 4 buňky široké (BALABÁN 1955). KAVINA (1932) uvádí šířku dřeňového paprsku 3 - 5 buněk. Na 1 mm<sup>2</sup> připadá v tangenciálním řezu 45 - 55 paprsků (BALABÁN 1955).

Dřevo je prostředně tvrdé (LYSÝ 1954), podle BALABÁNA (1955), JIROUTA (1928) a KAVINY (1932) dosti měkké. PAGAN (1997) označuje dřevo za měkké, ale poměrně těžké. BEGEMANN (1963) pak za měkké a středně těžké. Dobře se štípe (BALABÁN 1955, BEGEMANN 1963, KAVINA 1932, LYSÝ 1954), je houževnaté (JIROUT 1928, LYSÝ 1954), pevné (BEGEMANN 1963, JIROUT 1928) a málo trvanlivé (BALABÁN 1955, BEGEMANN 1963, JIROUT 1928, LYSÝ 1954). Odolnost proti povětrnostním podmínkám je malá (BEGEMANN 1963). BALABÁN (1955), BEGEMANN (1963) a KAVINA (1932) označují dřevo střemchy za ohebné a pružné. Váha čerstvého dřeva je 900 kg/plm a na vzduchu vyschlého 610 kg/plm (LYSÝ 1954). JIROUT (1928) označuje dřevo za mírně těžké, s hmotností 1 dm<sup>3</sup> 0,61 kg. BALABÁN (1955) s KAVINOU (1932) pak za prostředně těžké, kdy KAVINA uvádí hmotnost suchého dřeva 0,61 kg. BEGEMANN (1963) uvádí váhu čerstvého dřeva cca 1 000 kg . m<sup>-3</sup> a specifickou hmotnost 0,62 při 15% vlhkosti dřeva.

Střemchové dřevo je pěkně leštitelné, silně sesychá (JIROUT 1928). Podle BEGEMANNA (1963) sesychá málo. Suší se snadno a rychle, je tu ale riziko borcení. Výhřevnost dřeva je malá. Dobře se opracovává všemi nástroji (BEGEMANN 1963).

Dřevo se používalo na soustružnické a truhlářské výrobky (BALABÁN 1955, JIROUT 1928, KAVINA 1932, KLIKA 1940, KOFRÁNEK 1950, Kolektiv 1970, LYSÝ 1954). Částečně se používalo v kolářství (BALABÁN 1955, KAVINA 1932, Kolektiv 1970, LYSÝ 1954) a na výrobu hraček (LYSÝ 1954). Dá se použít k některým pracím řezbářským (BALABÁN 1955, KAVINA 1932, KLIKA 1940, Kolektiv 1970), například na troubele dýmek (KLIKA 1940). Z dřevěného uhlí se vyráběl střelný prach (BALABÁN 1955, JIROUT 1928, KAVINA 1932, KOFRÁNEK 1950, Kolektiv 1970, LYSÝ 1954). Podle BEGEMANNA (1963) může být střemchové dřevo použito na podobné účely jako dřevo třešně. Mladé výhony jsou velmi ohebné a pružné a byly proto používány k svazování (houžve) a na obruče sudů (BEGEMANN 1963, JIROUT 1928, LYSÝ 1954).

## Metodika

Zkoumané dřevo střemchy hroznovitě pochází ze dvou stromů odebraných ve dvou růstově odlišných oblastech České republiky. První vzorník byl smýcen na Křivoklátsku, spadající do Přírodní lesní oblasti (PLO) 8 - Křivoklátsko a Český kras. Výčetní průměr stromu byl 22 cm a výška 12 m. Věk stromu se pohyboval kolem 35 let. Druhý vzorový strom byl pokácen na Hořicku, v PLO 17 - Polabí. Výčetní průměr stromu byl 30 cm a výška 11 m. Věk stromu se pohyboval kolem 50 let. Z hlediska lesnické typologie se strom nacházel na lesním typu IO2 - lipová doubrava svízelová.

Oba stromy byly pokáceny v zimě, tak aby se omezil vliv nepříznivých činitelů na kvalitu dřeva. Stromy byly zdravé, bez náznaku vad a poškození. Z každého stromu byla z oddenkové části odebrána třímetrová sekce, která byla z porostu odvezena k dalšímu zpracování. Pro snadnější vysychání dřeva byly sekce podélně a příčně rozmanipulovány na menší přířezy, ze kterých byla po poklesu vlhkosti dřeva na 15 % vyrobeny zkušební tělesa.

## Mechanické vlastnosti

Z mechanických vlastností byla testována mez pevnosti v tlaku ve směru vláken, mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v tangenciální i v radiální rovině, tvrdost podle Brinella na tangenciální ploše, na radiální ploše a na čelní ploše, mez pevnosti ve statickém ohybu, rázová houževnatost v ohybu a pevnost v tahu podél vláken. Pro posouzení pevnosti v tlaku a tvrdosti byly použity tělesa 20 x 20 x 30 mm, pro pevnost v ohybu a houževnatost 20 x 20 x 300 mm, pro pevnost v tahu a ve smyku byly vyrobeny tělesa definovaná normou. Všechny zkušební tělesa byla před provedením zkoušek temperována v klimatické laboratoři s teplotou 20 °C a relativní vlhkostí vzduchu 65 %. Tyto podmínky zaručují dosažení normou požadovanou 12% vlhkost dřeva u zkušebních těles pro hodnocení mechanických vlastností.

## Fyzikální vlastnosti

Z fyzikálních vlastností byla posuzována hustota, bobtnání a sesychání. Pro stanovení hustoty byla použita zkušební tělesa o rozměrech 20 x 20 x 30 mm. Pro tento účel nebyla vyrobena tělesa zvlášť, ale byla použita zkušební tělesa na mechanické vlastnosti, která svými rozměry odpovídala normě. Hustota byla stanovena při 12% vlhkosti dřeva. Bylo hodnoceno objemové, radiální a tangenciální bobtnání a sesychání. Hodnoceno bylo pouze maximální bobtnání a sesychání. Uvedené zkušební tělesa byly vykonány v souladu s ČSN normami.

## Výsledky

### Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti střemchového dřeva jsou prezentovány v tabulkách 1 a 2. Tabulka 1 uvádí zjištěné průměrné hodnoty u jednotlivých vlastností. Tabulka 2 přináší základní údaje popisné statistiky. Srovnání výsledků s druhy s podobnou stavbou dřeva je v tabulce 6, srovnání zjištěných hodnot s běžnými hospodářskými dřevinami je v tabulce 7. S výjimkou pevnosti v tlaku, pevnosti ve smyku v radiální rovině a pevnosti v ohybu je pevnost (resp. tvrdost) jádra větší než pevnost (tvrdost) bělí. Jednoznačně jsou rozdíly mezi vzorníky; strom z Křivoklátska převýšil ve všech hodnotách mechanických vlastností strom z Hořicka (viz tab. 8). Rozdíly mezi tangenciální a radiální plochou (popř. rovinou), tam kde to bylo možné posuzovat (tvrdost, smyk), byly ve všech případech statisticky průkazné. Závislost pevnosti v tlaku na hustotě se ukázala jako poměrně vysoká ( $R^2 = 0,72$ ), u tvrdosti závislost až tak těsná není (hodnoty  $R^2$  v rozmezí 0,49 - 0,6 v závislosti na zkoumané ploše).

### Fyzikální vlastnosti

Výsledné hodnoty fyzikálních vlastností uvádí tabulka 3, 4 a 5. Tabulka 3 přináší zjištěné průměrné hodnoty u jednotlivých vlastností. Tabulka 4 obsahuje základní údaje popisné statistiky. V tabulce 5 jsou pak uvedeny koeficienty. Srovnání výsledných hodnot s druhy příbuznými střemše je v tabulce 6, tabulka 7 porovnává výsledky s vlastnostmi dřeva našich hospodářských dřevin. S výjimkou sesychání v radiálním směru se hodnoty fyzikálních vlastností jádra a bělí neliší. V případě bobtnání a sesychání v radiálním směru je poměrně značná proměnlivost vlastnosti, variační koeficient přesahuje 20 % (viz tab. 4). Rozdíly mezi vzorníky jsou opět průkazné ve všech případech (viz tab. 8). Strom z Křivoklátska dosahuje vyšších hodnot jak v případě hustoty, tak i v případě, a z pohledu zpracování dřeva tedy méně příznivých hodnot, bobtnání a sesychání. Rozdíly mezi tangenciálním a radiálním směrem byly prokázány jak u bobtnání, tak i u sesychání.

Vlastnost	Jednotky	Průměrná hodnota
mez pevnosti v tlaku ve směru vláken	MPa	40,9
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v tangenciální rovině	MPa	11,3
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v radiální rovině	MPa	7,9
tvrdost podle Brinella na tangenciální ploše	MPa	16,3
tvrdost podle Brinella na radiální ploše	MPa	14,1
tvrdost podle Brinella na čelní ploše	MPa	28,3
mez pevnosti ve statickém ohybu	MPa	81,0
rázová houževnatost v ohybu	J.cm <sup>-2</sup>	9,9
pevnost v tahu podél vláken	MPa	104,0

**Tab. 1.**  
Mechanické vlastnosti dřeva střemchy (při 12% vlhkosti dřeva)  
The mechanical properties of the bird cherry wood (moisture content 12 %)

Vlastnost	Směrodatná odchylka	Intervalový odhad (+/-)	Variační koeficient [%]	Počet měření
mez pevnosti v tlaku ve směru vláken [MPa]	5,4	1,1	13,1	97
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v tangenciální rovině [MPa]	1,2	0,4	11,1	50
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v radiální rovině [MPa]	0,8	0,2	10,2	50
tvrdost podle Brinella na tangenciální ploše [MPa]	1,5	0,3	8,9	100
tvrdost podle Brinella na radiální ploše [MPa]	1,1	0,2	8,0	100
tvrdost podle Brinella na čelní ploše [MPa]	3,2	0,6	11,3	100
mez pevnosti ve statickém ohybu [MPa]	9,1	1,8	11,3	98
rázová houževnatost v ohybu [J.cm <sup>-2</sup> ]	2,9	0,6	29,7	98
pevnost v tahu podél vláken [MPa]	19,5	9,7	18,7	18

**Tab. 2.**  
Základní statistické ukazatele mechanických vlastností dřeva střemchy  
Basic statistical descriptions of the mechanical properties of the bird cherry wood

Vlastnost	Jednotky	Průměrná hodnota
hustota (při 12% vlhkosti)	kg.m <sup>-3</sup>	547,0
bobtnání v tangenciálním směru	%	10,8
bobtnání v radiálním směru	%	4,4
bobtnání objemové	%	14,9
sesychání v tangenciálním směru	%	9,7
sesychání v radiálním směru	%	4,1
sesychání objemové	%	12,2

**Tab. 3.**  
Fyzikální vlastnosti dřeva střemchy  
The physical properties of the bird cherry wood

Vlastnost	Směrodatná odchylna	Intervalový odhad (+/-)	Variační koeficient [%]	Počet měření
hustota (při 12% vlhkosti) [kg.m <sup>-3</sup> ]	38,7	4,1	7,1	350
bobtnání v tangenciálním směru [%]	1,8	0,4	16,9	100
bobtnání v radiálním směru [%]	0,9	0,2	21,4	100
bobtnání objemové [%]	1,4	0,4	9,6	50
sesýchání v tangenciálním směru [%]	1,5	0,3	15,9	100
sesýchání v radiálním směru [%]	0,9	0,2	22,5	100
sesýchání objemové [%]	1,4	0,4	11,7	50

Tab. 4.

Základní statistické ukazatele fyzikálních vlastností dřeva střemchy  
Basic statistical description of the physical properties of the bird cherry wood

	V tangenciálním směru	V radiálním směru	Objemového
koeficient bobtnání [%]	0,36	0,15	0,5
koeficient sesýchání [%]	0,32	0,14	0,41
diferenciální bobtnání	2,52		
diferenciální sesýchání	2,42		

Tab. 5.

Fyzikální vlastnosti – koeficienty  
The physical properties – coefficients

Vlastnost	Naměřené hodnoty	<i>Padus serotina</i> <sup>1)</sup>	<i>Prunus domestica</i> <sup>2)</sup>	<i>Prunus avium</i> <sup>3)</sup>	<i>Prunus avium</i> <sup>4)</sup>
mez pevnosti v tlaku ve směru vláken [MPa]	40,9	48,4		50,5	46,3
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v tangenciální rovině [MPa]	11,3	12,6			
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v radiální rovině [MPa]	7,9	9,5			8,6
tvrdost podle Brinella na tangenciální ploše [MPa]	16,3	20,6			15,1
tvrdost podle Brinella na radiální ploše [MPa]	14,1	17,3		16,7 **	18,3
tvrdost podle Brinella na čelní ploše [MPa]	28,3	33,8		31,6	30,3
mez pevnosti ve statickém ohybu [MPa]	81	90,6		97,3	116,6
rázová houževnatost v ohybu [J.cm <sup>-2</sup> ]	9,9	5,5			8,2
pevnost v tahu podél vláken [MPa]	104				
hustota (při 12% vlhkosti) [kg.m <sup>-3</sup> ]	547	615	800	610 *	593
bobtnání v tangenciálním směru [%]	10,8	11,1			11,1
bobtnání v radiálním směru [%]	4,4	4,9			5,4
bobtnání objemové [%]	14,9				17,5
sesýchání v tangenciálním směru [%]	9,7	9,7	8,9	8,7	9,3
sesýchání v radiálním směru [%]	4,1	4,2	5	5	4,3
sesýchání objemové [%]	12,2			14	13,8

1) ... ZEIDLER 2003

2) ... Kolektiv 1970

3) ... WAGENFÜHR 1974

4) ... ZEIDLER 2002

\* .... při vlhkosti dřeva 15 %

\*\* .... autor nerozlišuje tangenciální a radiální plochu

Tab. 6.

Srovnání výsledků s příbuznými druhy  
The comparison of the results with related species

Vlastnost	Naměřené hodnoty	Dub zimní <sup>1)</sup>	Javor klen <sup>1)</sup>	Buk lesní <sup>1)</sup>	Bříza bílá <sup>1)</sup>
mez pevnosti v tlaku ve směru vláken [MPa]	40,9	55,0*	49,0*	53,0*	43,0*
mez pevnosti ve smyku ve směru vláken v radiální rovině [MPa]	7,9	11,0**	9,0 **	8,0**	12,0**
tvrdost podle Brinella na radiální ploše [MPa]	14,1	34,0***	-	34,0***	-
tvrdost podle Brinella na čelní ploše [MPa]	28,3	66,0*	-	72,0*	49,0*
mez pevnosti ve statickém ohybu [MPa]	81	94,0*	95,0*	105,0*	125,0*
rázová houževnatost v ohybu [J.cm <sup>-2</sup> ]	9,9	7,5	6,5	10	10
pevnost v tahu podél vláken [MPa]	104	90*	82*	135*	137*
hustota (při 12% vlhkosti) [kg.m <sup>-3</sup> ]	547	680	610	710	640
sesýchání v tangenciálním směru [%]	9,7	7,8	8	11,8	7,8
sesýchání v radiálním směru [%]	4,1	4	3	5	5,3
sesýchání objemové [%]	12,2	12,6	11,8	17,5	14,2

1)... LEXA 1952

\* ..... při 15 % vlhkosti

\*\* ..... autor nerozlišuje tangenciální a radiální rovinu; při 15 % vlhkosti

\*\*\* ... autor nerozlišuje tangenciální a radiální plochu; při 15 % vlhkosti

**Tab. 7.**

Srovnání výsledků se zástupci běžných domácích dřevin  
The comparison of the results with common native tree species

	Jednotky	Křivoklát		Hořice	
		průměr	variační koeficient [%]	průměr	variační koeficient [%]
mez pevnosti v tlaku ve směru vláken	MPa	44,7	9,4	36,8	8,1
tvrdost podle Brinella na tangenciální ploše	MPa	17,1	7,6	15,5	7
tvrdost podle Brinella na radiální ploše	MPa	14,5	6,9	13,6	8
tvrdost podle Brinella na čelní ploše	MPa	30,1	9	26,4	9,6
mez pevnosti ve statickém ohybu	MPa	86	7,6	75	10,8
rázová houževnatost v ohybu	J.cm <sup>-2</sup>	11,5	16,6	8,2	34,6
hustota	kg/m <sup>-3</sup>	583	3,5	520	4,8
bobtnání v tangenciálním směru	%	12,1	12,2	9,4	9,4
bobtnání v radiálním směru	%	4,7	22,5	4	16,4
sesýchání v tangenciálním směru	%	10,8	10,8	8,6	10,9
sesýchání v radiálním směru	%	4,5	21,4	3,7	18,6

**Tab. 8.**

Srovnání vzorníků mezi sebou  
The comparison of the sample trees

## Diskuze a závěr

Ačkoli je střemcha hroznovitá poměrně rozšířená dřevina, údaje o vlastnostech jejího dřeva chybí a výsledky je tedy možné srovnávat pouze s druhy příbuznými, které mají vzhledově podobné dřevo, tj. střemchou pozdní a třešní ptačí. S výjimkou rázové houževnatosti v ohybu vykazuje střemcha hroznovitá nižší pevnostní charakteristiky a tvrdost, což koreluje s výrazně nižší hustotou dřeva. Překvapivá je hodnota houževnatosti, kdy střemcha hroznovitá převyšuje střemchu pozdní téměř dvojnásobně. Převyšuje svou hodnotou i takové dřeviny, jako je dub, a odpovídá svou houževnatostí hodnotě uváděnou LEXO (1952) u buku. Potvrdilo se tím tvrzení o střemše jako o houževnaté dřevině (JIROUT 1928, LYSÝ 1954). Hustota dřeva je nižší, než kterou uvádí autoři a je podstatně nižší než u příbuzných dvou druhů. Hustota tak řadí střemchu hroznovitou mezi dřeviny, jako je vrba, olše nebo lípa. Hodnotami sesýchání a bobtnání se od třešně, střemchy pozdní ani většiny hospodářsky významných dřevin v podstatě neliší. Střemcha hroznovitá se tedy dá charakterizovat jako měkká dřevina s poměrně velkou houževnatostí, která svými hodnotami sesýchání odpovídá našim běžným hospodářským dřevinám.

Zjištěné nižší pevnostní charakteristiky u střemchy hroznovité v žádném případě nesnižují možnosti jejího využití. V současnosti se u této dřeviny dá jen těžko předpokládat využití na konstrukční a další účely, kde se předpokládá vysoká pevnost dřeva. Těžišťem využití budou převážně dekorační účely. BEGEMANN (1963) uvádí, že užitná hodnota střemchy hroznovité je sice omezenější než u dřeva třešně, ale neexistuje žádný důvod, proč by nemohla být používána na stejné účely, tj. na výzdobu interiérů, nábytek, dýhy a výrobu luxusních předmětů. Naopak, mírně odlišný vzhled od dřeva třešně ptačí nebo střemchy pozdní by mohl učinit dřevo střemchy hroznovité značně atraktivní.

## Literatura

- BALABÁN, K.: Anatomie dřeva. Praha, SZN 1955. 216 s.
- BEGEMANN, H. F.: Lexikon der Nutzhölzer. Svazek 1. Mering. Verlag und Fachbuchdienst Emmi Kittel 1963. 592 s.
- BLUŽOVSKÝ, Z.: Kvalita dřeva a výnosovost lesa. Lesnická práce, 1999, č. 12, s. 536-537
- ČSN 49 0101. Dřevo. Všeobecné požadavky na fyzikálne a mechanické skúšky. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1980. 9 s.
- ČSN 49 0103. Dřevo. Zisťovanie vlhkostí pri fyzikálnych a mechanických skúškach. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1979. 5 s.
- ČSN 49 0108. Zisťovanie hustoty pri fyzikálnych a mechanických skúškach. Praha, Federální úřad pro normalizaci a měření 1993. 5 s.
- ČSN 49 0110. Dřevo. Medza pevnosti v tlaku v smere vláknien. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1980. 5 s.
- ČSN 49 0113. Metóda zisťovania pevnosti v ťahu pozdĺž vláknien. Praha, Federální úřad pro normalizaci a měření 1992. 5 s.
- ČSN 49 0115. Dřevo. Zisťovanie medze pevnosti ve statickom ohybe. Praha, Úřad pro normalizaci a měření, 1979. 5 s.
- ČSN 49 0117. Dřevo. Rázová húževnatosť v ohybe. Praha: Úřad pro normalizaci a měření 1980. 5 s.
- ČSN 49 0118. Dřevo. Medza pevnosti v šmyku v smere vláknien. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1980. 4 s.
- ČSN 49 0126. Metóda zisťovania napúčavosti. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1989. 18 s.
- ČSN 49 0128. Metóda zisťovania zosýchavosti. Praha. Úřad pro normalizaci a měření 1989. 18 s.
- ČSN 64 0128. Tvrdost podle Brinella. Praha, Úřad pro normalisaci 1953. 3 s.

- DRAPIER, N.: Le boom sur le marché de l'Alisier torminal. Revue forestière française, 1993, č. 3, s. 319-320
- GREGUSS, P.: Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. Budapest, Akadémiai Kiadó 1959. 330 s.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B.: Květena ČR 3. Praha, Academia 1992. 554 s.
- JIROUT, F.: Dřevo v přírodě a řemeslech v živnosti a průmyslu vůbec II. Praha, 1928. 669 s.
- KAVINA, K.: Anatomie dřeva. Praha, MZ 1932. 296 s.
- KLIKA, J.: Dendrologie. Písek, Matice lesnická 1940. 319 s.
- KOFRÁNEK, V.: Stručný přehled našich dřev. Praha, Státní nakladatelství 1950. 39 s.
- Kolektiv: Dřevařská technická příručka. Praha, SNTL 1970. 748 s.
- KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erste Band. Berlin, Springer-Verlag 1951. 1050 s.
- LEXA, J., NEČESANÝ, V., PAČL, J., TESAŘOVÁ, M., ŠTOFKO, J.: Technológia dreva I. Mechanické a fyzikálne vlastnosti dreva. Bratislava, Práca 1952. 436 s.
- LYSÝ, F., JIRŮ, P.: Nauka o dřevě. Praha, SNTL 1954. 760 s.
- PAGAN, J.: Lesnická dendrológia. Zvolen, TU 1997. 378 s.
- ÚRADNÍČEK, L., CHMELAŘ, J. Dendrologie lesnická. 3. část Listnáče II (Angiospermae). Brno, MZLU 1996. 138 s.
- WAGENFÜHR, R., SCHEIBER, CH.: Holzatlas. Leipzig, Fachbuchverlag 1974. 690 s.
- ZEIDLER, A.: Kvalitativní vlastnosti dřeva méně obvyklých introdukovaných dřevin. Závěrečná zpráva. Praha, LF ČZU 2003.
- ZEIDLER, A.: Vybrané vlastnosti dřeva našich domácích dřevin – třešeň ptačí (*Cerasus avium* (L.) MOENCH.). Zprávy lesnického výzkumu, 47, 2002, č. 4, s. 204-207



Ing. Jiří Dvořák, Ph.D., Katedra lesní těžby, FLE ČZU Praha

**POŠKOZENÍ POROSTŮ KRUŠNÝCH HOR PO NASAZENÍ HARVESTOROVÝCH TECHNOLOGIÍ****Damage on forest stands in the Ore Mts. after use of the logging machinery****Abstract**

The still more progressive technologies for logging and hauling are mainly used from ecological and economical point of view. These technologies can also operate in regions with environmentally sensitive forest management. The area of the Ore Mts. is a sample, due to its historical stress caused by the regional industrial production and pollution. Impacts of the up-to-date logging systems on the forests during pre-commercial thinning have been analysed there (Harvester Timberjack 1070 and Forwarder 810B). Results support further usage of this technology. Damaged area of the injured trees ranges according to age classes between 1.50 – 2.38 %.

**Klíčová slova:** těžební technologie, hniloba, poškození stromů

**Keywords:** harvester technologies, rot, tree injury

**Úvod**

Nevyhnutelným dopadem spojených s těžebně-dopravními operacemi je poranění stromů s možným nebezpečím napadení stromů houbovými infekcemi a nebezpečím jejich šíření v závislosti na velikosti a místě poranění u konkrétního druhu dřeviny, ale i ovlivnění výše přírůstu. Hniloba stojících stromů se proto stává běžným průvodním jevem těžby a soustředování v porostu (FANTA 1958) a dříví se následně stává méně hodnotné. Pro minimalizaci škod by měly být do daných podmínek voleny vhodné technologie a v rámci zvolené technologie udržovány výše škod na přijatelné hladině. Tím se vyvarujeme rozsáhlým asanacím škod, které nelze považovat za příliš efektivní (ČERNÝ 1976).

Poškozením a hnilobou nejvíce trpí především smrk (FANTA 1958), proto největší nebezpečí může hrozit právě ve stejnorodých, rozsáhlých a často dopravně špatně přístupných porostech, které zahrnuje právě krušnohorská oblast, kde byl průzkum k této zprávě prováděn.

**Cíl**

Cílem je sledování sortimentní metody na LHC Kraslice v rámci výzkumného záměru „Obnova ekosystému Krušných hor“, kde je harvesterová technologie - harvester Timberjack 1070 a vyvážecí traktor 810B (parametry viz tab. 1). Prováděná je analýza výše škod na dřevinách v lesních porostech, v kterých je technologie nasazena, v závislosti na věkových třídách se zřetelem k jednotlivým partiím stromů poškozovanými těžbou a vyvážením, tj. kácením, manipulací s pokáceným stromem, krácenými kmeny, při ukládání sortimentů k přibližovacím linkám, jejich nakládání a v neposledním řadě vliv vlastní lesnické mechanizace, která je při těžebně-dopravní činnosti v oblasti nasazena. Opomenuta není ani analýza četnosti škod různé plošné velikosti.

Závěrem je konstatováno nepříliš velký podíl škod harvesterových technologií na dřevinách. Podíl těchto technologií na těžbách se stále zvyšuje, vzhledem ke snaze snižovat nárůst výrobních nákladů, resp. jejich dílčích položek, především mzdových. Dlouhodobý vývojový trend harvesterových technologií, jak ukazují nezávislé výzkumy, by mohl s jejich vhodným nasazením vést i ke snižování po-těžebních dopadů na lesní ekosystémy, tzn. neohrožení destabilizace porostů šířením dřevokazných hub. Tím by byla minimálně narušena kvalita dřeva, které se po poškození a napadení hnilobou propadá do nižších jakostních tříd.

**Metodika**

Využitá metodika představuje experimentální sběr a měření škod na celé ploše lesních porostů s následnou matematicko-statistickou analýzou veškerých těchto negativních výstupů. Lze předpokládat, že pohybem strojů (harvester a vyvážecí traktor) po přibližovacích linkách a při standardních výrobních operacích vzniká největší podíl škod právě na dřevinách podél těchto linek. Snímané škody jsou proto měřeny a registrovány po celých délkách přibližovacích linek a zároveň jsou zaznamenávány veškeré ostatní škody v pracovním poli. Všechna poranění na stromech jsou dělena podle stromových partií (kořen, náběh, kmen) a začleněna do plošných intervalů (0 – 10 cm<sup>2</sup>, 11 – 50 cm<sup>2</sup>, 51 – 200 cm<sup>2</sup>, 201 – 500 cm<sup>2</sup> a 501 – 1 000 cm<sup>2</sup>). Nejdílnou součástí prováděných experimentálních šetření je registrace dalších přírodních, technických a technologických podmínek a faktorů pro podrobné analýzy na základě vypracovaného číselníku ve spolupráci s MZLU v Brně.

Vybrané parametry	Timberjack 1070	Timberjack 810B
Hmotnost [kg]	13 800	19 000
Délka [mm]	6 600	7 960
Šířka [mm]	2 780	2 520
Výška [mm]	3 620	3 720
Světlost [mm]	575	595
Výkon [kW]	123 kW/2200 ot./min.	80,5/2400 ot./min.
Přední pneu	700 x 22,5	600 x 22,5
Zadní pneu	600 x 30,5	600 x 22,5
Rychlost [km.h <sup>-1</sup> ]	0 - 25	0 - 25

**Tab. 1.**  
Parametry strojů  
Machines parameters

Interval	Stromová partie						Suma škod v intervalech	Podíl škod v intervalech
	kořen		kořenový náběh		kmen			
<b>V ě k o v á t ř í d a - 3</b>								
[cm <sup>2</sup> ]	[ks/ha]	[%]	[ks/ha]	[%]	[ks/ha]	[%]	[ks/ha]	[%]
0-10	0,5	1,9	0,1	0,4	0,5	1,9	1,1	4,2
11-50	2,3	8,8	1,6	6,1	0,9	3,4	4,8	18,3
51-200	4,4	16,8	5,0	19,1	1,1	4,2	10,5	40,1
201-500	1,6	6,1	4,1	15,6	0,3	1,1	6,0	22,9
501-1000	0,3	1,1	3,2	12,2	0,3	1,1	3,8	14,5
počet škod	9,1	34,7	14,0	53,4	3,0	11,8	26,2	100,0
počet poraněných stromů [ks/ha]				podíl poraněných stromů [%]				
19,3				1,5				
<b>V ě k o v á t ř í d a - 4</b>								
0-10	0,0	0,0	0,2	0,6	0,3	1,0	0,5	1,6
11-50	2,8	9,0	2,7	8,7	1,0	3,2	6,5	20,8
51-200	5,4	17,3	7,4	23,7	1,0	3,2	13,8	44,2
201-500	1,3	4,2	5,6	17,9	0,6	1,9	7,5	24,0
501-1000	0,1	0,3	2,4	7,7	0,4	1,3	2,9	9,3
počet škod	9,6	30,8	18,3	58,7	3,3	10,6	31,2	100,0
počet poraněných stromů [ks/ha]				podíl poraněných stromů [%]				
23,70				2,38				
<b>V ě k o v á t ř í d a - 5</b>								
0-10	0,0	0,0	0,1	0,6	0,2	1,2	0,3	1,8
11-50	0,5	3,1	1,2	7,4	1,5	9,2	3,2	19,9
51-200	1,1	6,7	4,2	25,8	1,8	11,0	7,1	43,6
201-500	0,8	4,9	2,7	16,6	0,5	3,1	4,0	24,5
501-1000	0,1	0,6	1,3	8,0	0,3	1,8	1,7	10,4
počet škod	2,5	15,3	9,5	58,3	4,3	26,4	16,3	100,0
počet poraněných stromů [ks/ha]				podíl poraněných stromů [%]				
13,00				2,25				

Tab. 2.

Podíly a počty škod na stromech v lesních porostech  
Ratio and numbers of damages on the trees in forest stands

## Výsledky a diskuze

Prezentované výsledky lze rozdělit do dvou skupin:

- Počet škod na dřevinách (ať již separovaných podle partie dřeviny nebo plošných intervalů).
- Počet poškozených stromů (tab. 2)

Měření oděrů bylo prováděno ve 3., 4. a 5. věkové třídě po nasazení výše uvedeného harvesterového uzlu. Přestože nebylo možné vzhledem k nedostatečnému počtu měření (44 porostů) vyvrátit nulovou hypotézu o rozdílnosti počtu škod nebo poraněných stromů v jednotlivých věkových třídách (tab. 3), podívejme se na některé rozdíly. Harvesterová technologie s nasazenými stroji Timberjack 1070 a Timberjack 810B poškodila v jednotlivých věkových třídách 1,50 až 2,38 % stromů zůstávajících v porostech (obr. 1). Nejnižší podíl poškozených stromů ve 3. věkové třídě (1,50 %, tj. 19,8 stromů/ha) je dán nepříliš vyvinutými kořenovými náběhy, které jsou ve vyšší věkové třídě 4 (2,38 %, tj. 23,7 stromů/ha) více poškozovány trakčním ústrojím lesní techniky při pojezdu po přibližovacích linkách, dále posunem stromů po půdním povrchu při vyklízování, popř. nevhodným ukládáním výřezu ke stromům nebo mezi stromy u linek a následným poškozením náběhů hydraulickou rukou vyvážecího traktoru. V nejnižší věkové třídě je snižován i počet škod na kmenech díky hlubšímu zavěšení, a tím zamezení kontaktu těženého stromu se stojícím stromem při neusměrněném pádu. Ve věkové třídě 5 se snižuje podíl škod (2,25 %, tj. 13,0 stromů/ha) ve srovnání se 4. věkovou třídou, pro větší rozestup stromů a silnější borku.

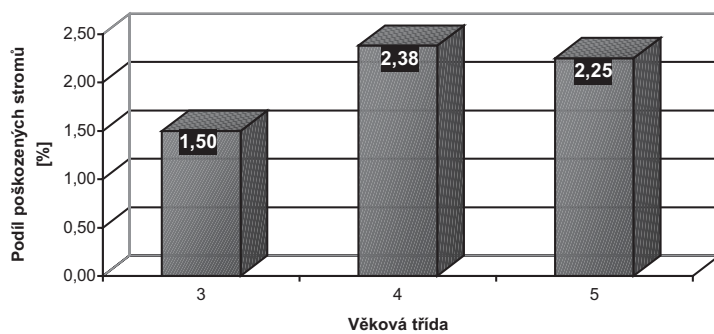
Počet celkových škod je vyšší než počet vlastních poraněných stromů. Podíl poraněných stromů k celkovému počtu oděrů činí 75,6 %, 81,0 % a 85,4 % podle jednotlivých věkových tříd 3, 4 a 5. Tím je možné prokázat podle jednotlivých tříd zastoupení dvou a více ran na jednom stromě (obr. 2). Mnohočetnost poranění je dána hustotou porostu. Dopadem na více poraněnou dřevinu se zvyšuje riziko jejího napadení hnilobou, což vede k sekundárním ekonomickým ztrátám.

Škody jsou registrovány podle jejich rozložení na stromových partiích:

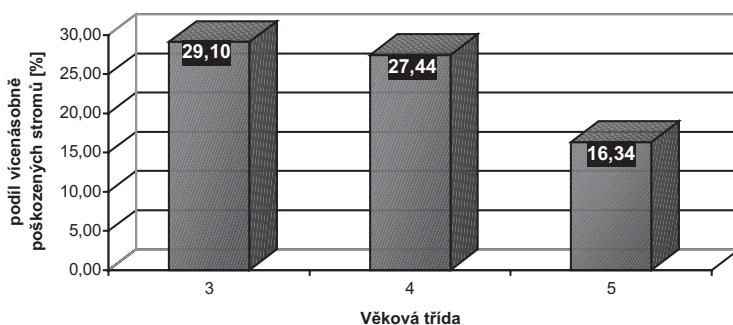
- kořen do vzdálenosti 1 metru od stromu,
- náběh,
- kmen bez ohledu na výši umístění oděru.

Stromové partie nelze specifikovat jednoznačnými měrnými jednotkami, neboť se jejich metrické rozpětí mění s věkem, přírodními podmínkami a druhem dřeviny. Vždy je tedy škoda na stromě a její vazba na stromovou partii posuzována specificky u každé poraněné dřeviny.

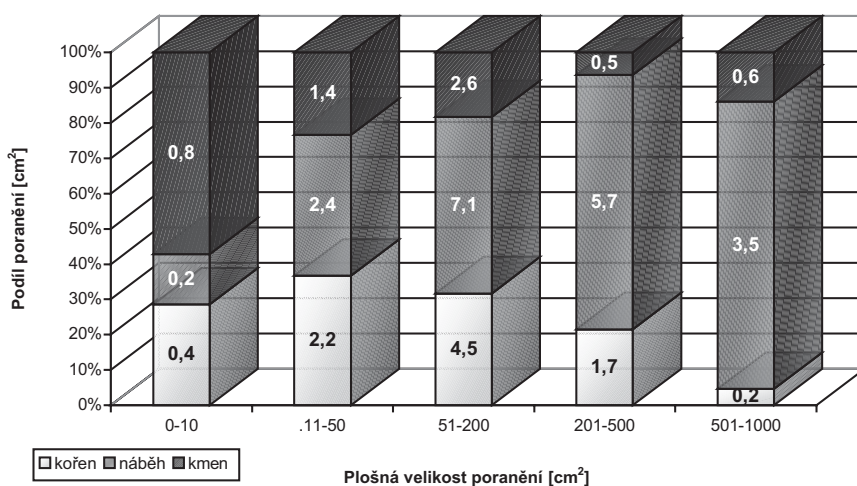
Rozložení škod na stromových partiích nelze zahrnovat pouze mezi charakteristiku kvantitativních škod. S umístěním na kořenu, náběhu nebo kmenu stromu lze uvažovat o rozdílném riziku napadení a následné rychlosti šíření hniloby dřevinou. Toto je dáno především objemovou hmotností dřeva, s jejíž variabilitou lze uvažovat o šíření houbové infekce s různou rychlostí.



**Obr. 1.**  
Podíl poškozených stromů  
Ratio of the damaged trees



**Obr. 2.**  
Podíl poškozených stromů se 2 a více ranami  
Ratio of damaged trees with two and more injuries



**Obr. 3.**  
Podíl škod na stromových partiích podle velikosti oděrů  
Proportion of damages on tree parts according to the area of injury

Z obr. 3 jsou patrné značné rozdíly mezi počty škod na jednotlivých stromových partiích. Toto je potvrzeno i pomocí analýzy rozptylu - hypotéza o rovnosti středních hodnot počtu škod na stromových partiích se zamítá s velkou spolehlivostí. Podrobné posouzení rozdílnosti jednotlivých partií bylo provedeno Scheffého metodou mnohonásobného porovnání. Jako statisticky významné (na hladině významnosti 0,05) se jeví rozdíly mezi kořeny a náběhy a mezi kmeny a náběhy. Naopak rozdíl mezi kořeny a kmeny prokázán nebyl.

Nejvíce jsou poškozeny kořenové náběhy 18,9 škod/ha, a to bez ohledu na věkovou třídu, kořenový systém zahrnuje 9,0 škod/ha. Nejmenší počet poranění je deklarován na kmenech s hodnotou 5,8 ks/ha. Minimum škod na kmenech je dáno minimalizací interakce stroj - strom, a to vždy, pokud jsou přibližovací linky vytyčeny o šíři 3,5 – 4 m a vedeny porostem v místech s nejmenším podílem překážek, které zvyšují riziko naklánění stroje a poškození kmene klanicemi, rámem stroje, kabinou nebo jinými komponenty. Jiným nebezpečím pro poranění kmene je neusměrněný směr pádu v případě nedostatku zkušeností operátora nebo těžbou předimenzovaných stromů, které není možné těžební hlavicí přenášet.

Poslední analýza je prováděna mezi výběry pěti intervalů specifických plošných škod na jednotlivých stromových partiích (0 – 10 cm<sup>2</sup>, 11 – 50 cm<sup>2</sup>, 51 – 200 cm<sup>2</sup>, 201 – 500 cm<sup>2</sup>, 501 – 1 000 cm<sup>2</sup>). Mezi výběry byly v rámci partií vyvráceny hypotézy o rovnosti středních hodnot počtu škod na jednotlivých plošných intervalech. Scheffého metodou mnohonásobného porovnání byly poté na hladině významnosti 0,05 posouzeny rozdíly mezi všemi dvojicemi intervalů.

- **U kořenových partií** se nejmenší počty škod projevily u intervalů plošného poranění 501 – 1 000 cm<sup>2</sup>, 0 – 10 cm<sup>2</sup>, 201 – 500 cm<sup>2</sup> a 11 – 50 cm<sup>2</sup>. Jednotlivé intervaly jsou v rámci této skupiny statisticky nerozlišitelné (tvoří tzv. homogenní skupinu). Od všech intervalů z této skupiny se statisticky významně odlišuje interval plošného poranění 51 – 200 cm<sup>2</sup> – počet škod je zde vyšší (tab. 2).
- **U náběhových partií** se nejmenší počet škod projevuje u skupiny intervalů 0 – 10 cm<sup>2</sup> a 11 – 50 cm<sup>2</sup>, největší počet škod u skupiny 201 – 500 cm<sup>2</sup> a 51 – 200 cm<sup>2</sup> (tab. 2).
- **U kmenových partií** se nejmenší počet škod projevuje u skupiny intervalů 201 – 500 cm<sup>2</sup>, 501 – 1 000 cm<sup>2</sup>, 0 – 10 cm<sup>2</sup> a 11 – 50 cm<sup>2</sup>, největší počet škod u skupiny 11 – 50 cm<sup>2</sup> a 51 – 200 cm<sup>2</sup> (tab. 2).

Podíl škod na stromových partiích v intervalech podle velikosti oděrů je přehledně zpracován v obr. 3. Nízké zastoupení mají nejmenší oděry do 10 cm<sup>2</sup> – podle stromových partií. Zde je jejich počet 1,4 ks/ha. Toto je dáno rychlým zavalováním těchto ran a minimální pravděpodobností podmíněni vzniku těchto ran u dřevin se silnější kůrou, kde dochází jen k jejímu povrchovému poškození bez narušení dřevního vlákna, což není registrováno jako škoda. Při plošné velikosti 11 – 50 cm<sup>2</sup> je průměrný počet škod 6,0 ks/ha (bez ohledu na věkovou třídu). Zde již ale roste riziko napadení hnilobou na 12 – 44 % (GRAMMEL 1988). Největší četnost škod je v intervalu 51 – 200 cm<sup>2</sup>, a to 14,2 škod/ha. U škod tohoto intervalu je potvrzena největší významnost. Navíc od tohoto intervalu k vyšším je pravděpodobnost napadení dřevinnou hnilobou již 100%. Interval 201 – 500 cm<sup>2</sup> zahrnuje 7,9 oděrů na hektaru. Škoda v uváděném intervalu a intervalu následujícím (501 – 1 000 cm<sup>2</sup>, tj. 4,3 škod/ha) může být způsobena intenzivním přejezdem po svážecí lince a mnohačetným přejezdem přes stejný náběh nebo kořen, které nejsou chráněny klestovým kobercem. Škody těchto intervalů nejsou výjimečné ani u výjezdů z analyzovaných porostů nebo na hranici OM a porostu, kde jsou škody zapříčiněny nejčastěji hydraulickou rukou nebo manipulací s výjezy.

## Závěr

Žádnou těžebně-dopravní technologii nelze považovat za tak dokonalou, aby při její realizaci v lesních porostech nezůstaly žádné škody. Stejně tak nemůžeme volit ani takové, při nichž je výše škod nejmenší, protože nemusí být v konkrétních podmínkách použitelné pro neúměrně vysoké výrobní náklady nebo nedostatečné technické zázemí společnosti (vozový park atd.). Harvesterovými technologiemi zůstává přesto perspektivní výhled do budoucnosti, neboť ve srovnání této sortimentové metody s kmenovými na základě výzkumu byly potvrzeny nižší škody - MP, kůň, LKT - 22 % (ULRICH 2001) - a lze je tak považovat za šetrné. Dosažení minima škod v lesních porostech při výrobním procesu nespočívá pouze ve volbě stroje a těžební technologie, ale je nutno zodpovědně dodržovat neustále opakované zásady spojené s nasazením TDS ve výrobním procesu, tzn. důsledné rozčleňování porostů, označování stromů k těžbě a dodržování výrobních postupů.

## Literatura

- ČERNÝ, A.: Fytopatologie. Praha, SZN 1976.
- FANTA, J.: Význam a ekonomické zhodnocení škod přibližováním na stojících stromech. In: Sborník Československé akademie zemědělských věd. Praha, ČAZV 1958, č. 12, s. 1053-1063.
- GRAMMEL, R.: Holzernte und Holztransport. Freiburg, Albert-Ludwigs-Universität 1988.
- ULRICH, R.: Kontrolní metody po probírkách provedených harvesterovou technologií, které jsou vhodné pro lesnickou praxi. Vyjádření škod na půdě a porostu. Brno, MZLU 2001

Ing. Petr Máca - Prof. Ing. František Hrádek, DrSc. - Ing. Josef Sobota, CSc. - Ing. Radek Roub,  
Katedra vodního hospodářství, FLE ČZU Praha

## PREDIKCE ODTOKU NA POVODÍCH KŘÍMOV A KAMENIČKA

### Runoff prediction at the Křímov and Kamenička basins

#### Abstract

Rainfall runoff analysis has been made in order to find hydrological response of the two small river basins. Both basins are situated in the Ore Mt. Linear model has been used for runoff prediction. Model calibration has been made on the basis of the rainfall runoff data set from the years 1996 – 2000. Data from the 1995 are used for runoff simulation. Values of predicted daily runoff discharges and Nash–Sutcliffe coefficient for sets of linear models have been estimated. Results show good accordance in prediction of validation data set.

**Klíčová slova:** srážky, odtok, lineární model, lineární black box model, povodí

**Keywords:** rainfall, runoff, linear model, linear black box model, catchment

#### Úvod

Analýzy srážko-odtokového procesu jsou nedílnou součástí podkladů pro správu povodí malých vodních toků. Poskytují základní hydrologické informace o zkoumaném povodí. Skládají se z dílčích částí, jejichž obsahem je stanovení vybraných parametrů srážko-odtokového procesu (návrhové průtoky, maximální srážkové úhrny a další). Své uplatnění nacházejí v protipovodňové ochraně povodí, v ochraně vodních zdrojů a ve vodohospodářském plánování.

Podstatnou část náplně těchto studií tvoří predikce odtokového procesu. Ta je založena na znalosti srážkového procesu, geometrických, geologických a pedologických charakteristik zkoumaného území. Srážkový proces ovlivňuje odtok z povodí především svým časovým a prostorovým rozložením. V podmínkách povodí České republiky je zároveň hlavním vstupním zdrojem vody. Geometrické a morfologické podmínky území se výrazně podílejí na formování odtokového procesu, jedná se především o různé sklonové a plošné poměry. Geologické a pedologické charakteristiky utvářejí způsob odpovědi povodí, ovlivňují výrazně retenční vlastnosti území (HRÁDEK 1988).

V poslední době jsou pro potřebu studia srážko-odtokového procesu využívány metody matematického modelování jednotlivých komponent hydrologického cyklu. Aplikací matematických modelů je popsáno hydrologické chování povodí, které je využito k analýzám srážko-odtokového procesu (BEVEN 2002).

Podle složitosti popisu srážko-odtokového procesu jsou deterministické hydrologické modely děleny na black box, grey box a white box modely. Největší požadavky na rozsah vstupních dat a detailní popis srážko-odtokového procesu jsou kladeny na modely white box, na druhé straně black box modely jsou založeny na analýze vzájemného vztahu mezi vstupními (srážky) a výstupními (odtoky) veličinami (ZEMANN 1990).

Cílem předkládaného příspěvku je analýza srážko-odtokového procesu dvou povodí Krušných hor. Analýza se skládá z predikce průtoků v povodí Kamenička a Křímov. K predikci průtoků byl použit lineární model, který je řazen do kategorie black box modelů.

#### Metodika

Metodický postup použitý v této studii byl dříve aplikován při studiu srážko-odtokového procesu na experimentálních povodích katedry vodního hospodářství (MÁCA 2003). Nově byl rozšířen na povodích Krušných hor.

#### Popis povodí a datových souborů

Povodí Kamenička a Křímov jsou ve správě společnosti Povodí Ohře, a. s. Jsou součástí vodohospodářské soustavy umístěné na řece Chomutovka. Jedná se o povodí řazená do kategorie povodí drobných vodních toků. Základní parametry území jsou vyjádřeny v tabulce 1. Datové soubory srážko-odtokového procesu se skládají z hodnot jednodenních průměrných průtoků a z hodnot denních srážkových úhrnů. Pro predikci odtoku bylo využito měření ze 6 let z povodí Kamenička a Křímov (roky 1995 – 2000).

	Plocha (km <sup>2</sup> )	Nadmořská výška (m n. m.)	Lesnatost
Křímov	10,7	500 - 804	40%
Kamenička	12,46	575 - 800	90%

Tab. 1.

Charakteristiky povodí  
Watersheds characteristics

#### Popis modelu

Podstatou použitého hydrologického modelu je lineární model, který je vyjádřen rovnicí 1. Denní průtok zaznamenaný ve dni  $t$  je vyjádřen jako lineární kombinace denních srážkových úhrnů spadlých  $(t-r)$  dnech předcházejících predikovanému dni a odtoků zaznamenaných ve  $(t-k)$  dnech před dnem predikce.

$$D(t) = \beta_1 D(t-1) + \dots + \beta_k D(t-k) + \beta_{k+1} P(t-1) + \dots + \beta_{k+r} P(t-r) \quad (1)$$

kde:

$D(t)$  je jednodenní průměrný průtok ve dne  $t$

$P(t)$  denní srážkový úhrn z  $(t)$  dne

$\beta_1, \dots, \beta_{k+r}$  vektor popisující transformační funkci povodí

$k, r$  parametry modelu

Maticový zápis modelu je

$$D = A \cdot \beta \quad (2)$$

kde:

$D$  je vektor denních průtoků

$A$  matice vstupních proměnných

$\beta$  vektor popisující transformační funkci povodí

Hledané parametry jsou stanoveny metodou nejmenších čtverců, pro jejich vyjádření platí následující rovnice

$$\beta = (A \cdot A)^{-1} \cdot A \cdot D \quad (3)$$

kde:

$A$  je transponovaná matice

$(A \cdot A)^{-1}$  je inverzní matice příslušného součinu matic

Pro předpověď odtoku z povodí Kamenička a Křímov jsou použity parametry stanovené rovnicí 3. Pro vyhodnocení simulačních schopností byl použit koeficient determinace (rovnice 5).

$$KD = 1 - \frac{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (D_p - D_i)^2}{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2} \quad (5)$$

kde:

$KD$  je koeficient determinace [-]

$\bar{D}$  průměrný denní měřený průtok

$D_i$  měřený denní průtok

$D_p$  předpověděný průtok modelem

$n$  počet měření

## Výsledky

### Povodí Křímov

Datový soubor o celkové délce 6 let byl rozdělen na kalibrační soubor dat a validační soubor dat. Kalibrační soubor dat byl tvořen 5 lety měření, validační soubor dat byl tvořen jedním rokem záznamů. Validační soubor je tvořen záznamy roku 1995.

Koeficienty determinace kalibračního souboru dat byly stanoveny pro množinu modelů, u který platí  $k = 1, 2 \dots 50$  a  $r = 1, 2 \dots 50$ . Výsledky jsou uvedeny na obr. 1. Průběh koeficientů determinace u validačního souboru ukazuje obr. 2. Simulace jednodenních průtoků na základě 5 předcházejících denních průtoků a úhrnů srážek ukazuje obr. 3.

### Povodí Kamenička

Datový soubor o celkové délce 6 let byl rozdělen na kalibrační soubor dat a validační soubor dat. Kalibrační soubor dat byl tvořen 5 lety měření, validační soubor dat byl tvořen jedním rokem záznamů roku 1995.

Koeficienty determinace pro kalibrační soubor byly stanoveny pro množinu modelů, pro které platí  $k = 1, 2 \dots 30$  a  $r = 1, 2 \dots 30$ . Výsledky jsou uvedeny na obr. 4. Průběh koeficientů determinace u validačního souboru ukazuje obr. 5. Simulace jednodenních průtoků na základě 5 předcházejících denních průtoků a úhrnů srážek ukazuje obr. 6.

## Diskuze

Koeficient determinace kalibračních dat pro povodí Křímov dosahuje větších hodnot než koeficient determinace kalibračních u povodí Kamenička. Koeficient determinace u validačního souboru dat dosahuje rovněž vyšších hodnot na povodí Křímov než na povodí Kamenička. Pro simulaci byl použit model, který predikuje průtoky na základě předchozích 5 srážkových úhrnů a 5 předchozích denních průtoků. Obě simulace dosáhly dobré shody mezi měřeními a modelovanými daty. Simulace na povodí Křímov mírně nadhodnocují maximální průtoky. Simulace odtoku na povodí Kamenička mírně podhodnocovaly denní maximální hodnoty průtoků.

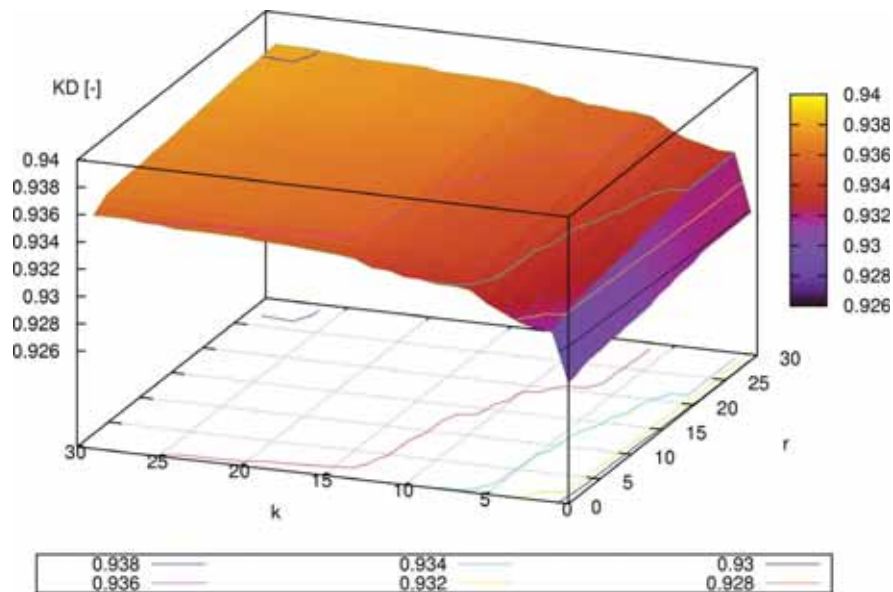
## Závěr

Pro potřeby predikce jednodenních průměrných průtoků na povodí Křímov a Kamenička byly použity black-box modely, které vycházejí z obecného lineárního modelu. Průtoky jsou predikovány na základě předchozích odtoků z povodí a na základě předešlých srážkových průtoků. Byly vyhodnoceny datové soubory o celkové délce 12 let, 10 let záznamů bylo použito pro identifikace hydrologických modelů, 2 roky měření byly použity pro potřeby validace a verifikace hydrologických modelů. Výsledné simulace ukazují na dobrou shodu mezi měřeními a modelovanými hodnotami průměrných jednodenních průtoků.

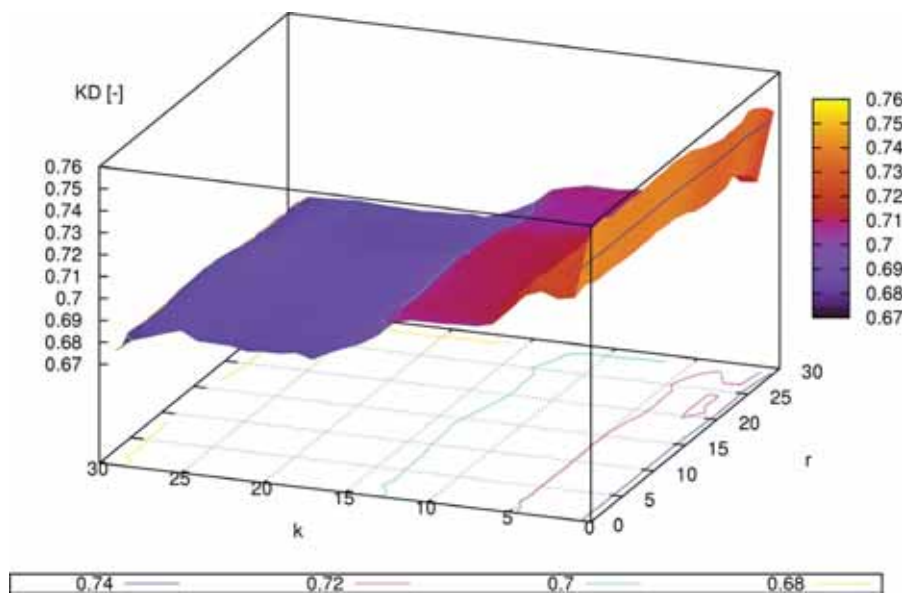
## Literatura

- ANDĚL, J.: Statistické metody. Praha, Mat. fyz. press 1998, s. 274.  
 BEVEN, K. J.: Rainfall – runoff modelling. John Wiley and Sons 2001. s. 360.  
 HRÁDEK F.: Hydrologie. Skriptum VŠŽ. Praha, 1988, s. 370.  
 MÁCA, P: Studium vlivu velikosti plochy zasažené deštěm na změny povrchového odtoku. Závěrečná zpráva grantu GALF. Praha, FLE ČZU 2003, s. 34  
 REKTORYS, K: Přehled užití matematiky. Praha, 2000, s. 874  
 ZEMAN, E.: Hydroinformatika a hydrologické modely. Habilitační práce ČVUT. Praha, 1994, s. 91.

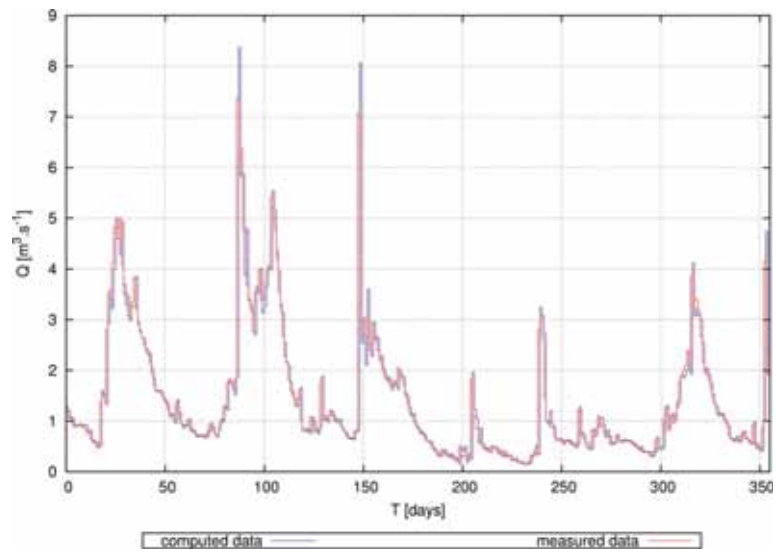
**Poděkování:** Autoři příspěvku děkují společnosti Povodí Ohře, a. s., za poskytnutí datových souborů.



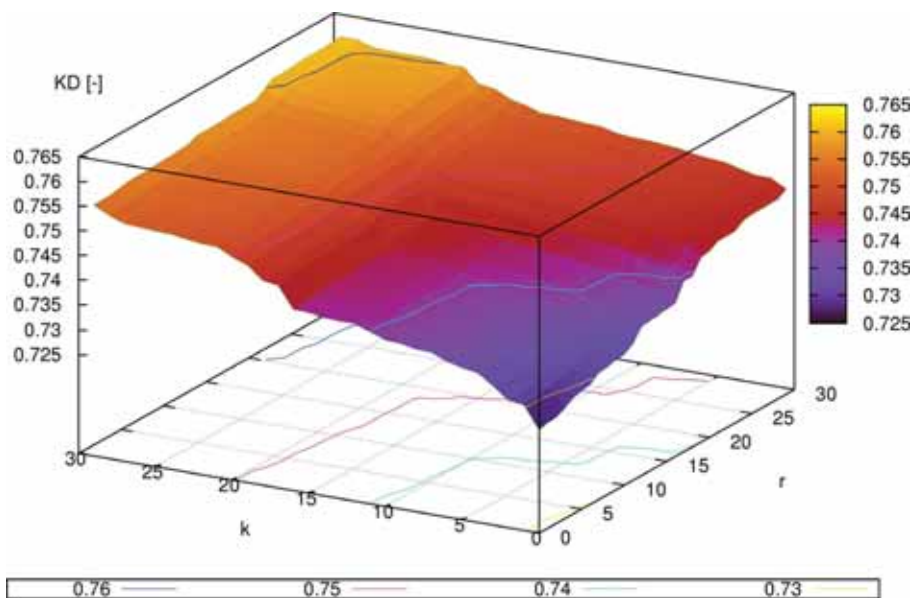
**Obr. 1.**  
Průběh koeficientu determinace u kalibračního souboru povodí Křímov  
Distribution of Nash–Sutcliffe coefficient for calibration data set



**Obr. 2.**  
Průběh koeficientu determinace u validačního souboru povodí Křímov  
Distribution of Nash–Sutcliffe coefficient for simulation data set Křímov catchment

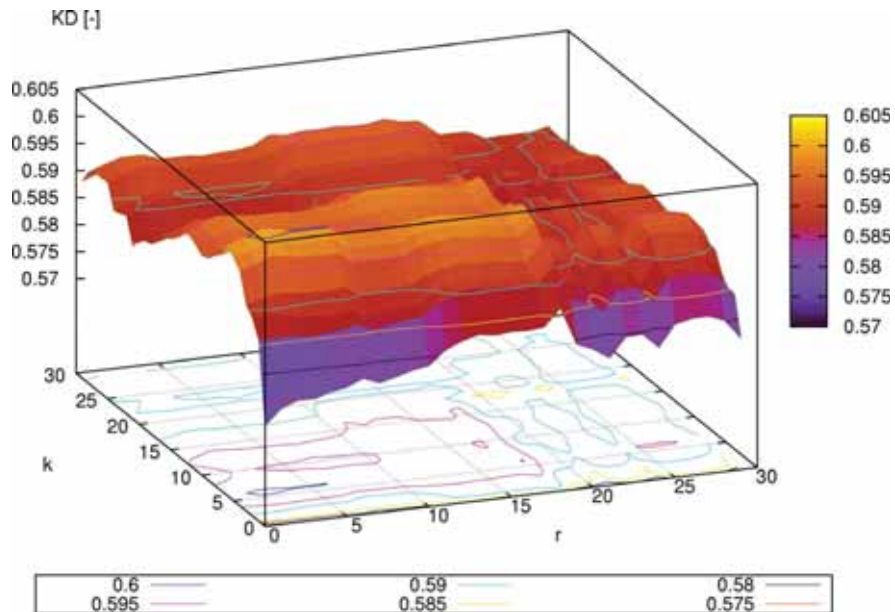


**Obr. 3.**  
Simulace jednodenních průtoků rok 1995 povodí Křímov  
Daily discharge simulation 1995 Křímov catchment

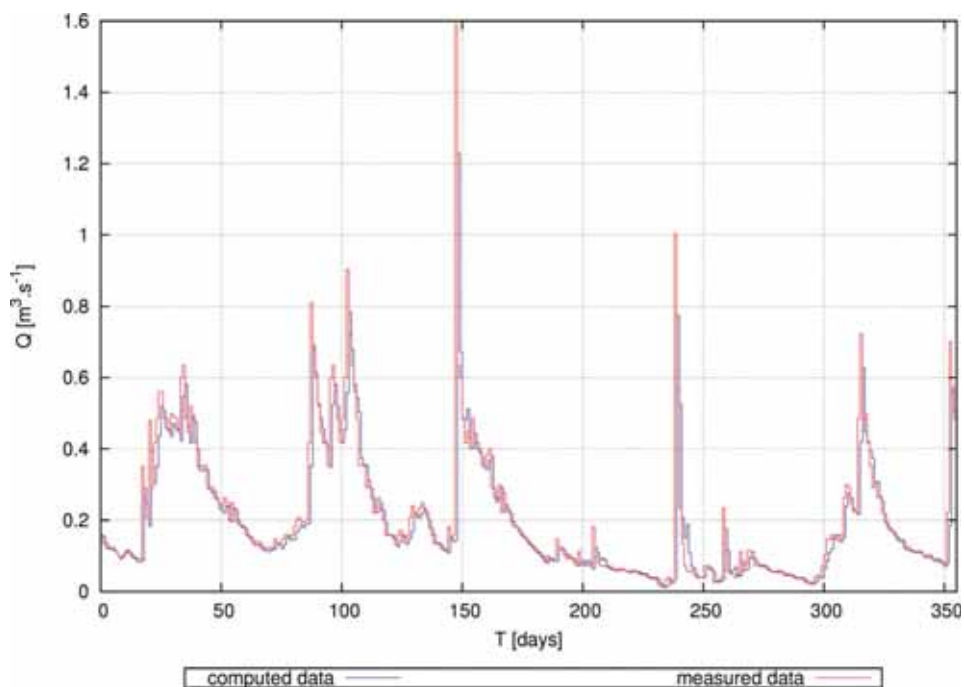


**Obr. 4.**  
Průběh koeficientu determinace u kalibračního souboru povodí Kamenička  
Distribution of Nash-Sutcliffe coefficient for calibration data set Kamenička catchment





**Obr. 5.**  
Průběh koeficientu determinace u validačního souboru povodí Kamenička  
Distribution of Nash–Sutcliffe coefficient for simulation data set Kamenička catchment



**Obr. 6.**  
Simulace jednodenních průtoků rok 1995 povodí Kamenička  
Daily discharge 1995 simulation Kamenička catchment

## PODZEMNÍ BIOMASA CALAMAGROSTIS VILLOSA

### Belowground biomass of *Calamagrostis villosa*

#### Abstract

*Calamagrostis villosa* (CHAIX.) J. F. GMEL is an invasive grass species, rhizomatous perennial forming clones of shoots. Spreading of the species has been mainly attributed to the light requirements met in the deforested sites. Occurrence of *C. villosa* remarkably reduces species diversity and makes difficult the replantation of Norway spruce in the deforested areas affected by air pollution.

**Klíčová slova:** *Calamagrostis villosa*, kořeny, oddenky, odlesněné plochy

**Key words:** *Calamagrostis villosa*, roots, rhizomes, deforested sites

#### Úvod

Na odlesněných plochách náhorní plošiny Krušných hor převládá monokulturní porost *Calamagrostis villosa*. Tato acidofilní vytrvalá tráva se rozšířila po odlesnění nejen v Krušných horách. Na plochách, kde byla buldozerovou přípravou odstraněna vrstva humusu, netvoří monokulturní porosty a často je nahrazena druhem *Avenella flexuosa*. Na stanovištích se zvláště kyselým podkladem je zastoupení druhů pestřejší. Na těchto plochách tvoří organická hmota nebo zemina ovlivněná organickou hmotou vrstvu pouze 1 – 4 cm tlustou.

#### Materiál a metodika

Na pokusných plochách v Krušných horách (Boleboř, Rolava) byl proveden soupis bylinného patra, na stejných plochách byly odběrovým válcem (průměr 7 cm, maximální hloubka odběru 25 cm) odebrány vždy 3 vzorky zeminy s oddenky a kořeny rostlin. Odebrané vzorky byly rozděleny na vrstvy podle zabarvení, rostlinná biomasa byla vymyta, rozdělena na oddenky a kořeny. Po vysušení na konstantní váhu byly vzorky zváženy a množství biomasy přepočítáno na m<sup>2</sup>. Ze získaných hodnot byl vždy pro pokusnou plochu vypočítán průměr, směrodatná odchylka a variační koeficient.

Na různých stanovištích byly odebrány vzorky oddenků *Calamagrostis villosa* a změřen počet uzlin a další charakteristiky oddenku na úseku měřícím 10 cm.

#### Výsledky a diskuze

Na pozorovaných plochách, na kterých byl odstraněn v 80. letech 20. století humus, vznikl bylinný porost s dominující *Calamagrostis villosa*. V závislosti na pěstované dřevině se v porostu objevují další druhy rostlin, především acidofilních.

Soupis rostlinných druhů s jejich pokryvností na plochách:

- Boleboř, asi 850 m n. m., mezi valy, porost s *Alnus*, 16. 10. 2002: bylinné patro pokryvnost 90%, z toho *Calamagrostis villosa* 2.3, *Agrostis* sp. +1, *Gallium aparine* +1, *Senecio ovatus* 3.1, *Urtica dioica* +1, *Lupinus polyphyllus* +1, *Rubus idaeus* +1, *Ranunculus repens* +1, *Lapsana communis* r.1, *Stellaria media* r.1, *Tussilago farfara* r.1, *Veronica montana* +1, *Rumex obtusifolium* +1, *Cirsium arvense* +1
- Boleboř, asi 850 m n. m., mezi valy, porost *Picea pungens*, 16. 10. 2002: bylinné patro pokryvnost 70%, z toho *Calamagrostis villosa* 2.2, *Avenella flexuosa* 2.2, *Galium hercynicum* +1, *Vaccinium myrtillus* +2, *Juncus squarrosus* +1, *Lycopodium* sp. +1, *Senecio jacobaea* +1, *Calluna vulgaris* +2, *Trifolium repens* +1, *Hypericum perforatum* +1, *Chamaerion angustifolia* +1, *Ajuga reptans* +1, mechové patro pokryvnost 20%, *Cladonia* sp. +, *Polytrichum* sp. +

3. Boleboř, asi 850 m n. m., mezi valy, porost původně s *Betula pendula* a příměsí *Alnus*, 16. 10. 2002: bylinné patro pokryvnost 75%, z toho *Calamagrostis villosa* 3.4, *Avenella flexuosa* 2.3, *Galium hercynicum* r.1, *Vaccinium myrtillus* 1.2, mechové patro pokryvnost 20%, *Polytrichum* sp. +

4. Rolava, asi 925 m n. m., mezi valy, vysazeny smrky, 20. 9. 2004: bylinné patro zápoj 70%, *Calluna vulgaris* 3.2, *Calamagrostis villosa* 3.2, *Nardus stricta* 1.2, *Vaccinium myrtillus* 1.2, *Vaccinium uliginosum* 1.2, *Juncus squarrosus* 1.1, *Avenella flexuosa* +1, *Galium hercynicum* +1, *Juncus filiformis* +1, *Juncus effusus* +1, *Luzula* sp. +1, *Agrostis canina* r.1, *Molinia coerulea* r.1, *Sorbus aucuparia* r.1, *Taraxacum* sp. r.1, mechové patro zápoj 20% *Cladonia* sp. 1.2, *Polytrichum* sp. 1.2, *Sphagnum* sp. +2, *Polytrichum commune* +2

5. Rolava, asi 925 m n. m., valy shrnutého humusu, 20. 9. 2004: bylinné patro zápoj 90%, *Calamagrostis villosa* 3.4, *Calluna vulgaris* 2.3, *Avenella flexuosa* 2.2, *Vaccinium myrtillus* 2.2, *Acetosella multifida* subsp. *vulgaris* +1, *Chamaerion angustifolia* +1, *Dryopteris carthusiana* +1, *Galium hercynicum* +1, *Trientalis europaea* +1, *Veronica officinalis* +1, mechové patro zápoj 10%, *Polytrichum* sp. +2, *Dicranum scoparium* +2, *Sphagnum* sp. +2

6. Rolava, asi 925 m n. m., smrkový les, s jámami po středověké těžbě rud, 20. 9. 2004: bylinné patro zápoj 60%, *Calamagrostis villosa* 3.4, *Avenella flexuosa* 2.3, *Vaccinium myrtillus* 2.2, *Galium hercynicum* 1.1, *Dryopteris carthusiana* +1, *Luzula* sp. +1, *Sorbus aucuparia* +1, *Melampyrum* sp. +1

V porostu 1 s olšemi se objevují druhy nitrofilní, pravděpodobně v souvislosti se schopností olše v symbióze vázat vzdušný dusík. V porostu 2 se smrkem pichlavým má bylinné patro menší pokryvnost a objevuje se zde více acidofilních druhů, pravděpodobně odpovídajících rostlinnému pokryvu před výsadbou. Opad smrku pichlavého velmi málo ovlivňuje rostlinný pokryv. Mladé smrky také zvyšují zástin na ploše. V porostu 3 s odumírajícími břízami je pokryvnost bylinného patra menší než u porostu 1, uprostřed plochy dominuje porost *Avenella flexuosa*. *C. villosa* se šíří především od okrajů plochy, v blízkosti humusových valů. Na ploše 4 se objevuje větší počet druhů acidofilních, snázejících také nedostatek humusu. *Calamagrostis villosa* se na této ploše nerozrůstá pouze z valů, tvoří také menší shluky na ploše. Projevuje se malý vliv opadu smrků na rostlinné společenstvo. Plochu 5 tvoří valy shrnuté vrchní humusové vrstvy včetně pařežů. Okolo tlejících pařežů se objevují jiné druhy než *C. villosa*, např. druhy pasek a lesní druhy. Na ploše 6 se v podrostu smrkového lesa objevuje bylinný porost především na světlejších místech.

Odstraněním humusu se omezilo rozrůstání třtiny chloupkaté, která je světlomilná a pro svůj růst vyžaduje vysoký obsah humusu v půdě. Na ploše 3 byla do značné míry nahrazena metličkou křivolakou, která snáší lépe kyselé prostředí a prostředí bez humusu, vytváří však také hustou spleť oddenků a kořenů. Třtina chloupkatá se na plochu postupně pomocí oddenků rozrůstá z valů shrnutého humusu.

Na plochách, kde se projevuje zástin dřevinami nebo nedostatek humusu, nevzniká hustý monokulturní porost třtiny, není zde tak konkurenčně úspěšná.

Oddenky třtiny chloupkaté umožňují rozrůstání trávy a vytvoření husté spleti oddenků a kořenů ve vrstvě zeminy s obsahem humusu. Na oddenku vyrůstají svazky kořenů a základy nadzemních stonků pouze v uzlinách. Oddenky se větví a umožňují vytvoření hustší spleti oddenků (podzemních stonků). Apikální (vrcholová) část oddenku je často delší než články mezi uzlinami.

Z hodnocených odběrů vyplývá, že délka článků oddenků *C. villosa* je v podrostu lesa i na valech humusu velmi podobná, na ploše mezi valy jsou články oddenků kratší a rozrůstání třtiny pomalejší. Nejkonstantnější charakteristika oddenků je počet uzlin na standardní délku oddenku, délka vrcholové části oddenku a počet kořenových svazků na standardní délku oddenku (tab. 1). Počet nadzemních stonků a větvení oddenků je proměnlivé. Oddenky po vyrytí ztrácejí rychle (po několika dnech) schopnost regenerace.

Podzemní biomasa oddenků je tvořena převážně *Calamagrostis villosa*, v kategorii kořenů jsou zastoupeny i jiné rostliny. Zastoupení *C. villosa* v podzemní biomase je tedy dobře charakterizováno množstvím biomasy oddenků.

Vyhodnocení ukazuje, že nejméně ze všech charakteristik podzemní biomasy kolísalo celkové množství podzemní biomasy (tab. 2). Z bolebořských pokusných ploch se nejmenší množství podzemní biomasy objevuje v podrostu olše, kde jsou zastoupeny i nitrofilní druhy rostlin. Podle podzemní biomasy oddenků (tab. 3) je zde relativně nejméně třtiny chloupkaté. Na ploše 3 byly odběrem zachyceny plochy s rozrůstající se třtinou. Na všech plochách nejvíce kolísalo množství kořenů dřevin, které byly při odběru na plochách s mladými výsadbami zachyceny pouze náhodně.

Posouzením množství oddenků na plochách prosperuje třtina chloupkatá nejlépe na valech shrnutého humusu (Rolava 5.) a na ploše, kde postupně odumřela většina vysazených bráz (Boleboř 3.). Zde neovlivňuje růst třtiny zástin. Z humusových valů se třtina po-

<b>Smrkový les (n = 87)</b>	<b>průměr (cm)</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>s</b>	<b>V(%)</b>
počet uzlin na 10 cm	5,91	2,84	1,686	28,53
počet vyrážejících stonků na 10 cm	1,08	1,34	1,157	107,13
počet kořenových svazků na 10 cm	3,52	5,87	2,423	68,85
počet větvení oddenku na 10 cm	0,37	0,3	0,549	148,4
délka výhonku na vrcholu oddenku (n = 17)	2,19	0,22	0,465	21,24
Průměrná vzdálenost mezi uzlinami 1,69 cm				
<b>valy (n = 50)</b>				
počet uzlin na 10 cm	5,66	3,42	1,85	32,69
počet vyrážejících stonků na 10 cm	1,3	1,32	1,15	88,46
počet kořenových svazků na 10 cm	5,08	2,86	1,69	33,27
počet větvení oddenku na 10 cm	0,74	0,79	0,89	120,27
délka výhonku na vrcholu oddenku (n = 5)	3,46	0,9	0,95	27,46
Průměrná vzdálenost mezi uzlinami 1,73 cm				
<b>mezi valy (n = 26)</b>				
počet uzlin na 10 cm	9,31	4,79	2,19	23,52
počet vyrážejících stonků na 10 cm	1,35	1,28	1,13	83,7
počet kořenových svazků na 10 cm	7,35	8,35	2,89	39,32
počet větvení oddenku na 10 cm	0,54	1,14	4,07	198,15
délka výhonku na vrcholu oddenku (n = 11)	1,9	0,29	0,54	28,42
Průměrná vzdálenost mezi uzlinami 1,07 cm				

**Tab. 1.**

Porovnání oddenků *Calamagrostis villosa* z různých stanovišť  
Comparison of *Calamagrostis villosa* rhizomes from different sites

	<b>Průměr</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>s</b>	<b>V</b>
<b>1. Boleboř</b>	619,5	36 549,5	191,2	30,6
<b>2. Boleboř</b>	931,1	8 474,6	92,1	9,9
<b>3. Boleboř</b>	908,6	27 024,1	164,4	18,1
<b>4. Rolava</b>	513,0	51 101,1	226,1	44,1
<b>5. Rolava</b>	535,0	1 008,1	31,8	5,9
<b>6. Rolava</b>	609,8	22 948,1	151,5	24,8

**Tab. 2.**

Celková podzemní biomasa jednotlivých vzorků (g . m<sup>-2</sup>)  
Total underground biomass of individual samples (g . m<sup>-2</sup>)

	<b>Oddenky <i>C.villosa</i></b>	<b>Kořeny</b>
<b>1. Boleboř</b>	116,4	147,3
<b>2. Boleboř</b>	194,5	343,4
<b>3. Boleboř</b>	234,5	589,2
<b>4. Rolava</b>	181,2	309,2
<b>5. Rolava</b>	207,4	265,1
<b>6. Rolava</b>	178,8	300,9

**Tab. 3.**

Biomasa oddenků a kořenů v g . m<sup>-2</sup>  
Biomass of rhizomes and roots in (g . m<sup>-2</sup>)

stupně rozrůstá směrem do středu plochy pomocí oddenkového systému, střed plochy je porostlý metličkou křivolakou (tab. 4).

Podzemní biomasa oddenků, kořenů bylin i kořenů dřevin, je soustředěna především v povrchové vrstvě. Množství podzemní biomasy ve vrstvě B je nejméně konstantní.

Na plochách Boleboř je nejmenší hmotnost podzemní biomasy u plochy 1 (s olší), přestože na první pohled je zde nejbohatší bylinné patro. Na ploše 2 (smrk pichlavý) se v hmotnosti podzemní biomasy objevují častěji kořeny bylin i dřevin než oddenky třtiny chloupkaté. Na této ploše také v povrchové vrstvě kolísá hmotnost biomasy s ohledem na nerovnoměrné rozložení bylinného patra. Na ploše 3 (původně bříza) převažují v podzemní biomase kořeny bylin. Množství podzemní biomasy je poměrně velké, přestože na první pohled na této ploše je poměrně malé množství nadzemní biomasy.

Na plochách Rolava je nejmenší množství podzemní biomasy podle očekávání na ploše 4, mezi valy. Kořeny a oddenky jsou výrazně soustředěny v povrchových vrstvách. I celkové množství biomasy zde nejvíce kolísá mezi jednotlivými odběry, hodnoceno vzhledem k ostatním plochám. Vály (5) jsou tvořeny shrnutou organickou hmotou včetně větví a pařezů. Odběrem se nepodařilo zachytit vrstvy minerální zeminy, ani odebrat všechnu podzemní biomasu. Pravděpodobně by se hmotnost podzemní biomasy ze všech vrstev blížila 1 000 g · m<sup>-2</sup>. V podrostu lesa byla biomasa oddenků a kořenů bylin rozložena rovnoměrně.

## Závěr

- *Calamagrostis villosa* se po odstranění vrstvy humusu rozrůstá pomaleji, konkurují jí acidofilní druhy snášející nedostatek humusu v půdě.
- *C. villosa* obsazuje svými oddenky a kořeny vrstvu ovlivněnou obsahem humusu.
- *C. villosa* ve svrchní vrstvě zeminy svými oddenky a kořeny konkuruje jiným rostlinám, snižuje erozi, ale také růst ostatních rostlin.
- Včasné osázení vykácené plochy nebo přirozený nálet dřevin brzdí zastíněním růst *C. villosa*.

Val	1230,2	300 cm od valu	1098,2 příměs <i>Avenella</i>
50 cm od valu	813,0	350 cm od valu	726,9 příměs <i>Avenella</i>
100 cm od valu	1566,1	400 cm od valu	<i>Avenella</i>
150 cm od valu	913,7	450 cm od valu	<i>Avenella</i>
200 cm od valu	1592,0	500 cm od valu	<i>Avenella</i>
250 cm od valu	1236,2	550 cm od valu	<i>Avenella</i>

Tab. 4.

Podzemní biomasa *C. villosa* na ploše Boleboř 3. podle vzdálenosti od valu v g · m<sup>-2</sup>

Underground biomass of *C. villosa* at plot Boleboř 3 according to distance from mound in g · m<sup>-2</sup>

	Průměr	s <sup>2</sup>	s	V(%)
<b>Les</b>				
"L" biomasa (4 cm)	193,5	3192,3	56,5	29,2
"F" biomasa (4,5 cm)	416,2	4869,2	69,8	16,8
Celková biomasa	609,8	22948,1	151,5	24,8
<b>mezi valy</b>				
"L+F+H" biomasa (4 cm)	236,7	7614,0	87,3	36,9
"A <sub>H</sub> " biomasa (4,5 cm)	182,2	7432,8	86,2	47,3
B biomasa	94,1	7879,9	88,8	94,4
Celková biomasa	513,0	51101,1	226,1	44,1
<b>Valy</b>				
"L" biomasa (2,5 cm)	78,9	146,3	12,1	15,3
"F" biomasa (4,5 cm)	278,9	22455,8	149,9	53,7
"H" biomasa (4 cm)	177,2	17882,5	133,7	75,5
Celková biomasa	535,0	1008,1	31,8	5,9

Tab. 5.

Rozložení podzemní biomasy podle zabarvení zeminy, Rolava  
Distribution of underground biomass according to soil colour, Rolava

	Průměr	s <sup>2</sup>	s	V(%)
<b>pod olší</b>				
"L+F" biomasa (1,3 cm)	11,9	15,2	3,9	32,6
"H" biomasa (1 cm)	58,3	1153,3	33,9	58,2
"A <sub>H</sub> " biomasa (5,5 cm)	376,5	37363,6	193,3	51,3
B biomasa	172,8	27716,9	166,5	96,3
Celková biomasa	619,5	36549,5	191,2	30,6
<b>s <i>Picea pungens</i></b>				
"L+F" biomasa (1 cm)	68,2	8014,1	89,5	131,3
"H" biomasa (1 cm)	146,1	5838,5	76,4	52,3
"A <sub>H</sub> " biomasa (2,5 cm)	382,9	20993,2	144,9	37,8
B biomasa	333,9	88230,2	297,0	88,9
Celková biomasa	931,0	8474,6	92,1	9,9
<b>pod břízou</b>				
"L+F" biomasa (1,3 cm)	210,7	646,5	25,4	12,1
"H" biomasa (1 cm)	195,7	923,9	30,4	15,5
"A <sub>H</sub> " biomasa (3 cm)	201,6	2204,4	46,9	23,3
B biomasa	300,7	34277,7	185,1	61,6
Celková biomasa	908,6	27024,1	164,4	18,1

Tab. 6.

Rozložení podzemní biomasy podle zabarvení zeminy, Boleboř  
Distribution of underground biomass according to soil colour, Boleboř

Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc. – Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D. – Ing. Ivan Kuneš – Pavel Folk,  
Katedra pěstování lesů, FLE ČZU Praha

## VLIV OLŠE ZELENÉ NA STAV LESNÍCH PŮD VE VYŠŠÍCH NADMOŘSKÝCH VÝŠKÁCH

### Green alder effects on the forest soils in higher elevations

#### Abstract

Presented study documents the effects of green alder (*Alnus alnobetula* (EHRH.) C. KOCH) on the uppermost forest soil layers in mountain areas, respectively in the top part of the Orlické hory Mts. The research plot is located in the altitude around 1,000 m a. s. l., average year precipitation varies between 1,000 – 1,200 mm, average year temperature between 4 – 5 °C. The soil type is characterized as Cryptopodzol to Mountain Humic Podzol, the forest type as 7K1 – acid beech-spruce site with *Calamagrostis villosa*. The bedrock is formed by micaschists. The research plot was established in years 1985 – 1986, three variants are studied: pure groups of green alder, pure groups of Norway spruce and Norway spruce stand underplanted by green alder. In the pure green alder stands, the lowest surface humus accumulation was observed, accompanied by the lowest pH. The alder admixture or dominance leads to the decrease in the bases content and base saturation, statistically significant, on the contrary the hydrolytical as well as exchangeable acidity was increased. The humus content was the lowest in the pure green alder stand indicating more rapid organic matter mineralization. Also the total nitrogen content was the lowest in the stand of green alder, on the contrary it was significantly higher in the mixed stand. The green alder presence increased the bases losses from the studied profile, both mono- and divalent (K, Ca, Mg). The green alder increased the acidification trends in the forest soils of the humus forms on the studied locality and intensified the nutrient losses from the soil profile.

**Klíčová slova:** imisní oblasti, humusové formy, biologická meliorace, olše zelená

**Key words:** Immission areas, humus forms, biological amelioration, green alder

#### Úvod

Porosty listnatých přípravných dřevin byly zakládány na rozsáhlých imisních holinách jako důsledek imisní kalamity v řadě oblastí. Měly za cíl zlepšit prostředí pro obnovu klimaxových dřevin, stejně jako jejich cílem bylo zlepšení ostatních složek životního prostředí (PODRÁZSKÝ 2000, 2001). Předpokládá se jejich příznivější vliv ve srovnání s prostředky chemické meliorace stanovišť (HRUŠKA, CIENCIALA 2001). Mezi používanými druhy se objevila i olše či olšička zelená (*Alnus alnobetula* (EHRH.) C. KOCH, syn. *Duschekia alnobetula* EHRH. (DOSTÁL 1989) nebo *Alnus viridis* CHAIX in VILL.) jako potenciálně významná dřevina na specifických lokalitách. Třebaže dnes je proti používání olše zelené řada námitek především ze strany ochrany přírody, a tento druh se dokonce uvažuje jako invazní rostlina a je likvidován (HORÁK 2004), bylo v minulosti založeno velké množství ploch s touto dřevinou v nejrůznějších imisních oblastech: Krušných, Jizerských i Orlických horách i Krkonoších. Jejich vyhodnocení má značný význam, protože o vlivu různých introdukovaných dřevin na složky lesních ekosystémů nemáme žádné údaje. O vlivu olše zelené na stav půd byly prozatím publikovány jen omezené dílčí údaje, indikující acidifikaci prostředí díky zvýšenému vstupu dusíku (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2003). Experiment byl hodnocen v Jizerských horách. Předkládaný příspěvek dokládá výsledky z dalšího regionu s výsadbami olše zelené, z Orlických hor, a srovnává vliv olše zelené na stav lesních půd (humusových forem) s vlivem smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST) jako stanovišti odpovídající jehličnaté dřeviny. Hlavním prostředkem bylo srovnání dynamiky dusíku a bází v humusových formách různých porostů.

#### Metodika

Výzkum byl prováděn na lokalitě Malá Deštná v Orlických horách, v porostu 130 A. Půdní typ byl popsán jako kryptopodzol, až horský humusový podzol, lesní typ jako 7K1 – kyselá buková smrčina se třtinou chloupkatou. Matečná hornina, geologický podklad, je tvořen svorem, průměrné roční srážky kolísají mezi 1 000 – 1 200 mm, průměrná roční teplota je kolem 5 °C. Srovnáván byl dospělý smrkový porost o věku nad 100 let se stejně starým smrkovým porostem s podsadbou olše zelené a s čistým porostem olše zelené založeným

na holině, výsadby olše byly ve věku cca 20 let, plochy byly založeny v letech 1985 – 1986.

V jednotlivých dílčích porostech byly sledovány charakteristiky humusových forem. Vzorky byly odebrány na podzim roku 2003 před napadnutím sněhu, z horizontů L + F, H a nejsvrchnějších 10 cm minerální zeminy (charakteru Ae až Ep horizontů). Vzorky byly analyzovány individuálně v laboratoři firmy Tomáš na VÜLHM-VS Opočno standardními metodikami. V jemnozemi byly stanoveny následující pedochemické charakteristiky: pH aktivní a výměnné v 1 N výluhu KCl, charakteristiky sorpčního komplexu podle Kappena – S – obsah bází, H – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná kapacita a V – nasycení sorpčního komplexu bázemi. Dále byl stanoven obsah celkového dusíku a humusu (metodou podle Kjeldahla), charakteristiky výměnné acidity ve výluhu HCl. Obsah přístupných živin byl stanoven ve výluhu 1% kyselinou citrónovou. Obsah přístupného fosforu byl pak determinován pomocí Spekolu 210, obsah přístupného draslíku pomocí plamenné fotometrie a obsah Ca a Mg pomocí AAS. Obsah celkových živin byl pomocí AAS stanoven v holorganických horizontech. Statisticky byly rozdíly mezi variantami testovány analýzou variance na 95% intervalu spolehlivosti.

#### Výsledky a diskuze

Výsledky jsou sumarizovány v tabulkách 1 – 3. Smíšený porost vykazuje maximální tloušťku povrchového humusu, jeho zásoba, vyjádřená mocností, byla snížena především v čistém porostu olše (tab. 1).

Ve smíšeném porostu byly doloženy rovněž nejvyšší hodnoty půdní reakce, s výjimkou nejsvrchnějšího horizontu, tj. vrstvy opadu. Nejnížší hodnoty byly naměřeny opět v čistém porostu olše. Naproti tomu nejvyšší obsah výměnných bází byl dokumentován v čistém smrkovém porostu, příměs nebo dominance olše znamenala statisticky významný pokles obsahu výměnných bází (hodnota S podle Kappena). Hydrolytická acidita (hodnota H) vykazovala opačný trend, takže kationtová výměnná kapacita (hodnota T) se mezi variantami významně nelišila. Nasycení sorpčního komplexu bázemi bylo statisticky významně sníženo prezencí olše v porostní složce. Velmi podobné trendy byly dokumentovány v podobných stanovištních podmínkách v Jizerských horách (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2003).

Naopak na degradovaných (především nadložního humusu zbaivených) lokalitách vykazovaly různé druhy olší vesměs významnou meliorací stanoviště (PODRÁZSKÝ, REMEŠ, ULBRICHOVÁ 2003).

Výměnná acidita byla vysoce a statisticky významně zvýšena přítomností olše v porostní složce, pouze výměnný vodík, spojený s transformací humusu, vykazoval opačnou tendenci. Obsah celkového dusíku byl překvapivě nejvyšší v humusových vrstvách smíšeného porostu a nejnižší v čistém porostu olše. To může být spojeno s velkými ztrátami dusíku z intenzivně mineralizujících holorganických horizontů pod olší, dosahujících až 50 kg N/ha ročně (BINKLEY 1986) a imobilizací dusíku z opadu olše ve smíšeném porostu (WESEMAEL 1992). Také celkový obsah humusu indikoval vyšší aktivitu v holorganických vrstvách olšového a smíšeného porostu (tab. 2).

Obsah celkového fosforu byl podobný dynamice celkového dusíku, indikoval tak obecně kvalitu organické hmoty v jednotlivých porostech. Obsah celkového draslíku byl zvýšen v porostech s přítomností olše a odrážel tak i vliv zde přítomné travinné vegetace. Obsah draslíku v biomase trav je obecně výrazně vyšší ve srovnání s foliární biomasou dřevin. Naopak, obsah celkového vápníku a hořčíku byl vlivem olše snížen (tab. 3).

Obsah přístupného fosforu byl nejvyšší opět ve smíšeném porostu a nejnižší v čistém porostu olše, dokládá tak stejně jako jiné charakteristiky pozitivní vliv olše v případě využití podsadeb. Přítomnost olše významně snížila obsah přístupného draslíku jak ve smíšeném, tak i nesmíšeném porostu a totéž bylo prokázáno pro přístupné formy vápníku a hořčíku. Obsah železa v přístupné formě byl naopak výrazně zvýšen, zejména ve smíšeném porostu.

Také tyto trendy byly prokázány v porostech olše zelené v Jizerských horách, jak již bylo zmíněno (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2003). Zvýšený vnos dusíku vedl ke zvýšení jeho obsahu, dynamiky mineralizace a ke ztrátám nitrátů spojených s bázemi. Různé druhy olší v případě intaktního, mocného humusového profilu tak zintenzivňují jeho dekompozici, způsobují ztráty bází a acidifikaci půdního profilu (BINKLEY 1986). Naopak, na devastovaných a degradovaných půdách, především na lokalitách zbaivených humusové vrstvy nebo na zalesněné zemědělské půdě, olše mohou výrazně zlepšit a zrychlit formování příznivých holorganických a humusových horizontů (PODRÁZSKÝ, REMEŠ, ULBRICHOVÁ 2003).

Porost	Horizont	Tloušťka cm	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	S	H	T	V
					mval/ 100 g			%
SM	L + F	4,8 ab	4,8	4,2	45,0 a	35,5 a	80,5	55,0 a
	H	6,5	4,2	3,5	26,4 a	44,4	70,8	36,0 a
	Ae	10	4,0 a	3,3	3,1	9,5 a	12,6	24,5
OLz	L + F	4,0 a	4,6	4,1	41,8 ab	38,3 a	80,2	53,6 a
	H	6,2	4,2	3,4	12,8 b	37,1	50	28,4 ab
	Ae	10	4,0 ab	3,2	2,5	10,4 a	12,9	19,7
Smíšený	L + F	5,2 b	4,8	3,8	22,5 b	59,4 b	81,9	27,8 b
	H	8,8	4,6	3,6	12,0 b	50,4	62,5	19,4 b
	Ae	10	4,4 b	3,5	2,7	15,4 b	18	14,6

Tab. 1.

Půdní reakce a stav sorpčního komplexu v půdě porostu smrku a olše zelené na lokalitě Malá Deštná  
Soil reaction and soil adsorption complex characteristics in soils of stands of the Malá Deštná locality

Porost	Horizont	Acidita ex.	H ex.	Al ex.	N Kj.	Humus
SM	L + F	27 a	8,0 a	19,4 a	2,13	50,7
	H	56	5,8	50,2	1,48 ab	43,7
	Ae	52 a	1,4	50,6 a	0,23	13,6
OLz	L + F	53 ab	5,4 b	47,7 ab	1,75	47,2
	H	88	4,4	83,4	1,09 a	30,4
	Ae	71 ab	1,5	69,3 ab	0,21	5,6
Smíšený	L + F	121 b	5,5 b	115,7 b	2,21	59,3
	H	129	3,3	126	1,91 b	45,6
	Ae	99 b	1,6	97,1 b	0,37	10,6

Tab. 2.

Výměnná acidita, obsah celkového dusíku a humusu v porostech smrku a olše zelené na lokalitě Malá Deštná  
Exchangeable acidity, total humus and nitrogen content in soil of stands of spruce and green alder on the Malá Deštná locality

Porost	Horizont	N total	P total	K total	Ca total	Mg total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> příst.	K <sub>2</sub> O příst.	CaO příst.	MgO příst.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> příst.
SM	L + F	2,14	0,15	0,25	0,22	0,29	325	602	5626	2340	501 a
	H	1,66 ab	0,12 a	0,46	0,02	0,12	200	227 a	1983	840	704 a
	Ae						80 a	49	243	110	367 a
OLz	L + F	1,79	0,13	0,48	0,08	0,31	264	250	5946	2630	854 a
	H	1,15 a	0,10 a	0,54	0,01	0,05	174	99 b	976	537	640 a
	Ae						92 a	36	201	118	430 a
Smišený	L + F	2,38	0,18	0,22	0,05	0,17	590	427	3180	1382	1573 b
	H	1,84 b	0,24 b	0,94	0,01	0,05	656	162 ab	403	172	1918 b
	Ae						391 b	37	148	48	820 b

Tab. 3.

Obsah celkových a přístupných živin v půdě porostu smrku a olše zelené na lokalitě Malá Deštná  
Total and plant available nutrients content in soil of stands of spruce and green alder of the Malá Deštná locality

## Závěr

Výsledky našeho experimentu potvrdily potenciál jak příznivého, tak i nepříznivého působení olše zelené na stav půd ve vyšších horských polohách.

V případě přezence intaktního povrchového humusu vede kultura olše zelené, stejně jako i jiných druhů olší k:

- produkci opadu s příznivým složením,
- účinné recyklaci některých živin,
- fixaci vzdušného dusíku.

Na lokalitách s přirozeně méně intenzivním koloběhem živin to znamená:

- zvýšenou mineralizaci povrchové organické hmoty na lokalitách bez funkčně účinného krytu klimaxovými dřevinami, nebo na stanovištích se sníženou vitalitou lesního porostu,
- zvýšené ztráty, zejména bázi a dusíku z půdní složky lesního ekosystému,
- zrychlenou acidifikaci půd díky vyplavování nitrátů.

Pěstování různých druhů olší, včetně olše zelené, je cenný prostředek lesopěstebních meliorací ve vhodných podmínkách a na vhodných lokalitách. Ty jsou obecně určeny jako lokality bez účinné vrstvy nadložního humusu (vyšší horské polohy), degradovaná stanoviště, rekultivované plochy a zalesněné nelesní půdy. Na intaktních lesních stanovištích a půdách může kultura olše zvyšovat ekologická rizika.

## Literatura

- BALCAR, V., PODRÁZSKÝ, V.: Založení výsadbového pokusu v hřebenevé partii Jizerských hor. Zprávy lesn. výzk., 39, 1994, č. 2, s. 1-7
- BINKLEY, D.: Forest nutrition management. New York, J. Wiley 1986, s. 289
- DOSTÁL, J.: Nová květena ČSSR. 1. díl. Praha, Academia 1989, s. 106
- HORÁK, V.: Olše zelená (*Alnus viridis* (CHAIX) DC) – invazní rostlina v Krkonošském národním parku? In: Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam. Sborník konference v Kostelci nad Černými lesy 10. - 11. listopadu 2004. Kostelec n. Č. l., ČZU 2004, s. 113-116
- HRAŠKO, J. et. al.: Morfogenetický klasifikační systém půd ČSSR. Bratislava, ČSAV 1987, s. 107
- HRUŠKA, J., CIENCIALA, E. (eds.): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví. Praha, MŽP 2001, s. 160
- PODRÁZSKÝ, V.: Vliv druhového složení porostů na stav lesních půd. Práce VÚLHM, 82, 2000, s. 115-124

PODRÁZSKÝ, V.: Effect of substitute tree species on the forest soils. In: Perspectives of the ecological research in mountain forest ecosystems. Conference 22 – 25 Oct 2001, Polana, Forest Research Institute Zvolen 2001, s. 57.

PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ I.: Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. Czech Republic. Journal of Forest Science, 49, 2003, č. 4, s. 141-147

PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I.: Soil chemistry changes in green alder (*Alnus alnobetula* /EHRH./ C. KOCH) stands in mountain areas. Journal of Forest Science, 49, 2003, s. 104-107

REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V.: Vliv opatření biologické a chemické meliorace na obnovu humusového profilu na stanovišti degradovaném buldozerovou přípravou v Krušných horách. In: Krajina, les a lesní hospodářství 2002. Sekce IV: Obnova funkčních lesních ekosystémů Krušných hor. Praha, ČZU 2002, s. 43-51

WESEMAEL, B. VAN: Soil organic matter in mediterranean forests and its implications for nutrient cycling and weathering of acid, low-grade metamorphic rocks. Thesis Universiteit van Amsterdam. Amsterdam, University of Amsterdam 1992, s. 140

**Poznámka:** Práce vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MSM 414100009 Obnova funkčních lesních ekosystémů Krušných hor. Výsledky byly připraveny pro prezentaci na mezinárodní konferenci Restoration of forest soils in polluted areas (Praha 25. - 29. 5. 2004) a v rozšířené anglické verzi pro publikaci v časopise Journal of Forest Science. Půdní analýzy a jejich vyhodnocení byly zajištěny díky výzkumným projektům VÚLHM-VS Opočno.

Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D. - Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Katedra pěstování lesů, FLE ČZU Praha;  
RNDr. Marian Slodičák, CSc., VÚLHM-VS Opočno

## PŮDOTVORNÁ A PŮDOOCHRANNÁ FUNKCE BŘÍZY V KRUŠNÝCH HORÁCH

### Soil forming and soil protective function of birch in the Ore Mts.

#### Abstract

Large areas were deforested as a consequence of the immission calamity in the Czech Republic in the last decades. As a part of restoration activities, preparatory species were utilised, both planted and sown, to cover forest soils, to prevent soil erosion and to regenerate forest microclimate, necessary for reintroduction of target, climax species. Birch (especially *Betula verrucosa*) was among the mostly common preparatory species. Presented paper documents the effects of birch in the case of its cultivation on an intact soil. In this case, birch was documented as a species suitable in a short-time perspective, improving soil characteristics and forming effective shelter against increased humus mineralization, comparing to other preparatory species.

**Klíčová slova:** imisní oblasti, degradace půd, přípravné dřeviny, náhradní dřeviny, lesní půdy, meliorace, biologická meliorace

**Key words:** immission areas, soil degradation, preparatory species, substitute species, forest soils, soil amelioration, biological amelioration

#### Úvod

Obnova lesních půd v imisní oblasti Krušných hor představuje dodnes závažný problém, zejména na lokalitách degradovaných buldozerovou přípravou. Tento problém má svoje kořeny v 80. letech 20. století, kdy došlo ke ztrátě lesního pokryvu ve vrcholových polohách Krušných hor a k výrazné degradaci půd celé oblasti. Vyloučení půdoochranné a půdotvorné funkce lesních porostů vedlo ke ztrátám organické hmoty a ke změnám v charakteru půd lesních ekosystémů. Také byly prokázány ztráty živin v důsledku kyselé depozice a vyplavení bází. Jako náhrada za odumřelé a vytěžené porosty byly zakládány porosty přípravných, náhradních dřevin jako např. břízy, jeřábu a smrku pichlavého. Odstranění nadložního humusu vedlo ke ztrátám živin a organické hmoty v porostech a data o obnově holorganických horizontů jsou dnes značně deficitní. Chybí údaje o vývoji půd na intaktních plochách, kde nedošlo k uplatnění mechanizované přípravy stanoviště. Také však chybí širší zhodnocení vlivu přípravných dřevin na formování humusu, cykly živin a stav lesních půd v zájmové oblasti.

V rámci uzavíraného projektu bylo přistoupeno k výzkumu v oblastech s nedostatkem výzkumných podkladů. Byly publikovány dílčí výsledky hodnotící význam břízy na lokalitách se skarifikovanou půdou (PODRÁZSKÝ 1996, PODRÁZSKÝ, REMEŠ, ULBRICHOVÁ 2003) nebo na plochách se zalesněnými půdami zemědělskými (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002), chybí však sledování na intaktních lokalitách. Cílem předkládaného příspěvku je proto doložit deficitní údaje o vlivu břízy na stav lesních půd a zhodnotit její půdotvornou a půdoochrannou funkci ve srovnání se smrkem pichlavým na typické lokalitě Krušných hor, na stanovišti bez mechanizované přípravy půdy.

#### Materiál a metody

Srovnání humusových forem bylo provedeno v porostu břízy bělokoré (*Betula pendula* ROTH.) a smrku pichlavého (*Picea pungens* ENGLM.) na experimentální ploše Fláje II (SLODIČÁK, NOVÁK, KACÁLEK 2002). Lokalita je situována na jižním svahu v nadmořské výšce 800 m n. m., lesní typ byl určen jako 8G3, resp. podmáčená varianta *Calamarostio-villosae Piceetum*. Plocha sestává ze tří ploch dílčích, vzorky humusových forem pak byly odebrány na 2 variantách: v čistém porostu smrku pichlavého a v čistém porostu břízy. Současný věk porostů v r. 2002 byl 28 let.

Vzorky buřeně a vzorky z holorganických horizontů (L + F1, F2 + H) byly odebrány kvantitativně pomocí železného rámečku 25 x 25 cm ve čtyřech opakováních, vzorky nejsvrchnějších minerálních horizontů nebyly odebrány kvantitativně. Odběr se uskutečnil

8. 10. 2002, analýzy byly provedeny v laboratoři firmy Tomáš (se sídlem ve VÚLHM-VS Opočno) individuálně. Byly provedeny analýzy: množství sušiny holorganických horizontů, obsah celkového dusíku a humusu podle metody Springer-Klee, ztráty žháním (LOI – lost of ignition), obsah celkového dusíku podle metodiky Kjeldahla, půdní reakce v H<sub>2</sub>O a 1 N KCl, charakteristiky výměnné acidity ve výluhu HCl, charakteristiky sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, H – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi). Dále byl stanoven obsah přístupných živin ve výluhu 1% kyselinou citrónovou a pouze v holorganických horizontech byl stanoven obsah celkových živin po mineralizaci směsí kyseliny sírové a selenu. Statistické zpracování bylo provedeno standardní jednofaktorovou analýzou variance.

#### Výsledky

Přehled výsledků týkajících se biomasy buřeně, obsahu humusu a dusíku a půdní acidity uvádí tabulka 1. Zásoba biomasy buřeně byla překvapivě vyšší pod porostem břízy bez ohledu na lepší světelné podmínky v porostu smrku. Výsledky však nebyly dosud statisticky významné, jakkoli mohly být způsobeny různými podmínkami vlhkosti a nabídky živin v jednotlivých porostech, příznivějšími v plně funkčně účinném porostu břízy. Významně vyšší byla v březovém porostu i zásoba nadložního humusu, dosahující 156,048 t/ha, na rozdíl od porostu smrku pichlavého, kde byla 82,196 t/ha. Je tedy možné doložit výrazný pokles organické hmoty ve složkách vegetace a nadložního humusu v porostu smrku. Ten tak vykazuje minimální půdoochrannou schopnost a dynamika organické hmoty se zde blíží podmínkám holiny, bez funkčního dřevinného krytu, se ztrátami humusu a živin.

Obsah humusu ve vrstvě L + F1 byl rovněž vyšší na lokalitě s dominancí břízy (statisticky významně), v hlubších vrstvách byl obsah humusu vyšší pod smrkem. Dokumentuje to rychlejší dekompozici a transformaci březového opadu. Obsah spalitelných látek byl na obou plochách srovnatelný.

Dynamika celkového dusíku vykazovala typické rysy bez ohledu na metodu stanovení (KJELDAHL, SPRINGER-KLEE). Byla doložena statisticky významná diference ve prospěch březového porostu ve vrstvě buřeně a v nejsvrchnější holorganické vrstvě, hlouběji byly obsahy srovnatelné s tendencí slabě vyššího obsahu pod smrkem (nižší příjem). Bříza tak vykazuje schopnost účinnější recyklace dusíku, vyšší mineralizaci a ztráty živin lze očekávat pod smrkem pichlavým. Půdní reakce aktivní i výměnná vykazovala v různých horizontech podobnou tendenci jako obsah dusíku. Hodnoty byly ve vrstvě opadu vyšší v porostu břízy, hlouběji byly vyšší pod smrkem. To indikuje



Dřevina	Horizont	Sušina	Humus (SK)	LOI	N (Kjel)	N (SK)	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl
		t/ha	%	%	%	%		
bříza	Buřeň	4,084	66,6	89,9	1,45	1,98	5,55	4,52
	L+F1	24,488	64,6	88,8	1,95	2	4,32	3,7
	F2+H	131,56	40,6	60,8	1,21	1,13	3,88	3,05
	Ah		21,2	33,2	0,61	0,53	3,3	2,78
smrk pichlavý	Buřeň	3,152	59,7	81,5	1,32	1,7	5,3	4,37
	L+F1	21,608	55,2	81,3	1,43	1,6	4,08	3,5
	F2+H	60,516	44,2	63,3	1,25	1,14	3,88	3,18
	Ah		22,5	31,4	0,62	0,74	3,75	3,02

Pozn.: Různé indexy označují statisticky významné rozdíly.  
Note: Different indexes indicate statistically significant differences.

**Tab. 1.**  
Půdní charakteristiky na výzkumné ploše Fláje  
Soil characteristics on research plots in the Fláje area

Dřevina	Horiz.	Výměnná titrační acidita						S obsah bázi		H hydrol. acidita		T kationtová výměnná kapacita		V nasycení sorpčního komplexu bázemi	
		celk. mval / kg	H+ mval / kg	Al <sup>3+</sup> mval / kg		mval / 100g		mval / 100g		mval / 100g		%			
bříza	L + F1	34,4	ab	19,7	b	14,8	ab	29,06	bc	35,6	64,6	c	45,1	ab	
	F2 + H	74,2		9,7		64,5		11,2		44,8	56,0		20,2		
	Ah	81,4		7,3	b	74,2		4,73		23,2	26,5	ab	17,2		
smrk pichlavý	L + F1	61,4		11,6	a	49,8	b	18,2	a	36,2	54,3	ab	34,0	a	
	F2 + H	87,4		7,1		80,5		10,4		43,4	53,8		19,4		
	Ah	78,6		5,0	ab	73,6		5,7		22,1	27,8	b	20,4		

Pozn.: Různé indexy označují statisticky významné rozdíly.  
Note: Different indexes indicate statistically significant differences.

**Tab. 2.**  
Stav sorpčního komplexu půd na výzkumné ploše Fláje  
Soil adsorption complex characteristics on the research plot Fláje

vyšší kvalitu opadu břízy a naopak vyšší odběr bázi z půdního prostředí jejím porostem z hlubších horizontů.

Půdní kyselost, půdní reakce odráží stav sorpčního komplexu, charakterizovaný v tabulce 2. Celková výměnná titrační acidita tak byla vyšší ve svrchních (holorganických) horizontech ve smrkovém porostu a v minerálním horizontu porostu břízy – tato charakteristika odráží zejména obsah výměnného hliníku.

Vyšší obsah výměnného hliníku byl doložen na březové ploše, což odráží vyšší stupeň humifikace organické hmoty. Podobné trendy jsou prokazatelné v případě obsahu bázi, hodnot celkové kationtové výměnné kapacity a nasycení sorpčního komplexu bázemi. Byl ve směs doložen příznivý stav pod porostem břízy, s výjimkou minerálního (Ah) horizontu. Hydrolytická acidita byla srovnatelná na obou plochách.

Co se týče přístupných živin, biomasa opadu vegetace obsahovala vyšší množství dusíku, vápníku a hořčíku v porostu břízy, na druhé straně zde vykazovala nižší obsahy fosforu a draslíku (tab. 3). To souhlasí s příznivějším vlivem břízy na stav půdního svršku a vyššími kompetičními nároky břízy na limitující živiny (zde např. P a K).

Podobná dynamika přístupných živin byla pozorována v horizontu L + F1, rovněž obsah celkových živin v tomto horizontu byl vyšší pod břízou. Ve spodním holorganickém horizontu (F2 + H) byl obsah přístupných živin podobný na obou plochách s tendencí vyšších hodnot pro draslík a vápník a nižších pro fosfor, hořčík a železo v porostu břízy. Nebyly prokázány rozdíly v obsahu celkových živin.

V minerálním Ah horizontu byl stanoven pouze obsah přístupných živin. Vyšší obsahy byly s výjimkou fosforu a hořčíku stanoveny v porostu smrku pichlavého, obsah železa zde byl vyšší statisticky významně.

Ačkoli je statistická průkaznost výsledků nižší, byly patrné jasné tendence, dokládající příznivé účinky porostu břízy na stav podmínek výživy ve svrchních půdních horizontech. Bříza recykluje efektivně bioelementy a její opad má kladný vliv na stav půdního svršku a na formování humusových vrstev. Tyto výsledky souhlasí s poznatky získanými v dané oblasti na plochách poškozených buldozerovou přípravou půdy (PODRÁZSKÝ, REMEŠ, ULBRICHOVÁ 2003).

Plocha – dřevina	Horiz.	Přístupné živiny (v 1% kys. citr.)					Celkové živiny %					
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	K <sub>2</sub> O mg/kg	CaO mg/kg	MgO mg/kg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg/kg	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	
bříza	Buřeň	1135	5873	5734	1526	184	1,58	0,11	0,42	0,38	0,2	
	L+F1	600	1800	5733	952	299	1,94	b	0,11	0,22	0,18	0,07
	F2+H	252	507	1660	215	1390	1,13		0,07	0,23	0,01	0,02
	Ah	167	284	658	76	1668	a					
smrk pichlavý	Buřeň	1218	6524	4622	908	223	1,48	0,12	0,59	0,24	0,1	
	L+F1	511	1020	3260	419	842	1,46	a	0,1	0,17	0,04	0,03
	F2+H	259	465	1340	236	1702	1,19		0,1	0,2	0,01	0,02
	Ah	210	254	567	80	3509	b					

Pozn.: Různé indexy označují statisticky významné rozdíly.

Note: Different indexes indicate statistically significant differences.

Tab. 3.

Obsah živin ve vrstvě buřeně a v jednotlivých horizontech na lokalitě Fláje  
Nutrient content in herb layer and in particular horizons on plots in the Fláje area

## Diskuze a závěr

Výsledky potvrdily příznivé účinky břízy na stav lesních půd a její relativně vysoký meliorační účinek jako přípravné dřeviny. Na druhé straně opakovaně prokázaly nízké funkční účinky smrku pichlavého. Chování obou dřevin bylo podobné na intaktních lokalitách bez výrazného narušení mechanizací, stejně jako na plochách po použití buldozerů v 80. letech (MORAVČÍK, PODRÁZSKÝ 1993, PODRÁZSKÝ 1996, PODRÁZSKÝ, REMEŠ, ULBRICHOVÁ 2003). Podobné poznatky byly získány při zalesňování zemědělských půd. Také v tomto případě měla bříza výrazně pozitivní vliv na obnovu charakteru lesní půdy, zatímco dub červený vykazoval spíše konzervační chování, smrk mírnou a modřín pak silnou degradaci půdy (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNIK 2002). Byl rovněž prokázán degradační efekt smrku pichlavého na stav půd a nízká účinnost z hlediska krytu půdy v imisních oblastech (PODRÁZSKÝ 1997).

Pro další využití porostů břízy a smrku pichlavého na podobných lokalitách lze uvést následující doporučení:

- Maximální využití meliorační a ochranné role břízy a březových porostů, jejich využití pro podsady klimaxových (cílových) dřevin. Částečná přítomnost břízy v porostní skladbě po rekonstrukci porostů je rovněž možná, ale je nutno zajistit obnovu vhodných druhů a proveniencí této dřeviny. Při podsadbách stanovištně náročných dřevin (buk, jedle) je vhodné využít přihnojení nových výsad. Je nutné využít podsadeb rychle a vhodným způsobem, zejména ve starších březových porostech, u kterých lze předpokládat již jen krátkou životnost. Lze také využít smíšené porosty břízy a smrku ztepilého jako porosty přípravné – především pro větší hodnoty akumulace nadložního humusu na plochách narušených buldozerovou přípravou.
- Porosty smrku pichlavého nemají vysoké využití, s výjimkou prosadeb jako porosty s ochranným významem proti okusu zvěří. Také v tomto případě je žádoucí rychlejší postup, neboť tento druh vykazuje nepříznivý vliv na stav lesních půd a minimální půdoochranný účinek.

## Literatura

- MORAVČÍK, P., PODRÁZSKÝ, V.: Akumulace biomasy v porostech břízy a smrku pichlavého a jejich vliv na půdu. Zprávy lesn. výzkumu, 38, 1993, č. 2, s. 4-9
- PODRÁZSKÝ, V.: Smrk pichlavý v imisních oblastech. Lesnická práce, 76, 1997, č. 11, s. 422-424
- PODRÁZSKÝ, V.: Silvicultural effects on soil organic matter: preliminary results. Lesnictví - Forestry, 42, 1996, č. 5, s. 237-241
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I.: Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. – Czech Republic. Journal of Forest Science, 49, 2003, č. 4, s. 141-147
- PODRÁZSKÝ, V., ŠTĚPÁNIK, R.: Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. Zprávy lesnického výzkumu, 47, 2002, č. 2, s. 53-56
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., KACÁLEK, D.: Pěstební zásahy v náhradních porostech smrku pichlavého (výsledky experimentu Fláje II za období 1996 – 2001). In: Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2001. Teplíce 14. 3. 2002. Jiloviště-Strnady, VÚLHM, 2002, s. 143-154.

**Poznámka:** Autoři z FLE děkují pracovníkům VS Opočno za spolupráci při výběru ploch, odběru vzorků a zpracování výsledků, výzkum byl podpořen VZ MSM 414100009 Obnova funkčních lesních ekosystémů Krušných hor a VZ VÚLHM VS Opočno. Výsledky byly připraveny pro prezentaci na mezinárodní konferenci Restoration of forest soils in polluted areas (Praha 25. - 29. 5. 2004) a v rozšířené anglické verzi pro publikaci v časopise Journal of Forest Science.

Ing. Vilém Jarský, Ph.D., Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství, FLE ČZU Praha

## PŘÍSPĚVKY MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ ČR

### Financial subsidies provided by Ministry of Agriculture of the Czech Republic

#### Abstract

This article deals with financial subsidies provided by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (MAgr). The surveyed period had taken years between 1998 and 2001. There are evaluated numbers of applicants, amount of the subsidies, regions and owners separately.

**Klíčová slova:** lesní hospodářství, finanční příspěvky, Ministerstvo zemědělství, Česká republika

**Keywords:** forestry, financial subsidies, Ministry of Agriculture, Czech Republic

#### Počty žádostí

Za celé sledované období let 1998 – 2001 bylo na příspěvky na hospodaření v lesích podáno celkem 33 458 žádostí s následujícím rozdělením podle let:

Rok	Počet žádostí
1998	6 849
1999	8 314
2000	8 849
2001	9 446

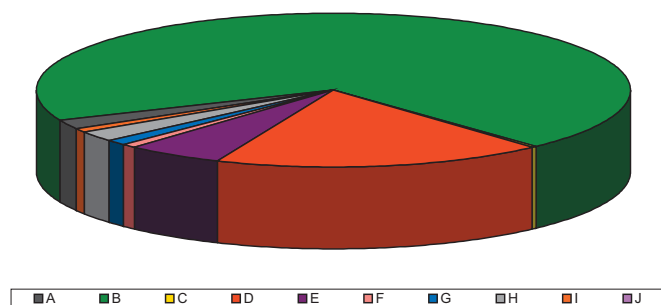
**Tab. 1.**

Příspěvky MZe - počty žádostí v daném roce  
Subsidies of MAgr – number of applications in given year

Dotiční titul	1998	1999	2000	2001
A	2,01%	1,98%	1,79%	1,65%
B	76,68%	69,36%	66,06%	67,51%
C	0,51%	0,48%	0,49%	0,42%
D	9,90%	17,80%	20,52%	21,76%
E	5,62%	4,33%	5,59%	5,28%
F	1,58%	0,46%	0,73%	1,05%
G	0,70%	1,34%	1,07%	1,25%
H	2,28%	3,42%	3,12%	0,30%
I	0,72%	0,83%	0,58%	0,49%
J	0,00%	0,00%	0,05%	0,30%

**Tab. 2.**

Příspěvky MZe - podíly dotačních titulů na počtech žádostí  
Subsidies of MAgr – shares of the aids in the number of applications



**Graf 1.**

Příspěvky MZe – podíly dotačních titulů na počtech žádostí  
Subsidies of MAgr – shares of the aids in the number of applications

Z tabulky je vidět, že počet podaných žádostí výrazně rostl, mezi roky 1998 a 2001 činil nárůst 72,5 %. Jaký byl podíl jednotlivých dotačních titulů na celkovém počtu žádostí, ukazuje graf 1.

V grafu se jedná o podíly za celé sledované období čtyř let. Jednoznačně nejvíce žádostí bylo podáno na příspěvek na obnovu, zajištění a výchovu porostů – 69,5 %, významný byl také podíl příspěvku na ekologické a k přírodě šetrné technologie – 18 % a příspěvek na zajištění mimoprodukčních funkcí lesa – 5,2 %. V tabulce 2 jsou výše uvedené souhrnné údaje rozděleny podle jednotlivých let.

Tabulka ukazuje, že mezi roky 1998 a 1999 došlo k výraznému zvýšení podílu příspěvku na ekologické technologie (díky znovu zavedené podpoře přibližování a vyvážení koňmi v lesích hospodářských) a naopak poklesl podíl počtu příspěvků na obnovu, zajištění a výchovu porostů. Žádosti nebyly ve všech případech vyhodnocovány v roce provedení práce, ale v roce následujícím – z důvodu provedení výkonu na sklonku roku („žádosti opožděné“ – kód x) nebo z důvodu nedostatku finančních prostředků – ty byly převedeny do roku následujícího (pro analýzu vyhodnocovány jako „žádosti převedené z minulého roku“ – kód y).

V tabulce 3 jsou zobrazeny podíly jednotlivých typů žádostí na celkovém počtu žádostí podaných v letech 1998 – 2001.

Typ žádosti	1998	1999	2000	2001	Celkem	Podíl
Běžné žádosti	6 216	7 521	7 963	7 676	29 376	87,80%
Opožděné žádosti (x)	176	177	333	293	979	2,93%
Převedené žádosti (y)	457	616	553	1 477	3 103	9,27%

**Tab. 3.**

Příspěvky MZe - podíly jednotlivých typů žádostí - běžný rok  
Subsidies MAgr – shares of individual application types – current year

V této tabulce jsou vyhodnoceny údaje pro běžný rok – žádosti typu x a y jsou žádosti na výkony provedené v roce předcházejícím (např. pro rok 1998 byly práce typu x a y provedeny v roce 1997 – tedy mimo sledované období).

V tabulce 4 je provedeno vyrovnání počtu žádostí na rok provedení výkonu – jsou zde dodány údaje za rok 2002 (x2002 a y2002 – tedy žádosti za práce provedené v roce 2001).

Typ žádosti	1998	1999	2000	2001	Celkem	Podíl
<b>Běžné žádosti</b>	6 216	7 521	7 963	7 676	29 376	86,90%
<b>Opožděné žádosti (x)</b>	177	333	293	440	1 243	3,68%
<b>Převedené žádosti (y)</b>	616	553	1 477	538	3 184	9,42%
<b>Celkem</b>	<b>7 009</b>	<b>8 407</b>	<b>9 733</b>	<b>8 654</b>	<b>33 803</b>	<b>100,00%</b>

**Tab. 4.**  
Příspěvky MZe - podíly jednotlivých typů žádostí - meziroční vyrovnání  
Subsidies MAgr – shares of individual types of applications – interyearly levelling

Z těchto tabulek vyplývá, že téměř 10 % podaných žádostí bylo z důvodu nedostatku finančních prostředků vyhodnocováno až v roce následujícím.

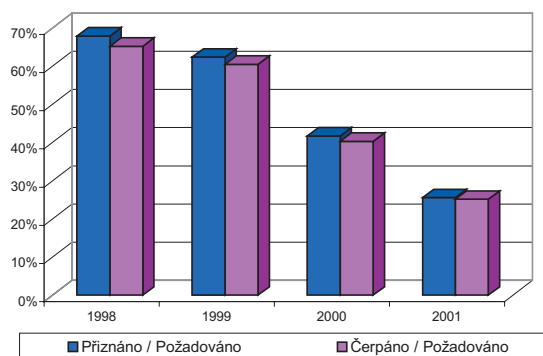
## Finanční prostředky

Následuje vyhodnocení výše finančních prostředků – požadovaných, přiznaných a čerpaných.

Rok	Požadováno [Kč]	Přiznáno [Kč]	Přiznáno/ Požadováno	Čerpáno [Kč]	Čerpáno/ Požadováno	Čerpáno/ Přiznáno
<b>1998</b>	772 728 801	524 747 616	67,91%	504 168 332	65,25%	96,08%
<b>1999</b>	934 379 772	582 821 406	62,38%	565 198 141	60,49%	96,98%
<b>2000</b>	1 407 440 885	586 724 917	41,69%	567 239 763	40,30%	96,68%
<b>2001</b>	1 429 632 213	365 379 928	25,56%	359 083 417	25,12%	98,28%
<b>Celkem</b>	<b>4 544 181 671</b>	<b>2 059 673 867</b>	<b>45,33%</b>	<b>1 995 689 653</b>	<b>43,92%</b>	<b>96,89%</b>

**Tab. 5.**  
Příspěvky MZe - výše finančních prostředků v běžném roce  
Subsidies of MAgr – amount of funds in current year

V tabulce jsou údaje vyhodnoceny pro běžné roky. Ve sledovaném období let 1998 – 2001 byly žadatelé skutečně vyčerpaní necelé dvě miliardy korun. Je patrné, že požadované výše finančních prostředků výrazně rostly (významný byl především nárůst mezi roky 1999 a 2000) – o 85 %. Výše přiznaných a čerpaných prostředků naopak rostla pouze mírně v letech 1998 – 2000, v roce 2001 došlo z důvodu úsporných opatření státního rozpočtu naopak k poklesu. Zcela patrné je pokles obou úspěšností – podílu přiznaných resp. čerpaných prostředků k prostředkům požadovaným (graf 2).



**Graf 2.**  
Příspěvky MZe - úspěšnosti finančních prostředků – běžný rok  
Subsidies of MAgr – successes of funds - current year

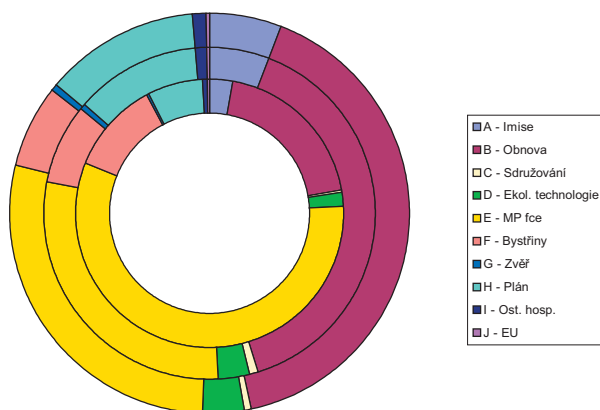
Podíly jednotlivých dotačních titulů ukazuje tabulka 6.

Dotační titul	Požadováno [Kč]	Přiznáno [Kč]	Čerpáno [Kč]	Podíl na čerpaných prostředcích
B - Obnova	889 823 383	815 930 293	813 733 895	40,77%
E - MP fce	2 584 284 475	595 628 627	566 874 889	28,40%
H - Plán	295 641 317	251 547 765	250 800 705	12,57%
F - Bystřiny	504 916 057	160 366 225	130 501 629	6,54%
A - Imise	124 019 206	118 741 126	118 381 365	5,93%
D - Ekol. technologie	75 773 334	65 178 561	65 091 041	3,26%
I - Ost. hosp.	34 415 947	20 980 774	20 034 164	1,00%
C - Sdružování	13 221 600	12 476 350	12 471 150	0,62%
G - Zvěř	14 838 413	11 987 440	10 964 109	0,55%
J - EU	7 247 939	6 836 706	6 836 706	0,34%

**Tab. 6.**  
Příspěvky MZe - výše finančních prostředků podle dotačních titulů – běžný rok  
Subsidies of MAgr – amount of funds according to the kind of the aid - current year

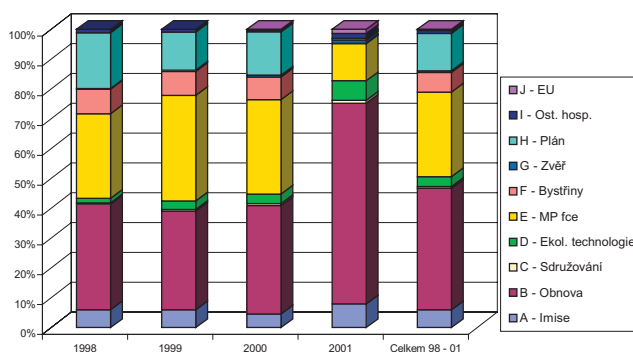
V této tabulce se jedná o souhrnné údaje za celé sledované období. Dotační titul příspěvek na obnovu, zajištění a výchovu porostů se podílel na čerpaných finančních prostředcích více než 40 %, což, jak ukazuje graf 3, neodpovídá podílu tohoto titulu na výši požadované.

V tomto grafu představuje vnitřní prstenec podíl jednotlivých dotačních titulů na částkách požadovaných, prostřední na přiznaných a vnější na čerpaných. Je patrné, že právě u titulu B byl podíl na požadovaných prostředcích výrazně nižší než podíl na částkách přiznaných a především skutečně čerpaných. Podobně tomu bylo u dotačního titulu A a H. Opačný trend byl zaznamenán u podpory mimo-produkčních funkcí lesů.



**Graf 3.**  
Příspěvky MZe – porovnání podílů dotačních titulů - běžný rok  
Subsidies of MAgr – comparison of shares of the aids - current year

Vývoj podílu jednotlivých dotačních titulů na čerpaných částkách je zobrazen v grafu 4. Z údajů pro rok 2001 je dobře vidět preference státu pro dotační titul B – při nedostatku finančních prostředků byly nejprve uspokojovány žádosti na podporu obnovy, zajištění a výchovy porostů, poté až ostatní, proto byl v tomto roce podíl titulu B tak výrazný. Pro úplnost je i v tomto případě provedeno vyrovnání – zohlednění meziročních přesunů finančních prostředků.



**Graf 4.**  
Příspěvky MZe - podíly dotačních titulů na čerpaných prostředcích - běžný rok  
Subsidies of MAgr – shares of the aids in drawn funds - current year

Rok	Požadováno [Kč]	Přiznáno [Kč]	Přiznáno/ Požadováno	Čerpáno [Kč]	Čerpáno/ Požadováno	Čerpáno/ Přiznáno
1998	761 439 843	529 182 485	69,50%	508 434 390	66,77%	96,08%
1999	922 405 216	589 275 810	63,88%	569 274 677	61,72%	96,61%
2000	1 379 659 934	605 720 876	43,90%	586 506 234	42,51%	96,83%
2001	1 387 283 092	345 352 141	24,89%	338 335 552	24,39%	97,97%
<b>Celkem</b>	<b>4 450 788 085</b>	<b>2 069 531 312</b>	<b>46,50%</b>	<b>2 002 550 853</b>	<b>44,99%</b>	<b>96,76%</b>

**Tab. 7.**

Příspěvky MZe - výše finančních prostředků - zohlednění meziročních přesunů  
Subsidies of MAgr – amount of funds – with respect to shifts among years

Při vyrovnání na rok, kdy byla práce provedena, je vidět, že v souhrnu mírně vzrostla výše přiznaných (9,9 mil. Kč) i čerpaných (o 6,9 mil. Kč) finančních prostředků; rovněž vzrostly úspěšnosti o 1,2 resp. 1,1 %.

V tabulce 8 je opět zobrazen podíl jednotlivých typů žádostí, tentokrát na čerpaných prostředcích.

Typ žádosti	1998	1999	2000	2001	Podíl
<b>Běžné žádosti</b>	490 397 801	547 115 372	545 717 741	317 451 223	94,69%
<b>Opožděné žádosti</b>	3 598 566	7 575 180	6 450 306	9 973 173	1,37%
<b>Převedené žádosti</b>	15 491 677	15 667 130	35 902 016	11 843 084	3,93%

**Tab. 8.**

Příspěvky MZe - podíly jednotlivých typů žádostí na čerpaných prostředcích  
Subsidies of MAgr – shares of individual kinds of applications in drawn funds

Z údajů vyplývá, že do následujícího roku byla v souhrnu za všechny dotační tituly a sledované roky převedena necelá čtyři procenta čerpaných prostředků.

## Regionální pohled

Následuje vyhodnocení čerpaných prostředků podle krajů. V následující tabulce je zobrazena celková výše finančních prostředků čerpaná jednotlivými kraji za celé sledované období. V rámci tohoto vyhodnocení byl do Středočeského kraje zařazen i region Praha.

Název kraje	Čerpáno 98-01 [Kč]	Podíl kraje
Středočeský	244 090 954	12,23%
Plzeňský	214 125 968	10,73%
Jihočeský	212 950 672	10,67%
Královéhradecký	195 922 898	9,82%
Vysočina	194 231 959	9,73%
Olomoucký	186 654 936	9,35%
Ústecký	144 991 400	7,27%
Jihomoravský	141 489 336	7,09%
Pardubický	138 958 838	6,96%
Zlínský	110 136 533	5,52%
Moravskoslezský	92 083 741	4,61%
Karlovarský	67 614 267	3,39%
Liberecký	52 438 151	2,63%

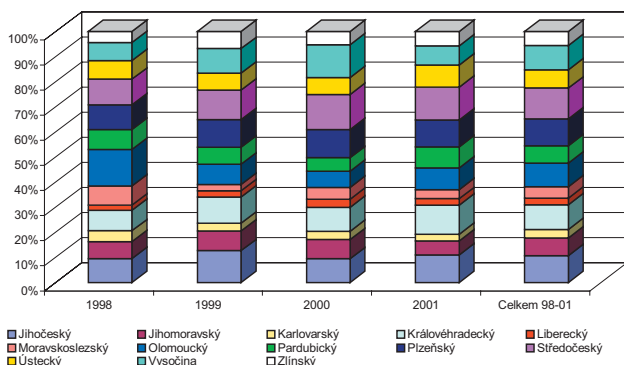
**Tab. 9.**

Příspěvky MZe - výše čerpaných prostředků za celé sledované období  
Subsidies of MAgr – amount of drawn funds within the whole monitored period

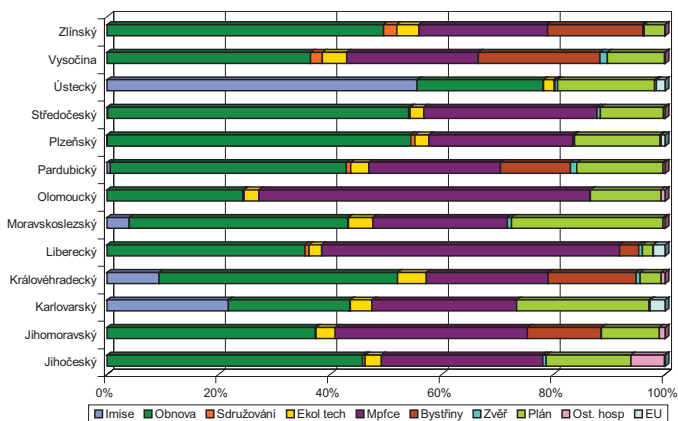
Hodnoty v tabulce jsou seřazeny sestupně podle podílu daného kraje na výši čerpaných finančních prostředků. Vývoj jednotlivých podílů v letech zobrazuje graf 5. Protože rozdíl mezi nejvýznamnějším (Středočeským) a nejméně významným (Libereckým) krajem byl jen 10 %, je možno říci, že finanční prostředky byly čerpány v České republice poměrně vyrovnaně (nahlíženo z krajského členění; při podrobnějším členění by logicky rozdíly byly větší).

Jako alternativní pohled je v dalším grafu (graf 6) zobrazen podíl jednotlivých dotačních titulů na čerpaných prostředcích v rámci kraje (jedná se o souhrnné údaje za celé sledované období).

Celkově nejvýznamnější dotační titul B byl titulem, na nějž bylo čerpáno nejvíce prostředků, celkem v 9 ze 13 krajů, ve 3 krajích to byl titul E a v 1 případě (Ústecký kraj) dotační titul A.



**Graf 5.**  
Příspěvky MZe - podíly krajů na čerpaných prostředcích  
Subsidies of MAgr – shares of regions in drawn funds



**Graf 6.**  
Příspěvky MZe - podíly dotačních titulů na čerpaných prostředcích podle krajů  
Subsidies of MAgr – shares of the aids in drawn funds according to regions

### Vlastnická struktura

Další část je věnována vyhodnocení čerpaných prostředků podle typu žadatele a vlastníka pozemku. Z pohledu typu žadatele byla situace následující:

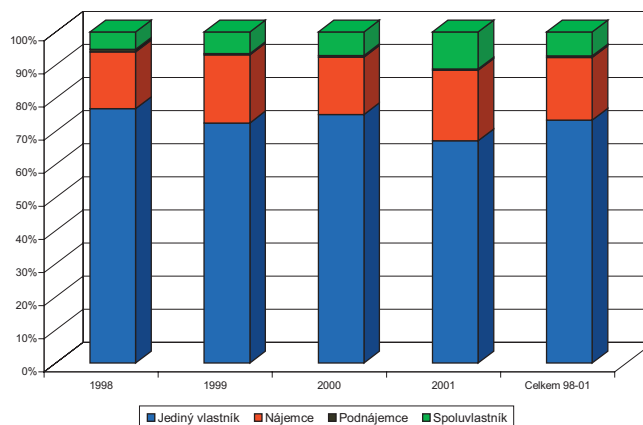
Žadatel	Celkem 98-01	Podíl
Jediný vlastník	1 461 300 411	73,35%
Nájemce	377 578 215	18,95%
Spoluvlastník	144 228 859	7,24%
Podnájemce	9 181 067	0,46%

**Tab. 10.**  
Příspěvky MZe - podíly žadatelů na čerpaných částkách  
Subsidies MAgr – shares of applicants in drawn funds

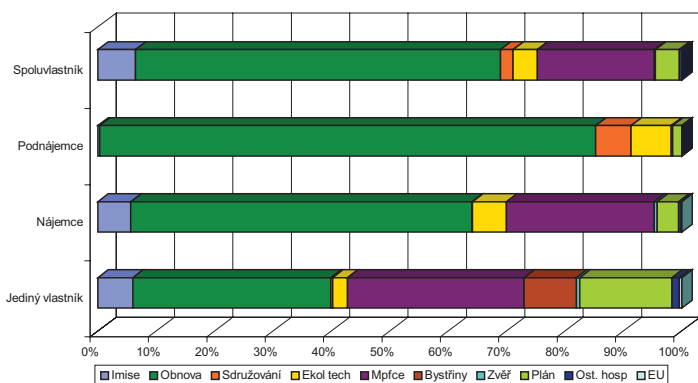
Z tabulky vyplývá, že více než 80 % finančních prostředků bylo za celé čtyřleté období čerpáno (spolu)vlastníky daného pozemku. Vývoj jednotlivých podílů v letech zobrazuje graf 7.

Podíl dotačních titulů, ze kterých jednotlivé skupiny žadatelů čerpaly prostředky, jsou zobrazeny v grafu 8.

Ve sledovaném období bylo rozlišeno celkem 12 typů vlastníků pozemků, na jejichž majetek byly čerpány finanční příspěvky. Jaký byl jejich podíl na čerpání za léta 1998 – 2001 ukazuje tabulka 11.



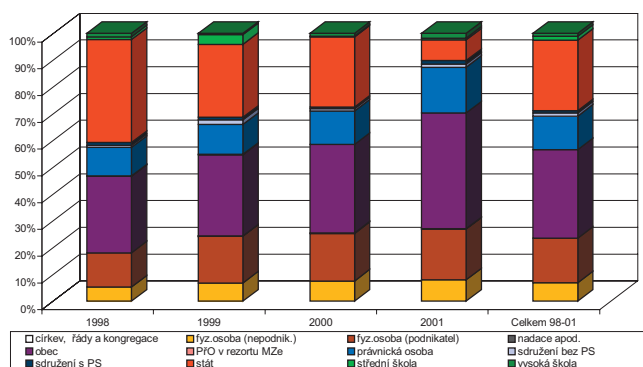
**Graf 7.**  
Příspěvky MZe - podíly žadatelů na čerpaných částkách v letech  
Subsidies of MAgr – shares of applicants in drawn funds according to years



**Graf 8.**

Příspěvky MZe - podíly dotačních titulů na čerpaných prostředcích jednotlivých typů žadatelů  
Subsidies of MAgr – shares of the aids in drawn funds according to the kind of applicants

Vlastník	Celkem 98-01	Podíl
Obec	656 840 964	32,97%
Stát	523 271 026	26,26%
Fyzická osoba (podnikatel)	331 806 166	16,65%
Právnická osoba	249 038 413	12,50%
Fyzická osoba (nepodnik.)	135 683 146	6,81%
Střední škola	29 778 773	1,49%
Sdružení bez PS	22 392 823	1,12%
Vysoká škola	21 588 521	1,08%
Sdružení s PS	18 829 703	0,95%
Př. org. v rezortu MZe	1 595 995	0,08%
Nadace apod.	1 378 983	0,07%
Církev, řády a kongregace	84 040	0,00%



**Tab. 11.**

Příspěvky MZe - podíly vlastníků na čerpaných částkách  
Subsidies of MAgr – shares of owners in drawn funds

Z hodnot je zřejmé, že největší podíl finančních prostředků byl čerpán na pozemky ve vlastnictví obcí – jedna třetina, přičemž obce mohou být navíc i (spolu)vlastníky některých právnických osob. Druhý v pořadí byl stát, především díky příspěvkům na vypracování LHP a na hrazení bystřin (stát byl jediným vlastníkem čerpajícím příspěvek na hrazení bystřin). Na třetím místě byly fyzické osoby s podílem 23,5 %. Vývoj uvedených podílů v letech zobrazuje graf 9. Z grafu je jednoznačně zřejmá tendence poklesu podílu státu na čerpaných prostředcích.

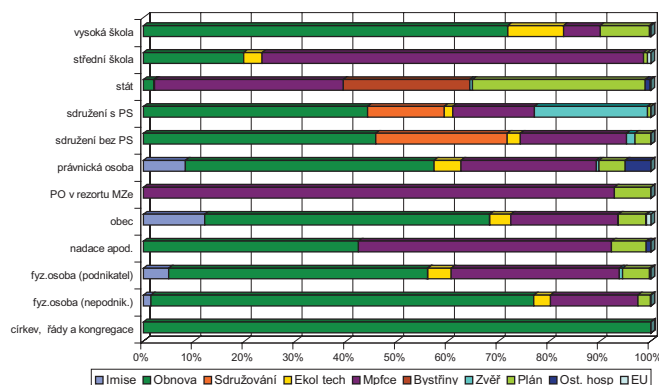
Opačná byla situace u obcí i fyzických osob. Podíly dotačních titulů, ze kterých jednotliví vlastníci čerpali prostředky, jsou zobrazeny v grafu 10. U 8 vlastníků byl nejvýznamnější dotační titul B, z toho u 5 vlastníků představoval příspěvek na obnovu, zajištění a výchovu porostů více než polovinu čerpaných prostředků. U zbylých 4 typů vlastníků byla nejvýznamnějším titulem podpora mimoprodukčních funkcí lesa.

## Literatura

Databáze finančních příspěvků pro lesní hospodářství MZe ČR.  
JARSKÝ, V.: Veřejné finance v lesním hospodářství. Disertační práce. Praha, Fakulta lesnická a environmentální ČZU 2004. 438 s.  
Zpráva o stavu lesů a lesního hospodářství. 1998 – 2003. Ministerstvo zemědělství ČR.

**Graf 9.**

Příspěvky MZe – podíly vlastníků na čerpaných částkách  
Subsidies of MAgr – shares of owners in drawn funds



**Graf 10.**

Příspěvky MZe – podíly dotačních titulů na čerpaných částkách podle vlastníků  
Subsidies of MAgr – shares of the aids in drawn funds according to owners



*Ing. Jiří Oliva, Ph.D., Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství, FLE ČZU Praha*

## LESOPOLITICKÉ ASPEKTY FINANCOVÁNÍ LESŮ VE VEŘEJNÉM VLASTNICTVÍ

### Forestry-political aspects of financing forests in public ownership

#### Abstract

Forests in public ownership (state, communal and cooperative) are object of increased attention especially in the respect of their financing. The main issue is whether to connect their financing with public budgets or to create own sources. Experience shows that the use of public budgets leads to sovereignty loss of the respective enterprise and to creation of a strong dependence on political influence. On the contrary the public is very sensitive to the use of public budgets for any management activity. This can also lead to the negative attitude towards forest public ownership. To reduce this negative attitude, the creation of sufficient amount of own financial sources and tools of public relations can be used. The state should motivate financing of public forests but not intervene in it or even include these items in the state budget. Only this can encourage the position of public ownership.

**Klíčová slova:** lesnická politika, financování lesního hospodářství, veřejné lesy, teoretická analýza

**Keywords:** forest policy, forestry financing, public ownership, theoretical analysis

Mezi lesy ve veřejném vlastnictví počítáme především lesy v majetku státu, obcí a měst a některé majetky společenstevní. V České republice jsou tyto lesy jedním z nejdůležitějších činitelů lesnické politiky, protože z důvodu specifických historických okolností se jedná o majetky největší. Stejně důležité je i téma jejich financování, které by, vzhledem k charakteru tohoto typu vlastnictví, mělo být tématem veřejným. Navíc, toto téma představuje nikdy nekončící starosti o finanční zabezpečení chodu podniku. Lesníci jsou většinou konzervativní lidé a záležitosti financování jsou pro většinu z nich velmi neatraktivní (na rozdíl od záležitostí spojených s vlastním obhospodařováním lesů, jejich těžby, ochrany, myslivosti atd.). Problémy financování jsou často chápány jako brzda tvůrčího přístupu lesníka ke svěřenému lesu. Nelze však před těmito problémy uniknout a právě proto se domnívám, že je třeba více o nich hovořit.

Ekonomická teorie definuje financování jako proces získávání a použití peněžních fondů ke krytí potřeb podniku, v našem případě státních lesních podniků. Jde o potřeby spojené s plněním funkcí lesů, na kterých hospodaříme, a o potřeby institucionální, spojené s režii podniku i s jeho vnějšími vztahy. Skutečnost, že určitá část financí není přímo spojena s hospodařením na lese, ale vynakládá se na zajištění neproduktivních, chcete-li společenských funkcí lesa, má velký praktický význam, protože opravňuje k hledání objektivní dělící čáry mezi financováním z vlastních zdrojů a financováním z veřejných prostředků. Stanovení této hranice má však také zásadní význam pro společenské postavení těchto lesních podniků. Pro každého hospodáře a ekonomu je jistě atraktivní mít k dispozici pro hospodaření i veřejné prostředky. Nelze však pominout i strategicky negativní účinky zapojení veřejných financí do ekonomiky veřejných lesních podniků. V podstatě jde o to, že možnost používání veřejných financí je vždy zaplacená dříve nebo později ztrátou suverenity podniku. Veřejné finanční zdroje jsou složitými vztahy spojeny s veřejností, jejíž postoje jsou snadno ovlivnitelné zejména mediálními prostředky. Poukazování na špatné zacházení s penězi daňových poplatníků náleží mezi nejoblíbenější aktivity sdělovacích prostředků všeho druhu.

Veřejnost všech států je spontánně ochotná k jednorázovým dobrým skutkům, ale systematickou potřebu společenské pomoci brzy interpretuje jako důsledek neschopnosti potřebných. V podnikové strategii lesů ve vlastnictví státu má proto zachování finanční nezávislosti podniku na veřejných financích prioritní postavení. Praktická realizace této strategie připouští financování lesnických činností z veřejných zdrojů jen v případech, kde to státu lesní zákon přímo ukládá. Naproti tomu považuje za nezbytné, aby z veřejných zdrojů byly financovány všechny aktivity, které nejsou součástí lesního hospodářství, ale zákonem nebo jiným způsobem jsou od podniku vyžadovány, např. vodohospodářská péče o svěřené vodní toky.

Pro veřejné lesní podniky je tedy nejdůležitější dostatečná tvorba vlastních finančních zdrojů. Od veřejných lesů se obecně očekává vyšší lesnická úroveň hospodaření než v lesích jiných vlastnických kategorií. Je to jeden z hlavních důvodů pro společenské akceptování jejich existence. To ovšem vyvolává otázku, jak onu lesnickou úroveň hodnotit.

Veřejnost jistě bude hodnotit způsob plnění veřejných funkcí. Měli bychom ji však přesvědčit, že rozhodujícím kritériem je trvalá nebo dokonce rostoucí dřevní produkce, protože dříví je a bude hlavním věcným zdrojem financování všech ostatních funkcí lesů. Vzhledem k tomu, že v podstatě se výše těžeb dlouhodobě nemění a těžitelné porostní zásoby neustále rostou, nepředstavuje pro lesní podniky růst těžeb problém věcný, ale pouze problém politický. Významná část veřejnosti je ochotná přejímat populistický názor, že jakákoliv těžba dříví je sama o sobě poškozováním funkcí lesů.

Možnost zvyšovat těžbu dříví bez poškození ostatních funkcí lesů je přitom prakticky jediným okamžitě dostupným a sociálně pozitivním prostředkem, který může kompenzovat trvalý a úspěšný tlak dřevozpracujícího průmyslu na snižování cen dřevní suroviny. Jiné úspory podnikových nákladů lze nalézt ve větším využívání přírodních obnovy, ve snižování nákladů na těžbu a dopravu dříví, ale i v úspoře režijních nákladů, které však je vždy spojeno se snižováním počtu zaměstnanců, což je téměř vždy sociálním problémem.

Problémem se jeví i komunikace s veřejností. Veřejnost nelze podceňovat a komunikace s ní musí být na dobré odborné úrovni a to i v ekonomických oblastech. Odborní pracovníci lesů ve veřejném vlastnictví (státní, obecní, společenstevní) často proklamují, že zisk z lesa je investován zpět do lesa. Vzhledem ke skutečnosti, že potřeby lesa jsou zásadně financovány z nákladových položek rozpočtu, je to demagogické a logicky nesmyslné tvrzení, kterým, mimo jiné, sdělujeme společnosti: „Hospodaříme tak špatně, že nejsme schopni odvést společností žádný podstatný finanční efekt, protože spotřebujeme vše, co vyprodukujeme“. Vzhledem k tomu, že ve společnosti stoupá obecně úroveň ekonomických vědomostí, jistě se brzy dočkáme otázek, na co tyto prostředky spotřebujeme. Zda je to např. na zalesňování nebo režie, osobní náklady nebo myslivost atd. Je to latentní zdroj lesopolitického konfliktu, který může odbornou lesnicou veřejnost velmi znevěrohodnit a poskytnout prostor extrémním iniciativám.

Dalším, složitým problémem je zajištění likvidnosti účetně vytvořených finančních prostředků. Platební schopnost velkých zpracovatelů dříví je sice výrazně lepší než většiny ostatních, ale zkušenosti varují před jejich zásadní preferencí ze strany státních lesů. V probíhajícímu procesu změn v kapacitní a ekonomické struktuře hrozí rychlý zánik regionálních dřevozpracujících kapacit, a neutrální nebo

dokonce souhlasný postoj státních lesů k tomuto problému vyvolává na regionální i celostátní politické úrovni aktivní aversi vůči samotné existenci např. státních lesů. Je tady však ještě další důvod k podpoře diferenciaci zpracovatelů. Velcí zpracovatelé již nyní vytváří konkurenční prostředí, které má daleko k dokonalosti a svými odbytovými a cenovými důsledky může ohrozit ekonomickou stabilitu těchto lesních podniků i ostatních lesních majetků.

Tím se dostáváme k hospodářské politice státu. Pro celé lesní hospodářství, státní lesy nevyjímaje, má její vliv na dřevozpracující průmysl zásadní význam. Stát má k dispozici nástroje, jimiž může iniciovat a podpořit rozvoj regionálních kapacit, v našem případě pro zpracování dříví (zejména řeziva) a pro zvýšení tuzemské spotřeby dříví (např. zvýšením podílu dřevěných staveb a dřevěných prvků ve výstavbě a údržbě bytů). Nemám tím na mysli státní investování, ale organizační a finanční pomoc při vypracovávání projektů, nezbytných pro získání podpory z rozpočtových zdrojů státu, regionů a fondů EU a při propagaci využití dříví v bytové a jiné výstavbě. Mám na mysli granty, státem dotované soutěže na typové projekty apod. Nepochybně k tomu může využít i finanční i odborné kapacity svých státních podniků.

Financování veřejných lesů má jistě další možnosti svého rozvoje. Mám na mysli uplatňování outsourcingu, který umožňuje působení prvků hospodářské soutěže, změny tradičních (a často velmi drahých) postupů při měření dříví, uplatnění harvesterových technologií a určitě lze nalézt i další témata. Problémům financování nelze uniknout, znamená to, že se nimi musíme velmi vážně zabývat.

*Prof. Ing. Luděk Šišák, CSc., Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství, FLE ČZU Praha*

## **PROBLÉMY OMEZENÍ HOSPODAŘENÍ V LESÍCH V DŮSLEDKU POŽADAVKŮ SPOLEČNOSTI NA INTENZIFIKOVANÉ PLNĚNÍ MIMOPRODUKČNÍCH FUNKCÍ LESA**

### **Problems of limited forestry management caused by demands of the society on intensification of non-market forest services**

#### *Abstract*

The paper deals with problems of forestry management limitations caused by claims of the society to intensified catering of non-market forest services to the society. Socio-economic impacts of limitations of timber production forest service caused by intensification of non-market forest services are presented. Socio-economic losses from the above limitations are analysed from both societal and private points of view, are defined and discussed. Most frequent socio-economic losses in the private sector originating from limitations of forestry management are listed. Such losses must be reimbursed in case we want to have common functioning market mechanism and not the state budget mechanism in the forestry sector in the CR.

**Klíčová slova:** omezení hospodaření v lesích, plnění mimoprodukčních funkcí lesa, újmy a náhrady, Česká republika

**Keywords:** limitations of forestry management, catering of non-market forest services, socio-economic losses, reimbursement, Czech Republic

#### **Úvod**

Les představuje jak objekt soukromého, tak veřejného zájmu, protože prakticky všechny jeho funkce – jak produkční, tržní, tak mimoprodukční – netržní mají výrazný celospolečenský environmentální dopad. Navíc je les se všemi svými funkcemi současně trvale udržitelně obnovitelným objektem. Veřejný zájem by měl být zajišťován ve všech formách vlastnictví lesa. Ve veřejném zájmu je obnova a udržování stabilních lesních ekosystémů. Ekologická stabilita je navíc jedním z významných prvků péče o prostředí.

Obecně je v českém prostředí, ale i v zahraničí, chápán les jako polyfunkční objekt a lesní hospodářství jako činnost zajišťující polyfunkční působení lesa na bázi dohod, kompromisů, konsenzu, vtělených do právních norem, které mají prosazovat žádoucí stav v praktické činnosti člověka na daném území a v daném čase.

Důraz je dnes obecně kladen na zvyšování přírodoochranných funkcí lesa spojených s růstem biodiverzity, druhové diverzity lesních dřevin a přiblížením se přirozené skladbě lesů s přiměřeným uplatněním produkčně vhodných druhů, s udržováním a rozvíjením genofondu lesních dřevin. Kromě toho jsou ve veřejném zájmu kladeny na lesy a lesní majetky v rámci posílení jiných mimoprodukčních funkcí lesa spojených s životním prostředím (např. hydrických či vodohospodářských, půdoochranných, vzduchoochraných a rekreačních) i další požadavky omezující lesní hospodářství, tj. dřevoprodukční funkci lesa.

Významná světová jednání a materiály však uvádějí jako podmínku trvale udržitelného lesního hospodářství současnou a na stejné úrovni požadovanou trvalou udržitelnost nejen ekologickou, ale rovněž trvalou udržitelnost ekonomickou a trvalou udržitelnost sociální (ŠIŠÁK, ŠACH, KUPČÁK 2003).

#### **Důsledky omezování hospodaření v lesích**

Požadavky na intenzifikaci vybraných mimoprodukčních funkcí lesa na daném místě a v daném čase podle potřeb a požadavků společnosti (či jejich částí), které jsou součástí právních norem mnohdy znamenají vyšší než běžné omezení dřevoprodukční funkce lesa pro společnost a vlastníka, nájemce či správce lesa z pohledu tržních, sociálně-ekonomických vztahů. Za běžná omezení hospodaření v lesích lze považovat do určité míry v podstatě základní ustanovení lesního zákona č. 289/1995 s předpisy souvisejícími, které působí za účelem posílení, stabilizace a trvalosti lesního ekosystému vzhledem k dřevoprodukční funkci lesa.

V souvislosti s tržním prostředím však i některá ustanovení uvedené lesnické legislativy, pokud nejsou uplatněna obdobně v jiných zemích v rámci globálního trhu, ekonomicky omezují naše tržní subjekty, zhoršují konkurenceschopnost produkce dříví u nás a využití jeho pozitivního sociálně-ekonomického a environmentálního potenciálu v naší společnosti (ŠIŠÁK, KŘEPELA 2003).

Omezení a likvidace dřevoprodukční funkce lesa znamenají často zhoršení ekonomické efektivity, vznik produkčních ztrát, vícenákladů, mimořádných nákladů a ušlého zisku. V takovém případě je nutno, aby byly vznikající újmy a škody pro společnost, vlastníky, správce či nájemce lesa kalkulovány a hrazeny. Ale i v případě, kdy by újmy nebyly hrazeny (zejména v rámci společenském), měly by být kalkulovány, aby bylo známo, jaká je tržní, sociálně-ekonomická, hospodářská cena uvedených intenzifikačních opatření pro účely rozhodování o alokaci zdrojů (včetně funkcí lesa).

Kromě toho dochází v důsledku právních norem a rozhodnutí příslušných orgánů i k posunu v úrovni plnění funkcí lesa pro společnost. Plnění některých společenských funkcí lesa je posilováno, zvyšováno, plnění jiných společenských funkcí lesa je naopak snižováno, zmenšováno. Rozhodování o tom, jakým způsobem a pro jaké cíle a účely bude les v rámci společnosti na daném místě a v daném čase využíván, je velmi složitým a odpovědným komplexním vícekritériálním procesem. Při rozhodování o cílech a účelech využití lesa v rámci společnosti je nutno vidět les v celém komplexu jeho společenských funkcí.

Především polyfunkčnost a trvale udržitelná obnovitelnost jsou dva zásadní atributy lesa a lesního prostředí, které musí být zajištěny nejen globálně, ale i lokálně. Posouzení rozsahu, lokalizace, časového rámce a způsobu intenzifikace mimoprodukčních funkcí lesa v souvislosti s omezením dřevoprodukční funkce lesa je v daných lokalitách a čase složitou úlohou, v níž nemá místo jednostranný extrémní přístup a pohled (ŠIŠÁK et al. 2000, ŠIŠÁK 2001).

#### **Újmy za omezení hospodaření v lesích**

Bude-li produkční, tj. tržní využití lesa omezeno či likvidováno, bude to mít dvojitý sociálně-ekonomický dopad ve společnosti – jednak celospolečenský, jednak soukromovlastnický (ŠIŠÁK 2001).

1. Z pohledu celospolečenského může dojít ke snížení sociálně-ekonomické hospodářské efektivity. Pak bude nutno zabezpečit původní úroveň sociálně-ekonomické efektivity jinak, tzn. zřízením stejného počtu adekvátních pracovních míst, zajištěním obdobného množství prostředků na reprodukci infrastruktury

jako dřívě, a pokud se toto nepodaří zajistit, pak vyplatit náhradu, tj. odškodnění té části populace, která byla společností, veřejností, de facto formou úředního, administrativního rozhodnutí, takto postižena. Nejde tedy jen o odškodnění konkrétně postižených vlastníků environmentálních zdrojů, ale všech postižených, tj. včetně zaměstnanců a populace, která měla k dispozici finanční prostředky z produkční, tj. výrobní činnosti (např. včetně dodavatelů výrobních prostředků pro danou činnost, dodavatelů spotřebních předmětů a příslušných daňových odvodů).

Daná újma se v podstatě rovná objemu produkce (tržeb) dříví, k jehož omezení došlo, redukováním případně o záporný hospodářský výsledek na dané lokalitě. To vše by mělo být v souvislosti s daným problémem jednoznačně a transparentně vyjádřeno a zajištěno, pokud chce naše společnost fungovat jako součást tržní ekonomiky.

2. Z pohledu části společnosti, tj. vlastníků lesa, nájemců a správců lesa, může dojít ke snížení ekonomické efektivity jejich podnikání, jejich majetku. Taková újma je užší, a nižší, než společenská újma výše uvedená. Těmto subjektům by měla být vzniklá ekonomická újma hrazena, pokud chceme udržet jejich konkurenceschopnost v tržním prostředí. Do určité míry jsou již některé újmy zohledňovány, avšak pouze částečně a netransparentně v rámci dotací a daňových úlev. Je nanejvýše nutno, aby náhrady za újmy byly jednoznačně odděleny od dotací a vyjadřovány zvlášť. Významně by to prospělo k vyšší úrovni rozhodování o alokaci zdrojů a zprůhlednění financování lesního hospodářství nejen pro nás v rámci ČR, ale zejména navenek v rámci EU.

Efektivnost našeho lesního hospodářství je velmi nízká a jestliže se výrazně nezvýší v několika příštích letech, tj. nesníží se vysoká jednotková pracnost, neúměrné celkové režie v sektoru a zatížení hospodaření v lesích požadavky, činnostmi a náklady, které s vlastní tržní produkcí (s produkční funkcí lesa procházející trhem) nemají ve skutečnosti nic společného, pak se dále podstatně zúží prostor pro hrazení intenzifikace mimoprodukčních funkcí lesa, požadovaných některými členy společnosti, z ekonomického výsledku funkce produkční. Obhospodařování lesa bude muset být financováno do té míry, do jaké je dřevoprodukční funkce lesa omezoována po všech stránkách plněním mimoprodukčních funkcí lesa na daném území a v daném čase.

Na druhé straně je třeba říci, že v ČR existuje podpora lesního hospodářství z veřejných zdrojů (nejen v oblasti dotační, náhrad a služeb, ale i daňové, aj.) obdobně jako i v jiných zemích. Je však nutno dát úroveň těchto finančních podpor do souvislosti s mírou omezení vlastníků při produkci dřeva, ať již jde o zastoupení dřevin, obmýtní dobu, umístění a velikost obnovních prvků, používanou techniku a technologii, úroveň výše těžeb, apod., v různých zemích.

Ve světě za současné situace rostou tlak na to, aby podpory byly udělovány především v souvislosti s plněním veřejného zájmu zejména na mimoprodukční funkce a služby lesa a lesního hospodářství, a v případě vlastní produkční, tržní funkce, pak na její environmentální význam (ŠIŠÁK et al. 2003).

V souvislosti s financováním služeb lesního hospodářství z veřejných zdrojů musí být zajištěna kalkulace efektivity financování na celostátní, případně regionální úrovni, a to podle jednotného systému. Za tím účelem bude nutno sledovat v rámci ČR:

- přímo vynaložené finanční prostředky na jednotlivé programy a podprogramy,
- náklady na realizaci daných programů a podprogramů (úplné administrativní náklady včetně kontrolní činnosti),
- míru spolufinancování ze strany vlastníků, nájemců a správců lesa (v relativním nebo absolutním vyjádření jimi vložených finančních prostředků na úrovni výrobních nákladů),
- výstupy dosažené s danými vloženými finančními prostředky v technických jednotkách,
- výstupy v hodnotovém vyjádření, a to všech funkcí lesa, kterých se dané opatření týká.

Je nutno:

- zajistit v maximálně možné míře jednotný systém financování provázaný vzájemně s ministerstvy a dalšími zdroji financování lesnických činností v rámci ČR,
- zjednodušit administrativu financování pro malé rozsahy činností a drobné vlastníky lesa,
- zvýšit dostupnost orgánů realizujících proces financování vlastníků lesa, tj. přiblížit je místně k vlastníkům,
- zvýšit kvalifikaci pracovníků příslušných orgánů tak, aby činnostem v LH, které jsou jejich prostřednictvím financovány, rozuměli.

Finanční prostředky by se měly sledovat odděleně podle jejich rozdílné sociálně-ekonomické podstaty na:

- vlastní příspěvky, které mají motivační účinek,
- náhrady za újmy způsobené omezením hospodaření v důsledku požadavků společnosti,
- nákup prací a služeb společenskými orgány a organizacemi pro potřeby intenzifikace netržních společenských funkcí lesů a lesního hospodářství.

Jak plyne z výše uvedených skutečností, ekonomických nástrojů, které mohou pomoci řešit zhoršenou efektivnost a snižování konkurenceschopnosti produkce dřeva jako trvale obnovitelné a environmentálně příznivé suroviny v důsledku omezování hospodaření v lesích zapříčiněné intenzifikací jiných funkcí lesa, je celá řada. Významné místo mezi těmito nástroji však musí zaujímat kalkulace a náhrady újmy a škody. Konkrétně mohou v úvahu přicházet zejména následující druhy újmy a škody z pohledu soukromovlastnického, tj. pro subjekty existující v rámci trhu u nás:

- a) Ztráta příjmů z vynuceného prodloužení doby obmýtní (porosty, jednotlivé stromy, pozemek)
  - b) Ztráta příjmů z vynuceného ponechání spontánním procesům (porosty, jednotlivé stromy, pozemek, ležící dříví)
  - c) Ztráta příjmů z vynucené záměny dřevinné skladby při obnově lesního porostu, rekonstrukci a převodu lesního porostu
  - d) Ztráta příjmů ze sníženého zakmenění
  - e) Ztráta příjmů z předčasného smýcení
  - f) Ztráta příjmů z vynucené změny kvality stanoviště (porosty, pozemek)
  - g) Ztráta příjmů z odsunutí těžeb v rámci daného roku (obvykle mezi ročními obdobími), ztráta z nerealizovaného obchodního případu
  - h) Vícenáklady na mladý lesní porost z vynucené záměny dřevinné skladby při obnově, rekonstrukci a převodu lesního porostu
  - i) Zvýšené režijní (organizačně-administrativní) náklady
  - j) Specifické vícenáklady a mimořádné náklady
- Vzniklé sociálně-ekonomické újmy ve formě ztrát příjmů a vícenákladů či mimořádných nákladů musí být hrazeny.

## Závěr

Omezování hospodaření v lesích v důsledku požadavků společnosti na plnění mimoprodukčních funkcí lesa, zejména environmentálních, je velmi aktuálním a významným problémem nejen v ČR, ale v mnoha dalších zemích zejména v Evropě. Dochází tak ke zhoršování sociálně-ekonomické efektivity produkce dřeva a ke snížení jeho konkurenceschopnosti jako obnovitelné a environmentálně příznivé suroviny ve srovnání s neobnovitelnými a environmentálně nepříznivými surovinami. Dochází dále ke zhoršování sociálně-ekonomické situace obyvatel venkova, protože lesní hospodářství a navazující zpracování dřeva je na venkově významným stabilizačním faktorem.

Je-li produkční, tj. tržní využití lesa, omezeno či likvidováno tak, že dojde ke snížení hospodářské efektivity vlastníků, nájemců a správců lesa, pak je nutno zabezpečit příslušnou efektivnost jiným způsobem. Z množství nástrojů, které lze pro tento účel použít, má náhrada újmy velký význam, protože je příčinná, konkrétní a adresná.

Kalkulaci a náhradu újmy by mělo právní prostředí v souvislosti s daným problémem jednoznačně a transparentně zajistit, pokud chce naše společnost být součástí tržní ekonomiky. Legislativa by tedy měla reagovat i na tento problém tak, aby společenské sociálně-ekonomické přínosy a újmy byly racionálně vyjadřovány.

Dané sociálně-ekonomické újmy, ztráty příjmů, vícenáklady či mimořádné náklady, musí být hrazeny, pokud chceme zajistit běžné fungování daných subjektů sektoru lesního hospodářství, v rámci tržního a ne rozpočtového společenského mechanismu v ČR. Kromě soukromovlastnické újmy a škody by však měly být vyjadřovány také širší společenské sociálně-ekonomické újmy a škody, i kdyby nebyly hrazeny, a to z důvodu postižení širší společenské sociálně-ekonomické efektivity. Uvedená potřeba si vyžádá do budoucna zřejmě posílení a intenzifikaci sociálně-ekonomicky zaměřeného výzkumu v dané oblasti.

**Poznámka:** Příspěvek byl zpracován na základě řešení výzkumného záměru MSM 414100006 Víceúčelové lesní hospodářství v limitních sociálně ekonomických a přírodních podmínkách.

## Literatura

- ŠIŠÁK, L.: Vliv mimoprodukčních funkcí lesa na ekonomickou efektivnost lesního hospodářství, s. 43-48. In: Sborník z celostátní konference Krajina, les a lesní hospodářství. I. díl. Výzkumné záměry LF ČZU v Praze 2000. Kostelec nad Černými lesy 22. - 23. 1. 2001. Praha, Česká zemědělská univerzita, Lesnická práce, 2001, s. 241.
- ŠIŠÁK, L.: Společenský sociálně-ekonomický význam dřevoprodukční funkce lesa v ČR, s. 181-190. In: Tvorba a meranie hodnoty lesa 2001. Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou. Zvolen, Technická univerzita, Univerzitná vedeckotechnická spoločnosť. 13. 9. 2001, s. 210.
- ŠIŠÁK, L., PODRÁZSKÝ, V., PULKRAB, K., REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I.: Ekologická a ekonomická kritéria pro rozhodování o ponechání lesů ve zvláště chráněných územích spontánním procesům včetně posouzení rizik a ekonomických aspektů. Program Biosféra VaV/610/1/99 Výzkum a management lesních ekosystémů ve zvláště chráněných územích ČR. Pro MŽP, Správa chráněných krajinných oblastí ČR. Praha, Lesnická fakulta ČZU 2000, s. 124.
- ŠIŠÁK, L., ŠACH, F., KUPČÁK, V.: Vyděření společenské efektivity existence a využívání funkcí lesa v peněžní formě v České republice. Projekt NAZV č. QF 3233. Periodická zpráva. Praha, Fakulta lesnická a environmentální ČZU 2003, 77 s.
- ŠIŠÁK, L., KŘEPELA, M.: Zhodnocení a přezkoumání lesnických a dalších právních norem z hlediska jejich působení na uplatnění zásad zabezpečujících trvalost a bezpečnost produkčních a mimoprodukčních efektů v lesích všech kategorií. Studie. Praha, Fakulta lesnická a environmentální ČZU, 2004, s. 18.
- ŠIŠÁK, L., PULKRAB, K., CHYTRÝ, M. et al: Evaluating Financing of Forestry in Europe – country-level report. Czech Republic. Research Report. In: 5th Framework Programme of the EU. Faculty of Forestry, Czech University of Agriculture Prague, 2003, s. 58.

## EKONOMICKÁ DOBA OBMÝTNÍ

## Economic rotation period

## Abstract

The article presents selected results of the project granted by the Czech Ministry of Education achieved at the Department of Forest Economy and Forestry Management, Faculty of Forestry and Environment, Czech University of Agriculture in Prague. The results included quantification of forest rotation periods, determined from average value exploitable increment, total value exploitation increment, and average annual gross forest production profit. Significant differences between the rotation period currently recommended and the rotation period relevant to economic optimum (maximum) was found out. The better the forest site (site quality class) is, the bigger is the difference.

**Klíčová slova:** mýtní zralost, mýtní věk, doba obmýtní, mimoprodukční zralost, ekonomická zralost

**Keywords:** total value exploitation increment, average value exploitable increment, average annual gross forest production profit

## Mýtní zralost

Mýtní zralost se definuje jako stav porostů, optimální pro těžební zásah. Vztahuje se buď na jednotlivé porosty, kde se vyjadřuje mýtním věkem, nebo na hospodářské soubory, kde se vyjadřuje dobou obmýtní. Pro lesní hospodářství to jsou velmi závažná hospodářsko-úpravnická kritéria, základ pro časovou a těžební úpravu lesa, které rozhodujícím způsobem ovlivňují výšku mýtní těžby. Odborná literatura definuje tyto druhy doby obmýtní (HALAJ 1990):

- **Kvantitativní zralost (nejvyšší objemové produkce).** Kvantitativní mýtní zralost je stav, v kterém porosty dosahují maximální průměrné roční objemové produkce. To odpovídá věku kulminace průměrného přírůstu celkové produkce. Současně v tomto věku nastává rovnost přírůstu CPP a CBP. Tato zralost představuje spodní hranici mýtní zralosti dřevin. Při nižším mýtním věku by se nevyužívaly potenciální produkční možnosti lesa, vznikaly by tedy přírůstové ztráty. Výhodou kvantitativní zralosti (v porovnání s jinými druhy zralosti, např. hodnotovou, ekonomickou) je to, že je charakterizovaná jenom zákonitostmi růstového procesu – kulminací objemového CPP. Závisí na dřevině, bonitě a zakmenění. Nepodléhá tedy cenovým, nákladovým a jiným změnám. Určuje se podle růstových tabulek. Kvantitativní mýtní zralost má své oprávnění tehdy, jestliže se ze surových kmenů vyrábí jeden sortiment, např. dřevo na chemické zpracování (vláknina), palivo apod.
- **Hodnotová zralost.** Hodnotová zralost je stav, ve kterém porosty dosahují nejvyšší průměrný roční přírůstek hodnoty celkové produkce. Jde o věk kulminace celkového průměrného hodnotového přírůstu. Hodnota se odvozuje na základě peněžního vyjádření celkové produkce. Celková produkce dřevin se pro bonity rozčlení podle sortimentačních tabulek na sortimenty surového dříví, které se ocení pomocí tržních cen. Proto hodnota produkce obsahuje objemovou ( $m^3$ ), kvalitativní (sortimenty) a užitkovou (cena dřeva) stránku surového dříví.
- **Technická zralost.** Technická zralost se definuje jako věk, ve kterém se dosahuje maximální průměrná roční produkce cílového sortimentu, resp. skupiny cílových sortimentů, přijatých za produkční cíl. Nastává ve věku kulminace CPP cílového sortimentu. Někteří autoři definují technickou zralost na základě objemu celkové produkce nebo zásoby hlavního porostu cílového sortimentu, jiní zase na základě hodnoty. Definice technické zralosti na základě objemu má oprávnění v tom případě, když záleží pouze na kvalitě dřeva cílového sortimentu. Často se technická zralost určuje na základě hodnoty produkce cílových sortimentů. V souladu s definicí základního druhu zralosti, tj. hodnotové, jako základ k odvození technické zralosti použijeme hodnotu celkové produkce cílového sortimentu. Rozdíl mezi technickou a hodnotovou

zralostí je pouze v tom, že hodnotová zralost se odvozuje ze všech základních sortimentů, technická zralost pouze z cílových sortimentů.

- **Ekonomická zralost.** K odvození ekonomické mýtní zralosti se používají v literatuře tato hlavní kritéria:
  - výnosy (tržby) z těžební činnosti lesní výroby, tj. z mýtní a předmýtní těžby,
  - vlastní náklady lesní výroby (pěstební a těžební činnosti),
  - čistý důchod (hospodářský výsledek) lesní výroby.
- **Mimoprodukční zralost.** Mimoprodukční zralost je stav, ve kterém již porosty přestávají optimálně plnit určené mimoprodukční funkce. Syntézou současných vědeckých poznatků (viz HALAJ 1990) o vlivu věku porostů na plnění mimoprodukčních funkcí se odvodily rámcové údaje věku mimoprodukční zralosti. Při vodohospodářské funkci je doba zralosti pro smrk 100 – 140 roků, pro jedlí 110 – 130 let, borovici 90 – 120, buk 110 – 150, dub 110 – 190 roků. Při půdoochranné funkci je doba zralosti pro smrk, jedlí a borovici 80 – 100 roků, buk a dub 100 roků. Pro rekreační funkci je doba zralosti blízká jejich fyzické zralosti.
- **Kombinovaná (komplexní) zralost.** Je to optimální věk mýtní zralosti, odvozený integrací hodnotové, technické a ekonomické zralosti. Definuje se jako věk, ve kterém je úhrn ztrát vůči maximálním hodnotám všech uvažovaných kritérií mýtní zralosti minimální. Určení kombinované zralosti je složitá optimalizační úloha.

## Ekonomické obmýtní

Vybrané varianty ekonomické doby obmýtní se naše pracoviště pokusilo kvantifikovat v rámci projektu Ministerstva zemědělství ČR č. EP 9217 „Prognóza ekonomických důsledků přírodě blízkého obhospodařování lesů“. Metodické postupy a dílčí výsledky řešení tohoto grantu byly podkladem i pro zpracování tohoto příspěvku.

Zkoumány byly tyto případy stanovení doby obmýtní:

#### 1. na základě průměrného mýtního přírůstu hodnotového (PMPH)

PMPH sice nelze označit za optimální kritérium pro stanovení DO, ale určitou vypovídací schopnost má. Příklad výpočtu PMPH pro dřevinu buk, bonitní stupeň +1 je patrný z tab. 1. Sloupce č. 1 – 6 jsou převzaty z platných růstových tabulek České republiky. Růstové tabulky jsou členěny podle bonit. Vzhledem k tomu, že současný i budoucí vývoj porostů je ovlivněn změnami prostředí a že na tyto změny reagují porosty různého věku různě, nevystačí se jen s třídním vstupních údajů podle bonit, ale v rámci jednotlivých bonit je nutno zohlednit predikce vývoje pro jednotlivé věkové stupně. Každou bonitu a věkový stupeň tedy reprezentuje jeden porost, pro který je zpracována predikce. Růstové tabulky popisují vývoj plně zakmeněných a zdravých, nepoškozených porostů.

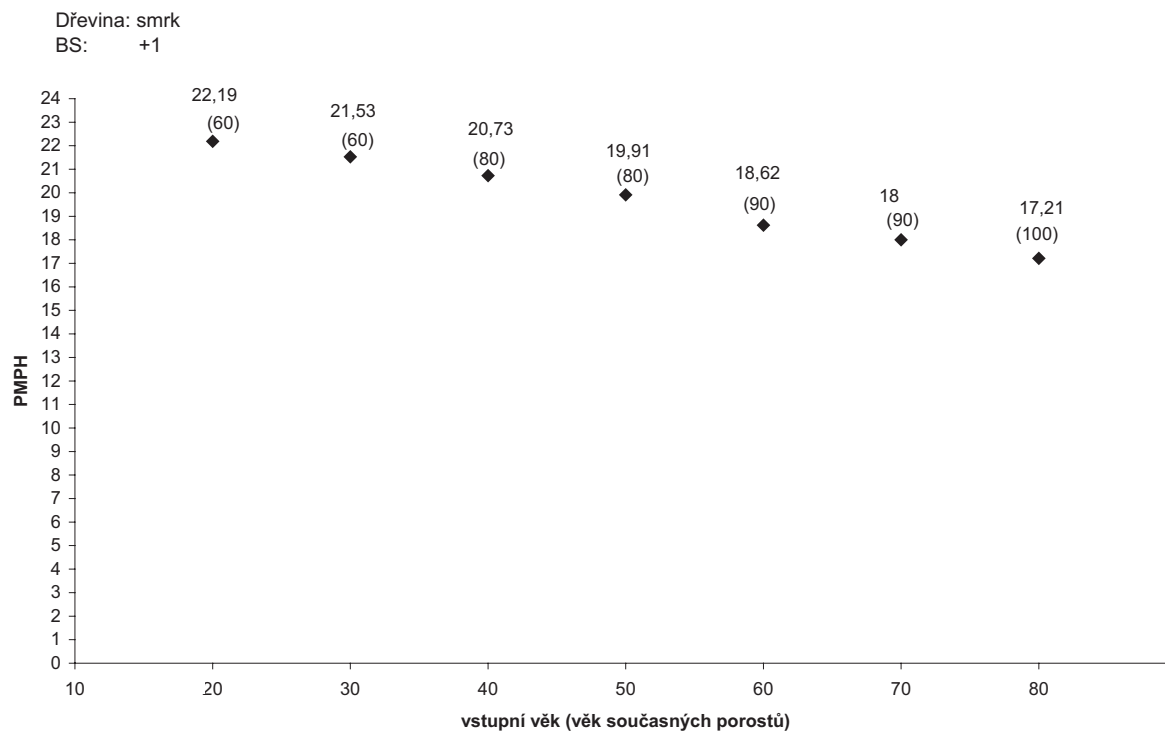
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
+1	20	60	30,9	719	647,1	105,60672	407,673	578,6368	155,1099	1,81188	1248,838	20,81397
+1	20	70	35,3	846	761,4	163,09188	469,0224	708,0259	163,899	1,82736	1505,866	21,51238
+1	20	80	39,5	953	857,7	196,84215	489,3179	793,201	194,3034	2,40156	1676,066	20,95082
+1	20	90	43,7	1045	940,5	225,43785	477,3038	855,3848	232,5104	3,762	1794,399	19,93776
+1	20	100	47,7	1125	1012,5	237,5325	368,55	884,7225	305,5118	6,075	1802,392	18,02392
+1	20	110	51,4	1195	1075,5	230,3721	316,197	917,8317	356,8724	8,1738	1829,447	16,63134
+1	20	120	55,1	1260	1134	161,9352	190,512	927,2718	443,4394	12,2472	1735,406	14,46171
+1	30	50	22,8	504	453,6	32,38704	201,6252	335,4372	174,8174	2,54016	746,807	14,93614
+1	30	60	27,1	646	581,4	74,1285	329,6538	487,2713	169,42	2,3256	1062,799	17,71332
+1	30	70	31,1	776	698,4	113,97888	439,992	624,5093	167,4065	1,95552	1347,842	19,25489
+1	30	80	35	887	798,3	150,63921	511,3112	735,5536	174,0933	1,91592	1573,513	19,66891
+1	30	90	38,9	981	882,9	202,62555	503,6945	816,5059	200,0122	2,47212	1725,31	19,17011
+1	30	100	42,7	1062	955,8	229,10526	485,0685	869,3001	236,2929	3,8232	1823,59	18,2359
+1	30	110	46,4	1132	1018,8	249,40224	445,725	909,279	277,7249	4,89024	1887,021	17,15474
+1	30	120	49,9	1195	1075,5	230,3721	316,197	917,8317	356,8724	8,1738	1829,447	15,24539
+1	30	130	53,2	1252	1126,8	206,88048	256,347	940,54	407,7889	10,36656	1821,923	14,01479
+1	40	50	21,4	439	395,1	28,21014	175,622	292,1765	152,2715	2,21256	650,4926	13,00985
+1	40	60	25,6	577	519,3	66,21075	294,4431	435,2253	151,324	2,0772	949,2804	15,82134
+1	40	70	29,4	710	639	104,2848	402,57	571,3938	153,1683	1,7892	1233,206	17,61723
+1	40	80	33,1	828	745,2	140,61924	477,3006	686,6273	162,5132	1,78848	1468,849	18,36061
+1	40	90	36,8	926	833,4	178,51428	513,3744	774,9787	179,3977	2,00016	1648,265	18,31406
+1	40	100	40,5	1011	909,9	208,82205	519,098	841,4755	206,1287	2,54772	1778,072	17,78072
+1	40	110	44	1083	974,7	233,63559	494,6603	886,4897	240,9653	3,8988	1859,65	16,90591
+1	40	120	47,4	1147	1032,3	242,17758	375,7572	902,0237	311,4862	6,1938	1837,639	15,31365
+1	40	130	50,7	1204	1083,6	232,10712	318,5784	924,7442	359,5602	8,23536	1843,225	14,17866
+1	50	50	20,8	376	338,4	24,16176	150,4188	250,2468	130,4194	1,89504	557,1418	11,14284
+1	50	60	25	514	462,6	58,9815	262,2942	387,7051	134,8016	1,8504	845,6328	14,09388
+1	50	70	28,7	647	582,3	95,03136	366,849	520,6927	139,5773	1,63044	1123,781	16,05401
+1	50	80	32,3	769	692,1	130,59927	443,2901	637,7009	150,9332	1,66104	1364,184	17,05231
+1	50	90	35,9	875	787,5	168,6825	485,1	732,2963	169,5173	1,89	1557,486	17,3054
+1	50	100	39,4	965	868,5	199,32075	495,4793	803,1888	196,75	2,4318	1697,171	16,97171
+1	50	110	42,9	1041	936,9	224,57493	475,4768	852,1106	231,6204	3,7476	1787,53	16,25027
+1	50	120	46,2	1107	996,3	243,89424	435,8813	889,1978	271,5914	4,78224	1845,347	15,37789
+1	50	130	49,4	1164	1047,6	224,3959	307,9944	894,0218	347,6146	7,96176	1781,989	13,7076
+1	60	60	24,7	449	404,1	51,52275	229,1247	338,6762	117,7547	1,6164	738,6948	12,31158
+1	60	70	28,5	581	522,9	85,33728	329,427	467,5772	125,3391	1,46412	1009,145	14,41635
+1	60	80	32	704	633,6	119,5603	405,8208	583,799	138,1755	1,52064	1248,876	15,61095
+1	60	90	35,4	815	733,5	157,1157	451,836	682,0817	157,8932	1,7604	1450,687	16,11874
+1	60	100	38,9	910	819	187,9605	467,2395	757,4112	185,5363	2,2932	1600,441	16,00441
+1	60	110	42,3	991	891,9	213,7884	452,6393	811,1831	220,4955	3,5676	1701,674	15,46976
+1	60	120	45,6	1061	954,9	233,7595	417,7688	852,2483	260,3057	4,58352	1768,666	14,73888
+1	60	130	48,7	1120	1008	236,4768	366,912	880,7904	304,1539	6,048	1794,381	13,80293
+1	70	70	28,4	522	469,8	76,67136	295,974	420,0952	112,6111	1,31544	906,667	12,95239
+1	70	80	31,9	647	582,3	109,88	372,9632	536,5312	126,988	1,39752	1147,76	14,347
+1	70	90	35,3	761	684,9	146,7056	421,8984	636,8885	147,4316	1,64376	1354,568	15,05075
+1	70	100	38,6	861	774,9	177,8396	442,0805	716,6275	175,5458	2,16972	1514,263	15,14263
+1	70	110	41,9	947	852,3	204,2963	432,5423	775,1669	210,7056	3,4092	1626,12	14,78291
+1	70	120	45,2	1021	918,9	224,9467	402,0188	820,1183	250,4921	4,41072	1701,987	14,18322
+1	70	130	48,3	1084	975,6	228,8758	355,1184	852,4793	294,3775	5,8536	1736,705	13,35927
+1	80	80	31,6	586	527,4	86,07168	332,262	471,6011	126,4178	1,47672	1017,829	12,72287

**Tab. 1.**  
Výnosy lesní výroby - buk lesní  
Forest yields – European beech

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
+1	80	90	34,9	702	631,8	119,2207	404,6679	582,1405	137,7829	1,51632	1245,328	13,83698
+1	80	100	38,1	806	725,4	155,3807	446,8464	674,5495	156,1496	1,74096	1434,667	14,34667
+1	80	110	41,4	896	806,4	193,2941	409,248	733,4208	199,3582	3,2256	1538,547	13,98679
+1	80	120	44,5	974	876,6	214,5917	383,5125	782,3655	238,9612	4,20768	1623,639	13,53032
+1	80	130	47,6	1040	936	219,5856	340,704	817,8768	282,4286	5,616	1666,211	12,81701
+1	90	90	34,5	650	585	110,3895	374,6925	539,019	127,5768	1,404	1153,082	12,81202
+1	90	100	37,7	758	682,2	146,1272	420,2352	634,3778	146,8504	1,63728	1349,228	13,49228
+1	90	110	40,8	852	766,8	175,9806	437,4594	709,1366	173,7109	2,14704	1498,435	13,62213
+1	90	120	43,9	933	839,7	201,2761	426,1478	763,7072	207,5906	3,3588	1602,08	13,35067
+1	90	130	46,9	1003	902,7	211,7734	328,5828	788,7793	272,3807	5,4162	1606,932	12,36102
+1	100	100	37	704	633,6	135,7171	390,2976	589,1846	136,3887	1,52064	1253,109	12,53109
+1	100	110	40,1	803	722,7	165,8597	412,3004	668,353	163,7205	2,02356	1412,257	12,8387
+1	100	120	43,1	887	798,3	191,3525	405,1373	726,0539	197,3557	3,1932	1523,093	12,69244
+1	100	130	46	960	864	211,5072	378	771,12	235,5264	4,1472	1600,301	12,31001
+1	110	110	39,1	754	678,6	155,7387	387,1413	627,5693	153,73	1,90008	1326,079	12,05527
+1	110	120	42,1	841	756,9	181,4289	384,1268	688,4006	187,1208	3,0276	1444,105	12,03421
+1	110	130	45	916	824,4	201,8131	360,675	735,777	224,7314	3,95712	1526,954	11,7458
+1	120	120	41,1	796	716,4	164,4138	408,7062	662,5267	162,2933	2,00592	1399,946	11,66622
+1	120	130	43,9	874	786,6	188,548	399,1995	715,4127	194,4633	3,1464	1500,77	11,54438

Tab. 1. - pokračování

Výnosy lesní výroby - buk lesní  
Forest yields – European beech



Obr. 1.

Závislost průměrného mýtního přírůstu hodnotového (PMPH) na predikovaném vývoji porostů ( v tis. Kč/ha/rok) (Údaj v letech uvedený u jednotlivých PHMP udává věk porostu, kde PMPH dosahuje svého maxima.)

Dependence of the average value exploitable increment on the forest stands progress



Jednotlivé sloupce tabulky představují:

- Sloupec **1** označuje bonitu dřeviny
- 2** uvádí počáteční věk porostů, pro který je výpočet prováděn (tzn. např. pro současné 20leté, současné 30leté porosty atd.)
- 3** uvádí varianty doby obměny, které byly využity pro další výpočty
- 4** uvádí střední tloušťku hlavního porostu (v cm)
- 5** uvádí zásobu hroubí s kůrou hlavního porostu (v m<sup>3</sup>/ha)
- 6** uvádí zásobu hroubí bez kůry (v m<sup>3</sup>/ha)
- Sloupec **7 – 11** uvádí zpeněžení jednotlivých jakostních tříd.  
Pro výpočty byly využity kalkulace, zpracované Z. Bludovským v roce 2001.

- Sloupec **12** uvádí tržby za dříví v členění podle stoupající doby obměny (v tis. Kč/ha)
- Sloupec **13** uvádí mýtní prům. přírůst (v tis. Kč/ha), vypočtený jako podíl sl. 12 a sl. 3.

Výnosy lesní výroby v tomto členění byly vypočteny pro všech 17 významných dřevin LH ČR. Porovnání, tentokrát pro dřevinu smrk a bonitní stupeň + 1, je patrné z obr. 1.

Vzhledem ke značnému rozsahu vstupních dat i získaných výsledků uvádím pouze příklady. Z celkové analýzy ale vyplývá, že všechny zkoumané dřeviny dosahují maxima PMPH v nízkém věku (a platí, že čím lepší bonita, tím nižší věk). Pokud se perspektivně bude plnit prognóza (predikce růstu zásob porostů), musíme výhledově počítat s dalším a to značným poklesem věku optima PMPH.

Cílové hospodářství	s m r k o v é					d u b o v é				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
intenzita hospodaření										
příkladný SLT	5S	7O	5A	5N	5Z	3B	3S	2W	2M	1X
počet analyzovaných variant	3	3	16	22	6	5	2	2	2	2
tržby za dříví (MÚ) v tis. Kč (v 1. řádku je uvedeno maximum v rámci IH a typu hospodářství, v závorce pak minimum)	1637 (1532)	1519 (1198)	1526 (958)	1251 (758)	876 (852)	2004 (1532)	1309 (1309)	945 (945)	766 (766)	517 (517)
doba obměny doporučená (roky)	120 (110-130)	130 (120-150)	130 (110-140)	130 (110-140)	300	120 (110-130)	160 (130-200)	160 (130-200)	130 (110-150)	300
v ekonomickém maximu										
podle CPPH	80	80	80	90	100	110	110	100	130	120
podle HZLV	80	80	80	90	120	120	110	100	130	120
Cílové hospodářství	b u k o v é					b o r o v é				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
intenzita hospodaření										
příkladný SLT	5S	5S	3W	3N	3X	-	4K	2P	1C	3Z
počet analyzovaných variant	2	2	4	4	2	-	2	40	32	7
tržby za dříví (MÚ) v tis. Kč (v prvním řádku je uvedeno maximum v rámci IH a typu hospodářství, v závorce pak minimum)	1308 (1308)	1177 (1177)	1390 (897)	1177 (946)	150 (150)	-	908 (908)	872 (627)	705 (517)	586 (522)
doba obměny doporučená (roky)	130 (120-150)	130 (120-150)	130 (120-140)	130 (120-150)	250	-	110 (90-130)	120 (100-130)	130 (110-140)	300
v ekonomickém maximu										
podle CPPH	110	100	90	100	90	-	90	100	90	120
podle HZLV	100	100	100	100	130	-	100	100	130	130

**Tab. 2.**  
Komparace doby obměny podle souborů lesních typů  
Comparison of the rotation periods

## 2. na základě celkového průměrného přírůstu hodnotového (CPPH) a čistého důchodu (hrubého zisku lesní výroby – HZLV).

Tyto kalkulace nebyly prováděny pro jednotlivé dřeviny, ale soubory lesních typů (SLT), optimálně obhospodařované v duchu práce K. PLÍVY (Způsob a intenzita obhospodařování lesů podle SLT, zpracovaná na objednávku MZe ČR v roce 1998 a 2000) a kvantifikace provozních parametrů hospodaření, zpracované M. SLOUPEM.

Agregované výsledky jsou uvedeny v tabulce 2. Z tabulky jsou patrné značné diference v současně doporučené (či realizované) době a době obmýtní, která přináší nejvyšší ekonomický efekt. Tabulka 2 uvádí tuto diferenci v letech, z tabulky 3 jsou patrné rozdíly, vyjádřené hrubým ziskem.

Z výstupů tabulky 2 a 3 je možno učinit několik závěrů, využitelných pro další optimalizaci jednoho z nejzávažnějších hospodářských opatření, které je v rámci vymezených limitů v kompetenci každého vlastníka či hospodáře:

- Nejmarkantnější je zřejmě značná diference mezi dobou obmýtní, v současnosti doporučenou a dobou obmýtní, odpovídající ekonomickému optimu (maximu). Tato diference se zvyšuje od méně kvalitních směrem ke kvalitnějším stanovištím. Např. interpretace ukazatele hrubého zisku lesní výroby (ročního) na ukazatel hrubého zisku lesní výroby v našem prvním příkladu tabulky 4 (smrkové hospodářství, intenzita hospodaření A) říká, že se tento rozdíl (ztráta) rovná za stoletou dobu obmýtní 388 000,- Kč/ha.
- Pokud se bude perspektivně plnit prognóza dalšího růstu zásob, uvedená v růstových tabulkách jako predikovaný vývoj, bude se současná diference zkoumaných dob obmýtních zvětšovat, a ekonomické obmýtní se perspektivně může blížit u nejlepších bonit i 60 rokům.
- Dalším nesmírně vážným faktorem, který ovlivňuje dobu obmýtní, je vliv škodlivých činitelů. Zejména vítr a sněh soustavně předřují porosty, snižují podíl kvalitních sortimentů a zvyšují podíl paliva. Některé předběžné kalkulace ukazují, že v extrémních případech může klesat zpeněžení až o 40 %. Tím se také zkracuje potenciální věk zralosti porostů. Jak uvádí HALAJ (1990), kritický věk maximálního ohrožení nahodilými těžbami je při průměrných bonitách asi 80 let. V oblastech, které jsou značně ohrožené abiotickými škodlivými činiteli, je nutné z důvodů snížení ztrát z nahodilých těžeb snížit věk mýtní zralosti u smrku a jedle o 9 – 12 roků (v závislosti na bonitě).

## Literatura

- GREGUŠ, C.: Prognózy a koncepcie lesného hospodárstva SSR. Stať „Úprava rubných dob v záujme ďalšieho rozvoja lesného hospodárstva“. Závěrečná správa. Zvolen, VÚLH 1983, s. 65-77
- HALAJ, J.: Rubná zrelosť drevín. Lesnícke štúdie č. 48, 1990, 115 s.
- PULKRAB, K.: Ekonomické hodnotenie lesního půdního fondu. In: Sborník Vědeckého lesnického ústavu VŠZ v Praze, 1981, 25, s. 209-229
- PULKRAB, K.: Prognóza ekonomických důsledků přírodě blízkého obhospodařování lesů. Projekt MZe ČR č. EP 9217. Závěrečná zpráva. Praha 2001, 147 s.

Cílové hospodářství	Intenzita hospodaření	HZLVr (tis. Kč/ha/rok)		
		v ekonomickém maximu	v doporučené době obmýtní	rozdíl
smrkové	A	16,81	12,93	3,88
smrkové	B	12,58	10,78	1,80
smrkové	C	13,14	11,05	2,09
borové	D	5,27	5,18	0,09
dubové	A	15,56	13,50	2,06
dubové	D	5,83	5,78	0,05
bukové	A	11,87	10,00	1,87
bukové	D	9,31	8,64	0,67

Tab. 3.

Komparace doby obmýtní podle hrubého zisku lesní výroby

Comparison of the rotation periods according to annual gross forest production profit

**MODELOVÁNÍ PRŮTOKŮ V LESNÍCH ÚSECÍCH BYSTŘIN****Discharge modelling on forest torrent sections****Abstract**

Torrent watercourses, compared with lowland brooks, usually have some peculiarities which have to be taken into consideration. They include sudden discharge changes, their high fluctuations and a significant sediment transport. High slope of channels and corresponding shear stress are characteristic features for torrents. This paper is focused on hydraulic assessment of torrent channels and their surrounding flood plains under different design discharges. The aim of analysis is to put on the selected hydraulic characteristics as follows: channel capacity, water retention, water velocity and shear stress. Computation is carried out on implementing the hydraulic model HEC-RAS, version 3.1.1. Numerical data of the Jindřichovický brook case study have been processed and demonstrated in the paper.

**Klíčová slova:** lesní úseky bystřin, hydraulické charakteristiky, modely

**Key words:** forest torrent sections, hydraulic characteristics, models

**Úvod**

Pro bystřinné toky je charakteristická náhlá změna průtoků, ke které dochází za přívalových dešťů. Průtok má strmý vzrůst, krátkou dobu trvání a po dosažení maxima opět rychle klesá, což je způsobeno poměrně malým povodím, které je často celé zasaženo vysokými srážkami, a také velkým sklonem bystřinného povodí i vlastního toku. Vedle toho je pro bystřiny typická i značná rozkolísanost průtoků, tj. poměr mezi minimálními a maximálními průtoky. Další důležitou skutečností je to, že k největším škodám nedochází kvůli vybřežení velkých vod a následným zaplavením značných území jako u nížinných vodních toků, ale k poškození až devastaci značných úseků toku a objektů na toku vlivem velkého namáhání dna a břehů koryta proudící vodou (KŘOVÁK, KOVÁŘ 2003). Nezanedbatelná je také akumulace splavenin v dolních částech toků. Vzhledem k těmto faktům je nutné navrhovat úpravu bystřinných toků tak, aby vyhověla jak požadavkům účelovým, tj. především na kapacitu koryta a odolnost proti účinkům proudění, tak požadavkům ekologickým, zaměřeným hlavně na migrační prostupnost (GORDON et al. 1996). Uvedený příspěvek se zabývá hydrotechnickým posouzením koryta bystřinného toku a jeho inundační zóny při různých návrhových průtocích se zaměřením na vybrané hydraulické charakteristiky: kapacitu koryta, retenci vody, rychlost proudění a tangenciální napětí. K výpočtům je použit matematický hydraulický model HEC-RAS verze 3.1.1. Výsledky jsou demonstrovány na případové studii Jindřichovického potoka (KŘOVÁK 2002).

**Materiál a metody**

Úprava bystřin obvykle podstatně změni původní návrhové parametry koryta. Nový návrh hydraulických charakteristik musí být zaměřen zejména na:

- kapacitu koryta s ohledem na návrhové průtoky a objekty na toku,
- stabilitu dna a břehů koryta proti účinkům proudící vody,
- hloubku, rychlost, objem vody, možnosti zanášení a zarůstání koryta při nízkých průtocích důležitých pro biotu,
- vliv technických a biologických opatření na proudění v korytě a příbřežní zóně,
- migrační prostupnost toku (tam, kde je to potřebné) (LOPÉZ 1993).

Pro kvantitativní řešení těchto problémů je možné aplikovat matematický model HEC-RAS.

**Struktura modelu**

Jako prostředek výpočtu požadovaných údajů byl zvolen matematický hydraulický model HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System). Program HEC-RAS využívá integrovaného prostředí MS Windows s vynikajícím grafickým uživatelským rozhraním (GUI) podrobně řešenou hydraulikou ustáleného a neustáleného proudění v otevřených korytech a jejich inundačních zónách, včetně objektů. Výpočet vyžaduje zadání tří hlavních kategorií dat: geometrie koryta a objektů, hydraulické ztrátové součinitele a okrajové podmínky. S výhodou lze využít vazby na systémy CAD a GIS v zobrazení 3D. Pro hydraulické posouzení kapacit systému otevřených koryt a objektů z hlediska maximálních odtoků lze použít v zásadě dvou principů:

1. řešit průchod návrhové povodňové vlny hydraulickým modelem, založeným na numerickém řešení neustáleného proudění. Tento způsob vyžaduje znalost tvaru vstupní návrhové vlny v horním uzávěrovém profilu sledovaného úseku toku a podobně jako následující, podrobný popis geometrických a hydraulických parametrů koryta. Tento přístup je výpočtově náročnější na vstupní data a obvykle se nevyužívá pro toky místního významu. Další nevýhodou je jeho značná nestabilita řešení při bystřinném režimu proudění přes četné spádové objekty.

2. využít metod hydrauliky ustáleného nerovnoměrného proudění pro stanovení podélných profilů hladin, odpovídajících jednotlivým návrhovým N-letým vodám. Tato metoda sice neumožňuje řešit neustálený režim, její předností však je možnost podrobnějšího vyjádření proudění v objektech na toku. Program řeší odděleně hydraulické režimy říčního a bystřinného proudění.

- Proudění objekty může být velmi podrobně analyzováno a řešeno pro různé hydraulické režimy a poskytuje záruku spolehlivého posouzení, především v lokalitách, kde ovlivnění hydraulického režimu objekty dominuje v korytě. Tak je tomu i v případě Jindřichovického potoka.
- Ustálený model poskytuje vyšší hodnoty při řešení hladinového režimu; jeho výsledky jsou tedy na straně bezpečného návrhu.

Z výše uvedených důvodů byl v této studii pro posouzení kapacit koryta a objektů použit programový prostředek HEC-RAS. Systém umožňuje řešení ustáleného nerovnoměrného proudění v přirozených otevřených korytech, doplněného možností vyjádření obecných objektů na toku. Podrobný popis programu, uživatelský manuál a detailní hydraulické řešení jsou uvedeny v [HEC-RAS 2003].

## Popis povodí

Jindřichovický potok, situovaný v severních Čechách, je levostranný přítok Rotavy v říčním km 2. Potok má charakter bystřiny s průměrným sklonem 4 %. Plocha povodí  $F < 35 \text{ km}^2$ ,  $H > 200 \text{ m n. m.}$ ,  $J > 3 \%$ , velmi proměnlivý sklon toku, velká rozkolísanost průtoků, enormní eroze, transport a sedimentace splavenin, kamenité až balvanité koryto, proudové stíny a úkryty, rybí pásmo pstruhové.

Hydrologické číslo povodí	1-13-01-114,
Celková plocha povodí je	5,964 km <sup>2</sup> ,
Plocha dílčího povodí k profilu začátku úpravy je	1,33 km <sup>2</sup> .
Lesnatost dílčího povodí	47 %
Délka povodí	1,62 km
Délka rozvodnice	4,35 km
Délka povodí	1,62 km
Tvarový koeficient povodí	A = 0,653
Typ povodí	vějřovitě, bez rozvinuté hydrografické sítě
Koeficient bystřinnosti	KB = 0,118

Hydrologické údaje o N-letých vodách byly spočítány pomocí hydrologického modelu HEC-HMS a konfrontovány s údaji ČHMÚ, s přijatelnou shodou. Jsou uvedeny v následující tabulce.

N (let)	1	2	5	10	20	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,9	1,2	2,2	2,9	3,7	5,4	6,9

Tab. 1.

Průtoky  
Discharges

## Stručný popis aktuálního stavu potoka před úpravou

Začátek úpravy navazuje na opevnění kamennou dlažbou v dolní části potoka, kde je několik až 2 m vysokých stupňů. Prvních cca 80 m teče potok v přímé trati. Koryto má tvar jednoduchého lichoběžníka se šíří ve dně 1 – 1,5 m a hloubkou 0,6 – 1 m. Mezi km 0,08 – 0,15 je koryto zdevastováno rozsáhlými břehovými a dnovými nátržemi se zahloubením až 2,5 m. Dál koryto pokračuje obloukem až k propustku v km 0,216. Kruhový propustek průměru 0,60 m je situován kolmo na lesní cestu, má poškozené parapetní zídky a je částečně zanesený. Úhel křížení s trasou toku je nevyhovující a způsobuje překážku v proudění. Od návodní strany propustku má koryto opět přímý průběh až do km 0,360, dál pokračuje dlouhým obloukem až do km 0,5. V tomto úseku je koryto víceméně stabilizované s příčným řezem podobným jako na začátku úpravy. V km 0,518 – 0,530 a 0,580 – 0,6 je koryto opět zdevastováno rozsáhlými břehovými a dnovými nátržemi s četnými kamennými výchozy, které obnažila dnová eroze. V km 0,619 je zleva zaústěn přítok od silničního propustku. Dál opět pokračuje koryto bez výrazných břehových nátrží s občasnými nátržemi dnovými ve formě skokových změn nivelety. Rozsáhlá devastace koryta je v úseku 0,790 – 0,880. Dno potoka je kamenité se zrnitostí krycí vrstvy 5 – 10 cm, resp. zrnitostí balvanité vrstvy 20 – 30 cm, které byly určeny odhadem. V místech nátrží je koryto odhaleno až na skalnaté podloží, v místech poklesu rychlosti jsou rozsáhlejší písčité lavice. Celá údolní niva je zarostlá smíšeným lesem s převahou smrku. Podrost tvoří bylinná vegetace s převahou mokřadních a rudrálních druhů (Křovák 2002).

## Návrh technického a vodohospodářského řešení

Převážná část nové trasy bude kopírovat trasu stávající, protože ta je vedena údolnicí území a vzhledem ke značnému podélnému sklonu nemá tendence k meandrování. K drobným korekcím dojde pouze v km 0,0781 – 0,1662, 0,2062 – 0,2209, 0,805 – 0,815, kde bude nepravidelnost koryta nahrazena volně loženým obloukem. Současný vymletý prostor nátrží bude využit k vytvoření tůňek. Stabilizace tůňí bude provedena pomocí příčných objektů kamenného záhozu a kamenné rovnaniny.

Upravené koryto bude mít tvar lichoběžníka se šířkou ve dně 1 m a příčným sklonem 1 : 1,5 až do úrovně břehových hran, s výjimkou úseků tůňí. Dno koryta paty svahu a břehy na výšku 0,25 – 0,30 m budou opevněny kamennou rovnaninou. Zbývající část svahu nad kamenným opevněním bude oseta. Vzhledem ke značnému podélnému sklonu je nutné při návrhu nivelety vybudovat poměrně značné množství příčných a spádových objektů, pokud nechceme, aby pokračovala devastace koryta. Ty se skládají z dřevěných prahů, kamenitých stupňů a kamenitých skluzů. Konstruktivní úpravy objektů jsou navrženy tak, aby umožňovaly migrační prostupnost v obou směrech. Tzn. že jejich konstrukční výška není větší než 0,4 m a příčný řez skluzovou plochou zabezpečuje průtok souvislým vodním paprskem. Objekty jsou navrženy jako hydraulicky účinné a kapacitní průtok pod objekty. Při konstrukci objektů budou použity vesměs přírodní materiály a jejich tvar „kopíruje“ přirozené spádové útvary na bystřinách. Celá úprava zahrnuje následující objekty:

Celková délka úpravy	1 055 m
Dřevěný práh	12 ks
Prah pro opevnění	15 ks
Kamenitý stupeň	23 ks
Kamenitý skluz	3 ks
Propustek	1 ks

## Výsledky a diskuze

### Scénáře výpočtu

Posouzení kapacity koryta, a jeho namáhání proběhlo pro 2 scénáře výpočtu v závislosti na upravenosti či neupravenosti koryta:

- režim původní ve stávajícím korytě (PUV)
- režim upravený po realizaci stavby (UPR)

### Vstupní hydrologické údaje toku

Výpočet byl proveden v obou výše uvedených scénářích pro všechny N-leté vody ze zadání.

### Vstupní geometrické údaje koryta a objektů

Do výpočtu byly zahrnuty všechny navržené objekty na upraveném toku na základě podrobného zaměření podélného a příčných profilů. Tyto objekty významně ovlivňují hladinový režim.

### Vstupní hydraulické charakteristiky toku

Základní hydraulickou charakteristikou je drsnostní součinitel  $n$  podle Manninga. S ohledem na materiál původního koryta a materiál objektů byly voleny různé hodnoty a stanoveny v souladu s manuálem programu HEC-RAS, a na základě místního šetření individuálně pro každý příčný profil.

### Výsledky výpočtů

Výpočty v režimu nerovnoměrného proudění byly provedeny pro celý upravený úsek koryta pro původní koryto (J-staré), resp. upravené koryto (J-nové). Z uvedených výpočtů vyplývá, že s ohledem na kapacitu koryta pro návrhové průtoky k podstatným změnám nedošlo. K vyběžení návrhových průtoků dochází jen na několika soliterních místech úpravy, kde dojde k neškodnému vytlití do údolní nivy. Je zde

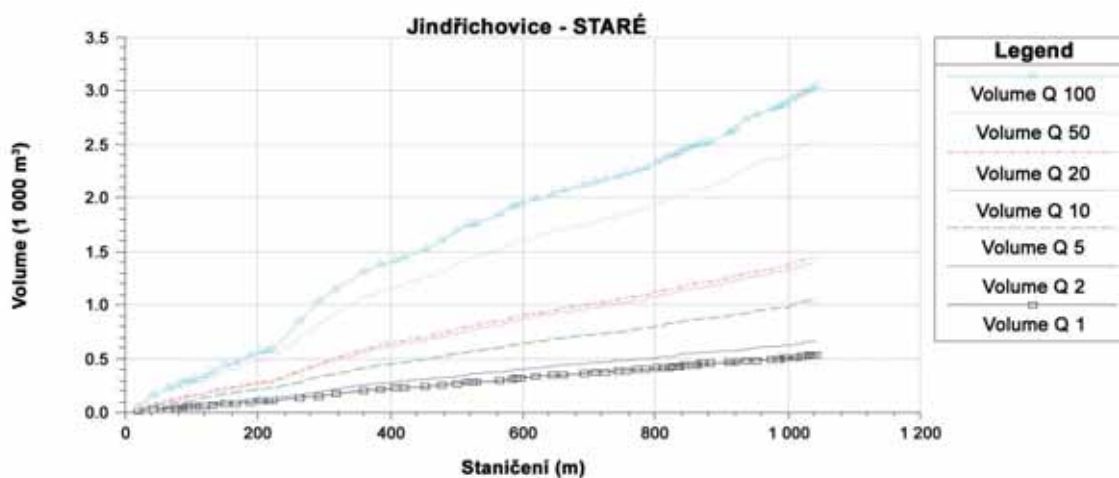
však vidět naprosto prokazatelný vliv změn sklonů nivelety a příčných objektů ve vlastním korytě toku na změny v jeho namáhání. Dojde k podstatnému snížení rychlostí a tangenciálního napětí. Tam, kde jsou velké sklony ponechány, je třeba navrhnout patřičné způsoby opevnění. Např. zdrsněný zához do dřevěných roštů. Je evidentní, že pokud by k úpravám toku nedošlo, dále by pokračovala rozsáhlá devastace koryta bystřinného toku. Velký vliv má návrh značného množství příčných objektů na retenční schopnost koryta. Podstatně se zvyšuje množství zadržené vody při nižších průtocích.

Vzhledem k limitovanému rozsahu příspěvku jsou uvedeny pouze vybrané výstupy, které jsou shrnuty do následujících grafů.

## Závěr

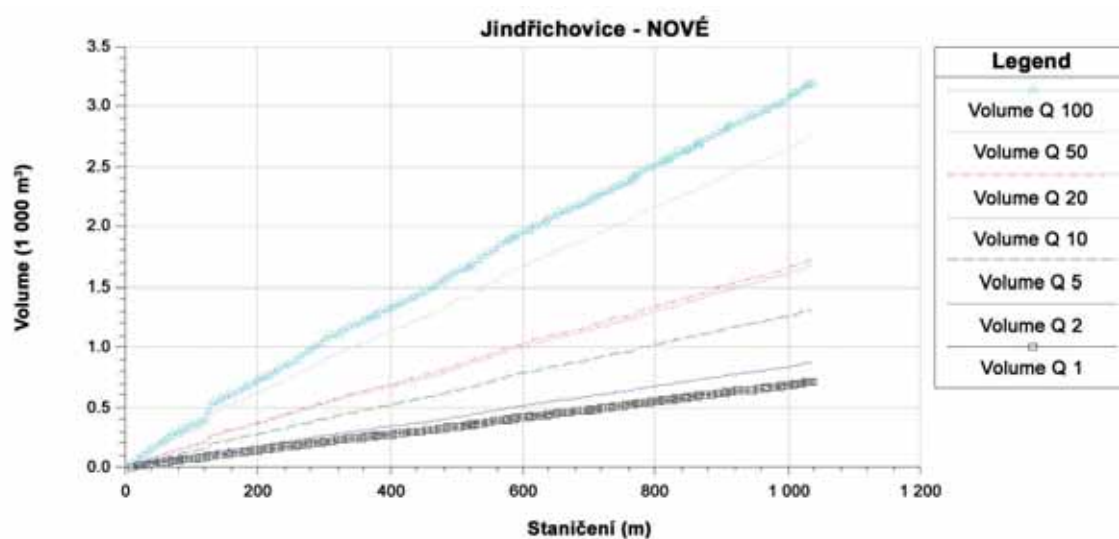
Výše uvedený model je velice vhodným nástrojem pro hydrotechnický výpočet a návrh následných opatření při hrazení bystřin. Umožňuje zohlednit pomocí scénářových výpočtů velké množství dat a odezvu koryta a příbřežní zóny na provedené úpravy. Velice dobře je možné stanovit míru vlivu hustoty a skladby lesních porostů na průtoky v nivě. Zahrnutím celé škály průtoků, od průměrných po maximální, dovoluje stanovit vliv úprav jak na jejich ekologické funkce, tak např. na stanovení aktivních a pasivních záplavových území.

Pokud se týká zpracování a interpretace dat, ukazuje se, že vzhledem k obrovskému množství údajů, které jsou díky matematickým modelům k dispozici, je jejich zpracování s použitím GIS procedur, téměř nezbytností. Tuto možnost poskytuje nadstavba modelu HEC GeoRas.



**Graf 1.**

Kumulativní objem vody pro původní koryto  
Cumulative volume of water for old channel



**Graf 2.**

Kumulativní objem vody pro upravené koryto  
Cumulative volume of water for new channel

## Literatura

Computer program: HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), Version 3.1.1 May 2003

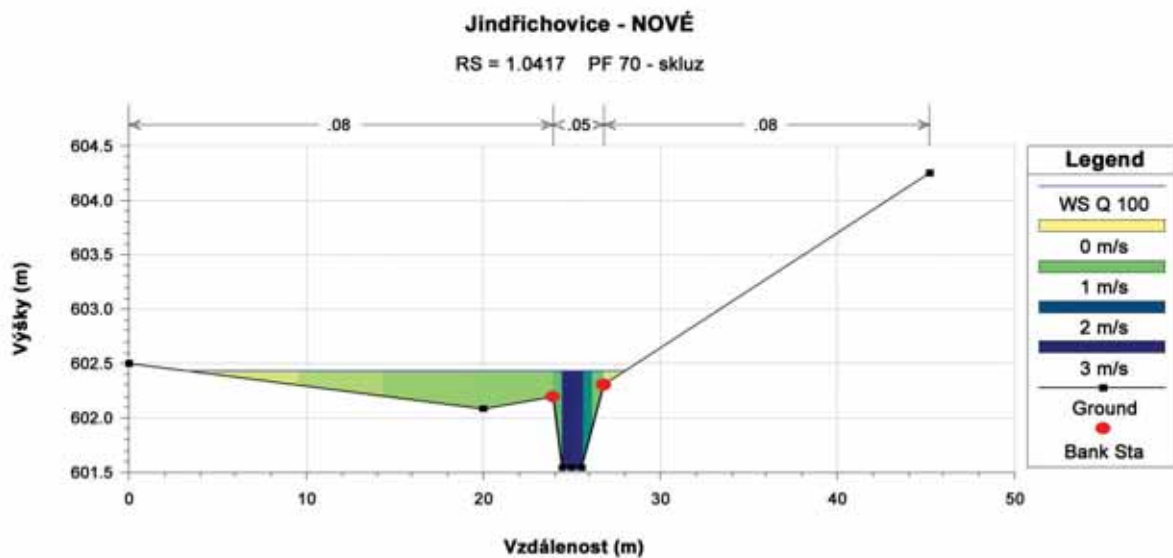
GORDON, N. D., McMAHON, T. A., FINLAYSON, B. L.: Stream Hydrology. An Introduction for Ecologist. W. Sussex, England, J. Wiley 1996. 526 s.

LOPÉZ, L.: Torrent control and streambed stabilization. FAO 1993. 165 s.

KŘOVÁK, F.: Úprava Jindřichovického potoka. Projekt LČR. Plzeň, OST 2002. 50 s., 20 příl.

KŘOVÁK, F., KOVÁŘ, P.: Katastrofální průtoky na horských bystřinách. [Catastrophic discharges on torrents.] In: Celostátní seminář Lesy a povodně 25. 6. 2003. Novotného lávka. Česká lesnická společnost. ČSVTS. MŽP 2003, s. 57-64. ISBN 80-02-01564-9

KŘOVÁK, F., KOVÁŘ, P.: Modelování povodňových průtoků na bystřinách (případová studie). Mezinárodní konference Lesnické stavby a meliorácie vo vzťahu k prírodnému prostrediu. Zvolen 16. - 17. 9. 2004. CD-ROM, s. 65-70



### Graf 3.

Příklad rozdělení rychlostí pro upravené koryto včetně inundace  
Average velocity of flow in total cross section for new stage

Prof. Ing. Pavel Kovář, DrSc. – Ing. František Křovák, CSc. – Ing. Petra Šimová,  
Katedra biotechnických úprav krajiny, FLE ČZU Praha

## POUŽITÍ SRÁŽKO-ODTOKOVÉHO MODELU KINFIL NA POVODÍ RUSAVY (CHOMÝŽ)

### Use of rainfall-runoff model KINFIL at catchment Rusava (Chomýž)

#### Abstract

The paper reports on flood events at the forested Rusava catchment (left-side tributary of the Morava river, district Zlín). It shows a practical implementation of the rainfall-runoff model KINFIL. This model has been used for the reconstruction of the rainfall runoff events on the Rusava catchment (outlet Chomýž). The aim of the KINFIL model implementation was first to reconstruct both events. Then the model was used to simulate the scenario for the same rainfall-runoff events when 50 % of the eldest forest in the catchment have been cut. The simulated hydrograph peaks were about 10 % to 15 % higher than under existing (forested) conditions, which shows that a forest cover plays an important role even during intensive rainfall events.

**Klíčová slova:** srážko-odtokový model, změny užívání pozemků, scénářové simulace

**Key words:** Rainfall-runoff model, land use changes, scenario simulation

#### Úvod

Príspevek je jedním z řady řešení aktuální problematiky, „do jaké míry“ může skladba a využití pozemků (land use) na malém povodí ovlivnit srážko-odtokový proces. Tato problematika může být řešena v dlouhodobém bilančním smyslu (např. KOVÁŘ et al. 2004), nebo v krátkodobém měřítku srážko-odtokových epizod, jak uvádí tato studie. Je jasné, že prosté výsledky obou přístupů jsou vzájemně nesrovnatelné a mnohdy jejich komparace je zdrojem emotivních diskuzí. Využití bilančních i epizodních hydrologických modelů je otázkou účelu řešení a tomu odpovídajícímu datovému souboru. I tak se mohou dosažené výsledky značně lišit, protože rozhodujícími parametry každého zkoumaného srážko-odtokového případu jsou výška srážky a doba trvání (tj. intenzita). Je rovněž jasné, že v denním bilančním měřítku má hospodářské využití pozemků daleko větší význam v ovlivnění vodního režimu povodní než ve smyslu extrémní srážko-odtokové epizody. Nicméně právě tyto epizody povodňového charakteru přinášejí značné škody, a proto otázka „do jaké míry“ je namístě.

#### Použitý model

Model KINFIL2 (KOVÁŘ 1992) je založen na kombinaci teorie infiltrace a transformace přímého odtoku „kinematickou vlnou“, který se osvědčil na řadě experimentálních povodí při rekonstrukci historických povodňových případů. Tento model používá fyzikálně-geografické, hydraulické a klimatické parametry povodí, které se dají určit z mapových a jiných podkladů při absenci přímých pozorování a při zohlednění důsledků antropogenní činnosti v povodí. Model je určen přednostně pro stanovení návrhových průtoků pro různé „scénářové situace“, dané touto činností, jako je změna kultur, odlesnění, urbanizace aj. Současná verze modelu KINFIL je založena na infiltrační teorii Gree- na a Ampta se zavedením koncepce „výtopy“ podle Morel-Seytoux (MOREL-SEYTOUX, VERDIN 1981).

Základním úkolem je určení parametrů nasycené hydraulické vodivosti  $K_s$  a retenčního součinitele sacího tlaku  $S_f$  (při stavu polní vodní kapacity – PVK). Řešením bylo využití dříve odvozených vztahů mezi těmito parametry a hodnotami čísel odtokových křivek CN (Curve Number), dnes dobře propracované metody a ve světě široce používané (U.S.SCS 1986). Indexové hodnoty CN korespondují s konceptuálními hodnotami půdních parametrů  $K_s$  a  $S_f$  (PVK):  $CN = f(K_s, S_f)$ . Druhým komponentem modelu KINFIL je transformace přímého odtoku. Rovnice popisuje neustálý pohyb, aproximovaný kinematickou vlnou.

Kinematická rovnice byla převedena do tvaru konečných diferencí a řešena explicitním numerickým schématem Laxe-Wendroffa

(L-W). Pro praktické řešení je povodí geometrizováno rozdělením do tří komponent: kaskády desek, konvergentních segmentů a úseků koryta toku tak, aby simulace topografických ploch povodí byla dostatečně věrná. Pro soustředěné neustálené proudění v korytě bylo použito submodelu Muskingum-Cunge (INSTITUTE OF HYDROLOGY 1975).

#### Implementace GIS

Geografické informační systémy umožňují jak pořizování a správu prostorových dat, tak i jejich účinnou analýzu a odvozování dalších informací modelováním a následnou vizualizací výsledků. V předkládané studii byly nástroje GIS využity pro pořizování vrstev hydrologických skupin půd, „land-use“, vytvoření digitálního modelu terénu a následnému rozdělení řešeného povodí na subpovodí. Pomocí výpočetních funkcí byly z těchto dat odvozeny základní hydrologické charakteristiky povodí. Použitými softwarovými prostředky byly produkty ArcView 3.x s rozšířením Spatial Analyst a ArcGIS 8.3. Doplňkově byl použit program SPANS firmy PCI (kontrola topologie vytvořených vrstev).

Digitální mapa „land-use“ byla vytvořena v programu ArcGIS 8.3 vektorizací nad rastrem základní mapy 1 : 10 000 (ZABAGED II). Rozlišovány byly tyto typy využití území: orná půda, trvalé travní porosty, les, vodní plochy, zastavěné území a ostatní. Podkladem pro vytvoření digitální mapy hydrologických skupin půd byla digitální mapa BPEJ. Ta byla do výsledné podoby upravena v programech ArcView 3.x a SPANS. Prostorovým překrytím obou těchto vrstev a výpočtem bylo stanoveno plošné zastoupení jednotlivých hydrologických skupin půd v rozlišovaných třídách využití území.

#### Experimentální povodí Rusavy (Chomýž)

##### Povodí Rusavy

Povodí Rusavy (Chomýž) ( $F = 27,18 \text{ km}^2$ ) je součástí povodí Moravy a je homogenní klimaticky, ale již nehomogenní geomorfologicky i svým vegetačním krytem. Průměrná roční teplota je  $6,9 \text{ }^\circ\text{C}$  s maximem v červenci a minimem v lednu. Průměrný roční úhrn srážek je  $795 \text{ mm}$ . Geomorfologicky patří území do oblasti Hostýnských vrchů. Reliéf terénu je poměrně nepříznivý, v horní části povodí převládají polohy svažité až extrémně svažité  $15 - 30 \%$ , místy i více. Geologicky spadá území do flyšového pásma (paleogenní horniny karpatského pásma), zastoupeny jsou pískovce, slepence, jílové břidlice, slíny, lokálně i vápenec. Zrnitostně jsou flyšové zvětraliny velmi heterogenní – od písků po jíly. Půdní typy převažují: hnědé půdy, dole kambizem, v nižších polohách a zejména v inundacích kambizem pseudoglejová a fluvizem glejová.

Na experimentálním povodí Rusavy probíhá hydrometeorologické měření od počátku 70. let. Pro hydrologickou studii byla použita srážková data ze stanic: Holešov (234 m n. m.), Bystřice (318 m n. m.), Rusava (392 m n. m.) a Hostýn (713 m n. m.). Tato data byla připravena pro výpočet plošného pokrytí povodí váženým průměrem, (Thiessenův polygon) ČHMÚ Brno. Základní charakteristiky povodí obsahuje tabulka 1.

## a)

Hydrologické půdní skupiny (ha)

Hydrological soil types (ha)

Třída sklonitosti	Sklonitost terénu		Hydrologická půdní skupina			
	%	stupně	A	B	C	D
I.	0 - 1	0 - 1	-	2,6	3	7,3
II.	1 - 5	1 - 3	-	12,9	19	34,9
III.	5 - 10	3 - 6	0,1	33,9	34	66,7
IV.	10 - 20	6 - 11	3,8	175,3	155,2	345,9
V.	> 20	> 11	0,4	479	533,6	790,3

## b)

Charakteristika povodí

Characteristic of catchment

Plocha povodí	27,18 [km <sup>2</sup> ]
Délka toku	8,2 [km]
Průměrný sklon toku	4,1 [%]
Střední sklon povodí	20,6 [%]
Min. nadm. výška	302 [m]
Max. nadm. výška	741 [m]
Střední nadm. výška	497 [m]
Zalesnění povodí	76,8 [%]
Obvod povodí	24,1 [km]

## c)

Využití území

Use of area

	Výměra [ha]	Výměra [%]
orná půda	58,5	2,2
trvalé travní porosty	520,1	19,2
lesy	2088,3	76,8
vodní plochy	3,9	0,1
zastavěné plochy	46,8	1,7

## d)

Povodí Rusavy - procentické zastoupení dřevin a věkové složení

Rusava catchment – proportional representation of woody species and age composition

Zastoupení dřevin				Věkový stupeň %			
SM	27,60%	DB	1,70%	-10	8,4	71 - 80	9,2
JD	2,60%	BK	13,60%	11 - 20	6,7	81 - 90	10,3
BO	0,90%	JV	0,20%	21 - 30	3,9	91 - 100	9,2
MD	0,70%	JS	0,30%	31 - 40	6,8	101 - 110	5,7
ost. jehl.	0,40%	ost. list.	52,00%	41 - 50	7,6	111 - 120	2,6
<b>jehl. celkem</b>	<b>32,20%</b>	<b>listn. celkem</b>	<b>67,80%</b>	51 - 60	16,5	120+	3,7
				61 - 70	9,4		

Tab. 1.

Základní hydrologické charakteristiky povodí Rusavy

Basic hydrological characteristics of Rusava catchment



a. Povodňová vlna 1: Rusava (Chomýž)	Vlna 1 (1986)	Vlna 2 (1995)
Začátek příčinného deště:	5. 6. 1986 7,30 hod	26. 4. 1995 7,30 hod
Konec příčinného deště:	5. 6. 1986 18,00 hod	27. 4. 1995 9,30 hod
Kulminační průtok	9,64 m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup>	5,82 m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup>
Celková výška příčinného deště H <sub>S</sub>	20,10 mm	31,80 mm
Celková výška efektivního deště H <sub>O</sub>	11,71 mm	10,95 mm
Kumulativní infiltrace (vč. retence) V	8,39 mm	20,85 mm
Průměrný koeficient nenasycené hydraulické vodivosti K <sub>S</sub>	1,1 mm · hod <sup>-1</sup>	1,2 mm · hod <sup>-1</sup>
Průměrný retenční koeficient sacího tlaku S <sub>f</sub>	7,1 mm · hod <sup>-1/2</sup>	8,3 mm · hod <sup>-1/2</sup>
Výška předchozího deště za uplynulých 5 dnů A <sub>R</sub>	52,9 mm	24,50 mm

**Tab. 2.**  
Základní charakteristiky srážko–odtokových případů  
Basic characteristic of rainfall-runoff causes

## Implementace modelu KINFIL2

### Rekonstrukce pozorovaných případů

Při geometrizaci topografických ploch platí zásada, že transformace základních geomorfologických vlastností do odpovídajících geometrických útvarů (kaskáda dešek, konvergentní nebo divergentní segmenty a charakteristické úseky koryta) by neměla jít do přílišných podrobností, avšak sklonovým a drsnostním poměrům by měla být věnována pozornost. Tuto zásadu potvrdila i citlivostní analýza modelu KINFIL (Kovář et al. 2002) a rozbor srážko–odtokových událostí na povodí Rusavy.

Jednotlivá subpovodí byla rozlišena především podle sklonových, půdních a „land use“ poměrů. V nich byly určeny pomocí GIS kaskády o 1 - 4 elementech. Celkem bylo rozlišeno do odtokových procesů 12 základních subpovodí, ve kterých se odtokový proces rozlišil ve 29 odtokových elementech, tj. v 29 podrobných subpovodích. Pro povodí o této ploše (cca 27 km<sup>2</sup>) měří průměrně jedno subpovodí cca 1 km<sup>2</sup>, což je pro mechanismus odtoku při neustáleném pohybu se změnami drsností a změnami průtočných profilů přijatelné výpočetní (explicitní) schéma.

Rusava (Chomýž), F = 27,177 km <sup>2</sup>											
Subpovodí	Plocha	Plocha číslo	Plocha dílčí	Šířka	Délka	Sklon	Využití pozemků [%]				
Č.	[km <sup>2</sup> ]	Č.	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[km]	[-]	Les	PTP	Orná	Zást.	Voda
DP 11	5.769	111	1.789	4.13	0.43	0.300	84	16	0	0	0
		112	2.249	4.13	0.55	0.270	96	4	0	0	0
		113	1.731	4.13	0.42	0.229	90	9	0	1	0
DP 12	6.003	121	2.348	3.84	0.61	0.296	62	38	0	0	0
		122	1.605	3.84	0.42	0.264	50	48	0	2	0
		123	2.050	3.84	0.53	0.241	38	53	0	7	1
DP 13	1.474	131	0.807	1.71	0.47	0.261	81	19	0	0	0
		132	0.667	1.71	0.39	0.272	50	44	0	6	0
DP 14	0.017	141	0.017	0.30	0.06	0.091	8	17	75	0	0
DP 15	4.144	151	2.274	3.62	0.63	0.275	87	7	6	0	0
		152	1.423	3.62	0.39	0.199	49	29	19	3	0
		153	0.447	3.62	0.12	0.155	25	59	2	14	0
DP 16	0.224	161	0.066	0.72	0.09	0.068	1	12	87	0	0
		162	0.158	0.72	0.22	0.053	20	35	25	16	3
DP 21	2.417	211	0.411	2.93	0.14	0.289	100	0	0	0	0
		212	1.293	2.93	0.44	0.275	100	0	0	0	0
		213	0.713	2.93	0.24	0.210	84	12	0	3	1
DP 22	4.022	221	1.786	2.99	0.60	0.253	100	0	0	0	0
		222	1.193	2.99	0.40	0.267	100	0	0	0	0
		223	1.043	2.99	0.35	0.203	84	12	0	4	0
DP 23	1.640	231	0.924	1.35	0.68	0.302	100	0	0	0	0
		232	0.717	1.35	0.53	0.310	93	7	0	0	0
DP 24	0.331	241	0.201	0.31	0.65	0.296	100	0	0	0	0
		242	0.130	0.31	0.42	0.397	100	0	0	0	0
DP 25	0.475	251	0.311	1.29	0.24	0.329	78	12	10	0	0
		252	0.164	1.29	0.13	0.232	77	15	7	1	0
DP 26	0.662	261	0.153	0.72	0.21	0.315	100	0	0	0	0
		262	0.205	0.72	0.28	0.207	78	22	0	0	0
		263	0.304	0.72	0.42	0.130	18	69	8	5	0

**Tab. 3.**  
KINFIL2: Schematizace povodí Rusavy  
KINFIL2 View on Rusava catchment

V době vzniku obou povodňových vln bylo povodí poměrně značně nasyceno předcházejícími srážkami na stav PVP III (tj. stav předchozích vláhových poměrů: PVP – 3. stupeň nasycení). Denní hodnoty srážek za předchozích 50 dnů před začátkem příčinné srážky byly k dispozici.

Přílohy G1, G2 a tab. 3 ilustruje způsob geometrizace povodí podle principu vytváření mechanismu přímého odtoku (KINFIL2). Tabulka 3 přehledně uvádí geometrické parametry jednotlivých subpovodí. Pro rekonstrukci obou vln byly použity proměnlivé hydraulické drsnosti, charakterizující výrazně turbulentní svahové proudění, drsnost  $n$  (Manning) se pohybuje mezích 0,2 – 0,4 podle zastoupených kultur. Transformace průtoků korytem byla řešena pouze u vlny 1, ale po zjištění minimálních transformačních účinků koryta (< 3 %) jsme aplikaci modelu Muskingum-Cunge (M-C) nepoužili.

Přílohy G3 a G4 uvádějí výsledky srovnání měřených a vypočtených průtoků Rusavy pro obě vlny. Výsledky rekonstrukce jsou vyhodnoceny podle tabulky 4 následovně:

Vlna č.: datum	Koeficient determinace RE (-)	Koeficient variace PE (-)	Chyba v kulminaci PEAK (%)
Vlna 1: 5. – 6. 6. 1986	0,72	0,31	2,76
Vlna 2: 26. – 27. 4. 1995	0,84	0,26	-7,54

Poznámka: Pro nejlepší shodu průtokových pořadnic platí RE = 1,0, PE = 0,0.

#### Tab. 4.

Statistické vyhodnocení shody měřených a vypočtených průtoků

Statistical evaluation of accordance of measured and calculated discharges

## Scénářové simulace

Po rekonstrukčních výpočtech obou povodňových epizod bylo přistoupeno k simulaci scénáře, reprezentujícího stav povodí, kdy byl smýcen lesní porost v ploše 50 % ve věkové třídě od 60 let výše, zvláště na svazích se sklonem vyšším než 12 %. Scénářová změna je simulována následujícími změnami parametrů modelem KINFIL2 v tabulce 5.

Scénářovou simulaci obsahují přílohy G3 a G4. Infiltrační parametry  $K_s$  a  $S_f$  byly odvozeny z parametrů odtokových křivek CN, hodnoty Manningových drsností byly převzaty z literatury (CHOW 1982). Výsledky simulované nepříznivým scénářem ukazují zvýšení průtoků dokonce až o cca 15 %, což je v souladu s dříve aplikovanými scénářovými simulacemi, používanými na jiných povodích podobných charakteristik.

Parametr	Kalibrované (rekonstrukční) hodnoty parametrů	Scénářové hodnoty parametrů
průměrné $CN_{II}$	73,0 (-)	76,0 (-)
mezní intercepce WIC	2,0 (mm)	1,2 (mm)
Mannigova drsnost $n$ :	$n < 0.2; 0.4 >$	$< 0.2; 0.3 >$

#### Tab. 5.

Scénářové změny parametrů modelu KINFIL2

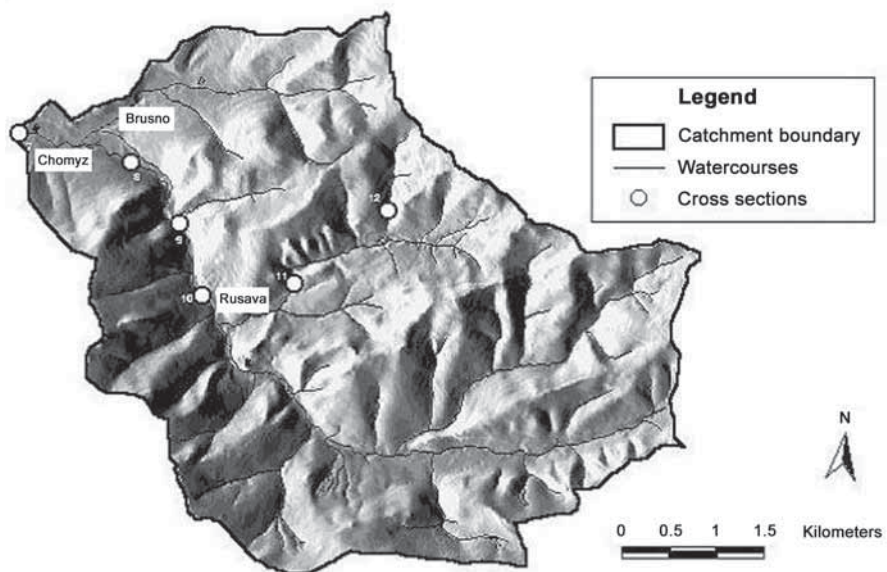
Scenario changes of model KINLIF2 parameters

## Závěry

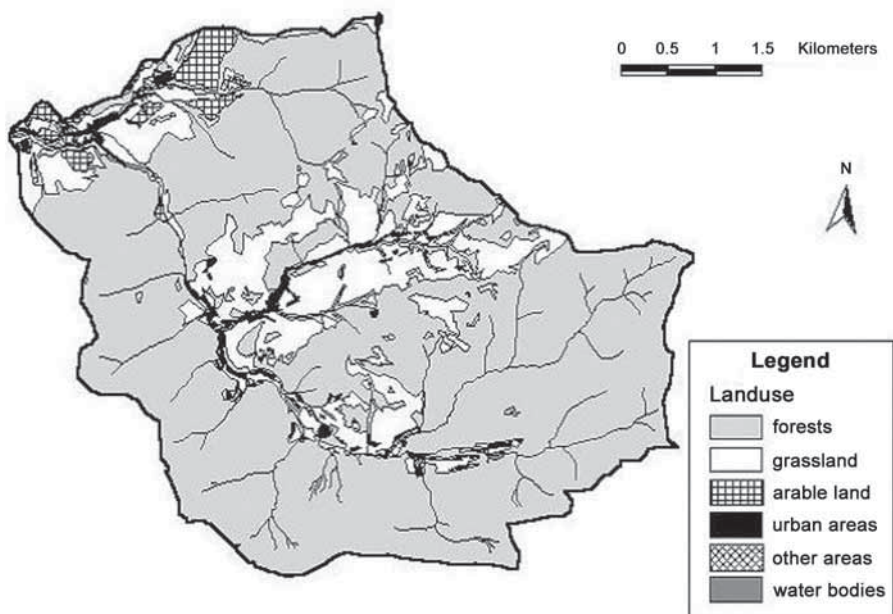
Model KINFIL 2, který je fyzikálně založeným distributivním deterministickým srážko-odtokovým modelem, je osvědčeným modelem pro účely simulační (scénářové), rekonstrukční i návrhové. Ve spojení s technikou GIS, která rovněž respektuje plošnou heterogenitu povodí, tvoří výkonný a poměrně důmyslný aparát pro povodňové analýzy. Scénářová simulace reflektuje možnost změny extrémní srážko-odtokové situace s nestrukturálními zásahy v povodí, tj. změnami po provedení radikálního zásahu odlesnění holosečí na 50 % pozemků v lesní trati.

## Literatura

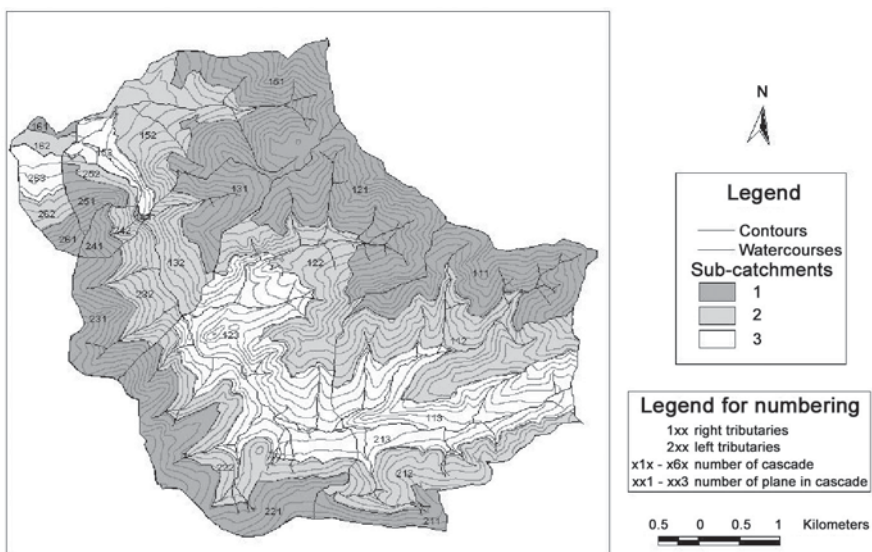
- CHOW, V. T.: Open Channel Hydraulics. N.Y., McGraw-Hill, 1982  
Institute of Hydrology: Flood Studies Report No. 49. U. K., Wallingford-Oxon 1975.
- KOVÁŘ, P.: Možnosti určování návrhových průtoků na malých povodích modelem KINFIL. Vodohospodářský časopis, 1992, s. 197-220, ÚHH SAV Bratislava.
- KOVÁŘ, P., CUDLÍN, P., HEŘMAN, M., ZEMEK, F., KORVYTAŘ, M.: Analysis of flood events on small river catchments using the KINFIL model. J. Hydrol. Hydromech., 50, 2002, č. 2, s. 157-171.
- KOVÁŘ, P., CUDLÍN, P., ŠAFÁŘ, J.: Simulation of hydrological balance on experimental catchments Všeminka and Dřevnice in the extreme periods 1992 and 1997. 2004
- MOREL-SEYTOUX, H. J. VERDIN, J. P.: Extension of the Soil Conservation Service. Raifall-Runoff Methodology for Ungauged Watersheds-Colorado, USA, 1981
- US SCS: Urban hydrology for small watersheds. U. S. Soil Conservation. Technical Release 55 (13). Washington, Service 1996.



**G1a.**  
Topografická mapa povodí Rusavy  
Topographic map of the Rusava catchment



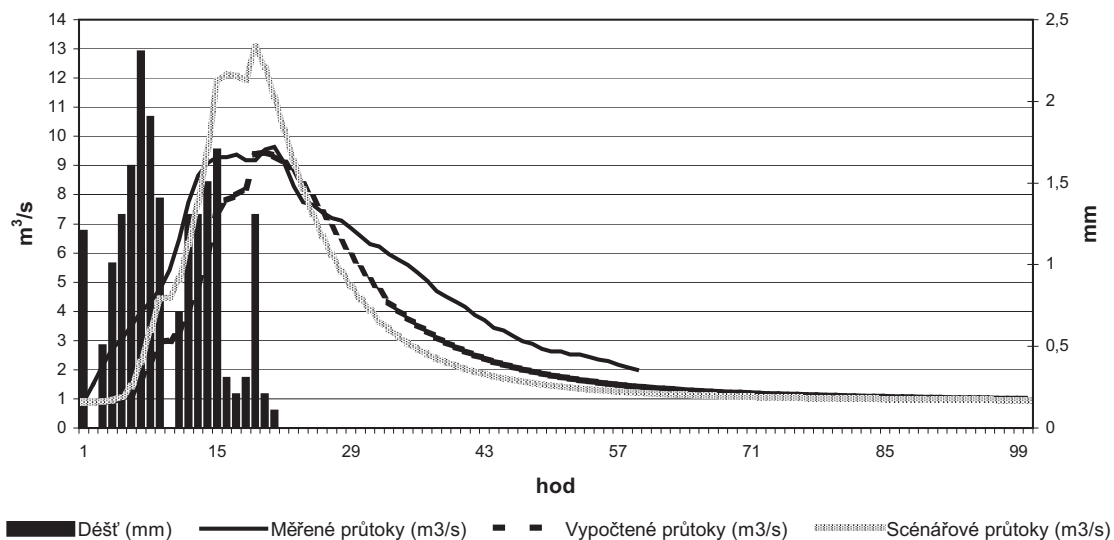
**G1b.**  
Land-use na povodí Rusavy  
Land-use at the Rusava catchment



**G2.**

Rozdělení na subpovodí – schematizace odtoku Rusavy

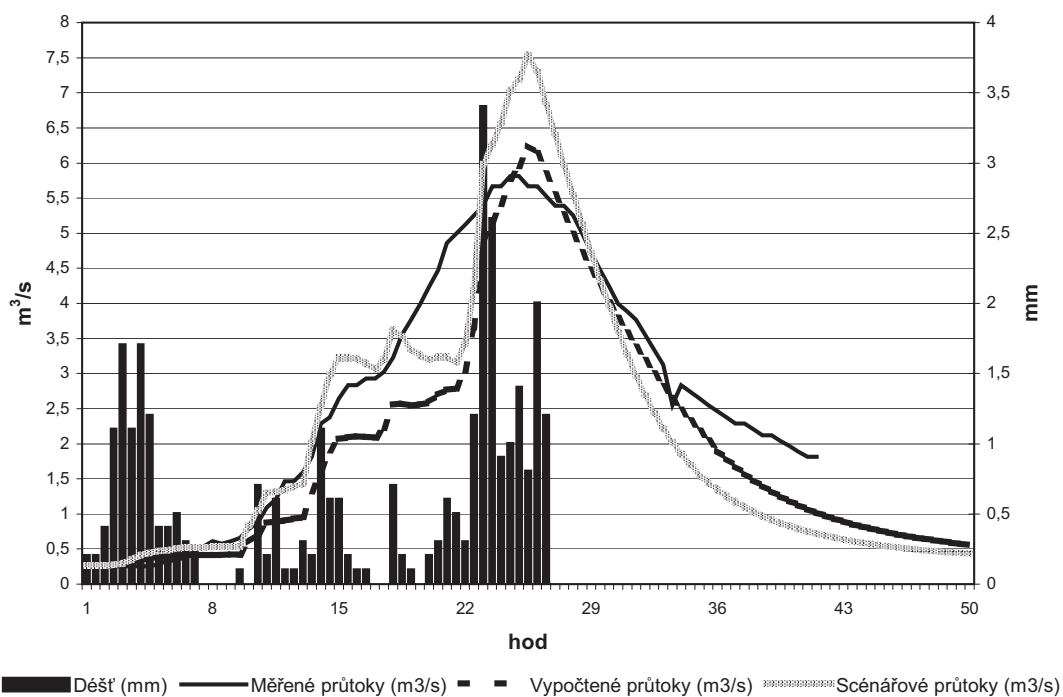
Distribution at sub-catchment – view on the Rusava runoff



**G3.**

Měřené, vypočtené a scénářové průtoky (KINFIL 2) na povodí Rusavy – VLNA 1, 5 – 6. 6. 1986

Measured, calculated and scenario discharges (KINFIL2) at the Rusava catchment – wave 1, June 5 – 6, 1986



**G4.**

Měřené, vypočtené a scénářové průtoky (KINFIL 2) na povodí Rusavy – VLNA 2, 26 – 27. 4. 1995  
 Measured, calculated and scenario discharges (KINFIL2) at the Rusava catchment – wave 2, April 26 – 27, 1995

## POZNÁMKY K RŮSTU SEMENÁČKŮ OLŠE

Notes to the growth of the saplings of *Alnus*

## Abstract

Alders (*Alnus glutinosa*) were planted in the nursery near Kostelec n. Č. l. in the nursery substrate and soil from bulldozer-degraded plots on the Boleboř sites in the Ore Mts. The height growth was good in the nursery soil, but alders died in the Boleboř soil. *Frankia* nodules were observed on the alder roots in the nursery substrate.

**Klíčová slova:** olše, půda z ploch degradovaných buldozerem

**Key words:** alder, soil from bulldozer-degraded plots

## Úvod

Olše patří k dřevinám, které se obecně používají k rekultivacím půd nejen v lesnictví na degradované půdy, ale například i na výsypky po těžbě surovin. Olše byly rovněž jednou z dřevin využívaných v 80. letech při zalesňování imisních holin na náhorní plošině Krušných hor. Pro meliorační využití mají olše několik nesporných výhod: jejich listy se snadno rozkládají a přispívají k obohacení půdy organickými látkami a současně olše vytvářejí na kořenech symbiotické hlízky s aktinomycetami rodu *Frankia*, schopnými vázat vzdušný dusík. Možnost využití olší jako pionýrských dřevin na imisních plochách je závislá na podmínkách klimatických i půdních a také na schopnosti aktinomycet přežít v půdě.

Při porovnávání růstu sazenic olší v zemině z plochy s buldozerovou přípravou (Krušné hory) se zeminou z lesní školky rostly olše v zemině z lesní školky lépe než v zemině z Krušných hor, zvláště v druhém roce pokusu. V krušnohorské zemině nehynuly a na jejich kořenech se objevovaly i symbiotické hlízky (MÖLLEROVÁ, ULBRICHOVÁ 2002).

## Materiál a metodika

Do minerální zemin z Boleboře (Krušné hory) a zemin z lesní školky v Louňovicích byla vyseta *Alnus glutinosa*. Po šesti měsících bylo hodnoceno náhodně odebraných 50 semenáčků, po 18 měsících byl dokončen pokus a všechny rostliny změřeny. Hodnocena byla délka nadzemní části rostlin, délka kořenů a přítomnost symbiotických hlízek na kořenech olší.

Zemina z Boleboře byla pomocí testu klíčivosti řeřichy seté (*Lepidium sativum*) v kontrolní destilované vodě a ve výluhu zemin v destilované vodě 1 : 10 a 1 : 100 testována na toxicitu. Minerální zemina z Boleboře (Krušné hory) byla vysušena a analyzována (pH-H<sub>2</sub>O 5,55, pH-KCl 4,3, P 14,6 mg/kg, K 45 mg/kg, Ca, 640 mg/kg, Mg 99 mg/kg, % C 3,586, % S 0,089, % N 0,207).

Zemina z lesní školky v Louňovicích byla vysušena a analyzována (pH-H<sub>2</sub>O 6,6, pH-KCl 5,87, P 54,2 mg/kg, K 199 mg/kg, Ca 3410 mg/kg, Mg 376 mg/kg, % C 16,91, % S 0,114, % N 0,744).

Pozn.: pH podle ISO /DIS 10390, obsah prvků byl stanoven z jemnozeme (v mg/kg vzorku) ve výluhu podle Mehlich II.

## Výsledky a diskuze

Olšové osivo na obou zeminách vzešlo velmi dobře, v průběhu růstu docházelo k odumírání rostlin. Na substrátu z lesní školky z 50 náhodně odebraných semenáčků ve věku 6 měsíců bylo 30 živých, 20 odumřelo v průběhu růstu, v minerální zemině z Boleboře semenáčky po vzejití uhynuly, z 50 náhodně odebraných rostlin byly pouze 3 rostliny živé. U většiny uhynulých semenáčků z bolebořské zemině začínaly hnít kořeny.

Na louňovické zemině byla nadzemní část živých rostlin i délka kořenů průměrně 2x větší než u rostlin uhynulých. Na některých kořenech i u uhynulých rostlin byly hlízky. To znamená, že olše vyklíčily a začaly růst, přijímaly živiny ze zeminy. Teprve později postupně někteří jedinci odumírali. Nejméně proměnlivá charakteristika rostlin byla délka nadzemní části semenáčků (tab. 1.)

V bolebořské zemině semena vyklíčila, ale jejich růst byl velmi brzy ukončen, pravděpodobně po vyčerpání zásob živin ze semene. Nadzemní část dosáhla délky do 2 cm. Kořeny zastavily brzy růst a začaly hnít, neobjevily se na nich žádné hlízky (tab. 2). Hynutí semenáčků lze přičítat vlastnostem zeminy. Po 18 měsících byly z výsevu do bolebořské zemině nalezeny pouze 2 živé rostliny.

Semenáčky v zemině z lesní školky dosáhly po 18 měsících dvojnásobné délky nadzemní části proti semenáčkům starým 6 měsíců, kořeny za stejnou dobu dosáhly trojnásobné délky v porovnání se šestiměsíčními semenáčky. Na kořenech většiny olší se v louňovické zemině vytvořily hlízky (tab. 3).

Nápadně hromadné uhynutí semenáčků na bolebořské zemině bylo podobné projevům toxického působení např. těžkých kovů. Proto byl použit test klíčivosti rychle klíčících rostlin, ověřující schopnost klíčení ve výluhu zeminy v porovnání s kontrolní destilovanou vodou. Jako testovací rostlina byla zvolena řeřicha setá (*Lepidium sativum*). Klíčivost řeřichy nebyla působením výluhu 1 : 100 ani 1 : 10 nijak ovlivněna. V prvních dnech dokonce řeřicha klíčila lépe ve výluhu zeminy než v kontrole. Sedmý den se klíčivost nelišila v testovaných roztocích od kontroly (tab. 4).

Při toxickém působení těžkých kovů dochází k deformacím klíčících rostlin, především k zastavení růstu kořene. Nadzemní část rostliny pak roste rychleji než kořen, někdy je kořen pouze 1 – 2 mm dlouhý. Klíčení řeřichy ve výluhu bolebořské zemině se nezpůsobilo proti kontrole, žádná z klíčících rostlin nejevila znaky deformity, neopozdil se růst kořene vůči nadzemní části, kořen byl po celou dobu pokusu u všech klíčících rostlin delší než nadzemní část.

Z toho lze usuzovat, že se v případě hynutí semenáčků olše nejednalo o toxické působení např. těžkých kovů v zemině. Hynutí semenáčků bylo způsobeno jinými vlastnostmi bolebořské zemině, např. fyzikálními vlastnostmi, nízkým pH, nedostatkem organické hmoty v půdě nebo nedostatkem některých živin.

## Závěr

Z výsledků je patrná velmi špatná kvalita zeminy na náhorních plošinách Krušných hor, do které byly po shrnutí nadložního humusu v 80. letech běžně vysazovány různé druhy dřevin, mimo jiné olší. Tato zemina má nízké obsahy živin a svými vlastnostmi negativně ovlivňuje rozvoj kořenového systému i symbiózu s aktinomycetami. Možnost růstu olší ze semen, např. samovolná obnova, je na této zemině velmi malá. Do zeminy lze sázet pouze vzrostlé sazenice.

Živé semenáčky/Live saplings (n = 30)	Průměr Mean	S	s <sup>2</sup>	V (%)
Nadzemní část/Shoots (cm)	7,89	2,60	6,74	32,9
Kořeny/Roots (cm)	4,11	2,34	5,47	56,9
Hlízky/Nodules	1,20	1,54	2,37	128,3
Odumřelé semenáčky/Deceased saplings (n = 20)				
Nadzemní část/Shoots (cm)	4,51	1,35	1,81	29,9
Kořeny/Roots (cm)	2,18	1,18	1,39	54,2
Hlízky/Nodules	0,15	0,37	0,13	244,0

**Tab. 1.**  
Růst semenáčků v zemině z lesní školky (6 měsíců)  
Growth of the saplings in the nursery soil (6 months)

Živé semenáčky/Live saplings (n = 3)	Průměr Mean	S	s <sup>2</sup>	V (%)
Nadzemní část/Shoots (cm)	2,07	0,25	0,06	12,1
Kořeny/Roots (cm)	1,80	0,70	0,49	38,5
Odumřelé semenáčky/Deceased saplings (n = 47)				
Nadzemní část/Shoots (cm)	1,81	0,36	0,13	19,7
Kořeny/Roots (cm)	1,31	0,56	0,31	42,4

**Tab. 2.**  
Růst semenáčků v zemině z Boleboře (6 měsíců)  
Growth of the saplings in the Boleboř soil (6 months)

Boleboř – živé semenáčky/Live saplings (n = 2)	Průměr Mean	S	s <sup>2</sup>	V (%)
Nadzemní část/Shoots (cm)	9,60			
Kořeny/Roots (cm)	12,70			
Louňovice - živé semenáčky/Live saplings (n = 28)				
Nadzemní část/Shoots (cm)	14,63	6,60	43,61	45,2
Kořeny/Roots (cm)	12,04	8,16	66,59	67,8
Hlízky/Nodules	6,82	6,80	46,30	99,7

**Tab. 3.**  
Růst semenáčků v zemině z Boleboře a lesní školky Louňovice (18 měsíců)  
Growth of the saplings in the Boleboř soil and the nursery soil (18 months)

Den/Day	K (%)	1 : 100 (%)	1 : 10 (%)
1.	0	0	0
2.	9	14	15
3.	31	39	36
4.	43	47	42
7.	43	47	44

**Tab. 4.**  
Klíčivost řeřichy seté (*Lepidium sativa*) v destilované H<sub>2</sub>O (K) a výluhu zeminy z Boleboře 1 : 10 a 1 : 100  
Germination of *Lepidium sativa* in distilled H<sub>2</sub>O (K) and soil extracts (Boleboř) 1 : 10 and 1 : 100

## Literatura

- MÖLLEROVÁ J., ULBRICHOVÁ I.: Růst sazenic olše v různých podmínkách. [The growth of *Alnus* – seedlings in the different conditions] In: Karas, J., Podrázský, V. (eds.): Současné trendy v pěstování lesů. Sborník příspěvků mezinárodní konference konané ve dnech 16. – 17. 9. 2002 v Kostelci n. Č. l. v rámci grantu MSM 414100009 Restoration of functioning forest ecosystems of the Krušné hory (Ore Mts.). Praha, ČZU 2002, s. 90-93. ISBN 80-213-0938-5,
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I., MOSER K.: Vývoj lesních ekosystémů na lokalitě degradované buldozerovou přípravou půdy na výzkumné ploše Boleboř. In: Sborník Krajina, les a lesní hospodářství, Kostelec n. Č. l. 22. 1. 2001, s. 141-154