

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 39, No. 8 - 9, 1993

OBSAH – CONTENTS

Šindelář J., Frýdl J.: Heterozní růst mezidruhových kříženců modřínu opadavého (<i>Larix decidua</i> Mill.) a modřínu japonského (<i>Larix leptolepis</i> Gord.) a jejich vývoj – Heterosis growth on interspecific hybrids of European larch (<i>Larix decidua</i> Mill.) and Japanese Larch (<i>L. leptolepis</i> Gord.) and their development.	313
Kratochvíl M.: Studie o přirozené obnově borovice lesní obrubnou sečí – Study of Scotch pine natural regeneration by border cutting	323
Kobliha J.: Růst potomstev smrku ztepilého [<i>Picea abies</i> (L.) Karsten] z různých oblastí ČR – Growth of Norway spruce [<i>Picea abies</i> (L.) Karsten] progenies from various regions of the Czech Republic.	331
Vyskot M.: Underground biomass of adult Norway spruce – Podzemní biomasa adultního smrku	337
Jakubis M., Jakubisová M.: Hodnotenie vodných tokov vnútra kaldery v Chránenej krajinej oblasti - biosférickej rezervácii Poľana – Evaluation of streams inside the caldera in a Protected Landscape Area - Poľana Biospherical Preserve.	349
Mrkva R.: Ochrana lesa: ekologické pojetí a rozvoj – Forest protection: ecological interpretation and development.	357
Háňel L.: Půdní hlístice (<i>Nematoda</i>) ve smrkových lesích Krušných hor poškozených imisemi – Soil nematodes (<i>Nematoda</i>) in Norway spruce forests of the Krušné hory Mts. injured by immissions.	365
Kula E.: Disperze vajíček a sezónní populační dynamika mšice <i>Eucерaphis betulae</i> (Koch) na bříze – Egg dispersion and seasonal population dynamics of the aphid <i>Eucерaphis betulae</i> (Koch) on birch	370
Vach M.: Hormonální poruchy vývoje parůžků – Hormonal disorders of antler development.	378

LESNICTVÍ - FORESTRY

Mezinárodní vědecký časopis - An International Journal

Redakční rada - Managing Editorial Board

Doc. Ing. Vladimír Č h a l u p a, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří B a r t u n ě k, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

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

Ing. Ján I l a v s k ý, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef K o n ô p k a, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan K o u b a, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Vladimír K r e ě m e r, CSc. (160 00 Praha 6, Na loukoti 20, Czech Republic)

Ing. Václav L o c h m a n, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnady, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Š m e l k o, DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav V y s k o t, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

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

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 20 stran (psané obřádku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

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

Scope of Journal

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

Manuscripts

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

Subscription Information

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

HETEROZNÍ RŮST MEZIDRUHOVÝCH KŘÍŽENCŮ MODŘÍNU OPADAVÉHO (*LARIX DECIDUA* MILL.) A MODŘÍNU JAPONSKÉHO (*LARIX LEPTOLEPIS* GORD.) A JEJICH VÝVOJ

J. Šindelář, J. Frýdl

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

Ke zjištění dalších informací o růstu a vývoji mezidruhovými kříženci modřínu opadavého a modřínu japonského bylo využito výsledků hodnocení potomstev na třech výzkumných plochách. Měření výšek, výčetních tlouštěk a jakosti (tvárnosti) kmene se uskutečnilo ve věku 5, 12 a 22 let. Luxuriantní růst mezidruhovými kříženci je - ve srovnání s potomstvy modřínu opadavého z volného správního - značný a dosahuje ve věku 12 let značných hodnot (u výšek v průměru 20 %, u výčetních tlouštěk 25 % a u objemové produkce více než 100 %). Heterozní efekt je u mezidruhovými kříženci značný i ve věku 22 let. Je však patrný, ve srovnání se stavem ve 12 letech, náznak určitého relativního poklesu. Tyto skutečnosti jsou impulsem k tomu, aby výzkum věnoval tomuto problému nadále pozornost.

Larix decidua Mill.; *Larix leptolepis* Gord.; kříženci; heterozní růst

ÚVOD A PŘEHLED LITERATURY

Pokud jde o rod *Larix*, je obecně známa jeho tendence tvořit mezidruhovými kříženci. Na hranici přirozeného rozšíření modřínu sibiřského (*Larix sibirica* Ledeb.) a dahurského (*L. gmelinii* Litv.) u Bajkalského jezera byl v řadě případů nalezen a identifikován spontánní mezidruhovými kříženci, který byl označen jako *Larix* Czeka-nowski Szafer (Szafer, 1919; Ostenfeld, Syrach Larsen, 1930). Spontánně vznikl kříženci některých druhů rodu *Larix* byli zjištěni v parcích a arboretech na několika lokalitách ve Švýcarsku, v bývalém SSSR a Dánsku (Dimpfelmeier, 1959). Nejznámější v rámci rodu *Larix* je však mezidruhovými kříženci, který byl pozorován ve Skotsku v parku Dunkeld, byl identifikován jako hybrid druhů *Larix leptolepis* Gord. a *Larix decidua* Mill. a označen *Larix eurolepis* Henry (Henry, Flood, 1919). Spontánní kříženci druhů *Larix decidua* a *L. leptolepis* byli nalezeni na řadě dalších lokalit, mj. i v České republice v rámci lesního hospodářského celku Hořice, Vítkov aj. (Šindelář, 1983). Veškeré zprávy o mezidruhovými kříženci modřínu (specificky o hybridech modřínu opadavého a japonského) zdůrazňují rychlý růst a podstatně větší produkci biomasy ve srovnání s rodičovskými druhy a větší odolnost k rakovině modřínu než vykazují modříni opadaví.

Na základě těchto informací vznikl o mezidruhovými kříženci značný zájem a v mnoha zemích bylo začato s hybridizačními pokusy. V současné době proto existuje již nejen mnoho výsadeb experimentálních, ale i řada produkčních porostů hybridních modřínu zejména ve Skotsku, Anglii, Dánsku aj. K produkci hybridního osiva se zakládají semenné sady, přičemž metodický postup jejich výsadby je různý podle cíle práce a názoru pracovníků. Vedle sadů k produkci hybridního osiva F_1 generace jsou zakládány sady k produkci osiva F_2 hybridní generace.

Od počátku třicátých let tohoto století až dosud se uskutečnilo velké množství hybridizačních programů v rámci rodu *Larix* a z toho v největším rozsahu křížení modřínu opadavého a modřínu japonského. Průkopníkem těchto prací je Syrach Larsen (1937, 1956), který realizoval řadu pokusů s různými kombinacemi vybraných druhů rodu *Larix*. Potomstva získaná křížením rostou dnes na velkém množství výzkumných ploch, resp. ověřovacích testovacích výsadeb. Nejstarší potomstva již výrazně překročila věk 50 let. Znamé jsou četné hybridizační práce a jejich výsledky z Německa (Dengler, 1941; Langner, 1953; Gothe, 1953, aj.; Dimpfelmeier, 1959; Hering, Braun, 1992; Weiser, 1992), Švédska (Eklund, 1943; Kiellander, 1957, 1962, 1965, aj.), Velké Británie (Laing, 1944), Francie (Bastien, Keller, 1980; Le Can, 1981; Paques, 1992, aj.), USA (Littlefield, Eliason, 1939; Paton, 1942, aj.). V pracích a výsledcích experimentů se uvádějí především informace o růstu a produkci (výškový růst, tloušťkový růst, produkce biomasy), údaje o tvárnosti kmene a některé poznatky o rozsahu napadení mezidruhovými kříženci škůdci a chorobami.

První výzkumnou plochu s mezidruhovými hybridy v ČR založil Vincent a použil osiva hybridů F_1 a F_2 , které získal ze Skotska (Vincent, Féry, 1965). Relativně velký program křížení v rámci rodu se uskutečnil v r. 1967 (Šindelář, Musil a další). Bylo získáno značné množství osiva, ze kterého bylo založeno 21 výzkumných ploch v různých oblastech Čech a Moravy. Další hybridizační program v rámci rodu *Larix* se v ČR realizoval v r. 1981 (Šindelář, Hynek, Frýdl). Základ práce tvoří klony druhu *Larix decidua*, pro křížení jako dárci pylu byly využity klony druhů *L. leptolepis*, *L. gmelinii*, *L. sibirica* a *L. potanini* (Frýdl, 1990). V pracích se ve VÚLHM Jiloviště-Strnady dále pokračuje. Kombinace křížení modřínu v ČR a jeho výsledky (růst potomstev v juvenilním věku) jsou známy z práce Vincenta, Machanického (1972).

Perspektivy mezidruhovými hybridizace v rámci rodu *Larix* byly analyzovány mj. při příležitosti konference ke stoletému výročí založení IUFRO (Weisgerber, Šindelář, 1992; Paques, 1992; Philippe, Valadon, 1992; Hering, Braun, 1992; Weiser, 1992), dále předtím v pracích Kleinschmita (1988) a Šindeláře (1992). Jsou posuzovány vesměs pozitivně jako jeden významný směr v prakticky orientovaném šlechtění modřínu. Existuje však několik skutečností, které naznačují nutnost určité skepsy a zdrženlivosti a potřebu dalšího výzkumu k objasnění některých, zatím ne zcela dořešených problémů.

I. Přehled klonů (stromů), jejichž potomstva jsou zastoupena na výzkumných plochách – An overview of clones (trees) the progenies of which have been planted on research areas

Evidenční číslo ¹	Druh ²	Lesní závod ³	Lesní správa ⁴	Nadmořská výška ⁵ (m)	Původ ⁶	Věk ⁷ (r)	Výška ⁸ (m)	Výčetní tloušťka ⁹ (cm)	Tvárnost kmene ¹⁰	Použití ¹¹		
										Volné sprášení ¹²	Kontrolované křížení ¹³	
												0
5-4-11	<i>L. decidua</i>	Zábřeh	Hoštejn	510	AL	140 (58)	34	.	.	/	-	-
10-4-11	<i>L. decidua</i>	Šternberk	Dállov	310	AL	90 (58)	28	.	.	/	-	-
13-4-11	<i>L. decidua</i>	Litovel	Mladeč	280	AL	90 (58)	.	.	.	/	-	-
31-4-11	<i>L. decidua</i>	Šternberk	Mutkov	420	AL	80 (58)	34	51	1	/	-	-
43-4-11	<i>L. decidua</i>	Ruda nad Moravou	Ruda	480	AU	105 (58)	32	58	1	/	-	-
52-4-11	<i>L. decidua</i>	Ruda nad Moravou	Ruda	480	AU	105 (58)	32	40	1	/	/	/
2-4-12	<i>L. leptolepis</i>	Strážnice	Vápenky	620	AL	34 (58)	18	22	1	-	-	/
31-4-12	<i>L. decidua</i>	Luháčovice	Petrůvka	470	AL	120 (58)	27	31	1	/	/	-
41-4-12	<i>L. decidua</i>	Vsetín	Semetín	520	AL	90 (58)	38	45	1	/	-	-
1-4-13	<i>L. decidua</i>	Bruntál	Horní Benešov	600	AU	125 (58)	38	56	1	/	/	/
3-4-13	<i>L. decidua</i>	Bruntál	Horní Benešov	580	AU	130 (58)	36	52	1	/	-	-
11-4-13	<i>L. decidua</i>	M. Albrechtice	Albrechtice	360	AU	80 (58)	25	42	1	/	/	/
12-4-13	<i>L. decidua</i>	M. Albrechtice	Albrechtice	360	AU	80 (58)	26	41	1	/	-	-
13-4-13	<i>L. decidua</i>	M. Albrechtice	Albrechtice	360	AU	80 (58)	.	.	.	/	-	-
1-6-18	<i>L. decidua</i>	TANAP	Tatranská Lomnice	950	AU	110 (61)	22	45	1	/	-	-
Ž 1	<i>L. leptolepis</i>	Žehušice	park	300	AL	90 (67)	22	58	3	-	-	/

¹number, ²species, ³forest enterprise, ⁴forest administration, ⁵height above sea level, ⁶origin, ⁷age, ⁸height, ⁹breast-height diameter, ¹⁰stem shape, ¹¹use, ¹²open pollination, ¹³controlled pollination

(původ – origin: AU – autochtonní – autochthonous, AL – allochtonní – allochthonous;

tvárnost kmene – stem shape: 1 - zcela rovný – upright, 2 - velmi mírně zakřivený – very slightly curved, 3 - silněji zakřivený – somewhat more curved)

V rámci sdělení jsou zhodnocena potomstva na třech ověřovacích plochách. Na plochách 19 - Pelhřimov a 21 - Protivín je vysazeno po 16 potomstvech. Plochy jsou co do sortimentu potomstev i metodického způsobu založení identické. Na ploše 31 - Rumburk se sledují pouze čtyři potomstva na větších parcelách. Pouze jedna pokusná varianta je mezidruhový křížec.

Plochy jsou založeny metodou dvojité mříže ve čtyřech opakováních. Kolem ploch je vysazen vždy dvouřadý okrajový pás modřínů, který má vyloučit nebo omezit projevy porostních okrajů u vnějších řad výsadeb.

Výzkumné plochy byly měřeny, klasifikovány a hodnoceny jednotným způsobem ve věku 5, 12 a 22 let. Byla měřena celková výška všech jedinců, průměrné výškové tloušťky ve věku 12 a 22 let a okulárně klasifikována tvárnost kmene podle stupnice 1 - kmen zcela přímý, 2 - mírně jednostranně zakřivený, 3 - silně zakřivený, 4 - křivolaký (dvakrát a vícekrát zakřivený). Pro všechny zkoumané znaky byla vypočtena základní matematicko-statistická charakteristika. Proměnlivost byla zkoumána analýzou variance podle modelu

$$Y_{ij} = \mu + p_i + o_j + e_{ij}$$

kde: Y_{ij} - hodnota i -tého porostu v j -tém opakování,

μ - průměr pokusu,

p_i - efekt i -tého potomstva,

o_j - efekt j -tého opakování,

e_{ij} - experimentální chyba pokusu.

Vztahy mezi veličinami jednoho a téhož druhu na jednotlivých plochách i mezi plochami byly vyšetřovány výpočtem Spearmanova korelačního koeficientu podle pořadí. Vyhodnocení pokusu v rámci tohoto sdělení je orientováno výhradně na oblast mezidruhových křížců. Porovnání a hodnocení potomstev výběrových stromů z volného sprášení je předmětem další samostatné práce.

II. Přehled potomstev z volného sprášení a kontrolovaného křížení, vysazených na výzkumných plochách - An overview of the progenies from open pollination and controlled planted on research areas

Kombinace ¹			Druh (hybrid) ³	Výzkumná plocha ⁴		
Potomstvo - číslo ²				19	21	31
15	1-4-13	VS	L.d.	/	/	
18	1-6-18	VS	L.d.	/	/	/
24	3-4-13	VS	L.d.	/	/	
26	5-4-11	VS	L.d.	/	/	
28	10-4-11	VS	L.d.	/	/	
41	11-4-13	VS	L.d.	/	/	
44	12-4-13	VS	L.d.	/	/	
45	13-4-11	VS	L.d.	/	/	/
46	13-4-13	VS	L.d.	/	/	
48	31-4-11	VS	L.d.	/	/	
52	31-4-12	VS	L.d.	/	/	
70	41-4-12	VS	L.d.	/	/	
71	43-4-11	VS	L.d.	/	/	/
81	52-4-11	2-4-12	L.d. x L.l.	/	/	/
86	52-4-11	Ž 1	L.d. x L.l.	/	/	
90	52-4-11	VS	L.d.	/	/	

¹ cross combination, ² progeny-number, ³ species (hybrid), ⁴ research area

Mezidruhový křížec v rámci rodu *Larix*, specificky pak zejména hybrid modřínu opadavého a japonského, se ve většině hybridních kombinací vyznačují heterozním růstem a produkcí. Řada autorů proto vidí v mezidruhové hybridizaci hlavní směr pro další šlechtění modřínu (Kiellander, 1957, 1962; Dimpfelmeier, 1959; Langer, 1971; Bastien, Keller, 1980, aj.). Důvodem k opatření jsou však výsledky prací některých autorů (Scamoni, 1977; Gothe et al., 1980), kteří pozorováním na starších výzkumných plochách zjistili, že luxuriantní růst hybridních modřínů může mít dočasný charakter a že ve vyšším věku dochází k vyrovnávání produkce hybridních populací s potomstvy rodičovských druhů. K obdobným závěrům došel i Reck (1980). Konstatoval, že zvýšená produkce hybridů je zřetelně prokazatelná pouze ve věku 10 až 20 let. Podle jeho výsledků práce již v tomto věkovém rozmezí klesá běžný přírůstek objemový na úroveň a v některých případech dokonce pod úroveň „čistých“ druhů. V závěru práce proto Reck formuluje názor, že od hybridních modřínů lze očekávat vyšší přírůstový výkon (produkci) v biomase při krátkých až středně dlouhých obměnách. Podle jeho názoru je proto pro pěstování hybridních modřínů vhodná krátká až středně dlouhá doba obměny. V některých jiných případech byly však výrazné projevy heterozního růstu křížců modřínu opadavého a japonského pozorovány i ve vyšším věku nad 20 let (Langer, 1971; Ferrand, Bastien, 1985, aj.). Problém trvání projevu heterozie do středního a vyššího věku je z hlediska pozitivních výsledků prakticky orientovaného šlechtění velmi významný. Dosavadní výsledky výzkumu nejsou zatím dostatečně přesvědčivé a jednoznačné. Problém proto vyžaduje další řešení.

Určité informace o proměnlivosti a vývoji heterozního růstu mezidruhových křížců modřínu opadavého a japonského lze získat pozorováním i na některých plochách, které byly v ČR založeny v letech 1969 a 1970. U některých ploch jsou k dispozici také výsledky pozorování ve věku 5, 12 a 22 let. Výzkum, jehož výsledky stručně shrnuje tato práce, by měl proto objasnit zejména tyto otázky:

Projevuje se u potomstev vybraných hybridních kombinací druhů *Larix decidua* a *L. leptolepis* zřetelný heterozní růst a produkce ještě ve věku 22 let?

Jaký je vývoj ukazatelů luxuriantního (heterozního) růstu mezidruhových křížců v časové řadě 5, 12 a 22 let?

Jaký je vliv rozdílných ekologických poměrů stano-
višť, kde jsou jednotlivé ověřovací plochy s potomstvy založeny, na růst, produkci biomasy a jakost (tvárnost) kmene mezidruhových hybridů?

MATERIÁL A METODIKA

Na výzkumných plochách, které jsou předmětem hodnocení, je vysazeno celkem 16 potomstev (tab. I). Z tohoto počtu je 14 potomstev výběrových stromů modřínu opadavého z volného sprášení a dvě kombinace z mezidruhového křížení modřínu opadavého a modřínu japonského. U mezidruhových hybridů jde o kombinace, v nichž jako mateřský rodičovský partner vystupuje modřín opadavý a modřín japonský byly použity jako dárci pylu.

Výzkumná plocha č. ¹	Lesní závod ²	Lesní správa ³	Oddělení, porost ⁴	Nadmořská výška ⁵ (m)	Expozice ⁶	Sklon ⁷ (%)	Lesní typ ⁸	Předchozí porost ⁹	Rok výsadby ¹⁰
19	Pelhřimov	Černovice	407 A ₄	630	SZ	10	5 K (kyselá jedlová bučina)	lesní školka	1969
21	Protivín	Všeteč	105 C ₁	470	JZ	5	3 S (dubová bučina)	lesní školka	1969
31	Rumburk	Lobedava	112 M	430	rovina		5 S (jedlová bučina)	lesní školka	1970

¹research area no., ²forest enterprise, ³forest administration, ⁴compartment, forest stand, ⁵height above sea level, ⁶exposure, ⁷slope, ⁸forest type, ⁹preceding stand, ¹⁰year of planting

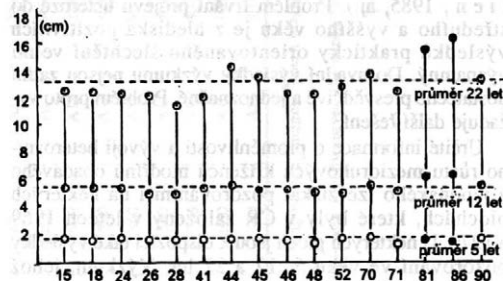
PŘEHLED VÝSLEDKŮ

K posouzení spolehlivosti hodnocených dat na ověřovacích plochách je potřebná orientace o rozsahu materiálu, který byl předmětem hodnocení. Ve věku 12 let bylo na všech třech plochách registrováno 2724 jedinců a ve věku 22 let 1617 stromů. Průměrný počet jedinců hodnocených pro jedno potomstvo byl ve věku 22 let na plochách 19, 21, 28 až 38 jedinců, na ploše 31, kde byly voleny větší parcely, pak 160 stromů. Počet jedinců na parcelách souborně i pro jednotlivá potomstva postačil k tomu, aby bylo možné plochy hodnotit s přijatelnou spolehlivostí. Tuto skutečnost dokumentují zejména výsledky analýzy variance a hodnoty opakovatelnosti, které se blíží, zejména pro výškový růst, hodnotě 0,70 nebo tuto hodnotu překračuje.

Výškový růst na plochách je uspokojivý a v průměru se blíží nebo přesahuje úroveň veličin růstových tabulek pro první bonitu (S c h o b e r, 1975). Analýza variance prokázala na všech třech plochách a to ve všech třech fázích pozorování statisticky významné rozdíly mezi průměrnými výškami zkoumaných potomstev. Potomstva mezidruhových hybridů na plochách zastoupená vykazují na všech plochách zřetelný luxuriantní výškový růst (heterozní efekt) ve věku 12 a 22 let. Ve věku 5 let není patrný. Ve 12 a 22 letech dosahují úrovně kolem 20 % ve srovnání s průměrnými hodnotami potomstev modřínu opadavého z volného sprášení. Stupeň heterozního efektu v období mezi 12. a 22. rokem se mění jen málo. Ve věku 12 a 22 let jsou potomstva mezidruhových hybridů ve výškovém růstu výkonnější než kterákoli potomstva modřínu opadavého z volného sprášení. Při po-

rovnání pořadí potomstev co do průměrných výšek na plochách, kde je totožný sortiment pokusných členů, tj. plochy 19 - Pelhřimov a 21 - Protivín, byly zjištěny určité rozdíly v pořadí (posloupnosti) jednotlivých potomstev. Korelační koeficienty podle pořadí jsou však jak do výšky ve věku 12 let (0,71), tak ve věku 22 let (0,70) statisticky signifikantní. Z této skutečnosti lze formulovat závěr o malém, statisticky nevýznamném vlivu faktoru interakce potomstvo x prostředí, resp. potomstvo x lokalita.

Vztahy výšek ve věku 12 a 22 let, zkoumané na plochách 19 - Pelhřimov a 21 - Protivín jsou statisticky vysoce významné (korelační koeficienty 0,80, 0,70) a naznačují, že výškový růst, zjištěný již ve věku 12 let,



1. Porovnání průměrných veličin pro plochu 19 - Pelhřimov - výšky - Comparison of the average variables for area 19 - Pelhřimov - heights
Pro obr. 1 - 7 - For Figs. 1 - 7: ○ volné sprášení - open pollination, ● mezidruhový hybrid - interspecific hybrid

IV. Základní charakteristika veličin na výzkumných plochách - Basic data on the research plots

Věk ¹ (let)	Plocha ²	Označení ³	Průměrná výška ⁴		Průměrná výčetní tloušťka ⁵		Průměrný index tvárnosti kmene ⁶	
			x_m	$vk_{\%}$	x_{cm}	$vk_{\%}$	x	$vk_{\%}$
5	19	Pelhřimov	1,727	25			3,348	75
	21	Protivín						
	31	Rumburk	1,743	21			3,278	72
12	19	Pelhřimov	5,441	18	8,049	28	1,923	23
	21	Protivín	6,356	19	8,168	26	1,216	34
	31	Rumburk	5,500	19	7,840	26	1,683	30
22	19	Pelhřimov	13,124	19	14,593	37	1,738	32
	21	Protivín	13,385	18	15,768	31	1,561	33
	31	Rumburk	14,323	17	15,150	27	1,828	33

¹age (years), ²area, ³designation, ⁴mean height, ⁵mean breast-height diameter, ⁶mean index of stem shape

může poskytovat přijatelnou představu o dalším průběhu výškového růstu do budoucnosti, a to nejméně do věku 22 let. Toto zjištění má význam z hlediska časné diagnostiky ve šlechtění lesních dřevin. Vztahy mezi průměrnými výškami ve věku pěti let a v dalších pokročilejších stadiích jsou statisticky nevýznamné. Informace získané v pětiletých výsadbách nemohou tedy poskytovat představu o dalším průběhu výškového růstu zkoumaných potomstev.

Výčetní tloušťky byly na plochách měřeny a hodnoceny ve věku 12 a 22 let. Podobně jako u výšek je průměrný růst potomstev uspokojivý a ukazatele (průměrné výčetní tloušťky) přesahují hodnoty růstových tabulek pro první bonitu. Analýza variance prokázala na všech plochách jak ve věku 12, tak i ve věku 22 letech statisticky významné rozdíly mezi průměrnými výškami zkoumaných potomstev. Na všech plochách vykazují hybridní potomstva 81, 86 heterozní růst jak ve věku 12, tak 22 let. Luxuriantní růst je ještě zřetelnější, než je tomu u výšek, a pohybuje se v průměru na úrovni 27 až 28 %. Heterozní efekt hybridů je ve věku 12 a 22 let přibližně stejný, uvažujeme-li jako srovnávací hladinu průměrné hodnoty potomstev modřinu opadavého z volného sprášení. Ve věku 12 a 22 let jsou potomstva mezdruhových hybridů výkonnější než kterákoli potomstva modřinu opadavého z volného sprášení. Vliv ekologických podmínek jednotlivých výzkumných ploch na pořadí průměrných výčetních tloušťek zkoumaných potomstev je nevýznamný. Tuto skutečnost dokládají hodnoty korelačních koeficientů, které jsou kladné a statisticky vysoce významné (0,80, 0,65). Posoupnost průměrných výčetních tloušťek je na zkoumaných plochách ve věku 12 a 22 let obdobná. Tuto skutečnost dokumentují hodnoty korelačních koeficientů podle pořadí (0,67, 0,81), které jsou pozitivní a statisticky signifikantní. I výčetní tloušťky, zjištěné ve věku 12 let, naznačují - podobně jako u výšek - s dostatečnou spolehlivostí růstové trendy zkoumaných potomstev nejméně do 22 let, a to i pro potomstva mezdruhových kříženců.

Objemová produkce je rozhodujícím kritériem pro posouzení stromů a jejich souborů při lesnickém hodnocení. Věk 12 a 22 let je u modřiny časný pro to, aby se mohl tento znak podrobněji analyzovat. Proto jsou uváděny pouze orientační informace. Obdobně jako u výšek a výčetních tloušťek jsou výsledky výpočtů, podle obvyklých

vzorců pro objem stromů ($V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot v \cdot f$), vyjádřeny pro křížence v procentech průměru souborů potomstev modřinu opadavého z volného sprášení. Soubory mezdruhových kříženců převyšují v objemové produkci průměrné hodnoty potomstev modřinu opadavého z volného sprášení na všech výzkumných plochách ve věku 12 let u křížence 81 o 61 až 127 %, u hybridu 86 o 117 až 127 %. Jestliže uvažujeme výsledky pozorování ve věku 22 let, pak jde u křížence 81 o plus efekt 57 až 123 %, u hybridu 86 pak o 112 % na obou plochách, kde je potomstvo 86 zastoupeno. Heterozní efekt zkoumaných mezdruhových hybridů je značný. Je poněkud vyšší ve věku 12 let ve srovnání s výsledky ve věku 22 let a to jak u potomstva 81, tak 86. Pokles během věkového intervalu od 12 do 22 let je u potomstva 81 asi 10 %, u potomstva 86 asi 5 %. Jde o veličiny poměrně malé, které se mohou pohybovat v rámci přesnosti pokusu. Nelze však přehlédnout, že jde o určité náznaky tendencí, které při hodnocení potomstev s kříženci modřinu opadavého a japonského zjistili někteří autoři.

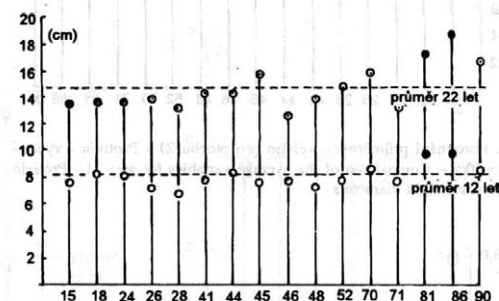
Z literárních údajů a ze zkušenosti je známo, že kříženci mezi druhy *Larix decidua* a *L. leptolepis* neuspou-

V. Přehled výsledků analýzy variance ve věku 22 let - hodnoty a statistická signifikance F testu - An overview of the results of analysis of variance at the age of 22 years - the values and statistical significance of F-test

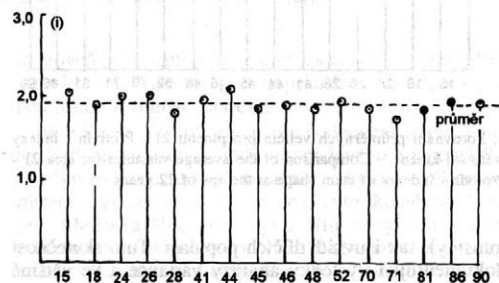
Plocha ¹	Příčina proměnlivosti ²	F-test a statistická signifikance ³		
		výšky ⁴	výčetní tloušťky ⁵	index tvárnosti kmene ⁶
19	potomstvo p	20,045**	4,321**	2,440**
	opakování o	11,547**	2,242*	3,130**
	interakce p x o	2,197**	0,593*	1,380*
21	potomstvo p	19,559**	5,155**	2,480**
	opakování o	11,320**	1,316*	0,760*
	interakce p x o	2,433**	1,165*	0,900*
31	potomstvo p	57,750**	15,080**	4,570**
	opakování o	9,490**	0,534*	28,20**
	interakce p x o	7,980**	2,261**	3,24**

¹area, ²source of variability, ³F-test and statistical significance, ⁴heights, ⁵breast-height diameters, ⁶index of stem shape

* rozdíly statisticky významné na úrovni pravděpodobnosti chyby 1 % - statistically significant differences at the level of error probability 1 %
- rozdíly statisticky nevýznamné - statistically insignificant differences

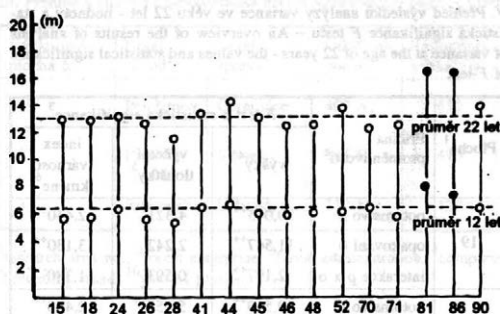


2. Porovnání průměrných veličin pro plochu 19 - Pelhřimov - výčetní tloušťky - Comparison of the average variables for area 19 - Pelhřimov - breast-height diameters

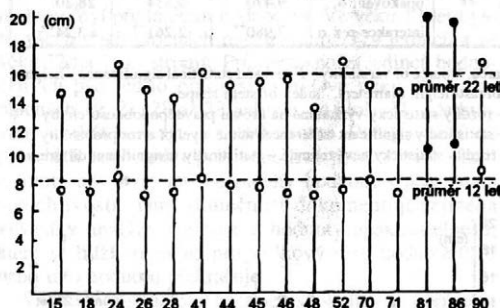


3. Porovnání průměrných veličin pro plochu 19 - Pelhřimov - indexy tvárnosti kmene - Comparison of the average variables for area 19 - Pelhřimov - indexes of stem shape

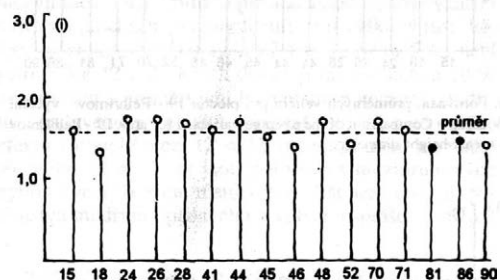
kojují vždy jakostí (tvárností) kmene a že v některých případech je jakost hybridních populací vysloveně špatná. Variabilita v tvárnosti kmene je na výzkumných plochách značná a to jak mezi dílčími populacemi (po-



4. Porovnání průměrných veličin pro plochu 21 - Protivín - výšky - Comparison of the average variables for area 21 - Protivín - heights



5. Porovnání průměrných veličin pro plochu 21 - Protivín - výčetní tloušťky - Comparison of the average variables for area 21 - Protivín - breast-height diameters



6. Porovnání průměrných veličin pro plochu 21 - Protivín - indexy tvárnosti kmene - Comparison of the average variables for area 21 - Protivín - indexes of stem shape at the age of 22 years

tomstvy), tak i uvnitř dílčích populací. Tuto skutečnost dokumentují i výsledky analýzy variance a ve většině případů signifikantní rozdíly mezi průměrnými ukazateli (indexy tvárnosti kmene) jednotlivých potomstev. Prokázalo se, že zkoumaná hybridní potomstva 81, 86 nevyskazují na plochách ve věku 12 a 22 let horší tvárnost kmene než soubor potomstev modřínu opadavého z volného sprášení. Z hlediska jakosti kmene jsou v našich konkrétních případech hybridní potomstva stejnocestná s modříny opadavými z volného sprášení. V některých případech jsou dokonce patrné tendence lepší jakosti ve srovnání s porovnávacím kritériem.

Výzkumné plochy, které jsou hodnoceny v rámci příspěvku, patří do série ploch, které byly založeny na různých místech ČR v letech 1969 - 1970. Na 18 z celkového počtu 20 ploch jsou vysazena také potomstva z mezidruhového křížení, z největší části křížení modřínu opadavého a japonského. Vedle ploch, které jsou hodnoceny v rámci práce, rostou kříženci 81, 86 na některých dalších plochách, z nichž část byla hodnocena ve věku 11 let. Je tedy možná určitá konfrontace výsledků hodnocení hybridních potomstev 81, 86 i z jiných lokalit. Konfrontace může být ovšem jen přibližná z toho důvodu, že se nejedná o věk, který by přesně korespondoval se stářím modřínu hodnocených na plochách 19, 21 a 31. Kromě toho je na jednotlivých plochách, které byly hodnoceny ve věku 11 let, vysazen většinou jiný sortiment potomstev modřínu opadavého z volného sprášení. Je tedy uvažována jiná srovnávací hladina pro posuzování výkonnosti mezidruhových kříženců. Potomstva na plochách použitelných pro porovnání (celkem devět ploch z oblasti LHC Tábor, Pelhřimov, Česká Lípa, Rumburk, Plasy, SLTŠ Hranice) byla hodnocena ve věku 11 let. Omezujeme se při konfrontaci na výsledky získané na plochách 19, 21, 31 ve věku 12 let.

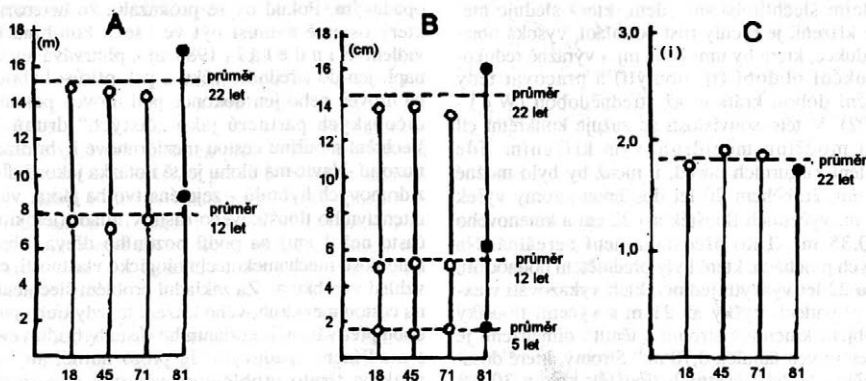
Zatímco předstih mezidruhových kříženců 81, 86 ve věku 12 let ve výškovém růstu dosahuje na plochách 19 - Pelhřimov, 21 - Protivín přibližně průměrné úrovně 22 %, vyplývá z devíti ploch, hodnocených ve věku 11 let, plus efekt v intervalu 12 až 17 %. U výčetních tloušťek lze proti výsledku získanému na plochách 19, 21 (20 až 29 %) konstatovat na ostatních plochách prakticky shodný plus efekt. Pokud jde o tvárnost kmene, která byla ve věku 12 let na plochách 19 a 21 registrována jako průměrná, od porovnávací úrovně jen nepatrně odchylná, je na ostatních plochách ve věku 11 let zjištěna výrazně lepší tvárnost kmene potomstev kombinací 81, 86 než u potomstev modřínu opadavého z volného sprášení. Celkově lze konstatovat, že výsledky zjištěné ve věku 12 let na ověřovacích plochách 19 a 21 jsou v podstatě analogické jako na ostatních plochách hodnocených ve věku 11 let. Naznačují, že předstih mezidruhových kříženců ve výškách a výčetních tloušťkách, stejně tak i tvárnost kmene je do značné míry podmíněna dědičně jako výsledek kombinace genomů rodičovských partnerů.

Předmětem diskuse může být mj. i metodický postup zvolený pro posouzení růstových vlastností potomstev mezidruhových kříženců. V našem případě bylo použito, jak je patrné z metodiky, jako srovnávací hladiny průměrné hodnoty vypočtené pro všechna potomstva modřínu opadavého z volného sprášení, která jsou na plochách zastoupena. Tento postup má tu výhodu, že kritérium umožňuje přibližnou představu o plus efektech, kterých lze dosáhnout ve srovnání s materiálem používaným v lesnické praxi. V našem případě jde o soubor potomstev stromů (klonů), které představují určitou - podle počtu potomstev na ploše - užší nebo širší syntetickou populaci. Výsledky srovnání proto mohou do určité míry dokumentovat šlechtitelský pokrok. Tento postup byl zvolen zejména s ohledem na to, že na plochách, zakládaných více než před dvaceti lety, nejsou zařazeny srovnávací populace standardní. V tomto případě nejde tedy o míru heterozního efektu v teoretickém slova smyslu, který bývá definován obvykle jako „plus efekt“, ve srovnání s průměrnými veličinami obou rodičovských

VI. Průměrné hodnoty růstových a jakoštních charakteristik potomstev mezidruhových hybridů v procentech průměrných hodnot souborů potomstev modřínu opadavého z volného sprášení – The average values of growth and quality characteristics of the progenies of interspecific hybrids in per cent of the average values of the populations of European larch from open pollination

Výzkumná plocha ¹		Výška ² (%)		Výčetní tloušťka ³ (%)		Objem ⁴ (%)		Tvárnost kmene ⁵ (index - %)	
Číslo ⁶	Lokalita ⁷	Potomstvo č. ⁸							
		81	86	81	86	81	86	81	86
1974 - věk ⁹ 5 let									
19	Pelhřimov	112	106					102	90
21	Protivín								
31	Rumburk	112						120	
1981 - věk 12 let									
19	Pelhřimov	112	122	127	127	218	227	98	102
21	Protivín	132	122	132	134	227	217	104	104
31	Rumburk	117		118		165		98	
1991 - věk 22 let									
19	Pelhřimov	115	121	122	133	172	212	102	97
21	Protivín	128	127	132	129	223	212	86	92
31	Rumburk	117		115		157		93	

¹research area, ²height, ³breast-height diameter, ⁴volume, ⁵stem shape, ⁶number, ⁷locality, ⁸progeny, ⁹age



7. Porovnání průměrných veličin pro plochu 31 - Rumburk – Comparison of the average variables for area 31 - Rumburk

partnerů zpravidla z volného sprášení (např. F a l c o n n e r, 1960; P a q u e s, 1992, aj.). V našem případě jsou mezidruhové kříženci 81, 86 charakterističtí tím, že v obou případech představuje mateřského partnera klonu z volného sprášení jsou zastoupena na většině ploch s výjimkou plochy 31 - Rumburk. Potomstvo stromu (klonu) 52-4-11 z volného sprášení (označení 90) patří na plochách 19 a 21, hodnocených ve věku 12 a 22 let, tak i na dalších plochách hodnocených v r. 1983 ve věku 11 let k nejrychleji rostoucím potomstvům z volného sprášení. Použijeme-li charakteristiky tohoto potomstva jako kritéria pro posouzení výkonnosti mezidruhových kříženců, jsou pochopitelně vypočtené „plus“ efekty hybridů nižší než při použití průměrů všech potomstev modřínu opadavého z volného sprášení. Přes tuto skutečnost je luxuriantní růst mezidruhových kříženců patrný i při porovnání s potomstvy pokusné varianty 90 (52-4-11) z volného sprášení. Ve věku 12 let

je úroveň heterozního růstu u výšek asi o 5 %, u tlouštěk asi o 12 % nižší než při použití průměrných hodnot všech potomstev z volného sprášení.

Weiser (1992) zjistil při hodnocení tří výzkumných ploch s kříženci modřínu opadavého a japonského ve věku 20 let negativní korelační vztahy mezi výškovým růstem a tvárností (jakostí) kmene. Tuto skutečnost, která je z hlediska šlechtitelských cílů nevýhodná, bere v úvahu při rozhodování o využití hybridních potomstev pro další šlechtitelské účely a pro praktické využití (projekty pro semenné sady k produkci hybridního osiva). Výsledky posouzení na našich plochách nejsou jednoznačné. Z devíti celkově posuzovaných případů (na třech plochách v různém věku) se negativní korelace mezi výškovým růstem a jakostí kmene vyskytuje pouze ve třech případech, zatímco v dalších šesti případech je pozitivní nebo není zřetelná (statisticky signifikantní). Zjištění interpretované Weiserem (1992) z podmínek severoněmecké nížiny nemusí tedy platit obecně pro

všechny hybridní kombinace a pro všechny podmínky prostředí, kde se pokusný materiál sleduje.

Další skutečností, která je v literatuře předmětem diskusí, je otázka, v jakých podmínkách prostředí se produkce převažava mezidruhových kříženců nejvýrazněji projevuje. Názory na tento problém jsou různé, často protichůdné. Kriticky problematiku posuzoval zejména Schönbach (1966). V poslední době dominuje názor, že expresivita luxuriantního růstu, resp. hybridní zdatnost mezidruhových hybridů lesních dřevin se projevuje v optimálních ekologických podmínkách (Hassmann, 1966; Paques, 1992). V našem případě, kdy jsou pro orientaci posouzeny použita potomstva mezidruhových kříženců 81, 86 nejen ve věku 12 a 22 let, ale také retrospektivně na devíti plochách v roce 1983 ve věku 11 let, nejsou výsledky jednoznačné. V návaznosti na bonitu stanoviště, která byla posuzována na základě středních výšek celých souborů potomstev, na plochách rostoucích, se závislost luxuriantního růstu kříženců na bonitě stanoviště nepotvrdila. Tak jako v řadě jiných zkoumaných závislostí, i v tomto případě se zřejmě projevuje v první řadě specifika zkoumaného materiálu, tj. hybridní kombinace, které jsou v různých pokusech v ČR i v zahraničí odlišné - věk výsadeb v době hodnocení aj. Proto jsou i výsledky výzkumných prací proměnlivé.

Základním šlechtitelským cílem, který sleduje mezidruhové křížení, je rychlý růst od mládí, vysoká objemová produkce, která by umožnila mj. i výrazně redukovat produkční období (tj. obmýt) a pracovat tedy s produkční dobou krátkou až střednědobou (Weiser, 1992). V této souvislosti se zužuje konkrétní cíl šlechtění modřinu mezidruhovým křížením. Jde o vyšlechtění kulturních odrůd, u nichž by bylo možné počítat s tím, že během 20 let dosáhnou stromy výšek kolem 19 m, výčetních tloušťek asi 22 cm a kmenového objemu 0,35 m³. Tato představa není nereálná. Na výzkumných plochách, které byly předmětem hodnocení, se ve věku 22 let vyskytly jedinci, kteří vykazovali v extrémních případech výšky až 21 m a výčetní tloušťky 32 cm. Objem kmenového stromu s těmito dimenzemi je podle objemových tabulek 0,70 m³. Stromy, které dosahují ve věku 22 let výčetních tloušťek kolem 30 cm a výšek kolem 20 m, je na výzkumných plochách větší počet. Tyto skutečnosti naznačují značné potenciální perspektivy šlechtění do budoucna.

Jsou však současně impulsem k úvaze o cílech, které šlechtění lesních dřevin, v našem konkrétním případě modřinu, může specificky cestou mezidruhové hybridizace sledovat. V této souvislosti nabývá na mimořádné důležitosti problém, do jaké doby lze trvání projevů heterozního efektu u mezidruhových kříženců uvažovat.

Ve středoevropských podmínkách představuje modřin opadavý dřevinu, která se pěstuje, kromě specifických cílů jako je zvýšení stability lesních ekosystémů, jako přípravná dřevina na kalamitních holinách aj. především k produkci rozměrnějších sortimentů, tedy ceně kulatiny dýhárenské, na loupání a kulatiny pilarské. K docílení potřebných tloušťkových dimenzí 40 až 50 cm a více ve výčetní výšce je třeba v průměrných středoevropských podmínkách na dobrých až velmi dobrých stanovištích doby obmýtní 100 až 140 let. Proto je také v ČR v hospodářské úpravě lesů pro modřin uvažována doba obmýtní zpravidla 120 až 140 let. Delší doby obmýtní je u modřinu třeba mj. i proto, že předpokladem kvality dřeva, jeho trvalosti, žádoucích mechanickotechnologických

vlastností a estetického vzhledu je vysoký podíl jádrového dřeva ve kmeních. Vytvoření dostatečného podílu jádrového dřeva vyžaduje u modřinu zpravidla vyšší věk než 50 let. Z hlediska dřevařského trhu a dřevozpracujícího průmyslu je v evropských zemích žádána pro modřin tlustší kulatina dýhárenská, na loupání a pilarská, s dobře vyvinutým širokým, zbarveným jádrem.

Problémy v minulosti byly a jsou s odbytím a upotřebením slabších sortimentů modřinu, hlavně z probírek. Modřinové dřevo slabších dimenzí z mladých porostů a porostů středního věku nemá ještě dostatečně vyvinuté jádro. Trvanlivost dřeva je proto nižší a možnosti pro mechanické zpracování a využití jsou omezené. Jsou ovšem známy a využívají se technologie pro využití slabších sortimentů modřinu chemickou cestou na papír a celulózu (Šindelář, 1976, aj.). V podmínkách ČR jsou však přesto problémy s ohledem na omezené zpracovatelské kapacity.

Jestliže tedy považujeme za hlavní cíl pro pěstování modřinu produkci cenných sortimentů, bude nutné i v budoucnu, obdobně jako je tomu dnes, nadále uvažovat s relativně dlouhou produkční dobou (obmýtním) - nejméně 100 a více let. Perspektiva šlechtění modřinu cestou mezidruhové hybridizace je proto do značné míry závislá na skutečnosti, jak dlouho může a bude přetrvávat produkční předstih mezidruhových hybridů před modřinem opadavým. Pokud by se prokázalo, že heterozní efekt, který ostatně nemusí být ve všech kombinacích pravidlem (Šindelář, 1988, aj.), přetrvává jen dočasně, např. jen do středního věku a pak přírůst hybridů klesá na úroveň nebo jen dokonce pod úroveň potomstev rodičovských partnerů jako „čistých“ druhů, pak by šlechtění modřinu cestou mezidruhové hybridizace bylo iluzorní. Navíc má úlohu ještě i otázka jakosti dřeva mezidruhových hybridů - zejména tvorba jádra, vliv velmi intenzivního tloušťkového růstu v mládí (letokruhy širší často než 1 cm) na podíl pozdního dřeva, objemovou hmotnost, mechanickotechnologické vlastnosti, estetický vzhled výrobků aj. Za základní problém šlechtění modřinu cestou mezidruhového křížení je tedy třeba považovat dobu přetrvávání luxuriantního růstu hybridů ve srovnání s modřinem opadavým. Je proto nutné, aby lesnický výzkum těmto problémům věnoval pozornost v budoucnosti. Dostatečné objasnění problému je vázáno na další dlouhodobé sledování výzkumných ploch - v souladu s cílem produkce - až do vyššího věku. Současně je třeba registrovat, hodnotit a využívat informace ze zahraničí, kde jsou některé plochy s mezidruhovými kříženci modřinu dnes již starší než 50 let.

ZÁVĚR

Na základě výsledků výzkumu lze stručně odpovědět na otázky, které byly formulovány jako cíl řešení.

Ve věku pěti let není u mezidruhových kříženců luxuriantní růst ještě zřetelně patrný. Značných hodnot, ve srovnání s průměrnými veličinami potomstev modřinu opadavého z volného sprášení, vykazuje však ve věku 12 let, a to u výšek v průměru o 20 %, u výčetních tloušťek o 25 % a u objemové produkce více než o 100 %.

Heterozní efekt je u mezidruhových kříženců značný i ve věku 22 let. Je však (ve srovnání s údaji ve 12 letech) poněkud menší a to jak u potomstva 81, tak 86. Rozdíl je relativně malý, je zřetelný pouze u objemové produkce, kde je tendence relativního poklesu u potomstva 81 asi o 10 %, u potomstva 86 o 5 %. Jde o rozdíly po-

měrně malé, které se mohou pohybovat v rámci přesnosti pokusu. Nelze však přehlédnout, že jde o náznaky tendence, kterou někteří autoři zjistili u potomstev mezdruhových hybridů ve stáří vyšším než 20 let. Tyto skutečnosti jsou impulsem k tomu, aby výzkum tohoto problému věnoval nadále pozornost.

Vliv rozdílných ekologických podmínek na projev (expressivitu) luxuriantního růstu mezdruhových kříženců je srovnán s potomstvy modřínu opadavého z volného sprášení se při hodnocení výsledků získaných na výzkumných plochách zřetelně neprojevil. U hybridních kombinací (81, 86) nebyl konstatován negativní korelační vztah objemové produkce s tvárností (jakostí) kmene, jak vyplývá z pozorování na některých výzkumných plochách v zahraničí.

Perspektiva šlechtění modřínu cestou mezdruhového křížení je úzce spojena s cílem produkce, kterého se má pěstováním modřínu v lesních porostech dosáhnout. Jestliže se má sledovat produkce cenných sortimentů (kulatiny dýhárenská, na loupání, tlustší sortimenty kulatiny pilarské), je třeba, aby luxuriantní růst hybridů přetrvával do vyššího věku, má-li být práce spojená s pěstováním hybridního množitelského materiálu efektivní. Diskusní je otázka produkce sortimentů při krátkém až středně dlouhém obmětí. Tyto problémy je proto třeba nadále v rámci výzkumu sledovat.

Do určité míry se podařilo pro potřeby lesnické praxe řešit výrobu hybridního osiva a to v semenných sadech pro produkci hybridního osiva specificky zakládaných. V některých zemích byly semenné sady k produkci hybridního osiva již založeny a prakticky se využívají (Phillipe, Valadon, 1992, aj.). Přitom však existuje ještě řada metodických problémů. Jde zejména o volbu vhodných klonů, jejich počet, rozmístění, sklizeň osiva k produkci F_1 osiva, metodické otázky spojené se semennými sady k produkci F_2 osiva, identifikace hybridního osiva aj. Stejně tak vyžaduje výzkumné řešení autovegetativní množení hybridních modřínů řízkováním a kulturami *in vitro*.

Přes uvedené skutečnosti je žádoucí, aby i v České republice byly (zatím po linii výzkumu) založeny semenné sady modřínu k produkci hybridního osiva, které by umožnily získání dalších potřebných poznatků a zkušeností. Informace metodického charakteru a materiál je pro tyto práce k dispozici.

Literatura

- BASTIEN, J. C. - KELLER, R.: Intérêts comparés du mélèze hybride (*Larix eurolepis* Henry) avec les espèces parentes). Rev. for. franc., 82, 1980 : 521-530.
- DENGLER, A.: Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche und zwischen europäischer und japanischer Lärche. Mitt. d. deutschen Akad. Forstwiss., 1. 1941 : 87-109.
- DIMPFELMEIER, R.: Die Bastardierung in der Gattung *Larix*. Forstw. Forschungen, Beitr. z. Forstw. Cbl., 12, 1959 : 75.
- EKLUND, C.: Artkonningra inom sl. *Abies*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Larix*, *Pinus* och *Chamaecyparis* tillhörande fam. Pinaceae. Sven. Papperstidn., 1943, 8. 3 : 5-6.
- FALCONER, D. S.: Introduction to quantitative genetics. Longman, 2nd edit, London, 1960.
- FERRAND, J. C. - BASTIEN, J. C.: Bilan à 26 ans d'une plantation comparative de mélèzes. Rev. for. franc., 87, 1985 : 441-448.
- FRÝDL, J.: Zhodnocení výzkumných ploch modřínu s potomstvy výběrových stromů z volného sprášení a kontrolovaného křížení. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jilovské Strmady, 1990 : 70.

GOTHE, H.: Ein Kreuzungsversuch mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* Gord. Z. Forstgenet. Forstpfl. - Zücht., 1953, 8. 5 : 116-125.

GOTHE, H. - SCHOBER, R. - BORK, H.: Ein Kreuzungsversuch mit *Larix europaea* D. C. Hekunft Schlitz und *Larix leptolepis* Gord., AFZ151, 6/7, 1980 : 101-112.

HAASEMANN, W.: Untersuchungen zur Ökologie der Europäerlärchen, Japanerlärchen und ihrer Hybriden im Nass-Trockenfeld. Beitr. Forstwirtschaft, 20, 1986 : 184-188.

HENRY, A. - FLOOD, M. G.: The history of the Dunkeld hybrid larch. *Larix eurolepis*. Roy. Irish Acad. Proc. Sect. B., 1919 : 35-40.

HERING, S. - BRAUN, H.: Hybridlärchenhochzuchtversuche für die Mittelgebirge der DDR. Forstwirtschaft, 40, 1990 : 174-176.

HERING, S. - BRAUN, H.: Some results of larch Hybrids breeding at Grappa. In: Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proc. IUFRO, 1992 : 146-159.

KIELLANDER, V. L.: Hybridlärk och lärkhybrider. Sven. Skogsskogsforen. Tidskr., 1957, 8. 4 : 28.

KIELLANDER, C. L.: Hybridlärk och lärkhybrider. Sven. Skogsskogsforen. Tidskr., 1962, 8. 4 : 56.

KIELLANDER, C. L.: Om lärlträdes, egenskaper och andvändning med särskild hänsyn till europeisk och japansk lärk. Föreningen Slogsträdsförädlings Arbok, 1965 : 65-106.

KLEINSCHMIT, J.: Konsequenz aus den Lärchen-Herkunftsversuchen für die Lärchenzüchtung. Forst u. Holz, 43, 1988 : 259-262.

LAING, E. V.: Studies of the Genus *Larix* with particular reference to Hybrid Larch (*L. eurolepis* Henry). Sci. For. J., 58, 1944 : 6-32.

LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und Forstpflanzenzüchtung, 1, 1953 : 2-21, 40-56.

LANGNER, W.: 33 Jahre Hybridlärchenzüchtung. Allg. Forstz., 26, 1971 : 54-55.

LE CAM, J.: Contribution à la connaissance des mélèzes hybrides. AFOCEL, Ann. rech. sylvicoles, Paris, 1981 : 107-138.

LITTLEFIELD, E. W. - ELLIASON, E. J.: Observation on a plantation of Dunkeld hybrid larch in New York. J. For., 36, 1938 : 1188-1192.

OSTENFELD, C. H. - SYRACH LARSEN, C.: The species of the Genus *Larix* and their geographical distribution. Kl. Dansk Vig. Slesk Biol. med. IX, 2, 1930.

PATON, R. R.: Dunkeld larch in Ohio. J. For., 42, 1942 : 452-453.

PAQUES, L. E.: First evaluation of genetic parameters in a factorial mating design with hybrid larch. In: Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proc. IUFRO Conf., 1992, Berlin : 136-145.

PAQUES, L. E.: Current status of inter and intraspecific hybridization. In: Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proc. IUFRO Conf., 1992, Berlin : 125.

PHILIPPE, G. - VALADON, A.: Control of the various steps leading to hybrid (*Larix x eurolepis* Henry) seed production: recent advances in french seed orchards. In: Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proc. IUFRO Conf., 1992, Berlin : 126-135.

RECK, S.: Untersuchungen über das Holz der Hybridlärche. Allg. Forst-Jagdztg., 151, 1980 : 117-120.

SCAMONI, A.: Über Lärchenhybriden aus freier Bestäubung und über weitere Entwicklung gelenkter Lärchenkreuzungen. Beitr. Forstwirtschaft, 1977, 8. 1 : 21-26.

SCHOBER, R.: Ertragsstufen wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 1975 : 154.

SCHÖNBACH, H.: Ertragssteigerung durch interspezifische Hybridisierung bei Aspen und Lärchen. Zeitschrift der techn. Universität Dresden, 16, 1966 : 563-567.

SZAFER, W.: Beitrag zur Kenntniss der euroasitischen Lärchen mit besonderer Berücksichtigung der Lärche in Polen. Kosmos, XXXVIII, Lemberg, 1913 : 1281-1322.

SYRACH LARSEN, C.: The employment of species, types and individuals in forestry. Yearb. R. Vet. Agric. Coll., Copenhagen, 1937.

SYRACH LARSEN, C.: Genetics in silviculture. Oliver and Boyd. London, 1956.

ŠINDELÁŘ, J.: Neuere Erkenntnisse über die Sudetenlärche vom Standpunkt der forstlichen Saatgutwirtschaft. In: Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens. III. Mitt. der Hessischen Landesforstverwaltung, 14, 1976 : 31-51.

ŠINDELÁŘ, J.: Results of hybridization within the Genus *Larix* with emphasis on interspecific hybrids. Rozpr. ČSAV, 98, 1988, 7, Praha, Academia : 70.

ŠINDELÁŘ, J.: Výsledky hybridizačních prací v rámci rodu *Larix* se zvláštním zřetelom ke křížencům mezidruhovým. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jiloviště-Strnady, 1983 : 53.

ŠINDELÁŘ, J.: Genetics and improvement of European larch (*Larix decidua* Mill.). Ann. forestales XVIII/1, Zagreb, 1992 : 40.

VINCENT, G. - FÉR, F.: Kříženci modřínu evropského a japonského na pokusné ploše Litovel. Lesn. Čas., 1965, 4 : 367-378.

VINCENT, G. - MACHANÍČEK, J.: Heterozní růst modřinových kříženců. Lesnictví, 18, 1972 : 523-536.

WEISER, F.: Selektion von Einzelbäumen mit überlegener Wuchleistung und Schaftform aus Nachkommenschaften der Hybridlärche (*L. decidua* und *L. kaempferi*). In: Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proc. IUFRO Conf., 1992, Berlin : 160-168.

WEISERGERBER, H. - ŠINDELÁŘ, J.: IUFRO's role in coniferous tree improvement. History, results and future trends of research and international cooperation with European larch (*Larix decidua* Mill.). Silvae Genet., 41, 1992, 3 : 150-161.

Dolgo 17. 6. 1993

ŠINDELÁŘ, J. - FRÝDL, J. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady): *Heterosis growth on interspecific hybrids of European larch (*Larix decidua* Mill.) and Japanese Larch (*L. leptolepis* Gord.) and their development.* Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 313-322.

It is apparent in general that heterosis growth and production are typical of interspecific hybrids produced within the genus *Larix*, specifically this applies to hybrids of European larch and Japanese larch, in a majority of hybrid combinations. That is why many authors see the principal trend of further large breeding in interspecific hybridization. A reason for caution is the results of studies of some authors whose observations of older research areas indicated that the luxuriant growth of hybrid larch-trees could be temporary and that in older stands the production of hybrid populations was equalized with that of the progenies of parental species.

For the purposes of acquisition of further information on this problem, investigations were carried out on three research areas with 14 progenies of European larch from open pollination and two progenies of hybrid combina-

tions of European larch and Japanese larch from controlled pollination. The plots established in various areas of the Czech Republic at a height of 430 to 630 m a.s.l., with double lattice design in four replications, were measured, classified and evaluated at the age of 5, 12 and 22 years. On all plots total tree height, breast-height diameter at 12 and 22 years of age were measured, and the stem quality (shape) was assessed by ocular estimate. The results of measurements and other investigations were processed by usual methods of mathematical statistics on the basis of analysis of variance.

The luxuriant growth is not clearly visible in interspecific hybrids at the age of five years. The high values, in comparison with the average values of European larch from open pollination, were found at the age of 12 years: an average increase in tree heights by 20 %, in breast-height diameters by 25 % and in volume yield by more than 100 %.

Heterosis effect is apparent in interspecific hybrids also at the age of 22 years. But it is somewhat lower in comparison with the data on 12 years of age, both in progeny 81 and progeny 86. The differences are relatively small, their range is within the accuracy of the trial. It should be noted that we are speaking about a trend which some authors determined in the progenies of interspecific hybrids older than 20 years. These facts are a stimulus to continue researching into this problem.

The future of larch breeding through interspecific crossing is closely related to the target of forest management in forest stands with larch. If the production of valuable assortments is a target (veneer logs, peeler logs, saw timber of larger diameter), the luxuriant growth should persist at the older age when the work expended on the production of hybrid propagation material is to be effective. The production of assortments is problematic if the rotation period is short or medium long.

In many countries seed orchards have been established in which hybrid seed is produced, and they are really utilized. At the same time, there are some problems related to the production of hybrid seed (choice of suitable clones, distribution, seed harvest, identification of hybrid seed, etc.). Seed orchards are envisaged to be established also in the Czech Republic in which hybrid seed of the larch species *Larix decidua* and *L. leptolepis* will be produced. Methodical information and material for these activities are available.

Larix decidua Mill.; *Larix leptolepis* Gord.; hybrids; heterosis growth

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště-Strnady

STUDIE O PŘIROZENÉ OBNOVĚ BOROVICE LESNÍ OBRUBNOU SEČÍ

M. Kratochvíl

Nádražní 1261, 664 34 Kuřim

Na dílčí obnovní ploše v závěrečné fázi přirozené obnovy s úspěšným zmlazením borovice a se zbytkem mateřského porostu byl studován použitý druh obnovy a její časový průběh. Šetření se opírá o analýzu následného porostu a o rozmístění stromů mateřského porostu na obnovní ploše na konci r. 1967 a dále o informace o těžbách realizovaných během speciální obnovní doby. Z práce vyplývá, že použitý druh obnovy má nejbližší k obnově okrajové, rozvíjené frontální obrubnou formou, případně k obnově clonné okrajové. Okrajovou sečí vedenou od jihozápadu proti severovýchodu lze na obnovní ploše pruhového typu, jejíž šířka je rovna dvěma stromovým výškám, dosáhnout během sedmileté až devítileté (maximálně desetileté) obnovní doby hustého a souvislého zmlazení, které je vhodným pěstebním základem pro další výchovu borového porostu. Toto zjištění potvrzuje stav porostu v roce 1993, tj. po 26 letech.

borovice lesní; přirozená obnova; obrubná seč; obnovní doba

Od sedmdesátých let dochází k výraznému poklesu zájmu o přirozenou obnovu lesa a tzv. jemnější způsoby hospodaření v mýtních porostech jsou nahrazeny jejich nucením na širokých holosečích, které se v zájmu rychlého zajištění kultur vysazují zpravidla smrkem nebo borovicí. Tato forma hospodaření ze známých důvodů zcela převládá i na takových lesních objektech, kde měla přirozená obnova lesa dřívě dlouholetou tradici a byla provázena úspěšnými výsledky (např. Lesy města Brna).

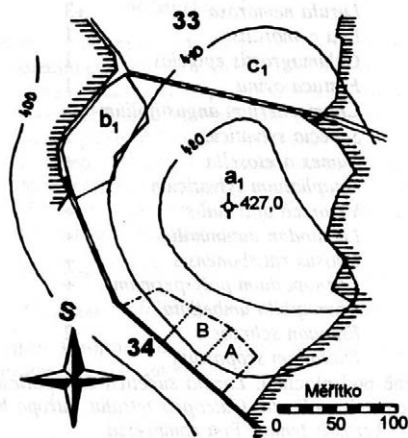
Umělá obnova na holých sečích je nicméně základní a neodmyslitelnou formou obnovy výnosového lesa. Současně jsou však známy přednosti obnovy přirozené, jejíž restaurace a racionální rozšíření je jisté v současné době žádoucí. U borovice jako geneticky velmi variabilní dřeviny je jedním z důvodů např. zachování kvalitních vlastností mateřského porostu. Příspěvek je veden snahou upozornit na možnost přirozené obnovy této dřeviny. Vyhodnocením údajů zjištěných v roce 1967 v porostu s úspěšným přirozeným zmlazením se ve svém důsledku sleduje především odvození poznatků o použitím způsobu obnovy a o jejím časovém průběhu.

POPIS OBJEKTU

Pokusným objektem je dílčí obnovní plocha v závěrečné fázi přirozené obnovy s bohatým zmlazením borovice ve stadiu nárůstu až mlaziny. Plocha leží v porostu 33a₁ (obr. 1, 2) na poli Vohančice, lesní závod Kuřim. V r. 1993 je porost označen číslem 737A a spadá pod lesní správu Deblín, Lesy města Brna. Plocha se nachází na mírném jihozápadním svahu o sklonu 22 % v nadmořské výšce 410 m. Z hlediska regionální geomorfologie náleží lokalita k oblasti vrchoviny Svratecké klenby.

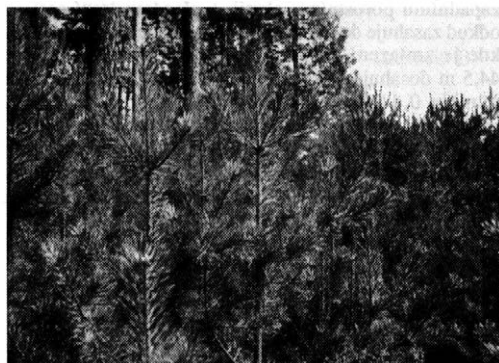
Matečnou horninou půdy jsou sericitické břidlice. Půdním typem je středně kyselá, oligotrofní hnědá lesní půda, hlinitopísčité, s příměsí šterku, středně hluboká, propustná. Klimatické poměry výrazně ovlivňuje blízkost Českomoravské vrchoviny, za jejíž předhůří se území považuje. Průměrné roční srážky se pohybují kolem 630 mm, průměrná roční teplota kolem 7,5 °C.

Typologicky náleží plocha do Zlatníkovy skupiny lesních typů *Fagetum quercinum* vyššího stupně, lesního typu *Luzula nemorosa*. Následující fytoocenologický zápis



1. Situace pokusné plochy, Vohančice 33a₁ – The situation of an experimental area, Vohančice 33a₁

--- hranice pokusné plochy – boundaries of an experimental plot, A, B – osy transektů – transect axes



2. Přirozená obnova borovice od porostního okraje, Vohančice 33a₁. Foto D I o u h ý – Natural regeneration of Scotch pine from the stand border, Vohančice 33a₁. The photo by D I o u h ý

(autor zápisu J. Dvořák) byl pořízen pod clonou mateřského porostu v blízkosti sledované plochy dne 6. září 1967:

E I. - II.	<i>Pinus sylvestris</i>	67 %
	<i>Picea excelsa</i>	3 %
	<i>Abies alba</i>	+
E IV.	<i>Pinus sylvestris</i>	15 %
	<i>Picea excelsa</i>	5 %
	<i>Quercus sessilis</i>	+
	<i>Fagus sylvatica</i>	+
	<i>Betula verrucosa</i>	+
	<i>Sorbus aucuparia</i>	+
E V. 1	<i>Pinus sylvestris</i>	25 %
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	+
	<i>Abies alba</i>	+
	<i>Quercus sessilis</i>	+
	<i>Salix caprea</i>	+
	<i>Prunus avium</i>	-
E V. 2	<i>Pinus sylvestris</i>	5 %

Půdní vegetace, celková pokrývnost 40 - 45 %:

<i>Luzula nemorosa</i>	+3
<i>Poa nemoralis</i>	1
<i>Calamagrostis epigeios</i>	1
<i>Festuca ovina</i>	1
<i>Chamaenerium angustifolium</i>	+
<i>Senecio sylvaticus</i>	1
<i>Rumex acetosella</i>	+
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	+
<i>Veronica officinalis</i>	+
<i>Leontodon autumnalis</i>	+
<i>Cytisus ratisbonensis</i>	+
<i>Chenopodium polyspermum</i>	+
<i>Chimaphila umbellata</i>	+
<i>Entodon schreberi</i>	-2
<i>Dicranum scoparium</i>	1

Jižně pod plochou: *Luzula sudetica* ssp. *pallenscens*, *Hypochoeris radicata*, *Galeopsis tetrahiti*, *Atropa belladonna*, *Agrostis tenuis*, *Poa compressa*.

Podle lesního hospodářského plánu pro roky 1982 - 1991 byla tato plocha zařazena do dubobukového stupně kyselých řady k typologické jednotce 3 K 3.

Pokusná plocha je jednou z dílčích ploch, kterými byl porost 33a₁ v době šetření, tj. v roce 1967, z větší části obnovně rozpracován. Svou delší stranou přiléhá k jihozápadnímu porostnímu okraji, tvořenému lesní cestou, odkud zasahuje do téměř zapojeného mateřského porostu, kde je zmlazení zřetelně ukončeno. Maximální šířky 44,5 m dosahuje plocha v místě vedení transektu A. Na výměře 0,41 ha roste nad zmlazením 11 borových výstavků a souvislý zbytek mateřského porostu o zakmenění asi 0,5, který tvoří 22 borovic. Borovice (včetně výstavků) mají průměrnou výšku 23,0 m, průměrnou výčetní tloušťku 31,3 cm a věk 111 let. Jejich celková hmota hrubší s krouu je 29 m³.

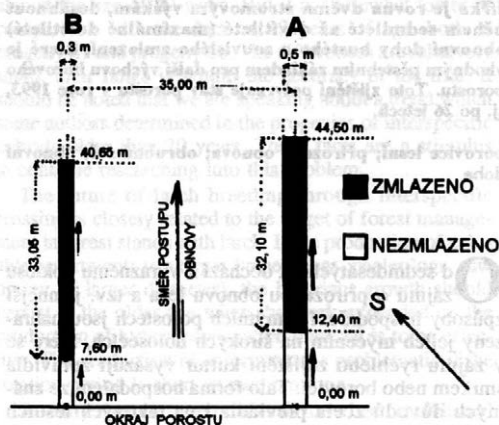
Porost 33a₁ má od r. 1928 do současné doby stále zastoupení dřevin, v němž dominuje podílem 0,9 borovice. Smrk má zastoupení 0,1, jedle, buk a dub jsou vtroušeny. Borovice dosahuje 6. bonitního stupně, smrk 7., jedle 7., dub 7. a buk 6.

METODIKA

Řešení úlohy vychází obecně z předpokladu, že úspěšná přirozená obnova porostů nebo jejich částí

představuje sui generis pokusné plochy, vhodné pro odvození jistého okruhu poznatků o přirozené obnově. V tomto základním přístupu je postup analogický metodě, které použili při výzkumu přirozené obnovy smrku, jedle a buku např. Kadlus (1966) nebo při studiu zmlazování douglasky tisolisté Kinský, Šika (1987).

1. Z plochy dvou rovnoběžných transektů A a B, vytyčených geodetickým strojem v dílčí obnovní ploše v předpokládaném směru postupu obnovy (obr. 1 a 2), bylo odebráno 185 borovic k věkové a výškové analýze. Před odebráním stromků byla změněna jejich vzdálenost od okraje porostu, který byl fixován jako geometrický bod v ose transektů. Kromě živých jedinců byla zjištěna poloha a počet stromků odumřelých. Pro možnost komparace byly v sousedství obnovní plochy změřeny výšky borovic jednoletých (36 kusů), dvouletých (29 kusů) a tříletých (32 kusů).



3. Situace transektů - The situation of transects

Výšková a věková analýza se prováděly souběžně. Protože borovice byly ve spodní části v důsledku vysoké hustoty porostu přirozeně vyvřetené, byla v této části kmínků oloupána kůra a přesleny určovány podle suků. Při pochybnosti o tom, zda jde o přeslen, byly nad dotýcným místem a pod ním vedeny příčné řezy a porovnány počty letokruhů. Věk zjištěný podle přeslenů byl zejména v počáteční analýze srovnáván s počtem letokruhů v kořenovém krčku. Ze 185 analyzovaných borovic byl věk určen podle přeslenů i letokruhů na úřezu u 82 jedinců (44 %), podle přeslenů u 103 jedinců (56 %).

Zjištěné prvotní údaje jsou zpracovány statistickými metodami. Důkaz o podobnosti skutečného rozdělení četností věků s normálním rozdělením je podán:

$$a) \text{ na základě kritéria } \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_{ei} - n_{oi})^2}{n_{oi}}$$

s (k - 1) stupni volnosti,

kde: k - počet tříd,
n_{ei} - experimentální četnosti,
n_{oi} - teoretické četnosti.

Četnosti n_{ei} a n_{oi} se liší pouze náhodně, když χ^2 vypočtené < χ^2_{α} ; k-1;

b) na základě nesouměrnosti, kdy hypotéza o normalitě

$$\text{se zamítá, když } \frac{|A|}{\sqrt{\text{var } A}} \geq Z \frac{\alpha}{2}$$

kde: A - koeficient nesouměrnosti,

$$\text{var } A = \frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}$$

n - rozsah souboru;

c) na základě špičatosti, kdy hypotéza o normalitě se za-

$$\text{mítá, když } \frac{|A_4 - EA_4|}{\sqrt{\text{var } A_4}} \geq Z \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{kde: } A_4 = \frac{\sum n_i (x_i - \bar{x})^4}{n s^4}; \quad EA_4 = 3 - \frac{6}{n+1}$$

$$\text{var } A_4 = \frac{24 n (n-2) (n-3)}{(n+1)^2 (n+3) (n+5)}$$

kde: n - rozsah souboru,

s - směrodatná odchylka,
 $\bar{x}$ - aritmetický průměr.

Analytický výraz závislosti výšky na věku (úsek výškové vzrůstové křivky) je odvozen z analýzy 20 % nejvyšších borovic rostoucích v roce 1967 na transektech (24 jedinců na transektu A a 13 na transektu B). K vyrovnání průměrných hodnot výšek je použito paraboly druhého stupně v obecném tvaru $y = c + bx + ax^2$. Růstová funkce se zde zjednodušeně nahrazuje parabolou druhého stupně, která poněkud zkrlesuje vyrovnaný průběh výšek u posledních několika let, a to zejména na transektu A.

2. Určení použitého druhu obnovy a jejího časového průběhu se opírá o stav porostu (rozmístění stromů mateřského porostu) na obnovní ploše v r. 1967, dále o časový sled a charakter těžebních zásahů provedených během obnovní doby (tab. IV) a konečně o výsledné charakteristiky následného porostu. Poslední zásah provedený v r. 1968 jsem měl možnost posoudit osobně, o předchozích z období 1952 - 1962 jsem byl informován od vedoucího poleš a lesníka. S porostní hospodářskou evidencí se tyto údaje shodují pouze časově (rok těžby). Jejich kvantifikace není možná.

VÝSLEDKY ZPRACOVÁNÍ PRVOTNÍCH ÚDAJŮ

DŘEVINNÁ SKLADBA, ROZSAH OBNOVY, HUSTOTA NÁSLEDNÉHO POROSTU

Následný porost na obou transektech tvoří výlučně borovice. Rovněž na obnovní ploše jako celku je borovice hlavní dřevinou, vtroušeny jsou smrk, jedle a bříza.

Transekt A je obnoven na délce 32,10 m, transekt B na délce 33,05 m. Zmlazené části leží v intervalech vzdáleností <12,40 m; 44,50 m>, případně <7,60 m; 40,65 m> od okraje porostu, jsou souvislé a bez mezer. Nezmlazené úseky jsou rovněž souvislé a přímýkají se k porostnímu okraji (obr. 3). V době šetření byly porostlé třtinou křovištní *Calamagrostis epigeios*. Stupeň zajištění celé plochy obnovou se pohybuje kolem 85 %. Zalesnění porostního okraje by zasahovalo do vzdálenosti nejvýše 3 m od zmlazení, tj. od nejbližších jedinců na transektech. Za tohoto předpokladu a ze zaměřené obnovní plochy je odvozen 15% nezdár přirozené obnovy.

Hustota následného porostu v průměrném věku 10,7 a 11,4 roku (tab. III), odvozená z počtu živých jedinců na zmlazených částech transektů, je v přepočtu na jeden

1. Počet borovic na zmlazené ploše - The number of pine-trees on regenerated area

Transekt	Zmlazená plocha ² (m ²)	Počet jedinců ³			Přepočít na 1 ha - počet jedinců ⁴	
		živých ⁵	uhynulých ⁶	celkem ⁷	živých ⁵	celkem ⁷
A	16,050	120	30	150	74 766	93 458
B	9,915	65	23	88	65 557	88 754

¹ transekt, ² regenerated area, ³ number of individuals, ⁴ converted per 1 ha - number of individuals, ⁵ live, ⁶ withered, ⁷ total

hektar velmi vysoká (tab. I) a představuje pětinašobek až šestinašobek počtu používaných k zalesnění dvouletkami (12 500 kusů). Vezmeme-li v úvahu celkový počet, tzn. včetně jedinců uhynulých (stav porostu někdy před r. 1967 a pravděpodobně koncem zmlazování), pak byla hustota následného porostu ještě podstatně vyšší.

VĚKOVÁ STRUKTURA NÁSLEDNÉHO POROSTU, PRŮBĚH OBNOVY

Věková struktura následného porostu, charakterizovaná rozdělením četností věků (tab. II, obr. 4) a statistickými veličinami (tab. III) je prostředkem pro odvození pravděpodobného časového průběhu přirozené obnovy na sledované ploše. Z hlediska interpretace je pro daná rozdělení četností vhodným modelem normální rozdělení. Skutečné empirické četnosti se totiž od teoretických četností normálního rozdělení liší na 5% hladině významnosti pouze náhodně, protože

$$\chi^2_{\text{vypočtené}} = 4,18 < \chi^2_{0,05; 8} = 15,5 \quad (\text{transekt A})$$

$$\chi^2_{\text{vypočtené}} = 7,07 < \chi^2_{0,05; 9} = 16,9 \quad (\text{transekt B})$$

Podobnost s normálním rozdělením je dále prokázána také na základě nesouměrnosti, protože

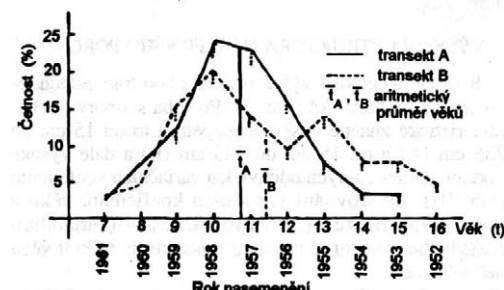
$$\frac{|A|}{\sqrt{\text{var } A}} = 1,26 < Z \frac{\alpha}{2} = 1,96 \quad (\text{transekt A})$$

$$\text{a} \quad \frac{|A|}{\sqrt{\text{var } A}} = 0,95 < Z \frac{\alpha}{2} = 1,96 \quad (\text{transekt B})$$

a na základě špičatosti, protože

$$\frac{|A_4 - EA_4|}{\sqrt{\text{var } A_4}} = 9,92 > Z \frac{\alpha}{2} = 1,96 \quad (\text{transekt A})$$

$$\text{a} \quad \frac{|A_4 - EA_4|}{\sqrt{\text{var } A_4}} = 1,31 < Z \frac{\alpha}{2} = 1,96 \quad (\text{transekt B})$$



4. Relativní rozdělení četností věků - Relative distribution of age frequencies

Transect ¹	Věk ² (t)		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Σ
	Rok nasazení ³		1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1954	1953	1952	
A	Četnost ⁴	absolutní ⁵	3	9	15	29	28	19	9	4	4		120
		%	2,5	7,5	12,5	24,2	23,3	15,8	7,5	3,4	3,3		100
B	Četnost ⁴	absolutní ⁵	2	3	10	13	9	6	9	5	5	3	65
		%	3,1	4,6	15,4	20,0	13,9	9,2	13,8	7,7	7,7	4,6	100

¹transect, ²age, ³year of natural seeding, ⁴frequency, ⁵absolute

III. Statistické charakteristiky věku a výšky – Statistical values of age and height

Transect ¹	Věk ² t			Výška ³ h (cm)		
	aritmetický průměr ⁴ (t)	směrodatná odchylka ⁵ (± σ)	variace koeficient ⁶ (%)	aritmetický průměr ⁴ (h)	směrodatná odchylka ⁵ (± σ)	variace koeficient ⁶ (%)
A	10,7	1,7	16,2	103,0	51,2	49,7
B	11,4	2,3	20,3	127,6	81,2	63,6

¹transect, ²age, ³height, ⁴arithmetical mean, ⁵standard deviation, ⁶variation coefficient

Věkovou skladbu následného porostu tvořilo na konci vegetačního období 1967 devět ročníků borovice na transektu A a deset ročníků na transektu B (na ploše fytoecologického zápisu, kde probíhala obnova, byly zjištěny borové semenáčky ve věku od jednoho do pěti let). Přirozená obnova proběhla tedy v devítiletém období 1953 - 1961 (A), případně v desetiletém 1952 - 1961 (B). Při zmlazení šířce obnovené plochy 32 - 33 m (obr. 3, zmlazené úseky transektů) jde o období poměrně dlouhá. Rozhodující fáze obnovy se v daných časových rámcích nicméně uskutečnila během tří až čtyř let (A) a během čtyř až pěti let (B), kdy v časovém rozpětí $\bar{t} \pm \sigma$ vzniklo ve shodě s přijatým modelem normálního rozdělení 68,3 % jedinců nynějšího následného porostu.

Z utváření věkové struktury lze dále vyvodit, že přirozená obnova probíhala v uvedených časových rámcích pravidelně a plynule a nepřetržitě. Během zmlazovací doby existovaly nebo byly postupně vytvářeny příznivé podmínky pro vznik a další růst borových semenáčků. Vliv výrazných semenných roků nebo vůbec střídání větších a menších úrod nelze z věkové skladby odvodit. Toto tvrzení však jejich existenci nepopírá. Znamená pouze, že semenné roky nebo roky s bohatšími a chudšími úrodami, které v daném období určitě existovaly, neměly na formování věkové skladby následného porostu při dosažení průměrného věku 10,7, příp. 11,6 roku zřetelný vliv.

VÝŠKOVÁ STRUKTURA NÁSLEDNÉHO POROSTU

Rozdělení četností výšek jsou na obou transektech levostranně asymetrická (obr. 5). Pro oba soubory je charakteristické značné výškové rozpětí, a to od 15 cm do 285 cm (A) a od 15 cm do 345 cm (B) a dále vysoké hodnoty směrodatných odchylek a variace koeficientů (tab. III). Ze srovnání variace koeficientů věku a výšky vyplývá, že výšková rozrůzněnost (variabilita) následného porostu je na obou transektech 3,1krát větší než věková.

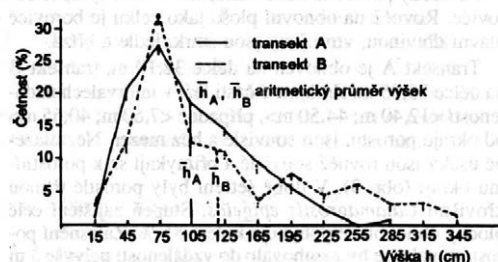
KORELACE MEZI VZDÁLENOSTÍ OD OKRAJE POROSTU I A VĚKEM NÁSLEDNÉHO POROSTU I

Mezi sledovanými znaky je záporná lineární korelace (obr. 6). Hodnoty korelačních koeficientů lze se zřetelem k povaze řešené úlohy považovat za dosti vysoké. Jejich rozdílné hodnoty na transektech, totiž $r = -0,59$ (A) a $r = -0,75$ (B) se s 95% spolehlivostí významně neliší, protože pro

$$\alpha = 0,05 \text{ je } z = +1,88 \in I_{0,95} < -1,96; 1,96 > .^{+}$$

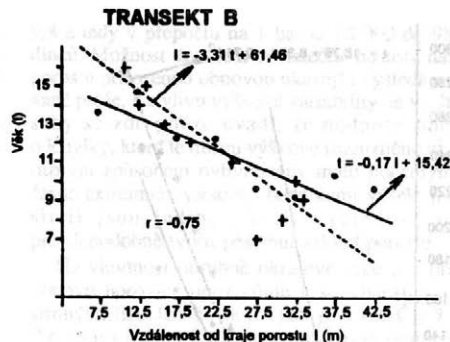
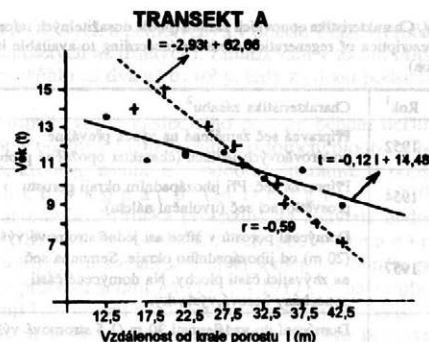
Zápornou korelaci interpretujeme tak, že se vzrůstající vzdáleností od okraje klesá věk následného porostu. Tímto výrokem se naznačuje, že přirozená obnova se rozvíjela od okraje mateřského porostu dovnitř.

Rychlost postupu zmlazování udává prvá derivace regresních přímk $l = -2,93 t + 62,66$ (A) a $l = -3,31 t + 61,46$ (B), tedy hodnoty jejich koeficientů, vzatých však kladně. V tomto smyslu postupovalo zmlazení na transektu A rychlostí 2,93 m za rok, na transektu B rychlostí 3,31 m za rok (29 až 33 m za deset let). S ohledem na stupeň korelace a na značné chyby regresních rovnic (22 % a 28 %) se těmito údaji přikládá pouze orientační význam.

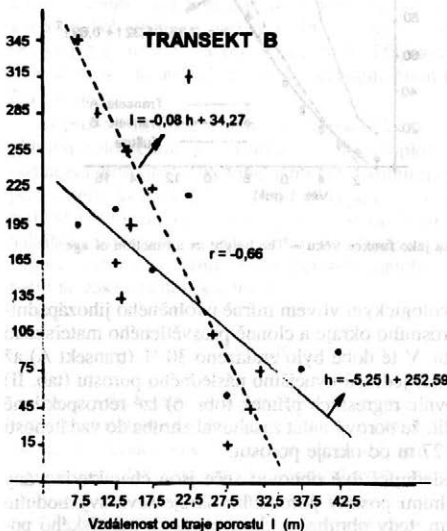
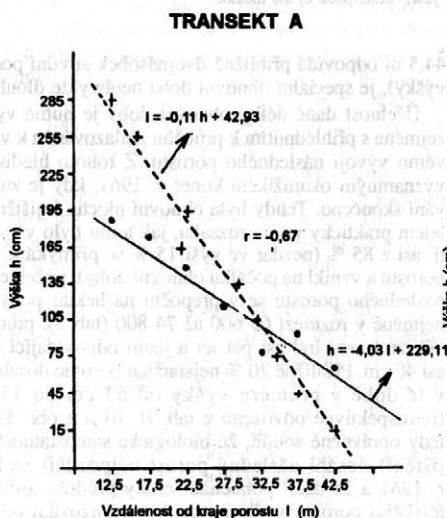


5. Relativní rozdělení četností výšek – Relative distribution of height frequencies

⁺ Použito statistiky $z = (z_1 - z_2) : \sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}$, která má normální rozdělení; z_1, z_2 jsou hodnoty podle Fischerovy transformace.



6. Korelace mezi vzdáleností od okraje porostu l a věkem t – Correlations between the distance from the stand border l and the age t



7. Korelace mezi vzdáleností od okraje porostu l a výškou následného porostu h – Correlations between the distance from the stand border l and the height of subsequent stands h

KORELACE MEZI VZDÁLENOSTÍ OD OKRAJE POROSTU l A VÝŠKOU NÁSLEDNÉHO POROSTU h

Veličiny jsou záporně lineárně korelovány (obr. 7). Výška následného porostu se vzrůstající vzdáleností od okraje mateřského porostu v průměru klesá. Intenzita tohoto poklesu, vyjádřená regresními koeficienty $\beta_{hl} = -4,03$ (A) a $\beta_{hl} = -5,25$ (B), je výrazně rychlejší, než tomu bylo u věku. Popsaný průběh, charakterizovaný pro sledovanou plochu rovnicemi regresních přímek, je v obecnějším slova smyslu typický pro obnovní seče založené na okrajovém rozmístění, tedy pro seče okrajové.

VÝŠKOVÝ RŮST NÁSLEDNÉHO POROSTU (VÝŠKA h JAKO FUNKCE VĚKU t)

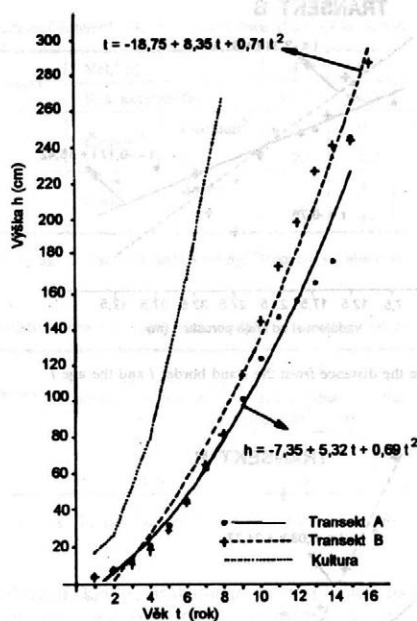
Úseky výškových vzrůstových křivek vyjadřují vzrůst borového zmlazení od tří až čtyř let do 15 let. V daném případě jsou prostředkem k charakteristice následného porostu v době dosažení jeho biologické samostatnosti (biologického zajištění).

Pro srovnání je znázorněn výškový růst osmileté borové kultury (obr. 8), která byla založena na holé seči dvouletkami (12 500 kusů na ha) v r. 1985 v porostu, jehož základní stanovištní podmínky jsou blízké podmínkám na pokusné ploše. V krátkém časovém úseku osmi let je evidentní, že výškový růst kultury je výrazně rychlejší než růst porostu z přirozené obnovy. Krátkodobé srovnání upozorňuje pouze na známé rozdíly. Zda jsou přechodné nebo trvalé, to je v současné době předmětem dalšího šetření.

POUŽITÝ DRUH OBNOVY, OBNOVNÍ DOBA

Druh obnovy

První dva zásahy (tab. IV), vložené na počátku obnovní doby do zapojeného porostu (tuto informaci polešného a lesníka potvrzuje vysoké zakmenění porostu 0,9 zjištěné při inventarizaci v roce 1951), mají převážně charakter přípravných sečí a přibližně vymezují sledovanou obnovní plochu. Do r. 1957 probíhá přirozená obnova



8. Výška jako funkce věku – The height as a function of age

pod ekologickým vlivem mírně uvolněného jihozápadního porostního okraje a clonně prosvětleného mateřského porostu. V té době bylo zmlazeno 30 % (transekt A) až 43 % (B) jedinců nynějšího následného porostu (tab. II) a z rovnic regresních přímk (obr. 6) lze retrospektivně odvodit, že borový nálet zasahoval zhruba do vzdálenosti 22 až 27 m od okraje porostu.

Následující dvě obnovní seče jsou charakterizovány frontálními posuny porostního okraje severovýchodním směrem, tedy obrubným domycováním mateřského porostu ve směru rozvíjející se obnovy. Zásahem z r. 1957 (tímto zásahem je v zájmu dosažení obnovy zjevně zkomplikováno vyklizování dříví) byla posunuta jihozápadní porostní stěna asi o 20 m a současně byl clonně prosvětlen porost na zbývající části plochy. V takto vzniklém rozmístění stromů probíhala přirozená obnova do konce r. 1961, kdy bylo zmlazování skončeno. Těžbou v r. 1962 došlo k dalšímu posunu porostní stěny do vzdálenosti 30 m od okraje (zjištěno měřením v r. 1967) a k prosvětlení zbytku mateřského porostu, který byl posléze spolu s výstavky domycen v r. 1968.

Použitý obnovní způsob má nejbližší k obnově, kterou J u r č a (1988) označuje jako obrubně-okrajovou (okrajové rozmístění severovýchodní), případně k obnově clonně-okrajové (náhradní kombinace clonné a okrajového rozmístění sensu - V a n s e l o w, 1949).

Obnovní doba

Obnovní doba definovaná jako období od vložení prvních obnovních zásahů do vytyčení posledních zbytků mateřského porostu spadá do časového úseku 1952 - 1968 a trvá tedy 16 let. S ohledem na zmlazovanou dřevinu a velikost obnovní plochy, u níž je při daném obnovním postupu určujícím rozměrem šířka (maximu

IV. Charakteristika obnovních zásahů (podle dosažitelných informací) – Description of regeneration methods (according to available information)

Rok ¹	Charakteristika zásahu ²
1952	Přípravná seč zaměřená na výsek převážně podúrovňových jedinců (charakter opožděné probírky).
1954	Přípravná seč. Při jihozápadním okraji porostu prosvětlovací seč (uvolnění náletu).
1957	Domycení porostu v šířce asi jedné stromové výšky (20 m) od jihozápadního okraje. Semenná seč na zbývající části plochy. Na domycené části ponechány borové výstavky.
1962	Domycení do vzdálenosti 30 m (1,5 stromové výšky) od okraje porostu. Na domycené ploše ponechány borové výstavky. Prosvětlovací seč.
1968	Domýtná seč.

¹ year, ² description of the method

44,5 m odpovídá přibližně dvojnásobek střední porostní výšky), je speciální obnovní doba neobvykle dlouhá.

Účelnost dané délky obnovní doby je nutné vyšetřit zejména s přihlédnutím k průběhu zmlazování a k výskovému vývoji následného porostu. Z tohoto hlediska je významným okamžikem konec r. 1961, kdy je zmlazování skončeno. Tehdy byla obnovní plocha zajištěna náletem prakticky v tom rozsahu, jak tomu bylo v r. 1967, tj. asi z 85 % (nezdar ve výšce 15 % se přimyká k okraji porostu a vznikl na počátku obnovní doby), počet jedinců následného porostu se v přepočtu na hektar pohyboval nejméně v rozmezí 65 600 až 74 800 (tab. I), průměrný věk zmlazení byl asi pět let a jemu odpovídající výška asi 40 cm. Přibližně 20 % nejstarších borovic dosahovalo v té době v průměru výšky od 63 cm do 135 cm (retrospektivně odvozeno z tab. II, III a z obr. 8). Lze tedy oprávněně soudit, že biologické samostatnosti (zajištění) dosáhl následný porost nejpozději na konci r. 1961 a že další ponechání clony předřizováním mateřského porostu vedlo pouze k prodloužení obnovní doby a k možným přírůstkovým ztrátám na následném porostu. Za tohoto předpokladu je zcela reálná úvaha ukončení obnovní doby nejpozději v r. 1961 a tím její zkrácení nejvýše na deset let. Tato úvaha se opírá především o krajní hodnoty věku následného porostu. V zájmu jistého zobecnění je účelné využít vlastností normality rozdělení četností věků a dobu zmlazování vymezit např. pomocí intervalu $\bar{x} \pm 2\sigma$, tedy obdobím, kdy se zmladilo 95,5 % jedinců následného porostu. V tom případě je délka zmlazování dána sedmi až osmi lety na transektu A a devíti lety na transektu B a v daném případě může být ztotožněna s délkou speciální doby obnovní.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DISKUSE

Věková struktura a z ní odvozené období zmlazování ukázalo, že vznik následného borového porostu není vázán na jeden výrazný semenný rok, nýbrž že jde o desetiletý až desíťletý proces, v jehož časovém rámci lze vymezit nanejvýš určité tříleté až pětileté období, v němž zmlazování probíhalo nejintenzivněji. Pro srovnání uveďme výsledky šetření V a n s e l o w a (1939, 1949), který na pokusných plochách v oblasti Langensteinbach zjistil v nárostech přítomnost dvou ročníků bo-

rovíce (čtyřletých a pětiletých) a v oblasti Uetze tří ročníků (jednoletých až tříletých). Zmlazování v těchto případech proběhlo za dva až tři roky, tedy za dobu podstatně kratší.

Postupná tvorba následného porostu během delšího období je podmíněna především každoroční plodností borovice, která je známá a v odborné literatuře ji popsal např. Schwaappach (in Dengler, 1930), který ji z oblasti Pruska prokazuje za souvislé období 1874 - 1894. A. P. Tolsky (cit. podle Dengler a, 1930) zjistil každoroční opad semen ve stejném porostu v průběhu sedmi let (1911 - 1917). V naší oblasti dokazují každoroční plodnost borovice výjimečně pečlivě vedené a proto použitelné údaje o sběru borových šišek na poleš Předklášteří u Tišnova (podle osobních záznamů vedoucího poleš M. B. Učká) za období 1969 - 1985, kdy borovice byla sbírána každoročně s výjimkou let 1976 a 1982, kdy nebyl sběr z komerčních a plánovacích důvodů žádoucí. Pro danou oblast obecně platí, že k větším úrodám borovice dochází každý druhý rok. V průběhu přirozené obnovy se může v některých letech uplatnit i jev, který Dengler (1930) označuje termínem Nachlaufen a který se vyskytuje u buku a borovice. V tomto případě totiž část semen, která pravděpodobně pro nepříznivé podmínky nevyklíčí v prvním jaru po opadu, vyklíčí teprve na jaře roku příštího.*

Časový průběh zmlazování ovlivňuje délku speciální obnovní doby (obnovní doby dílčí plochy). Tuto dobu stanoví pro borovici Dengler (1930) na pět až deset let, Vanselow (1949) na čtyři až osm let a Korpeř (in Vyskot et al., 1978) diferencovaně na čtyři až sedm let při okrajové obnově (kdy se okrajová zóna rozšiřuje dvojfázově) a na šest až osm let při třífázově clonné seči. I přes rozdílnou definici obnovní doby, vyplývající z různého způsobu určení jejího počátku, který Dengler (1930) spojuje s první semennou sečí, Vanselow (1949) s objevením se prvních semenáčků a Korpeř s vložením prvního obnovního zásahu, můžeme pro komparační účely stanovit její délku rámcově na čtyři až deset let. Experimentálně odvozená délka sedm až devět, případně deset let je tedy blíže středu a horní mezí intervalu, jeho hranici však nepřekračuje. Obnovní doba se přitom chápe jako období od vložení prvního obnovního zásahu do domýcení posledních zbytků mateřského porostu a odpovídá tedy pojetí Korpeřa.

Délka časového průběhu zmlazování ovlivňuje věkovou rozrůzněnost (variabilitu) následného porostu a tím i rozrůzněnost výškovou. Z šetření vyplývá, že relativní výšková variabilita je 3,1krát větší než věková. Z toho lze soudit, že na výškovou rozrůzněnost působí i jiné vlivy (např. růstová individualita, vylučovací proces, stínění mateřským porostem), a to patrně ve větší míře než sama variabilita věková, determinovaná dobou zmlazování.

Na závislost mezi obnovou a výchovou mladých lesních porostů upozorňuje Jurek (1988); zdůrazňuje, že snadnou a kvalitní výchovu ovlivňuje dostatečná hustota porostu a co nejmenší výšková rozrůzněnost. Vanselow (1949) uvádí, že ve tříletém zmlazení borovice (lokalita Uetze), kde byla pro její obnovu provedena příprava půdy, se počet jedinců na 1 m² pohyboval od 3,2 do

9,8 a tedy v přepočtu na 1 ha od 32 000 do 98 000 jedinců. Možnost dosažení dostatečné hustoty následného porostu přirozenou obnovou ukazují i výsledky na sledované ploše. Ke vlivu výškové variability na výchovné záslahy se zde pouze uvádí, že hodnoty směrnatné odchylky, která je mírou výškové rozrůzněnosti, jsou výrazným způsobem ovlivňovány málo početnými a současně extrémně vysokými hodnotami výšek, jejichž nositeli jsou jedinci, kteří výhledově nebudou pravděpodobně tvořit pěstební základ porostu.

Na vhodnost obrubné okrajové seče pro přirozenou obnovu borovice upozorňuje v souvislosti s vnášením stinných listnáčů do borových porostů Čížek (in Polanský, 1956), který současně doporučuje pasečný směr od jihu, jihozápadu a jihovýchodu. Vedle seče okrajové lze pro analogické podmínky doporučit i seč clonné okrajovou a skupinovitě clonnou (úspěšně použitou ve střední části porostu), a to např. na pruzích širokých na dvě stromové výšky s obnovní dobou osmi let (Korpeř in Vyskot et al., 1978). Přípravnou seč je možné při clonné seči spojit se sečí semennou (Jurek a, 1988).

Pro problematickou je však nutné pokládat přirozenou obnovu holosečnou, a to i holosečnou maloplošnou. Po odkácení porostu, případně i po jeho intenzivnějším prosvětlení dochází na tomto lesním typu k rychlému zabušení třítnou křovíštní, která znemožňuje vznik a další vývoj borových semenáčků. Ve fytoecologickém zápisu se třtina vyskytuje již pod clonou mateřského porostu se zakmeněním kolem 0,6.

ZÁVĚR

Použitý druh obnovy má nejbližší k obnově okrajové, rozvíjené obrubnou formou, případně k obnově clonné okrajové. Okrajovou sečí vedenou od jihozápadu proti severovýchodu lze na obnovní ploše pruhového tvaru, jejíž šířka je rovna dvěma stromovým výškám, dosáhnout během sedmileté až devítileté (maximálně desetileté) obnovní doby hustého a souvislého zmlazení, které je vhodným pěstebním základem pro další výchovu borového porostu. Toto zjištění potvrzuje stav porostu po 26 letech. Vznik zmlazení nebyl vázán na jeden výrazný semenný rok. Věková skladba následného porostu, z níž je průběh obnovy odvozován, se naopak postupně utvářela během delšího období. Každoroční plodnost borovice představuje z tohoto hlediska možnost rozumného prodloužení zmlazovacího období a tím zvýšení pravděpodobnosti úspěchu obnovy. Z krátkodobého srovnání vykazuje borová kultura založená v podobných staništních podmínkách výrazně rychlejší výškový růst než borový nárost. Toto zjištění však ještě nedokazuje vznik trvalých přírůstků ztrát.

Okrajová nebo obrubná okrajová obnova se v analogických případech může uplatnit a rozvinout především na skutečném porostním okraji nebo na širších pracovních polích v rozčleněných porostech, nejlépe např. v souvislosti s vnášením buku do předem zmlazených obnovních prvků (ve formě obnovy clonné okrajové). Prosté fazení obnovních ploch širokých na dvě stromové výšky vedle sebe znamená již přechod k clonné seči.

* „... Auch bei Buche und Kiefer hat man öfters beobachtet, das ein Teil der Samen, der im ersten Frühjahr nicht keimt, dies im zweiten nachholt. Man bezeichnet dies als „Nachlaufen“. Wahrscheinlich tritt das aber nur bei ungünstigen Umständen ein, z. B. bei grosser Trockenheit kurz nach der Aussaat.“

- DENGLER, A.: Walbau auf ökologischer Grundlage. Berlin, Verlag J. Springer 1930.
- JURČA, J.: Pěstění lesů. [Skriptum.] Brno, VŠZ 1988.
- KADLUS, Z.: Struktura a vývoj zmlazení smrků, jedle a buku v Jeseníkách. Lesn. Čas., 12, 1966, č. 8 : 741-763.
- KINSKÝ, V., ŠIKA, A.: Možnosti přirozené obnovy douglasky tisolisté. Lesn. Práce, 66, 1987, č. 9 : 393-399.
- POLANSKÝ, B.: Pěstění lesů. III. díl. Praha, SZN 1956.
- VANSELOW, K.: Alter, Zusammensetzung und Aufbau natürlicher Verjüngungen. Allg. Forst- Jagdztg, 1939 : 39-50.
- VANSELOW, K.: Natürliche Verjüngung im Wirtschaftswald. Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. 2. Aufl. Hamburg, Verlag J. Neumann-Neudamm 1949.
- VYSKOT, M. et al.: Pěstění lesů. Praha, SZN 1978.

Dělo 31. 5. 1993

KRATOCHVIL, M. (Kufim): *Study of Scotch pine natural regeneration by border cutting*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 323-330.

The used type of regeneration and its time course were studied on a partial regeneration area in the final stage of natural regeneration with successful regeneration of Scotch pine and with the rest of parent stand. The investigation was based on an analysis of the subsequent stand and on the distribution of parent stand trees on the regeneration area at the end of the year 1967, and also on data on cuttings effectuated in the special regeneration period.

The age structure of subsequent stand determined by the distribution of age frequencies (Tab. II, Fig. 4) and by statistical variables (Tab. III) is a tool to describe the probable time course of natural regeneration on the investigated area. Normal distribution is a suitable model for the given frequency distribution in view of interpretation. There are only random differences at a significance level of 5 % between the actual and theoretical frequencies, since

$$\chi^2_{\text{calc.}} = 4.18 < \chi^2_{0.05; 8} = 15.5 \quad (\text{A})$$

$$\chi^2_{\text{calc.}} = 7.07 < \chi^2_{0.05; 9} = 16.9 \quad (\text{B})$$

The subsequent stand at the end of the 1967 growing season consists of nine-generations of pine in transect

A and ten year-generations in transect B. Hence natural regeneration took place in the nine-year period of 1953 - 1961 (A) and in the ten-year period 1952 - 1961 (B). The principal stage of regeneration occurred within three to four years (A) and four to five years (B) in the given periods, when within the time span $t \pm \sigma$ 68.3 per cent of individuals of the present subsequent stand were produced in keeping with the normal distribution model.

Left-handed skew, large range of heights (Fig. 5) and high values of standard deviations and variation coefficients (Tab. III) are typical of the height structure of subsequent stand. Variation coefficients of heights are 3.1 times higher than the variation coefficients of ages in both transects.

The negative linear correlation between the distance from the border of the stand I and the age t (Fig. 6) shows that natural regeneration proceeded from the border of parent stand towards its interior. The correlation between the distance from the border of the stand I and the height h is linearly negative (Fig. 7). The height is increasing with the growing distance from the border of the stand. This course is typical of border cuttings in general.

The segments of height growth curves have been plotted for simplification in form of parabolas of order II, and they are a tool to describe the subsequent stand at the time when it attained its biological independence. A short-term comparison indicates that the pine plantation established in similar on-site conditions is growing more vigorously than the pine advance regeneration. But this finding does not demonstrate increment losses of the naturally regenerated subsequent stand.

The data on regeneration cuttings and the information on the subsequent stand document that the used type of regeneration is approximating the border regeneration, supported by frontal strip cutting or shelterwood cutting. Border felling in the direction from south-west to north-east on the strip regeneration area, the width of which equals two tree heights, can lead to dense and continuous regeneration over the seven- to nine-year (maximally ten-year) regeneration period; the regenerated stand is a suitable start for the subsequent tending of pine stand. This finding has been confirmed by the stand state in 1993, i.e. after 26 years.

Scotch pine; natural regeneration; border cutting; regeneration period

Kontaktní adresa:

Ing. Milan Kratochvil, Nádražní 1261, 664 34 Kufim

RŮST POTOMSTEV SMRKU ZTEPILÉHO [PICEA ABIES (L.) KARSTEN] Z RŮZNÝCH OBLASTÍ ČR

J. Kobliha

Vysoká škola zemědělská Praha, lesnická fakulta, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

Byly testovány rozdíly ve výšce 45 potomstev smrku ztepilého z různých oblastí ČR. Osm potomstev pochází z výběrových stromů z Jeseníků. Pokusná plocha byla založena v roce 1969 na ŠLP Křtiny. Potomstva byla vysazena do 128 parcel, 64 parcel ve sponu 1,5 x 1,5 m a 64 parcel ve sponu 2 x 2 m. Výška stromů byla změřena včetně přírůstu roku 1988. Uvnitř potomstev mezi parcelami většinou nejsou statisticky významné rozdíly. Významné rozdíly nejsou ani mezi parcelami s různým sponem. Naopak statisticky výsoké významné rozdíly jsou mezi potomstvy. Potomstva jesenických stromů zaostávají v růstu za ostatními. Ve srovnání s výškou roku 1978 je zachována růstová tendence. Regresní analýza dokládá statisticky vysokou významnost závislosti výšky 1988 na výšce 1978 podle potomstev. Tak pokračuje mj. z r. 1978 i zaostávání jesenických potomstev a všech potomstev původem z nadmořské výšky nad 1000 m n.m.

smrk ztepilý; test potomstev; spon; věková korelace

Sledovaná pokusná plocha byla založena na jaře roku 1969, v oddělení 70 b, na poleš Vranov na ŠLP Křtiny. Plocha má souřadnice 49°15' severní šířky a 36°20' východní délky, nachází se v nadmořské výšce 460 m na JZ expozici. Průměrná roční teplota zde činí 9 °C a srážky 625 mm za rok. Geologický podklad celého okolí je brněnská vyvřelina, půdu lze charakterizovat jako písčitohlinitou.

Výměra celé pokusné plochy (včetně ochranného pásu) je 2,06 ha, z toho vlastní výměra pokusné plochy činí 1,70 ha. Výsadba byla provedena ve sponech 2 x 2 m a 1,5 x 1,5 m do jednotlivých parcel. V každé z parcel bylo vysazeno šest řad po sedmi sazenicích (42 sazenic). V každém sponu se vysázelo 64 parcel. Celkem je tedy na ploše 128 parcel, kde bylo vysazeno 5376 sazenic. Na doplnění plochy bylo vysazeno ještě pět parcel ve sponu 1 x 1 m. Tyto parcely ovšem nyní změřené nebyly. Ve schématu je zobrazeno uspořádání parcel s potomstvy na ploše.

V tab. I je uveden přehled mateřských stromů jednotlivých potomstev. Tyto stromy byly podle taxacních veličin v daném porostu vybrány jako průměrné. Jsou zde rovněž zastoupena potomstva výběrových stromů z oblasti Jeseníků z bývalého LZ Loučná nad Desnou (označené L) a z bývalého LZ Janovice u Rýmařova (označené J). Vegetativní potomstva těchto výběrových stromů jsou zastoupena v semenných sadech na bývalém LZ Litovel (Lesní správa Úsov). Na ploše je celkem zastoupeno 37 potomstev z různých oblastí a osm potomstev výběrových stromů jesenického původu.

Jednou parcelou na ploše je zastoupeno pět potomstev (č. 21, 27, 34, 54 a J11), dvěma parcelami 17 potomstev (č. 1, 11, 12, 14, 36, 43, 47, 53, 56, 72, 74, J3, J5, J6, J12, L30, L31), třemi parcelami sedm potomstev (č. 3, 19, 45, 46, 52, 59, 60), čtyřmi parcelami 13 potomstev (č. 4, 6, 15, 17, 20, 37, 38, 39, 40, 48, 64, 65, L19), pět

parcelami dvě potomstva (č. 75 a 77), šesti parcelami jedno potomstvo (č. 7).

Ve sponu 2 x 2 m jsou jednou parcelou zastoupena potomstva č. 1, 11, 12, 14, 21, 27, 34, 36, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 56, 72, 74, J3, J5, J6, L30, L31, dvěma parcelami potomstva č. 3, 4, 6, 15, 19, 20, 37, 38, 39, 40, 48, 52, 59, 60, 64, 65, 75, 77, L19, třemi parcelami pouze potomstvo č. 7, žádnou parcelou nejsou zastoupena potomstva J11 a J12.

Ve sponu 1,5 x 1,5 m jsou jednou parcelou zastoupena potomstva č. 1, 3, 11, 12, 14, 19, 36, 43, 47, 52, 53, 56, 59, 60, 72, 74, J3, J5, J6, J11, L30, L31, dvěma parcelami potomstva č. 4, 6, 15, 17, 20, 37, 38, 39, 40, 45, 46, 48, 64, 65, J12, L19, třemi parcelami potomstva č. 7, 75, 77. Zastoupena v tomto sponu nejsou potomstva č. 21, 27, 34 a 54.

V letech 1988 - 1989 byla na této ploše uskutečněna schematická probírka, kdy byl počet stromů snižen na polovinu vyřazením každé druhé úhlopříčné řady. Byla to nezbytná podmínka možnosti měření stromů. Během těchto dvou let bylo uskutečněno měření výšek všech stromů pomocí přístroje Blume Leiss. Byla změřena výška stromů včetně přírůstu roku 1988.

Analýzou variance jednoduchého třídění byl posouzen rozdíl ve výšce stromů mezi parcelami o různých sponech. Tato analýza vycházela ze dvou variant (sponu 1,5 x 1,5 m a 2 x 2 m) se stejným počtem pozorování (vždy 64 parcel). Jako pozorování byl použit průměr na parcelu podle Páva a Machka (1989).

Schéma rozmístění potomstev smrku z různých oblastí ČR na parcelách pokusné plochy - Diagram of the planting design of spruce progenies from various regions of the CR on the plots of an experimental area

J32	43	63	12	31	41	61	11	71
74	153	173	112	151	171	111	191	201
L302	203	373	122	371	121	381	391	401
383	393	403	142	452	462	483	J121	141
452	462	483	J121	141	451	J31	481	211
523	L312	753	75	521	531	541	72	L301
562	593	643	152	591	641	271	651	751
653	754	773	J111	771	341	L191	32	42
L193	33	44	362	361	62	73	152	431
64	76	153	432	174	193	204	J62	374
174	193	204	J62	374	384	394	602	404
374	384	394	602	382	392	601	402	J61
404	453	463	722	484	524	532	742	461
484	524	532	742	461	721	482	522	L311
603	J122	472	644	654	755	774	L194	741
654	755	774	L194	741	J51	561	592	642
J11	J10	J11	L20	J53	652	752	772	L192

I. Původ mateřských stromů z různých oblastí České republiky, zastoupených svými potomstvy na pokusné ploše – The origin of mother trees from various regions of the Czech Republic represented by their progenies on an experimental area

Označení potomstva ¹	LZ - Polesí ²	Porost ³	Věk ⁴	Průměrná výška porostu ⁵	Nadmořská výška ⁶
1	Železná Ruda - Javorná	206 f	95	25	840
3	Příbram - Smolotely	51 f	85	26	494
4	Prostějov - Huť	N 35 a	86	29	607
6	Český Krumlov - Klet	25 b	104	26	890
7	Kdyně	21 d ₃ l	99	28	660
11	Český Rudolec - Mosty	10 h	108	35	680
12	Český Rudolec - Obora	27 a	94	30	480
14	Vlašim - Postupice	26 b ₃	72	25	420
15	Přimda - Kateřina	12 e ₁	80	25	520
17	Třeboň - Velečvín	49 f ₁ l	84	27	540
19	Kamenice nad Lipou-Johanka	19 b	78	27	660
20	Henčov - Lesnov	6 b	108	29	485
21	Henčov - Pouště	23 a ₁	60	20	650
27	Lomnice u Tišnova - Dalečín	104 a	60	21	540
34	Tachov - Branka	109 d	109	28	660
36	Nýrsko - Habartice	120 b	62	25	650
37	Rajnochovice - Kotáry	47 a ₁	95	34	640
38	Rožmitál pod Třemšínem - Roželov	718 b ₂	78	25	670
39	Kácov - Opatovice	25 a	78	26	480
40	Kácov - Opatovice	57 a	66	25	480
43	Trhanov - Výhledy	76 c	104	31	760
45	Teplá Mariánské Lázně - Polom	109 a	79	26	750
46	Teplá Mariánské Lázně - Prameny	318 k	90	31	650
47	Horní Blatná - Jelení	60 a	76	26	920
48	Horní Blatná - Jelení	62 a	86	30	840
52	Prachatice - Soumar. Most	5 d	78	31	800
53	Planá u Mariánských Lázní - Pozorka	115 a	90	26	700
54	Planá u Mariánských Lázní - Huť	22 c	95	25	600
56	Kašperské Hory - Dlouhá Ves	22 f	70	28	520
59	Bečov nad Teplou - Javorná	126 e	78	27	650
60	Vysoký Chlumec - Zvěstovice	102 c	61	25	620
64	Telč - Osoudov	13 b ₁	75	25	550
65	Telč - Řasná	12 a ₁	85	26	780
72	Jindřichův Hradec - Člunek	62 a ₃	92	27	665
74	Prachatice - Bobík	58 a	87	27	760
75	Prachatice - Bobík	47 a	75	20	1060
77	Jablunkov - Mionší	106 b	130	37	540
J3	Janovice u Rýmařova - Stará Ves	159 b	211	24	1097
J5	Janovice u Rýmařova - Stará Ves	302 a ₁	200	26	1090
J6	Janovice u Rýmařova - Stará Ves	152 c	206	32	1075
J11	Janovice u Rýmařova - Stará Ves	302 b ₁	200	30	1110
J12	Janovice u Rýmařova - Stará Ves	175 b	151	30	1110
L19	Loučná nad Desnou - Sedmidv.	10 c ₇	200	30	1150
L30	Loučná nad Desnou - Sedmidv.	10 c ₆₆	177	31	1150
L31	Loučná nad Desnou - Sedmidv.				

¹progeny designation, ²Polesí Forest District, ³stand, ⁴age, ⁵average height of trees, ⁶height above sea level

II. Výška potomstev z různých oblastí České republiky v roce 1988 podle sponu na parcelách (m) – Tree heights in the progenies from various regions of the CR in 1988 depending upon the spacing on the plots (m)

Číslo potomstva ¹	Spon ² 1,5 x 1,5 m		Spon ² 2 x 2 m	
1	11,27		10,74	
3	10,50		10,72	11,00
4	11,12	10,98	11,25	11,23
6	10,28	10,35	11,20	10,27
7	10,82	10,88	10,49	10,03
11	10,72		10,21	10,61
12	9,62		10,08	
14	11,06		10,45	
15	10,32	10,07	11,96	10,92
17	10,59	10,64	9,96	10,55
19	10,31		10,29	10,83
20	10,87	10,53	10,61	10,94
21			10,21	
27			10,43	
34			10,58	
36	10,20		10,32	
37	11,22	11,57	10,69	11,31
38	11,01	10,75	11,22	10,47
39	10,44	10,62	10,34	10,84
40	11,09	10,76	10,98	11,28
43	10,17		11,28	
45	11,21	11,27	11,04	
46	10,37	10,25	10,73	
47	11,52		11,21	
48	10,80	11,43	10,31	11,09
52	10,21		10,41	10,62
53	10,11		10,56	
54			10,45	
56	9,81		10,59	
59	10,65		12,07	10,16
60	10,32		11,49	10,85
64	10,42	10,87	10,32	10,33
65	10,86	10,23	11,25	10,84
72	10,06		11,26	
75	9,42	9,17	10,27	9,61
77	10,44	10,42	11,13	10,36
J3	8,55		9,35	
J5	9,79		9,05	
J6	8,88		8,33	
J11	9,45			
J12	10,57	10,45		
L19	10,12	9,89	10,24	9,77
L30	7,62		7,19	
L31	8,43		9,05	

¹progeny number, ²spacing

Vzhledem ke značným problémům s nestejným počtem parcel od jednotlivých potomstev (1 - 6) a také nestejným počtem jedinců na parcelách (11 - 24) byly rozdíly mezi potomstvy i uvnitř potomstev posouzeny následujícím způsobem: nejdříve byly posouzeny rozdíly uvnitř všech potomstev mezi všemi parcelami daného potomstva, pochopitelně s výjimkou potomstev o jedné parcele, t testem.

Bylo tak posouzeno 151 rozdílů mezi parcelami. Rozdíly mezi potomstvy byly hodnoceny pomocí analýzy variance jednoduchého třídění s nestejným počtem pozorování (tři až šest), do kterého však mohla být zařazena pouze potomstva s třemi a více parcelami (23 potomstev), takže bylo do tohoto *F* testu zařazeno 23 variant (potomstev) se třemi až šesti pozorováními (pozorování aritmetický průměr za parcelu podle Páva a Machka, 1989). Průměry za parcely mohly být zařazeny do testu bez ohledu na spon parcel, protože analýza variance prokázala statistickou nevýznamnost vlivu sponu na výšku stromů na parcelách.

Lineární regresní analýzou byla posouzena závislost výšky stromů v r. 1988 na výšce v r. 1978 (podle údajů, které uvádí Nečes, 1979). Dále byla lineární regresní analýzou posouzena závislost výšky potomstev v r. 1988 na nadmořské výšce lokalit jejich mateřských stromů.

VÝSLEDKY

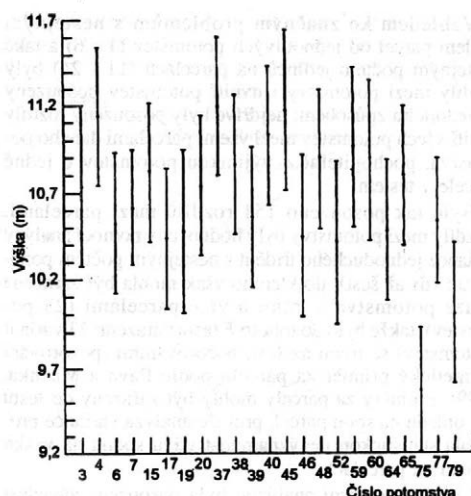
Průměrná výška potomstev na pokusné ploše v r. 1988 činila 10,5 m (v r. 1978 3,55 m). Potomstva bez jesenického smrku byla v r. 1988 v průměru 10,6 m vysoká (v r. 1978 3,7 m), potomstva výběrových stromů vysokohorského jesenického smrku měla v r. 1988 průměrnou výšku 9,2 m (v r. 1978 2,7 m).

Stromy rostoucí na parcelách ve sponu 1,5 x 1,5 m jsou v průměru 10,2 m vysoké (v r. 1978 3,6 m), stromy nacházející se ve sponu 2 x 2 m dosahují v průměru výšky 10,7 m (v r. 1978 3,5 m). Výsledky ukazují, že spon nemá žádný vliv na výšku stromů na parcelách. Analýza variance potvrzuje, že rozdíly mezi parcelami o různém sponu nejsou významné (*F* = -2,04). Tab. II ukazuje průměrné výšky stromů na parcelách podle potomstev a sponů.

Největší průměrné výšky dosáhlo potomstvo stromu č. 47 (11,4 m) původem z bývalého LZ Horní Blatná. Toto potomstvo je zastoupeno na ploše dvěma parcelami: jednou ve sponu 1,5 x 1,5 m (11,5 m) a druhou ve sponu 2 x 2 m (11,2 m). V r. 1978 bylo toto potomstvo na pátém místě v pořadí ze 45 potomstev (3,90 m, obě parcely po 3,90 m). Potomstvo č. 1 z bývalého LZ Železná Ruda, které bylo v r. 1978 největší (4,2 m) a opět je zastoupeno v každém sponu po jedné parcele (1,5 x 1,5 m: 4,1 m; 2 x 2 m: 4,3 m), se ocitlo v r. 1988 na šestém místě (11 m; 1,5 x 1,5 m: 11,3 m; 2 x 2 m: 10,7 m).

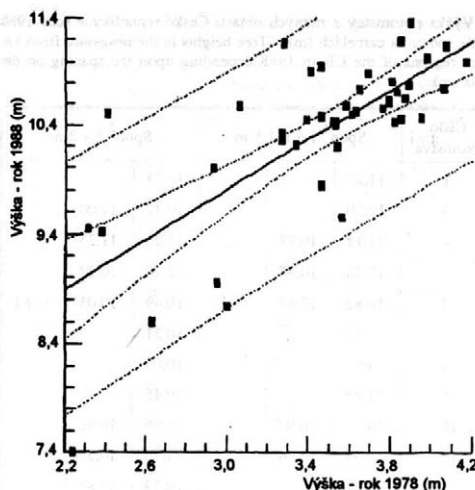
Nejnižší v r. 1988 bylo potomstvo výběrového stromu L30 (7,4 m). Toto potomstvo je také zastoupeno po jedné parcele v obou sponech (1,5 x 1,5 m: 7,6 m; 2 x 2 m: 7,2 m). Toto potomstvo bylo nejnižší i v r. 1978 (2,2 m; 1,5 x 1,5 m: 2,5 m; 2 x 2 m: 2 m).

Celkově bylo potomstvo vysokohorského jesenického smrku pozadu za ostatními potomstvy stejně jako v r. 1978. Jesenická potomstva měla v r. 1978 průměrnou výšku od 2,2 m (L30) do 3 m (L31), zatímco ostatní potomstva od 3,1 m (potomstvo č. 34 z bývalého LZ Tachov) do 4,2 m (potomstvo č. 1 z bývalého LZ Že-

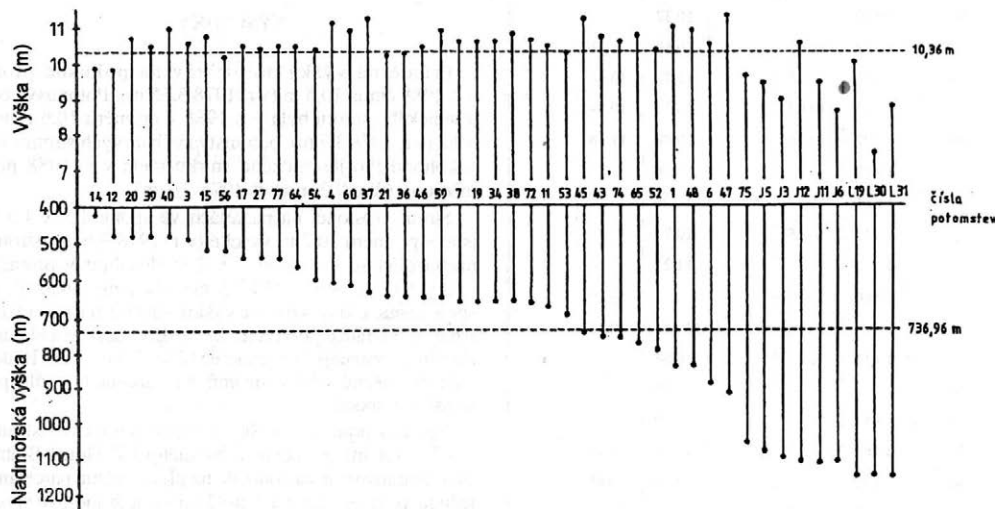


1. Intervaly významnosti výšky potomstev – Significance intervals of progeny heights

Poznámka – Note: Meze spolehlivosti hodnocení rozdílů – Reliability limits of difference evaluation



2. Závislost výšek smrkových potomstev – The curve of spruce progeny heights



3. Výšky smrkových potomstev v roce 1988 a nadmořské výšky lokalit jejich mateřských stromů – The tree heights of spruce stands in 1988 and the altitudes of localities of their mother trees

lezná Ruda). V r. 1988 měla jesenická potomstva průměrnou výšku od 7,4 m (L30) do 10,5 m (J12), zatímco ostatní potomstva od 9,6 m (potomstvo č. 75 z bývalého LZ Prachetice) do 11,4 m (potomstvo č. 47 z bývalého LZ Horní Blatná).

Potomstvo č. 4 z bývalého LZ Prostějov je geografickým původem nejbližší pokusné ploše. V r. 1988 dosáhlo průměrné výšky 11,1 m (1,5 x 1,5 m: 11,1 m, 11 m; 2 x 2 m: 11,3 m, 11,2 m). V r. 1978 to bylo 4,1 m (1,5 x 1,5 m: 3,9 m, 3,8 m; 2 x 2 m: 4,5 m, 4,1 m). Patřilo tedy po celou dobu k nadprůměrným potomstvům.

Pomocí *t* testu byly posouzeny rozdíly mezi parcelami uvnitř potomstev. Výsledky ukazují na značnou homogenost podmínek na pokusné ploše, neboť ze 151

kombinací parcel uvnitř potomstev má rozdíl ve výšce 122 z nich statisticky nevýznamný, pouze 15 významný a 14 vysoce významný.

Analýzou variance byly posouzeny rozdíly mezi 23 potomstvy o třech a více parcelách. Rozdíly mezi těmito potomstvy jsou statisticky vysoce významné ($F = 3,69^{++}$). Upřesněny jsou také na obr. 1 (potomstvo výběrového stromu L19 je zde označeno č. 79). Vzhledem k tomu, že mezi potomstvy s alespoň třemi parcelami je pouze jedno jesenické potomstvo (L19) a mezi ostatními (s jednou nebo dvěma parcelami) je zbylých sedm jesenických potomstev, která se výrazněji výškově odlišují od ostatních, lze očekávat, že rozdíly mezi ostatními potomstvy nezařazenými do analýzy jsou ještě významnější.

Potomstvo ¹	1	3	4	6	7	11	12	14	15
$\bar{x}$ 1978	4,17	3,58	4,07	3,61	3,79	3,85	3,46	4,06	3,81
$\bar{x}$ 1988	11,00	10,59	11,14	10,50	10,61	10,46	9,85	10,75	10,82
Potomstvo ¹	17	19	20	21	27	34	36	37	38
$\bar{x}$ 1978	3,52	3,95	3,65	3,34	3,53	3,06	3,27	3,85	3,90
$\bar{x}$ 1988	10,43	10,47	10,74	10,21	10,43	10,58	10,26	11,19	10,86
Potomstvo ¹	39	40	43	45	46	47	48	52	53
$\bar{x}$ 1978	3,76	3,98	3,83	3,28	3,39	3,90	3,41	3,53	3,27
$\bar{x}$ 1988	10,56	11,03	10,72	11,17	10,45	11,36	10,91	10,41	10,33
Potomstvo ¹	54	56	59	60	64	65	72	74	75
$\bar{x}$ 1978	3,82	3,54	3,46	3,69	3,46	3,89	3,87	3,79	3,56
$\bar{x}$ 1988	10,43	10,20	10,96	10,89	10,48	10,79	10,66	10,64	9,56
Potomstvo ¹	77	J3	J5	J6	J11	J12	L19	L30	L31
$\bar{x}$ 1978	3,63	2,95	2,38	2,63	2,31	2,41	2,93	2,24	3,00
$\bar{x}$ 1988	10,53	8,95	9,42	8,60	9,45	10,51	10,00	7,40	8,74

¹progeny

IV. Výška potomstev z různých oblastí České republiky v roce 1988 (m) a nadmořská výška lokalit jejich mateřských stromů (m n.m.) – Tree heights in the progenies from various regions of the CR in 1988 (m) and the altitude of localities of their mother trees (m above sea level)

Potomstvo ¹	1	3	4	6	7	11	12	14	15
$\bar{x}$ 1988	11,00	10,59	11,14	10,50	10,61	10,46	9,85	10,75	10,82
Nadmořská výška ²	840	494	607	890	660	680	480	420	520
Potomstvo ¹	17	19	20	21	27	34	36	37	38
$\bar{x}$ 1988	10,43	10,47	10,74	10,21	10,43	10,58	10,26	11,19	10,86
Nadmořská výška ²	540	660	485	650	540	660	650	640	670
Potomstvo ¹	39	40	43	45	46	47	48	52	53
$\bar{x}$ 1988	10,56	11,03	10,72	11,17	10,45	11,36	10,91	10,41	10,33
Nadmořská výška ²	480	480	760	750	650	920	840	800	700
Potomstvo ¹	54	56	59	60	64	65	72	74	75
$\bar{x}$ 1988	10,43	10,20	10,96	10,89	10,48	10,79	10,66	10,64	9,56
Nadmořská výška ²	600	520	650	620	550	780	665	760	1060
Potomstvo ¹	77	J3	J5	J6	J11	J12	L19	L30	L31
$\bar{x}$ 1988	10,53	8,95	9,42	8,60	9,45	10,51	10,00	7,40	8,74
Nadmořská výška ²	540	1097	1075	1110	1110	1110	1150	1150	1150

¹progeny, ²height above sea level

Kromě rozdílů mezi jesenickými a ostatními potomstvy, mezi parcelami o různých sponech, mezi jednotlivými potomstvy i mezi parcelami uvnitř potomstev byla pozornost věnována také porovnání výšky potomstev v roce 1978 a 1988. Tab. III udává průměrné výšky potomstev v těchto letech. Příslušné regresní závislosti výšky v r. 1988 na výšce v r. 1978 podle potomstev udává obr. 2. Tato závislost je statisticky vysoce významná ($r = 0,73^{**}$).

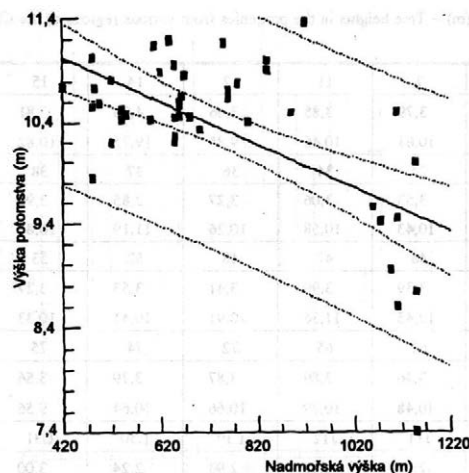
Dále byl sledován vztah mezi výškou potomstev v r. 1988 a nadmořskou výškou lokalit jejich mateřských stromů podle tab. IV a obr. 3. Vlastní závislost ukazuje obr. 4. Byl zjištěn statisticky vysoce významný nepřímý závislostní vztah výšky potomstev na nadmořské výšce mateřských stromů ($r = -0,62^{**}$). Tato skutečnost vyniká především u potomstev vysokohorského jesenického

smrku, jejichž mateřské stromy se nacházejí v nadmořské výšce nad 1000 m. Také potomstvo č. 75 z bývalého LZ Prachatice patřící k výškově podprůměrným (9,6 m) se nachází v nadmořské výšce nad 1000 m. Ovšem pod touto výškovou hranicí není tato závislost zřejmá.

DISKUSE A ZÁVĚR

Na pokusné ploše s potomstvy stromů z různých oblastí ČR byly zjištěny vysoce signifikantní rozdíly mezi potomstvy. Rozdíly uvnitř potomstev mezi parcelami jsou přitom velmi malé.

Při měření se potvrdila skutečnost, že jesenická potomstva zaostávají v růstu za potomstvy z jiných oblastí (Kantor, 1980; Kantor, 1985). Také Šinde-
lář (1983) uvádí, že potomstva uznaných jednotek



4. Závislost výšky smrkových potomstev na nadmořské výšce – The curve of spruce progeny heights on altitude above sea level

z Hrubého Jeseníku mají růst průměrný až podprůměrný. Zde ovšem má úlohu i vysokohorský původ těchto potomstev (nad 1000 m n.m.).

Nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi parcelami o různých sponech (1,5 x 1,5 m a 2 x 2 m). Tyto rozdíly ve sponu tedy nijak průkazně neovlivňují výšku stromů

Byl zjištěn těsný korelační vztah mezi výškou těchto potomstev v r. 1978 a 1988. K tomu G ä r t n e r (1980) na základě výsledků více než 100letého pozorování vývoje různých proveniencí smrku uvádí, že provenienční rozdíly je možné prokázat již ve velmi nízkém věku (okolo deseti let). To znamená, že měření z r. 1978 jsou již podstatná pro určení perspektivních a méně perspektivních potomstev pro dané podmínky. Toto poznání opět snižuje nutný věk pro šlechtitelskou práci. N a n s o n (1987) však zdůrazňuje, že korelační vztah u výškového růstu smrku v různém věku není nezávislý na prostoru.

Byl také zjištěn vysoce signifikantní nepřímý vztah mezi výškou potomstev a nadmořskou výškou lokalit jejich mateřských stromů. Souvisí to především s nižší výškou potomstev pocházejících z vysokohorských poloh nad 1000 m n.m. Dokládá to existenci vysokohorského ekotypu smrku tak, jak ho formuluje příloha Směrnic pro uzdnávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos (1988).

Literatura

- GÄRTNER, J.: Ergebnisse der Fichten - Provenienzforschung. Allg. Forstz., 35, 1980, č. 26 : 684-686.
KANTOR, J.: Šlechtění smrku pro oblast Hrubého Jeseníku. [Dílčí závěrečná zpráva.] VŠZ Brno, 1980 : 139.

KANTOR, J.: Výzkum dědičnosti některých znaků a vlastností vysokohorského ekotypu smrku v Jeseníkách a Beskydech. [Dílčí závěrečná zpráva.] VŠZ Brno, 1985 : 43.

NANSON, A.: Juvenile - mature correlations based on Norway spruce provenances and progeny tests. In: Proceedings from a meeting on early testing, juvenile - mature correlations, and accelerated generation turn-over held in Horsholm, Denmark, August 1985. København, 1987 : 3-26.

NEČAS, V.: Vyhodnocení pokusné plochy potomstev stromů smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link.) z volného opylení. [Diplomová práce.] VŠZ Brno, 1978 : 46.

ŠINDELÁŘ, J.: Potomstva uznaných jednotek smrku ztepilého, *Picea abies* (L.) Karst., na ověřovacích plochách. Lesnictví, 29, 1983, č. 4 : 285-302.

Došlo 19. 5. 1993

KOBLIHA, J. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Praha): Growth of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karsten] progenies from various regions of the Czech Republic. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 331-336.

This progeny test was established in the School Forest Enterprise Křtiny in 1969. A sample plot has the coordinates: 49°15' of northern latitude, 36°20' of eastern longitude and 460 m of altitude. The area of this sample plot is 1.70 ha.

Stocks were planted at spacings 2 x 2 m and 1.5 x 1.5 m. Forty-two stocks were planted in one repetition. There are 64 these plots at spacing 2 x 2 m and also 64 plots at spacing 1.5 x 1.5 m.

Tab. I gives data on 45 mother trees. Schematic thinning was in the years 1988 - 1989. The number of individuals was decreased to a half. Heights of trees including increments in 1988 were measured.

Average height in this progeny test was 10.5 m in 1988 (3.5 m in 1978). Eight progenies from the Jeseníky Mts. (altitude of mother trees more than 1000 m) had the average height of 9.2 m in 1988 (2.7 m in 1978).

Trees planted at spacing 1.5 x 1.5 m had the average height of 10.2 m in 1988 (3.6 m in 1978), trees planted at spacing 2 x 2 m reached the average height 10.7 m (3.5 m in 1978). Differences in the height of trees planted at these spacings are not statistically significant. Tab. II shows the average height of trees in repetition plots by progenies and spacings.

Differences between the progenies are statistically highly significant (Fig. 1). Tab. III shows the average height of trees by progenies in 1978 and 1988. Great correlations between heights these years were observed (Fig. 2). Tab. IV, Figs. 3 and 4 show relations between the height of trees by progenies and the altitude of their mother trees.

Norway spruce; progeny test; spacing; age-age correlation

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav K o b l i h a, CSc. Vysoká škola zemědělská Praha, lesnická fakulta, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

UNDERGROUND BIOMASS OF ADULT NORWAY SPRUCE

M. Vyskot

Lužánecká 6, 602 00 Brno

Forest devastation in developing countries owing to a hunger for soil and dieback of forests as a result of civilization damage in industrial countries have stimulated international cooperation for forest preserving and regeneration. One of the best established initiatives on a world scale is the programme *Man and Biosphere* (MAB) organized by UNESCO on governmental levels. Within the scope of this and other programmes we endeavour for improvement of Czech and Slovak forests. In accordance with the above-mentioned activity we have developed basic research of complex character on long-term comparative plots. A part of this internationally coordinated project is also investigation of the processes of development, growth and production of forest tree populations under anthropic influences. Among our native species a priority position from the ecological and economic points of view is occupied by spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. The present study is aimed at the underground biomass of the adult generation of this tree species from the locality of our Research Pedagogical Station at Olomučany near Blansko. The subject of scientific analysis is represented by five 123-year-old spruce sample trees. The analysis was performed by means of excavation of the whole root systems according to the cardinal points, soil layers, location and root thickness. The comprehensive investigations revealed, among others that, globally, the highest representation of thick roots is on the northern and southern sides in the soil layer from 20 to 40 cm. The thinnest roots grow mostly on the western side in the upper soil layer. The 123-year-old adult spruce population exhibits the total biomass weight in t ha^{-1} 748.232, of which the underground biomass attains 21 %, from the total dry weight 374.117 i.e. 19 % and from the total volume in $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ 847.677 i.e. 22 %. The comparison of four spruce populations aged 25, 52, 68 and 123 years indicates that the weight of underground biomass when fresh and when dry represents from 9 to 21 % being on the lower limit at young age. This relation ranges from 12 to 22 % in volume. The data obtained are of good use for understanding the root architecture and composition of root biomass. They are important from the point of view of affection of the vitality and stability of spruce stands using the method of forestry phytotechniques.

Picea abies; adult population; root system; biomass

The present situation of forests is highly critical because they are affected by unscrupulous felling and civilization products. Forest dieback, especially in tropical developing countries, endangers the environment and sometimes even human existence.

The jeopardy arisen evoked considerable anxiety and incited a search for effective remedy by means of international initiatives. Within the scope of UNESCO the programme *Man and Biosphere* (MAB) has been thus established with a series of 14 projects in which Czechoslovak scientific research institutions and universities have participated, as well.

One of the objects of long-term complex research is also our station Olomučany near Blansko at which the problems of ecological consequences of biotechnical measures in intensively cultivated mixed forests of middle altitudes are solved. „Finis coronat opus“, the

ancient wisdom says and in the cause of forests it means to investigate the final product of development and growth of forest tree populations.

Biomass (dendromass) is undoubtedly this product in which all internal and external factors are reflected. Therefore, since 1968 we have conducted complex aboveground and underground biomass studies on the main forest tree species of the temperate zone. The research was undertaken on our long-term experimental plots which have been established since 1947 according to international conventions and methods of IUFRO, IUBS, IBP and MAB. Special attention has been paid to Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] which is an essential tree species in our conditions. Therefore a comprehensive monograph dealing with juvenile and fertile spruce population has been devoted to it (Vyskot, 1981). For the sake of understanding adult spruce biomass we continued investigating mature specimens of this tree species. The first part of the analysis has been published under the title *Aboveground biomass of adult Norway spruce* (Vyskot, 1990) and the second one concerning the underground biomass is the subject of the present paper.

In my study I have followed the results of other Czechoslovak and, particularly, foreign authors who are cited in the list of literature. The survey suggests that on an international scale much more attention has been paid to dendromass investigation (by right) than in our country.

SITE AND METHODS OF SCIENTIFIC RESEARCH

The biomass studies of adult Norway spruce were performed in the compartment 109 forest district Olomučany, School Forest Enterprise of the Faculty of Forestry, University of Agriculture in Brno. From this locality five characteristic adult spruce sample trees were taken and subjected to detailed analyses. The elevation of the locality is 460 to 480 m a.s.l., average annual temperature 7.8 °C and average annual precipitation 628 mm. The geological substrate is granite on which sandy-clayish forest soils are formed. The forest type is 3 S 7 fresh oak beech stand with sedge species (*Carex pilosa* Scop.). The object is delimited by coordinates 49° 19' 12-25" N.L. and 16° 40' 10-11" E.L. The introductory data are presented in Tabs. Ia - b.

The sample tree analysis was conducted according to our methods (Vyskot, 1949 - 1990). Significant data of the underground part of the trees were determined by destructive analysis of the rhizosphere. Volume was determined dendrometrically and xylometrically. Weight was calculated when fresh and when dry.

Evaluation of underground biomass is rather exacting. First the height of soil surface was marked on the stump. Then the roots were uncovered gradually by four quadrants in the direction of the cardinal points. The work was performed taking off the soil very carefully so that the roots might keep their original shape and position. There-

Category		I					
Number of sample tree		1	2	3	4	5	Average
Age on stump	(years)	124	120	124	124	123	123
Width of annual ring Ø	(mm)	1.81	1.81	1.79	2.01	1.98	1.88
D.b.h.	(cm)	46.50	45.75	48.75	52.50	51.00	48.90
Height	(m)	31.30	30.50	30.80	32.40	32.40	31.50
Crown length	(m)	16.50	18.10	18.00	17.20	20.10	18.00
Crown width Ø	(m)	8.15	8.50	7.40	8.20	7.60	8.00
Crown area	(m ²)	52.15	56.70	43.00	52.80	45.35	50.00
Root width Ø	(m)	6.70	6.90	7.75	6.85	7.90	7.20
Maximum root depth	(cm)	110.00	140.00	30.00	35.00	40.00	71.00
ABOVEGROUND BIOMASS							
Volume total	(dm ³)	3263.112	2593.643	2961.397	2226.550	3401.516	2889.243
Of which volume - large timber	(dm ³)	2824.261	2224.534	2730.451	1988.662	3005.112	2554.604
- small wood	(dm ³)	438.851	369.109	230.946	237.888	396.404	334.639
Fresh weight - needles	(kg)	100.783	104.733	62.147	65.961	110.614	88.848
- shoots	(kg)	76.778	80.120	47.067	48.761	83.754	67.296
- branches	(kg)	297.040	271.206	168.087	174.765	294.459	241.111
- stem - large timber	(kg)	2380.818	1829.608	2321.171	1744.260	2608.212	2176.814
- small wood	(kg)	1.492	3.717	3.548	5.644	4.332	3.746
Total	(kg)	2856.911	2289.384	2602.020	2039.391	3101.371	2577.815

For. Tabs. 1a - 5c: Spruce Olomučany

1b. Basic biometric data on sample trees

Category		I					
Number of sample tree		1	2	3	4	5	Average
Dry weight - needles	(kg)	54.753	56.794	33.807	35.770	60.310	48.287
- shoots	(kg)	41.743	43.516	25.712	26.549	45.704	36.645
- branches	(kg)	165.913	140.818	81.878	89.828	141.059	123.899
- stem - large timber	(kg)	1204.414	903.470	1153.871	895.450	1351.595	1101.760
- small wood	(kg)	0.755	1.836	1.764	2.897	2.245	1.899
Total	(kg)	1467.578	1146.434	1297.032	1050.494	1600.913	1312.490
UNDERGROUND BIOMASS							
Volume	(dm ³)	766.120	839.694	742.276	785.110	848.334	796.307
Fresh weight	(kg)	627.860	706.921	620.310	691.592	730.138	675.364
Dry weight	(kg)	288.819	324.476	274.798	331.970	350.456	314.104
TOTAL BIOMASS							
Volume	(dm ³)	4029.232	3433.337	3703.673	3011.660	4249.850	3685.550
Fresh weight	(kg)	3484.771	2996.305	3222.330	2730.983	3831.509	3253.180
Dry weight	(kg)	1756.397	1470.910	1571.830	1382.464	1951.369	1626.594
In % of fresh weight	(%)	50.4	49.1	48.8	50.6	50.9	50.0

fore, this method was called archaeological. The individual roots were plotted in a scale into the site plan of underground biomass of each sample tree. The roots were numbered clockwise starting with the northern quadrant, first the horizontal roots were taken and then the vertical ones. In individual main branches of the root system the total length of the root was determined at an interval of 0.5 m followed by the depth of the main root from the soil surface reached at 0.5 m distances and the maximum

root depth and length. The uncovering of the root system involved all rhizosphere of each sample tree. The root system was lifted and transported to the laboratory only after a check on the accuracy of plotting all roots, indication of all root branches and taking documentary photographs in the directions of N-S and E-W. Prior to laboratory analyses a reconstruction of the root system was performed according to the drawings, photographs and cutting surfaces indicated. The total root biomass was de-

terminated gradually by individual root branches belonging to a given quadrant according to the cardinal points. 20-cm-long samples for analysis were taken from the root branches. The roots were classified according to the depth of 0 to 20 cm, 20 to 40 cm and more than 40 cm, below the soil surface. With regard to their natural position the roots were sorted into vertical and horizontal ones. Furthermore, they were divided into seven categories according to their thickness as follows: above 10 cm, 5 to 10 cm, 2 to 5 cm, 1 to 2 cm, 0.5 to 1.0 cm, 0.1 to 0.5 cm and below 0.1 cm. Classification of the root system enabled us to obtain separate biomass values of the stump, root swellings, waste in conversion, fragments arisen during root preparation according to the soil layers and root thickness and, particularly, of the root branches as related to their position and thickness.

First the weight and volume of roots for analysis were determined. Each sample was measured for thickness in the middle in two directions outside and inside bark. The fresh and oven-dry weight of the wood and bark was estimated with an accuracy of 0.1 g. The volume of wood and bark was determined xylometrically with an accuracy of 1 cm³. The weight of the individual fractions of the root system was determined with an accuracy of 1 g and the volume with an accuracy of 1 cm³. The density was calculated for each fraction. In view of its considerable dimensions, the stump body was, as a rule, divided into smaller sections for further conversion and measurement.

Detailed analysis of underground biomass facilitates to evaluate different relationships and express correlations and/or to constitute biological, biotechnical and mathematical models.

Basic records were conducted on each of the five adult Norway spruce sample trees involving 12 tables for the aboveground and 10 tables for the underground biomass.

ANALYSIS OF RESULTS OF ADULT NORWAY SPRUCE ROOT BIOMASS QUANTIFICATION

With regard to a limited extent we could involve only a part of significant results of our comprehensive investigations concerning the underground biomass of adult Norway spruce. Therefore a representative selection of the most important data was used as summarized in the Tabs. I - V and Figs. 1 - 12. The following part of the present paper gives a comment and/or deliberation on them.

A global optical survey on the morphology and dimensions of root biomass of the adult Norway spruce samples trees under study is shown in Figs 1 - 11. For better comprehending the architecture of the investigated root systems, representations of 1 : 10 and 1 : 20 were used for the vertical and horizontal, resp. Fig. 1 shows a cumulative model throughout the group of sample trees in the N-S section.

The other graphs (Figs. 2 - 11) represent the ground plan of the root system of each sample tree and side-view in the directions of N-S and E-W. At first sight the drawings indicate that the adult spruce trees of the locality Olomučany have a shallow root system and prevailing-horizontal root arrangement which is typical for spruce in lower altitudes. It is confirmed by exact numerical data from the basic Tabs. Ia - b. It follows from the tables that the maximum root depth averages 0.71 m and root width 7.2 m. The shallowest root system was found in the sample tree No. 3 attaining only 0.3 m at 7.75 m width. It indicates a considerable inclination towards the emergence of windfalls. The average age of the spruce trees, as determined by annual ring analysis on the stump, amounts to 123 years. The underground biomass per one tree averages 0.796 m³ at this age, fresh weight 675 kg and dry weight 314 kg. The total biomass of an average sample tree attains 3.686 m³ in volume, 3253 kg in fresh weight and 1627 kg when dry. Hence, the share of roots in total biomass amounts to 22 % in volume, 21 % in fresh weight and 19 % in dry weight.

The fresh weight of underground biomass according to the cardinal points is presented in Tabs. IIa - c, with the classification of roots by their thickness. The total survey (Tab. IIc) indicates that the largest portion of root biomass is 19.015 t.ha⁻¹ on the northern side and the smallest 15.545 t.ha⁻¹ on the eastern side which is a significant difference. The maximum value is approached also by the western segment amounting to 18.745 t.ha⁻¹. Nevertheless, this value varies according to the root thickness. For example, in the root thickness from 5.1 to 10.0 cm and from 1.1 to 2.0 cm the fresh weight is the highest in the western sector 5.719 and 2.140 t.ha⁻¹, respectively.

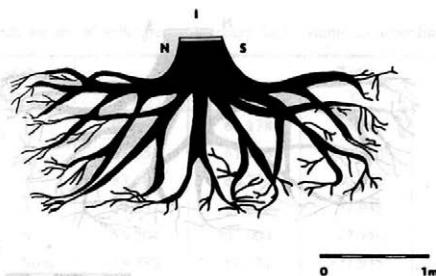
The same is true of the thickness from 0.6 to 1.0 cm in which the fresh weight of 1.254 t.ha⁻¹ overreaches the other twice. The roots of 2.1 to 5.0 cm in thickness exhibit the highest fresh weight of 2.754 t.ha⁻¹ in the southern quadrant with only small differences to the other

OLOMUČANY 109

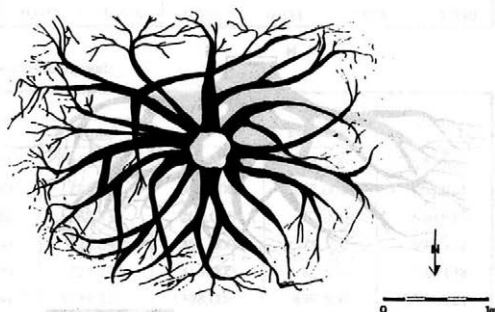
PICEA

OLOMUČANY 109

PICEA 2



1. Model of the root system of adult spruce



2. Ground plan of the root system of spruce sample tree No. 1

quadrants, of course. The weight of root mass according to the cardinal points shows the order north, west, south and east. When expressing in tons per 1 ha, it is 19.0 : 18.7 : 17.5 : 15.5 and as percentages 26.9 : 26.5 : 24.7 : 21.9 which are, excepting the east side with the lowest participation, relatively well-balanced values, especially between the north and the west.

On the northern side of adult spruce trees there is the highest number of thick roots, above 10 cm in thickness (32 %). The roots of the thinnest categories, i.e. 1 to 5 mm in thickness, exhibit the highest weight in the east (28 %) and those of the thickness below 1 mm in the west (28 %).

The fresh weight of underground biomass according to root thickness and according to soil layers by 20 cm is summarized in Tabs. IIIa - c. The data obtained indicate that the highest weight of root biomass can be found in the soil layer to 20 cm from the soil surface and amounts to 29.2 t.ha⁻¹ (41.2 %), being similar to the weight of 28.9 t.ha⁻¹ in the layer from 20 to 40 cm. The smallest root weight is reached in the depth of more than 40 cm and attains only 12.7 t.ha⁻¹ (17.9 %). A detailed analysis, indicates that roots above 5 cm in thickness show the highest representation in the depth from 20 to 40 cm, while thin roots below 1 cm in that to 20 cm. It seems most remarkable in the weight of the thinnest roots below 1 mm in thickness, which represent 51 % in the upper soil layer to 20 cm.

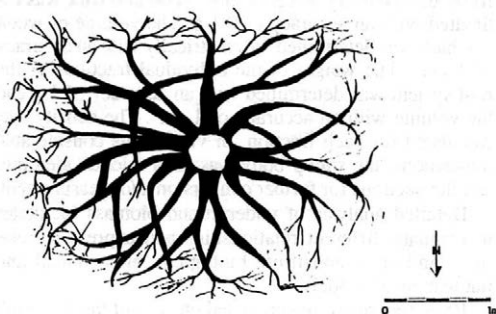
The dry weight of underground biomass according to the cardinal points is recorded in Tabs. IVa - c. In dry condition the roots represent 46.5 % of the fresh state. The dry weight of stump exhibits an identical percentage. The same share of dry weight is exhibited also in root swellings. The sum of underground biomass, incl. the stump and root swellings attains 155.334 t.ha⁻¹ when fresh and 72.244 t.ha⁻¹ when dry. The dry weight is

shared also with 46.5 %. The relation of root biomass according to the cardinal points is analogous to that in fresh condition with corresponding lower value. The largest dry weight of roots in tons per 1 ha is 8.821 in the north, followed by 8.687 in the west, 8.183 in the south and, finally, 7.244 in the east. Distribution of the individual categories of thickness is analogous to that in fresh condition.

The dry weight of underground biomass according to soil layers and root thickness is shown in Tabs. Va - c. From the total dry weight of the root system according to soil layers and root thickness the highest weight is reached in the upper soil layer to 20 cm 13.613 t.ha⁻¹. In the layer from 20 to 40 cm the weight is 13.401, in the depth of 40 cm and more it is only 5.921 t.ha⁻¹. Representation of root thickness classes is similar to that in fresh condition with corresponding lower values.

OLOMUČANY 109

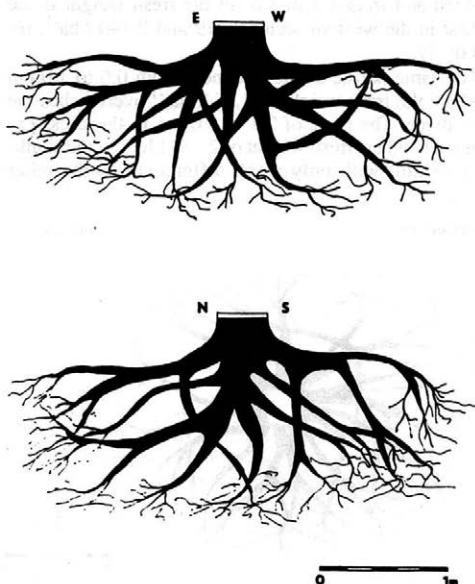
PICEA 2



4. Ground plan of the root system of spruce sample tree No. 2

OLOMUČANY 109

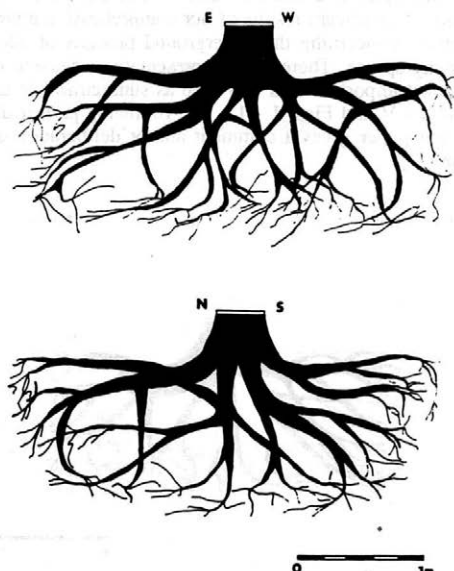
PICEA 1



3. Front view of sample tree No. 1 in the directions of N-S and E-W

OLOMUČANY 109

PICEA 2



5. Front view of sample tree No. 2 in the directions of N-S and E-W

IIa. Fresh weight of underground biomass (kg) - Summary according to the cardinal points

No of Cat. sample tree	Root thickness above 10.0 cm					Root thickness 5.1 - 10.0 cm				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	44.000	21.700	20.350	29.800	115.850	14.000	20.800	19.800	32.356	86.956
2	36.800	20.800	18.200	24.800	100.600	13.200	18.900	18.400	28.600	79.100
3	41.800	21.600	22.700	27.800	113.900	13.200	16.500	15.300	28.100	73.100
4	28.800	36.000	27.300	22.400	114.500	21.300	23.700	15.100	18.260	78.360
5	30.200	45.000	29.300	23.800	128.300	22.440	24.100	17.460	17.000	81.000
Sum	181.600	145.100	117.850	128.600	573.150	84.140	104.000	86.060	124.316	398.516
Ø	36.320	29.020	23.570	25.720	114.630	16.828	20.800	17.212	24.863	79.703
(tha ⁻¹)	8.354	6.675	5.421	5.915	26.365	3.870	4.784	3.959	5.719	18.332

No of Cat. sample tree	Root thickness 2.1 - 5.0 cm					Root thickness 1.1 - 2.0 cm				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	15.970	10.720	9.540	7.400	43.630	8.780	3.730	6.900	11.000	30.410
2	13.600	10.460	8.100	9.800	41.960	7.200	3.600	5.580	9.200	25.580
3	10.350	11.000	8.660	9.520	39.530	8.600	5.140	6.620	9.100	29.460
4	8.600	14.000	12.800	12.600	48.000	7.600	7.800	9.900	8.440	33.740
5	8.050	13.700	13.920	12.160	47.830	8.360	7.900	10.350	8.790	35.400
Sum	56.570	59.880	53.020	51.480	220.950	40.540	28.170	39.350	46.530	154.590
Ø	11.314	11.976	10.604	10.296	44.190	8.108	5.634	7.870	9.306	30.918
(tha ⁻¹)	2.603	2.754	2.439	2.368	10.164	1.865	1.296	1.810	2.140	7.111

IIb. Fresh weight of underground biomass (kg) - Summary according to the cardinal points

No of Cat. sample tree	Root thickness 0.6 - 1.0 cm					Root thickness 0.1 - 0.5 cm				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	2.185	1.760	2.100	7.170	13.215	1.500	1.070	1.760	1.280	5.610
2	2.100	1.980	2.260	5.800	12.140	1.520	1.280	1.720	1.480	6.000
3	2.100	1.960	2.390	4.500	10.950	1.420	1.210	1.560	1.440	5.630
4	2.030	2.650	2.900	4.720	12.300	1.120	1.360	1.000	0.740	4.220
5	2.320	3.420	3.100	5.060	13.900	1.126	1.544	1.190	0.560	4.420
Sum	10.735	11.770	12.750	27.250	62.505	6.686	6.464	7.230	5.500	25.880
Ø	2.147	2.354	2.550	5.450	12.501	1.337	1.293	1.446	1.100	5.176
(tha ⁻¹)	0.494	0.541	0.586	1.254	2.875	0.307	0.297	0.333	0.253	1.190

No of Cat. sample tree	Root thickness below 0.1 cm					Waste				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	0.885	0.920	0.852	1.140	3.797	0.502	4.956	2.478	2.478	12.390
2	0.780	0.870	0.750	1.060	3.460	0.351	6.300	3.130	3.000	15.730
3	0.740	0.820	0.760	0.810	3.130	0.210	4.960	2.000	2.480	12.400
4	0.600	0.740	0.510	0.840	2.690	0.582	8.425	8.850	8.425	33.700
5	0.460	1.140	0.520	0.670	2.790	0.348	3.000	4.200	1.900	11.650
Sum	3.465	4.490	3.392	4.520	15.867	1.993	27.641	20.658	18.283	85.870
Ø	0.693	0.898	0.678	0.904	3.173	0.399	5.528	4.131	3.657	17.174
(tha ⁻¹)	0.159	0.207	0.156	0.208	0.730	0.092	1.271	0.950	0.888	3.950

IIc. Fresh weight of underground biomass (kg) - Summary according to the cardinal points

No of Cat. sample tree	Total					Stump	Root swellings	Sum
	N	S	E	W	Sum			
I 1	92.778	63.178	63.780	92.624	312.360	237.000	78.500	627.860
2	81.851	61.020	58.010	84.040	284.921	300.000	122.000	706.921
3	83.380	60.230	60.470	84.230	288.310	260.000	72.000	620.310
4	79.057	95.100	77.935	76.000	328.092	285.000	78.500	691.592
5	76.304	101.004	77.940	70.590	325.838	316.000	88.500	730.138
Sum	413.370	380.532	337.935	407.484	1539.321	1398.000	439.500	3376.821
Ø	82.674	76.106	67.587	81.497	307.864	279.600	87.900	675.364
(tha ⁻¹)	19.015	17.504	15.545	18.745	70.809	64.308	20.217	155.334

IIIa. Fresh weight of underground biomass (kg) - Summary according to soil layers by 20 cm

No of Cat. sample tree	Root thickness above 10.0 cm				Root thickness 5.1 - 10.0 cm			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	40.000	62.350	13.500	115.850	25.200	43.400	18.356	86.956
2	31.100	58.300	11.200	100.600	24.000	40.050	15.050	79.100
3	43.000	55.500	15.400	113.900	23.100	35.000	15.000	73.100
4	56.000	43.500	15.000	114.500	32.300	27.060	19.000	78.360
5	61.000	50.000	17.300	128.300	33.500	32.800	14.700	81.000
Sum	231.100	269.650	72.400	573.150	138.100	178.310	82.106	398.516
Ø	46.220	53.930	14.480	114.630	27.620	35.662	16.421	79.703
(t.ha ⁻¹)	10.631	12.404	3.330	26.365	6.353	8.202	3.777	18.332
No of Cat. sample tree	Root thickness 2.1 - 5.0 cm				Root thickness 1.1 - 2.0 cm			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	15.230	18.200	10.200	43.630	10.400	16.010	4.000	30.410
2	16.400	17.000	8.560	41.960	17.380	5.000	3.200	25.580
3	12.230	15.200	12.100	39.530	9.800	14.600	5.060	29.460
4	21.000	19.000	8.000	48.000	10.100	12.600	11.040	33.740
5	20.500	8.000	19.330	47.830	12.200	13.100	10.100	35.400
Sum	85.360	77.400	58.190	220.950	59.880	61.310	33.400	154.590
Ø	17.072	15.480	11.638	44.190	11.976	12.262	6.680	30.918
(t.ha ⁻¹)	3.927	3.560	2.677	10.164	2.754	2.820	1.537	7.111

IIIb. Fresh weight of underground biomass (kg) - Summary according to soil layers by 20 cm

No of Cat. sample tree	Root thickness 0.6 - 1.0 cm				Root thickness 0.1 - 0.5 cm			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	5.100	4.115	4.000	13.215	2.200	2.300	1.110	5.610
2	4.900	2.000	5.240	12.140	2.900	2.300	0.800	6.000
3	5.800	3.150	2.000	10.950	3.230	0.300	2.100	5.630
4	5.700	4.600	2.000	12.300	3.020	0.800	0.400	4.220
5	5.650	5.000	3.250	13.900	2.400	1.000	1.020	4.420
Sum	27.150	18.865	16.490	62.505	13.750	6.700	5.430	25.880
Ø	5.430	3.773	3.298	12.501	2.750	1.340	1.086	5.176
(t.ha ⁻¹)	1.249	0.868	0.758	2.875	0.632	0.308	0.250	1.190

No of Cat. sample tree	Root thickness below 0.1 cm				Samples Waste			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	1.700	0.497	1.600	3.797	0.502	10.000	2.000	0.390
2	1.460	1.000	1.000	3.460	0.351	11.250	3.750	0.730
3	1.800	0.830	0.500	3.130	0.210	10.080	1.680	0.640
4	1.900	0.700	0.800	2.690	0.582	29.800	2.980	0.920
5	2.000	0.300	0.490	2.790	0.348	10.170	1.130	0.350
Sum	8.150	3.327	4.390	15.867	1.993	71.300	11.540	85.870
Ø	1.630	0.665	0.878	3.173	0.399	14.260	2.308	0.605
(t.ha ⁻¹)	0.375	0.153	0.202	0.730	0.092	3.280	0.531	0.139

IIIc. Fresh weight of underground biomass (kg) - Summary according to soil layers by 20 cm

No of Cat. sample tree	Total				Stump	Root swellings	Sum
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum			
I 1	109.830	149.374	53.156	312.360	237.000	78.500	627.860
2	109.390	129.751	45.780	284.921	300.000	122.000	706.921
3	109.040	126.470	52.800	288.310	260.000	72.000	620.310
4	159.110	111.822	57.160	328.092	285.000	78.500	691.592
5	147.420	111.678	66.540	325.638	316.000	88.500	730.138
Sum	634.790	629.095	275.436	1539.321	1398.000	439.500	3376.821
Ø	126.958	125.819	55.087	307.864	279.600	87.900	675.364
(t.ha ⁻¹)	29.201	28.938	12.670	70.809	64.308	20.217	155.334

IVa. Dry weight of underground biomass (kg) - Summary according to the cardinal points

No of Cat. sample tree	Root thickness above 10.0 cm					Root thickness 5.1 - 10.0 cm				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	20.240	9.980	9.360	13.710	53.290	6.440	9.570	9.110	14.880	40.000
2	16.891	9.547	8.354	11.383	46.175	6.059	8.675	8.446	13.127	36.307
3	18.517	9.569	10.056	12.315	50.457	5.848	7.310	6.778	12.448	32.384
4	13.820	17.280	13.110	10.750	54.960	10.220	11.380	7.250	8.760	37.610
5	14.500	21.600	14.060	11.420	61.580	10.770	11.570	8.380	8.160	38.880
Sum	83.968	67.976	54.940	59.578	266.462	39.337	48.505	39.964	57.375	185.181
Ø	16.794	13.595	10.988	11.916	53.293	7.867	9.701	7.993	11.475	37.036
(t·ha ⁻¹)	3.862	3.126	2.528	2.741	12.257	1.810	2.231	1.838	2.639	8.518
No of Cat. sample tree	Root thickness 2.1 - 5.0 cm					Root thickness 1.1 - 2.0 cm				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	7.350	4.930	4.390	3.400	20.070	4.040	1.720	3.170	5.060	13.990
2	6.242	4.801	3.719	4.498	19.260	3.305	1.652	2.561	4.223	11.741
3	4.585	4.873	3.837	4.217	17.512	3.810	2.277	2.933	4.031	13.051
4	4.130	6.720	6.140	6.050	23.040	3.650	3.740	4.760	4.050	16.200
5	3.860	6.580	6.680	5.840	22.960	4.010	3.790	4.970	4.220	16.990
Sum	26.167	27.904	24.766	24.005	102.842	18.815	13.179	18.394	21.584	71.972
Ø	5.233	5.581	4.953	4.801	20.568	3.763	2.636	3.679	4.316	14.394
(t·ha ⁻¹)	1.204	1.284	1.139	1.104	4.731	0.866	0.606	0.846	0.993	3.311

IVb. Dry weight of underground biomass (kg) - Summary according to the cardinal points

No of Cat. sample tree	Root thickness 0.6 - 1.0 cm					Root thickness 0.1 - 0.5 cm				
	N	S	E	W	Sum	N	S	E	W	Sum
I 1	1.010	0.810	0.960	3.300	6.080	0.690	0.490	0.810	0.590	2.580
2	0.964	0.909	1.037	2.662	5.572	0.698	0.588	0.789	0.679	2.754
3	0.930	0.868	1.059	1.994	4.851	0.629	0.536	0.691	0.638	2.494
4	0.970	1.270	1.390	2.270	5.900	0.540	0.650	0.480	0.360	2.030
5	1.110	1.640	1.490	2.430	6.670	0.540	0.740	0.570	0.270	2.120
Sum	4.984	5.497	5.936	12.656	29.073	3.097	3.004	3.340	2.537	11.978
Ø	0.997	1.099	1.187	2.531	5.814	0.620	0.600	0.668	0.508	2.396
(t·ha ⁻¹)	0.229	0.253	0.273	0.582	1.337	0.142	0.138	0.154	0.117	0.551

No of Cat. sample tree	Root thickness below 0.1 cm					Samples	Waste				
	N	S	E	W	Sum	N	N	S	E	W	Sum
I 1	0.410	0.420	0.400	0.520	1.750	0.229	2.280	1.140	1.140	1.140	5.700
2	0.358	0.399	0.344	0.487	1.588	0.161	2.892	1.437	1.376	1.515	7.220
3	0.328	0.363	0.337	0.359	1.387	0.093	2.197	0.886	1.099	1.311	5.493
4	0.290	0.360	0.240	0.400	1.290	0.280	4.040	4.260	4.040	3.840	16.180
5	0.220	0.550	0.250	0.320	1.340	0.166	1.440	2.020	0.910	1.220	5.590
Sum	1.606	2.092	1.571	2.086	7.355	0.929	12.849	9.743	8.565	9.026	40.183
Ø	0.321	0.419	0.314	0.417	1.471	0.186	2.570	1.949	1.713	1.805	8.037
(t.ha ⁻¹)	0.074	0.096	0.073	0.096	0.339	0.043	0.591	0.449	0.393	0.415	1.848

IVc. Dry weight of underground biomass (kg) - Summary according to the cardinal points

No of Cat. sample tree	Total					Stump	Root swellings	Sum
	N	S	E	W	Sum			
I 1	42.689	29.060	29.340	42.600	143.689	109.020	36.110	288.819
2	37.570	28.008	26.626	38.574	130.778	137.700	55.998	324.476
3	36.937	26.682	26.790	37.313	127.722	115.180	31.896	274.798
4	37.940	45.660	37.410	36.480	157.490	136.800	37.680	331.970
5	36.616	48.490	37.310	33.880	156.296	151.680	42.480	350.456
Sum	191.752	177.900	157.476	188.847	715.975	650.380	204.164	1570.519
Ø	38.351	35.580	31.495	37.769	143.195	130.076	40.833	314.104
(t·ha ⁻¹)	8.821	8.183	7.244	8.687	32.935	29.917	9.392	72.244

Va. Dry weight of underground biomass (kg) - Summary according to soil layers by 20 cm

No of Cat. sample tree	Root thickness above 10.0 cm				Root thickness 5.1 - 10.0			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	18.400	28.680	6.210	53.290	11.590	19.960	8.450	42.000
2	14.310	26.820	5.045	46.175	11.040	18.420	6.847	36.307
3	18.920	24.420	7.118	50.458	10.160	15.400	6.823	32.383
4	26.880	20.880	7.200	54.960	15.500	12.990	9.120	37.610
5	29.280	24.000	8.300	61.580	16.080	15.740	7.060	38.880
Sum	107.790	124.800	33.873	266.463	64.370	82.510	38.300	185.180
Ø	21.558	24.960	6.775	53.293	12.874	16.502	7.660	37.036
(t _{ha} ⁻¹)	4.958	5.741	1.558	12.257	2.961	3.795	1.762	8.518
No of Cat. sample tree	Root thickness 2.1 - 5.0 cm				Root thickness 1.1 - 2.0 cm			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	7.010	8.370	4.690	20.070	4.780	7.360	1.850	13.990
2	7.540	7.820	3.900	19.260	7.990	2.300	1.451	11.741
3	5.380	6.690	5.442	17.512	4.310	6.420	2.321	13.051
4	10.080	9.120	3.840	23.040	4.850	6.050	5.300	16.200
5	9.840	3.840	9.280	22.960	5.860	6.290	4.840	16.990
Sum	39.850	35.840	27.152	102.842	27.790	28.420	15.762	71.972
Ø	7.970	7.168	5.430	20.568	5.558	5.684	3.152	14.394
(t _{ha} ⁻¹)	1.833	1.649	1.249	4.731	1.278	1.308	0.725	3.311

Vb. Dry weight of underground biomass (kg) - Summary according to soil layers by 20 cm

No of Cat. sample tree	Root thickness 0.6 - 1.0 cm				Root thickness 0.1 - 0.5 cm			
	in depth layer							
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	2.350	1.890	1.840	6.080	1.010	1.060	0.510	2.580
2	2.250	0.920	2.402	5.572	1.330	1.060	0.364	2.754
3	2.550	1.390	0.911	4.851	1.420	0.130	0.944	2.494
4	2.740	2.210	0.950	5.900	1.450	0.380	0.200	2.030
5	2.710	2.400	1.560	6.670	1.150	0.480	0.490	2.120
Sum	12.600	8.810	7.663	29.073	6.360	3.110	2.508	11.978
Ø	2.520	1.762	1.532	5.814	1.272	0.622	0.502	2.396
(t _{ha} ⁻¹)	0.580	0.405	0.352	1.337	0.293	0.143	0.115	0.551

No of Cat. sample tree	Root thickness below 0.1 m				Samples		Waste		
	in depth layer								
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum	20 - 40	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum
I 1	0.780	0.230	0.740	1.750	0.229	4.600	0.920	0.180	5.700
2	0.670	0.460	0.458	1.588	0.161	5.180	1.730	0.310	7.220
3	0.790	0.370	0.227	1.387	0.093	4.440	0.740	0.313	5.493
4	0.570	0.340	0.380	1.290	0.280	14.300	1.430	0.450	16.180
5	0.960	0.140	0.240	1.340	0.166	4.880	0.540	0.170	5.590
Sum	3.770	1.540	2.045	7.355	0.929	33.400	5.360	1.423	40.183
Ø	0.754	0.308	0.409	1.471	0.186	6.680	1.072	0.285	8.037
(t _{ha} ⁻¹)	0.174	0.071	0.094	0.339	0.043	1.536	0.246	0.066	1.848

Vc. Dry weight of underground biomass (kg) - Summary according to soil layers by 20 cm

No of Cat. sample tree	Total				Stump	Root swellings	Sum
	0 - 20	20 - 40	40 +	Sum			
I 1	50.520	68.699	24.470	143.689	109.020	36.110	288.819
2	50.310	59.691	20.777	130.778	137.700	55.998	324.476
3	47.970	55.653	24.099	127.722	115.180	31.896	274.798
4	76.370	53.680	27.440	157.490	136.800	37.680	331.970
5	70.760	53.596	31.940	156.296	151.680	42.480	350.456
Sum	295.930	291.319	128.726	715.975	650.380	204.164	1570.519
Ø	59.186	58.264	25.745	143.195	130.076	40.833	314.104
(t _{ha} ⁻¹)	13.613	13.401	5.921	32.935	29.917	9.392	72.244

The total volume of the root system in $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ is 183.151, of which the roots proper participate with 89.877, stumps with 70.472 and root swellings 22.802 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The largest volume is recorded in the roots on the western side, followed by the northern, southern and eastern sides. The thickest roots above 10 cm show the largest volume in the northern segment. The thinnest roots below 1 mm in thickness occur most frequently in the western segment.

The largest root volume in m^3 per 1 ha is in the upper soil layer to 20 cm 37.281, from 20 to 40 cm it is 36.050 and in the depth below 40 cm 16.546. The roots of above 10 and 5 cm in thickness have the highest volume in the depth from 20 to 40 cm. The thinnest roots dominate in volume in the upper soil layer.

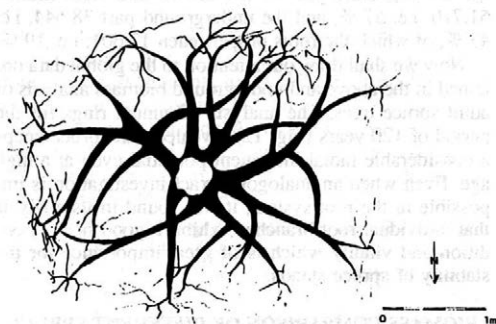
The underground biomass participates in the total biomass of 748.232 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ with 155.334 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, i.e. 21 %. The

total dry biomass in $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ amounts to 374.117, i.e. 50 % of the fresh biomass. The underground biomass with the dry weight value of 72.244 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ participates in the total dry weight with 19 % and with 47 % in the total fresh underground biomass. The total biomass volume in $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ is 847.677, of which the underground part is shared with 183.151, i.e. 22 %.

The fresh biomass in $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ grows by 6.083 per year, of which the underground part reaches 1.263, i.e. 21 %. The dry weight in total grows by 3.041 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ per year which is 50 % of the fresh condition. The annual dry weight increment of the underground part reaches 0.587 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ which is 46 % from the fresh increment of the rhizosphere and 19 % of the increment in the total dry weight. The average annual increment of biomass volume in $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ amounts to 6.892 of which the underground biomass attains 1.489, i.e. 22 %.

OLOMUČANY 109

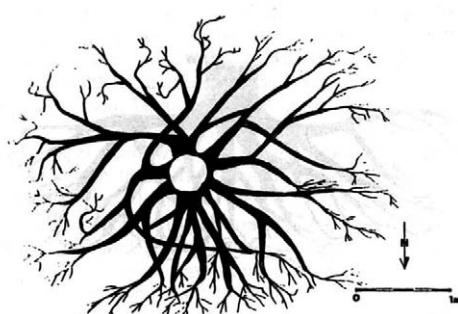
PICEA 3



6. Ground plan of the root system of spruce sample tree No. 3

OLOMUČANY 109

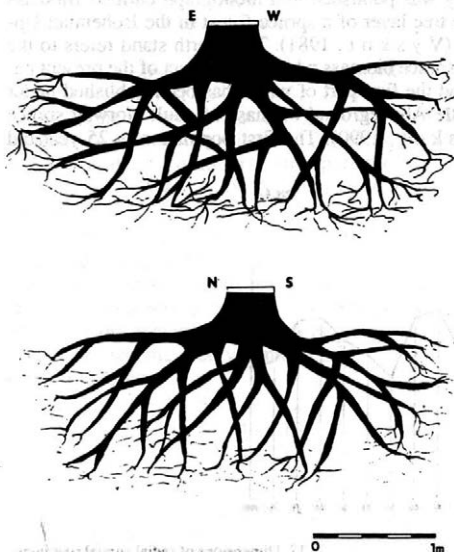
PICEA 4



8. Ground plan of the root system of spruce sample tree No. 4

OLOMUČANY 109

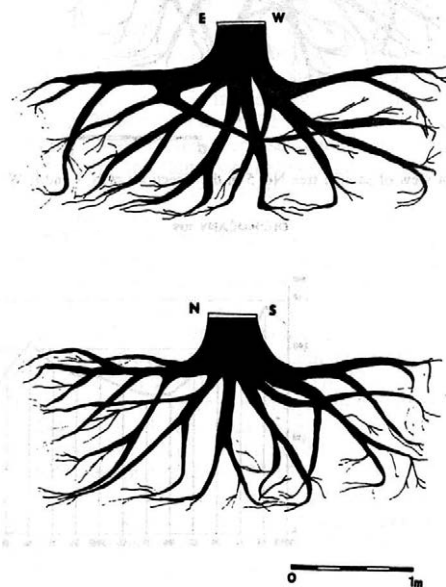
PICEA 3



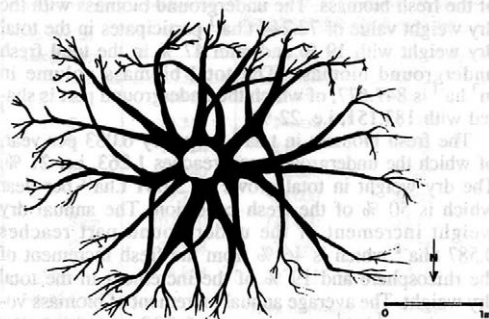
7. Front view of sample tree No. 3 in the directions of N-S and E-W

OLOMUČANY 109

PICEA 4



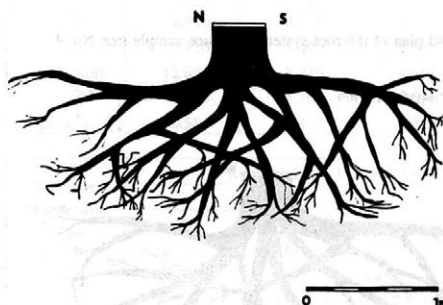
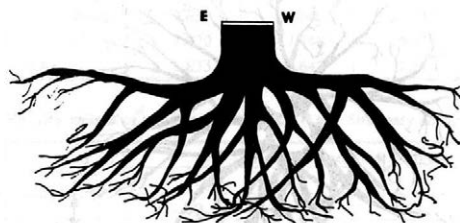
9. Front view of sample tree No. 4 in the directions of N-S and E-W



10. Ground plan of the root system of spruce sample tree No. 5

OLOMUČANY 109

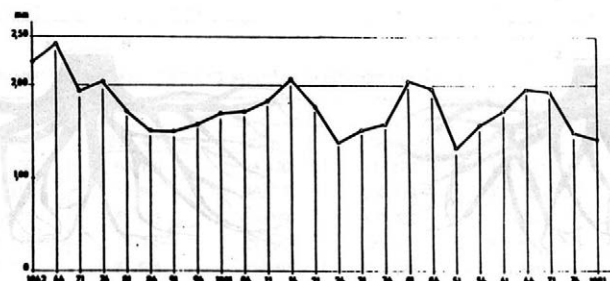
PICEA 5



11. Front view of sample tree No. 5 in the directions of N-S and E-W

OLOMUČANY 109

PICEA



12. Dimensions of radial annual ring increment of adult spruce for the period of 1862 to 1981

The fresh bark root biomass in $t \cdot ha^{-1}$ reaches 16.618 and participates in the total fresh underground biomass with 38.644, i.e. 43 %. The share of bark is directly proportional to the root thickness. The total dry weight of the underground part in $t \cdot ha^{-1}$ reaches 16.631, i.e. 43 % of the fresh condition. The roots proper amount to $7.150 t \cdot ha^{-1}$, i.e. 43 % of dry weight throughout the rhizosphere. The share of dry weight of root bark exhibits an aliquotely decreasing tendency according to their dimensions.

The total volume of the underground biomass in $m^3 \cdot ha^{-1}$ is 51.848, of which the roots proper represent 24.103, i.e. 46 %. The bark volume according to thickness is the highest in the thickest roots, of course. Thus, for example, the roots above 10 cm in thickness reach $8.502 m^3 \cdot ha^{-1}$ in volume, i.e. 35 % of the total root volume.

The fresh spruce bark in $t \cdot ha^{-1}$ totals 90.354, of which the aboveground part of the crown and stem attains 51.710, i.e. 57 %, and the underground part 38.644, i.e. 43 %, of which the roots proper reach 17.601, i.e. 19 %.

Now we shall draw our attention to the global data obtained in the above and underground biomass analysis of adult spruce trees. The analysis of annual rings for the period of 120 years (Fig. 12) revealed that spruce keeps a considerable radial increment potential even at a high age. Even when an analogous exact investigation is impossible in the root system, it was found in its analysis that individual root branches exhibit a good health condition and vitality which is of great importance for the stability of spruce stands.

BIOMASS COMPARISON OF DIFFERENT SPRUCE POPULATIONS

With regard to the fact that during 1970 - 1990 we analysed four different spruce populations we have the possibility of comparing their composition and considering if there are essential differences or similarities among them. It is concerned three spruce stands whose biomass history was published in a monograph entitled Biomass of the tree layer of a spruce forest in the Bohemian Uplands (Vyskot, 1981). The fourth stand refers to the adult spruce biomass which is a subject of the present paper and the first part of which has been published under the title Aboveground biomass of adult Norway spruce (Vyskot, 1990). The first population is 25-year-old

from the locality of Mrákotín in the Czech-Moravian Uplands situated at an elevation of 740 m a.s.l. The parent rock is muscovite-biotite granite. The stand originated from natural regeneration of autochthonous spruce. The second population is 52-year-old from the locality of Rájec in the Drabany Uplands at an altitude of 630 m a.s.l., where culmian crumbly granites prevail in the parent rock. The stand originated by planting of a spruce of unoriginal provenance. The third population is a 68-year-old spruce stand from the same locality. And, finally, the fourth population is a 123-year-old adult spruce from the locality of Olomučany near Blansko at an elevation of 470 m a.s.l. In the geological substrate granite is prevailing. The stand originated from combined natural and artificial regeneration.

The differences in age and natural conditions provide no possibility of direct comparison of these populations under study. Nevertheless, they can be of good use as approximate data on their variability and possible similarity.

The 25-year-old Mrákotín population has total biomass weight in $t \cdot ha^{-1}$ 156.631, of which the above-ground biomass amounts to 14.477, i.e. 9 %. The total dry weight of biomass in $t \cdot ha^{-1}$ attains 87.247, i.e. 56 % of the fresh condition and the underground part represents 8.096, i.e. 9 %. The total volume of this population in $m^3 \cdot ha^{-1}$ amounts to 136.138, of which the underground biomass attains 15.936, i.e. 12 %.

The 52-year-old Rájec population has total biomass weight in $t \cdot ha^{-1}$ 554.764, of which the underground part attains 75.638, i.e. 14 %. The dry weight of the all biomass in $t \cdot ha^{-1}$ is 288.970, i.e. 52 % of fresh biomass and the underground part represents 40.090, i.e. 14 %. The total volume of this population in $m^3 \cdot ha^{-1}$ is 569.336, of which the underground biomass reaches 86.011, i.e. 15 %.

The 68-year-old Rájec population has total biomass weight in $t \cdot ha^{-1}$ 611.620, in which the underground biomass participates with 76.442, i.e. 13 %. The total dry weight in $t \cdot ha^{-1}$ is 313.974, i.e. 51 % of fresh biomass and the underground part amounts to 40.544, i.e. 13 %. The total volume of the population in $m^3 \cdot ha^{-1}$ is 589.234, of which the underground biomass attains 81.986, i.e. 14 %.

The 123-year-old Olomučany population has total biomass weight in $t \cdot ha^{-1}$ 748.232, in which the underground biomass participates with 155.334, i.e. 21 %. The total dry weight in $t \cdot ha^{-1}$ is 374.117, i.e. 50 % of fresh biomass and in the underground part the dry weight amounts to 72.244, i.e. 19 %. The total volume of this population in $m^3 \cdot ha^{-1}$ attains 847.677, of which the underground part represents 183.151, i.e. 22 %.

In total recapitulation the ratio of 25-, 52-, 68- and 123-year-old spruce stands is exhibited by the following values of total weight in $t \cdot ha^{-1}$, % of the aboveground part, total dry weight, % of fresh biomass, % of underground dry weight, total volume in $m^3 \cdot ha^{-1}$ and % of the underground part:

25 years = 9 : 56 : 9 : 12
 52 years = 14 : 52 : 14 : 15
 68 years = 13 : 51 : 13 : 14
 123 years = 21 : 50 : 19 : 22

These data indicate that the fresh and dry weight of the underground spruce biomass participate in the total biomass within 9 - 21 %, being on the lower limit at young age. Similarly it is in volume within 12 to 22 %

relation. The dry weight participates in total fresh biomass with 50 to 56 %, slightly decreasing to 52 - 50 % in older stands.

CONCLUSION

The critical state of forests demands their effective regeneration and harmony of ecological and economic factors in theory and practice. At present a deficiency of wood as an irreplaceable raw material is impending. It is a paradox that wood is wasted unbearably as early as in its original forestry production and further on and that the environment has been damaged still more. Anxiousness about a future lot of forests and thus of people have stimulated a number of international and national activities. One of the most important of them is the programme *Man and Biosphere* (MAB) organized by UNESCO.

Within the scope of this programme we have been engaged in long-term complex research on comparative areas investigating the development, growth and production of the principal forest tree populations of the temperature zone under anthropic influences. In this connexion, considerable attention has been paid to the key tree species with large ecological and economic amplitude - to Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. The present paper deals with underground biomass analysis of adult spruce from our Research Pedagogical Station at Olomučany near Blansko. Five sample trees of 123-year-old spruce population were analysed by means of excavation of the whole root systems according to the cardinal points and soil layers. Fresh and dry weight of biomass was evaluated with regard to the location and thickness of roots. Analogously the "bark" of roots was analysed. The data obtained were involved in the tables of significant data and graphic presentations of the all root systems.

The investigations revealed, among others, that the largest root biomass is on the northern side and the smallest on the eastern side. Thick adult spruce roots above 10 cm are represented mostly on the northern and southern sides, at an average. Thin roots from 1 to 5 mm exhibit the highest biomass portion on the eastern side and the thinnest roots below 1 mm on the western side. The largest root biomass is in the upper soil layer to 20 cm and from 20 to 40 cm depth. Thick roots above 5 cm exhibit the highest biomass representation in the depth from 20 to 40 cm and thin roots below 1 cm in thickness in the upper layer to 20 cm. The thinnest roots below 1 mm in thickness attain 51 % of biomass in the upper soil layer. The bark of the root system participates in the total underground biomass when fresh and when dry with 43 %. The root branches proper are shared with 19 %.

The total weight of biomass of the 123-year-old adult spruce population from the Olomučany locality in $t \cdot ha^{-1}$ is 748.232, of which the root system attains 155.334, i.e. 21 %. Dry weight in $t \cdot ha^{-1}$ totals 374.117, i.e. 50 % of fresh biomass, of which the underground part represents 72.244, i.e. 19 %. The total volume of the adult spruce population in $m^3 \cdot ha^{-1}$ amounts to 847.677, of which the underground part reaches 183.151, i.e. 22 %.

The comparison with younger spruce populations aged 25, 52 and 68 years indicates that the weight of the underground spruce biomass when fresh and when dry participates in the total biomass within 9 to 21 %, attaining the lower limit at young age. Analogously it is volume with the relation of 12 to 22 %.

The data obtained are of good use for deeper understanding the spruce root system from the point of view of its vitality and stability. They will enable us to develop phytotechnical methods to reinforce spruce stands against destructive factors.

Acknowledgement

The author extends his gratitude to his younger friends Ing. Stanislav Klíma and Jiří Baštař from the Research Pedagogical Station at Olomučany for their extraordinary care given to the exacting work with biomass analysis of adult spruce trees.

References

VYSKOT, M.: Biomass of the tree layer of a spruce forest in the Bohemian Uplands. Praha, Academia 1981 : 400.

VYSKOT, M.: Aboveground biomass of adult Norway spruce. Acta Sc. Nat., Brno, 24, 1990, No. 7 : 1-36.

Received 29. 6. 1993

VYSKOT, M. (Brno): Podzemní biomasa adultního smrku. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 337-348.

Devastace lesů v rozvojových zemích a onemocnění lesů v rozvinutých zemích v důsledku extenzivní industrializace stimulovaly intenzivní mezinárodní spolupráci pro jejich ochranu a obnovu. Takovou úspěšnou spo-

luprací ve světovém měřítku představuje především program *Člověk a biosféra* (MAB), řízený UNESCO na vládní úrovni. V rámci uvedeného programu se rozvinul i u nás rozsáhlý badatelský výzkum lesních ekosystémů a jejich populací. Předmětem zkoumání jsou také procesy růstu a produkce lesních dřevin pod antropickými vlivy. Významné postavení zaujímá u nás z ekologického i ekonomického hlediska především smrk ztepilý [*Picea abies* (L.) Karst.].

Prezentovaná studie se zabývá analýzou podzemní biomasy adultní populace smrku ve věku 123 let. Celé kořenové systémy zkoumaných smrků byly exkavovány a analyzovány podle světových stran, půdních vrstev a tloušťky. Ze získaných výsledků vyplývá, že nejvíce silných kořenů je na severní a jižní straně v hloubce od 20 do 40 cm. Největší kořeny jsou nejvíce zastoupeny na západní straně od 0 do 20 cm. Celková biomasa 123letého smrku v tunáči na 1 ha je 748,232, z čehož kořeny reprezentují 21 %. V sušině činí celková biomasa 374,117 t a z toho kořeny 19 %. V m³ na 1 ha je celkový objem 847,677, z toho kořeny 22 %. Z komparace čtyř populací smrku ve věku 25, 52, 68 a 123 let vyplývá, že biomasa kořenů činí 9 až 21 % s nižší hodnotou v mládí. U objemu je toto rozptýleno od 12 do 22 %.

Získané údaje vypovídají o architektuře a skladbě kořenových soustav smrku s významnými výstupy pro hodnocení vitality a stability z hledisek lesnické fyto-techniky.

Picea abies; adultní populace; kořenový systém; biomasa

Kontaktní adresa:

Prof. dr. ing. Miroslav Vyskot, DrSc., Lužánecká 6, 602 00 Brno

Stoke, B. J.: Harvesting small trees and forest residues (Těžba prořezávkového a probírkového dřeva a těžebních zbytků)

Biomass and Bioenergy, 1992, č. 1 - 6, s. 131-147

Autor z výzkumného ústavu Southern Forest Experiment Station DeVal Drive, Auburn, AL, USA podává zprávu o výzkumu, na kterém spolupracovalo osm zemí: USA, Kanada, Itálie, Nový Zéland, Norsko, Švédsko, Švýcarsko a Spojené království. Cíle výzkumu byly: přehled metod odhadu množství biomasy, informační databáze pro těžební systémovou produkci a náklady ve vztahu k typu vybavení, typu lesa, hladinám biomasy, hladinám výtěže prořezávkového a jiného dřeva nižší hodnoty, těžebních zbytků; dále stanovení a hodnocení nových alternativ a koncepcí, přehled aspektů z hlediska životního prostředí pokud jde o intenzivní získávání dřevní biomasy. Cíl bylo dosaženo kromě vlastního výzkumu zapojených vědců výměnou vědeckých a odborných informací na pracovních konferencích, zasedáních a studijních cestách. Byly vyvinuty čtyři databáze pro sklizeň a dopravu uvedených dřevních materiálů. Technologie těžby biomasy se zlepšují a náklady na její získání klesají. Ovšem podstatné zvýšení využití lesní biomasy nenastane, dokud nestoupnou ceny ropy nebo dokud nebudou učiněna politická rozhodnutí, aby se biomasa z různých důvodů využila ve zvýšeném rozsahu. V této době to jsou spíše politická rozhodnutí než ekonomika, která rozhoduje o využití biomasy na energii, a to jinou formou než je vytápění domácností. To se týká zejména Dánska, Švédska a části Spojených států. Kromě uvedených osmi zemí zahrnuje zpráva i Finsko. Autor konstatuje, že výměna informací pravděpodobně zlepšila zpracování biomasy a manipulaci s ní na energii a přinejmenším poskytla impuls pro další výzkum, hodnocení a vývoj. Přehled použité literatury obsahuje 44 publikací na toto téma, psaných anglicky. - (M. P a g a č)

HODNOTENIE VODNÝCH TOKOV VNÚTRA KALDERY V CHRÁNENEJ KRAJINNEJ OBLASTI - BIOSFÉRICKEJ REZERVÁCII POĽANA

M. Jakubis, M. Jakubisová

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

Príspevok za zaoberá hodnotením vodných tokov v kaldere Poľany - stratovulkánu, ktorý je dominantou Chránenej krajinnnej oblasti a biosférickej rezervácie Poľana v Slovenskom stredohorí. Zvláštnosťou vodných tokov vnútra kaldery Poľany je ich centripetálny-dostredivý charakter, čo je zvláštnosťou aj v celoeurópskych pomeroch. Vodné toky v kaldere sme hodnotili podľa bystrinnosti, ustálenosti a škodlivosti, a to na základe zistených hydrologických, morfometrických, hydraulických, geometrických, pedologických, erózných charakteristík pre celé povodie, vytvorené kalderou, ako aj pre založené pokusné úseky s pokusnými prietokovými profilmi.

bystriny; CHKO Poľana; bystrinnosť; škodlivosť; ustálenosť

Chránená krajinná oblasť - biosférická rezervácia Poľana sa nachádza v geomorfologickom celku Poľana, ktorý je súčasťou Slovenského stredohoria. Malá časť CHKO zasahuje v svojej východnej časti do oblasti Slovenského rudohoria a jeho celku Veporské vrchy. V centrálnej časti geomorfologického celku Poľana sa nachádza mohutná kaldera s priemerom viac ako 6,0 km a plochou okolo 29 km².

Územie Poľany bolo vyhlásené za chránenú krajinnú oblasť (CHKO) v roku 1981 Vyhláškou ministerstva kultúry Slovenskej republiky č. 97. Rozhodnutím byra Medzinárodnej koordinácie rady programu Človek a biosféra bola CHKO dňa 27. 3. 1990 zaradená do siete biosférických rezervácií UNESCO. Rozloha tohto územia je 200,79 km².

Oblasť Poľany možno pokladať za jedinečné a unikátne územie v európskom, ba i svetovom meradle a z tohto dôvodu si táto oblasť zaslúži náležitú pozornosť aj vo forme širokospektrálne zameraného výskumu, do ktorého je potrebné zaradiť aj výskum vodných tokov v tejto oblasti.

Sieť vodných tokov v oblasti CHKO-biosférickej rezervácie Poľana sa vyznačuje dvomi významnými hydrologickými zvláštnosťami. Prvou z nich je horný tok bystriny Hučava v oblasti Kysliniek vo vnútri kaldery-stratovulkánu s klasickým vývojom centripetálnej (dostredivej) siete tokov. Druhou zvláštnosťou tokov, ktoré tečú z vonkajšej strany kaldery, je ich centrifugálny (odstredivý) charakter. Vzhľadom na kruhový tvar kaldery tieto toky tečú na všetky svetové strany. Obe uvedené zvláštnosti sú mimoriadne zaujímavé z hľadiska hydrologie. V našom výskume sme sa zamerali na hodnotenie tokov vnútra kaldery z hľadiska bystrinnosti, ustálenosti a škodlivosti.

STRUČNÝ NÁČRT PRÍRODNÝCH POMEROV POĽANY

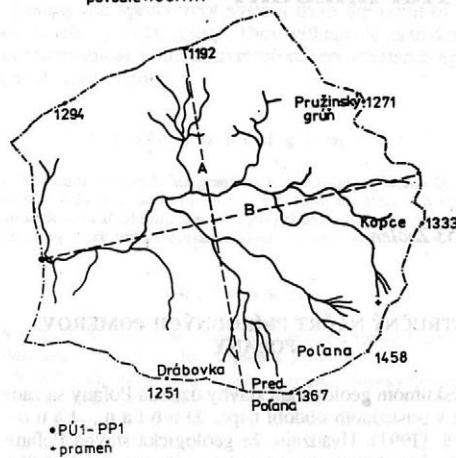
Výskumom geologickej stavby územia Poľany sa zaoberali v poslednom období napr. Dublani, Jánovišová (1991). Uvádzajú, že geologická stavba Poľany je súčasťou aktivity neogénneho vulkanizmu stredného Slovenska. Vývoj stratovulkánu prebiehal v niekoľkých etapách vulkanickej aktivity s obdobiami deštrukcie a denudácie vulkanickej stavby. Na geologickej stavbe územia Poľany sa zúčastňujú horniny kryštalinika, neovulkanitov, sedimentárneho plicného a kvartéru. Kryštalinikum je zastúpené granodioritmi a metamorfizmi, sedimenty plicného sú predovšetkým v okrajovej časti Slatinskej kotliny a sú prekryté kvartérom v plnom rozsahu. Neovulkanity sú však hlavnou zložkou polygénneho stratovulkánu Poľana vrátane jeho centrálnej zóny, teda kaldery a jej vnútra. Na stavbe vulkánu sú prevládajúcim typom hornín rôzne petrografické variety andezitov nad ryodacitmi a dioritmi.

Slávik, Urban (1989) uvádzajú, že geologickú stavbu vo východnej časti CHKO vytvorili veporidy, centrálnu a západnú časť tvoria mladotrochomné vulkanity. Vulkanická štruktúra je typická etapovým vývojom formácií. Stratovulkanická stavba sa prejavuje striedaním odolných andezitových príkrovov a prúdov s vrstvami menej odolného materiálu - tufov a tufitov. Na území CHKO možno vyčleniť etapy, pričom každú charakterizuje určitý typ hornín. V najmladšej etape vznikol vulkán, ktorý pochoval všetky predchádzajúce jednotky a vytvoril konečnú formu Poľany, ktorú postupne dotvárali a dotvárajú erózne procesy. Kaldera je na západnej strane otvorená.

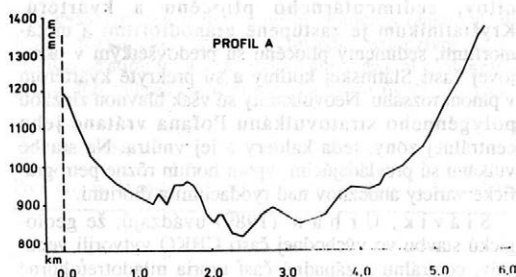
V oblasti vnútra kaldery, na ktorú sme sa vo výskume zamerali, sa na najväčšej ploche (23,524 km², t.j. 81,68 %) nachádzajú hnedé lesné pôdy - kambizeme. Podstatne menej je andosolov - andozemí, a to 4,43 km² (t.j. 15,38 %). Zastúpenie, hlavne v blízkosti tokov, majú aj glejové pôdy - gleje, a to na ploche 0,476 km², t.j. 1,65 %. Najmenšie plošné zastúpenie z pôdných typov v oblasti vnútra kaldery majú rankrové pôdy - rankre (0,37 km², t.j. 1,29 %). V bezprostrednom okolí prtokov hlavného toku - Hučavy - sa nachádzajú hlavne glejové pôdy - gleje s flovitohlinitými a hlinitými druhmi pôd.

Z pôdných druhov vnútra kaldery sa vyskytujú na najväčšej ploche hlinité pôdy (28,57 km², t.j. až 99,20 %). Podstatne menej je flovitohlinitých pôd (0,13 km², t.j. 0,45 %) a najmenšie plošné zastúpenie z pôdných druhov majú piesočnatohlinité pôdy, ktoré sa vyskytujú len na ploche 0,1 km², t.j. 0,35 %.

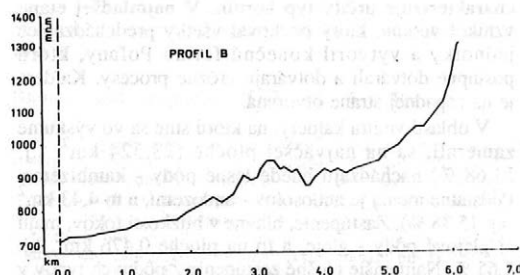
Orografický celok Poľana spadá z prevažnej časti do klimatickej oblasti chladnej C₁, nižšie polohy do mierne



1. Povodie Hučavy v kaldere Pofany – The Hučava watershed in the Pofana caldera



2. Pričný rez povodím - A – The cross-section of the watershed - A



3. Pričný rez povodím - B – The cross-section of the watershed - B

teplej oblasti (klimatický okrsok B7 - mierne teplá subhumidná nížinná klíma a B12 - mierne teplá perhumidná klíma), najnižšie položené údolia spadajú do okrsku B8 - mierne teplá humidná údolná klíma. Porubský (1991) uvádza, že vyššie polohy Pofany (do výšky asi 800 m. n. m.) majú limitovaný počet letných dní v roku pod 50 a júlovú teplotu 16 °C. Ide o horské strány do uve-

denej nadmorskej výšky. Najvyššie polohy Pofany (nad 800 m. n. m.) charakterizuje júlová teplota pod 16 °C.

Priemerné ročné teploty v tejto oblasti sa pohybujú v rozpätí od 8 °C do 2,5 °C, priemerný ročný úhrn zrážok kolíše podľa konkrétnych poloh od 650 do 1300 mm. Maximum zrážok spadne v mesiaci jún, minimum zrážok spadne v januári (Slávik, Urban, 1992).

Trvanie snehovej pokrývky predstavuje 140 - 190 dní za rok, počet dní s výskytom zrážok kolíše od 105 do 135, z toho na sneženie pripadá 30 až 60 dní. Zhruba od nadmorskej výšky 800 m má klíma v tejto oblasti horský charakter, vyznačujúci sa zvýšenou veternosťou, zvýšeným výskytom advektívnych hmiel a zvýšeným vplyvom atmosféry na denný a sezónny chod meteorologických prvkov.

Porubský (1991) charakterizoval aj podzemné vody a pramene oblasti Pofany. Uvádza, že Pofanu budujú vulkanické horniny a podzemná voda v nich obieha v puklinovo-pórovom prostredí. Pramene majú značný rozkryv výdatnosti a mnohé z nich v období sucha vysychajú. V suchom období má len niekoľko prameňov výdatnosť vyššiu ako 1,0 l. s⁻¹.

Z celkovej plochy CHKO 200,79 km² obhospodaruje lesné hospodárstvo 181,69 km². Ostatok je nelesná pôda, poľnohospodárska pôda na lesnom pôdnom fonde a plocha vodnej nádrže Hriňová. V oblasti vnútra kaldery ide len o lesníckmi spravovaný pôdny fond.

V oblasti CHKO prevládajú ihličnaté dreviny (62 %) nad listnatými drevinami (38 %). Ihličnaté dreviny majú nasledovné zastúpenie: smrek 54 %, jedľa 6 %, smrekovec 1,5 %, borovica 0,3 %, ostatné ihličnaté dreviny 0,01 %. Z listnatých drevín majú zastúpenie buk 30 %, javor 3,6 %, jaseň 2 %, dub 1 %, hrab 0,6 %, cer 0,3 %, brest 0,2 % a ostatné listnaté dreviny 0,49 % (Slávik, Urban, 1992).

V oblasti skúmaného povodia Hučavy vo vnútri kaldery sme zaznamenali veľkú vekovú rôznorodosť porastov. Nachádzajú sa tu vekové triedy od 0 do 20 rokov, od 21 do 40 rokov, od 41 do 60 rokov, od 61 do 80 rokov, od 81 do 100 rokov, od 101 do 120 rokov i porasty 121 a viacročné. Porasty v jednotlivých vekových triedach sú v povodí rozmiestnené nepravidelne, jednotlivé vekové triedy majú zastúpenie v rôznych častiach povodia. V povodí sa nachádzajú jednoetážové i dvojetážové porasty. Zakmenenie hornej etáže v dvojetážových porastoch je 0,7 a menšie. Rozmiestnenie jednoetážových a dvojetážových porastov v povodí je tiež nepravidelné. V povodí hospodária lesníci podľa vypracovaných LHP. Pri ich vypracovaní sú zohľadňované aj požiadavky ochrany prírody.

V oblasti vnútra kaldery sa lesné porasty vyskytujú v štyroch lesných vegetačných stupňoch, a to od lvs 4 do lvs 7. Plošne najrozšírenejšie sú bučiny a jedľové bučiny, na ktoré nadväzujú bukové jedliny so smrekom, ktoré lemujú na hrebeni sa vyskytujúce smrečiny s jarabinou.

V minulosti pokrýval značnú časť tohto územia rozsiahly komplex lesov, ktoré aj dnes tvoria dominujúcu prirodzenú skupinu krajinných prvkov. Pôvodne druhová skladba porastov je už na mnohých miestach zmenená intenzívnou činnosťou človeka, rozvíjajúcou sa najmä od 17. storočia (Slávik, Urban, 1992). Najstaršie porasty v povodí sa nachádzajú na juhovýchodnej a východnej hranici povodia. Smrekové porasty v týchto hrebeňových lokalitách majú 150 - 180 rokov a sú

doplnené jarabinou a bukom. V týchto cenných lokalitách sa ďalej vyskytujú jedľa, javor horský, javor mliečny a brest horský.

MATERIÁL A METODIKA

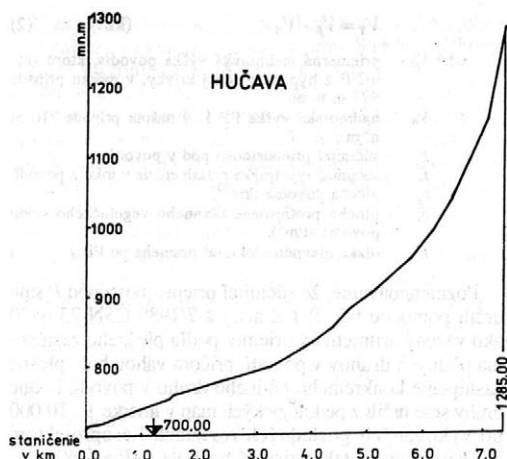
Vodný tok Hučava sa nachádza v povodí rieky Hron (povodie SVP IX), konkrétne v povodí jeho ľavostranného prítoku Slatiny (č. povodia 4-23-03). Hučava je pravostranným prítokom rieky Slatina a má číslo 4-23-03-069. Celková dĺžka Hučavy je 24,2 km. Hučava pramení v nadmorskej výške 1285 m na juhovýchodných svahoch vnútra kaldery Poľany. Prameň sa nachádza v poraste 284, medzi lokalitami Dudáš a Na Mesiac, ktoré sa nachádzajú pod kótami Poľana (1458 m n. m.) a Kópce (1334 m n. m.). Hučava od prameňa tečie na sever, neskôr na severozápad a na západ. Lokalitu Mičová obteká južným smerom a od lokality Brdárky znovu tečie západným smerom.

Hlavný tok Hučava postupne priberá rozvetvené pravostranné a ľavostranné prítoky, ktorých vodné stavy v priebehu roka výrazne kolísajú; najvyššie sú po privalových zrážkach a prudšom topení sa snehu v najvyšších polohách Poľany počas jarných mesiacov. Najväčšie prítoky pritekajú spod oboch strán kóty Šafranička - 1015 m n. m. - (z ľavej strany hlavného toku) a z lokalít Daštenô a Hrochošská Majerová (z pravej strany hlavného toku).

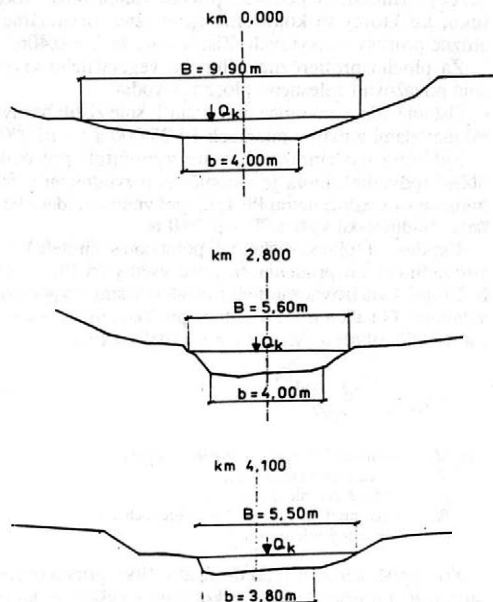
V oblasti vnútra kaldery (oblasť Kysliniek) sme založili a sledovali tri pokusné úseky dĺžky od 30 do 40 m a na každom z nich sme vytýčili po jednom pokusnom profile. Pokusné úseky (PÚ) a pokusné profile (PP) sme stabilizovali drevenými signalizačnými kolíkmi, aby sme zabezpečili merania vždy na tom istom mieste. PÚ a PP 1 bol založený na západnej strane kaldery a to približne v mieste, kde sme predpokladali hranicu stratovulkánu v prípade, že kaldera by na západnej strane nebola otvorená. Plocha povodia k PP 1 je 28,80 km². PÚ 1 a PP 1 boli založené vo vzdialenosti 7,37 km od prameňa hlavného toku Hučavy a 16,83 km od jej ústia do rieky Slatina. Rozvodnica povodia, vzťahujúca sa k PP 1, prebieha hrebeňom kaldery Poľana a jej hlavnými dominantami sú: na severozápade Bukovina (1294 m n. m.), na severovýchode Brusniansky grúň (1271 m n. m.), na východe Kópce (1333 m n. m.), na juhovýchode Poľana (1458 m n. m.), na juhu Predná Poľana (1367 m n. m.) a Drábovka (1251 m n. m.), na juhozápade Želobudská Skalka (1115 m n. m.). Vo vnútri kaldery sa nachádzajú ďalšie dominanty s nadmorskými výškami 1015 m (Šafranička), 1026 m (Grúň), 1009 m (Kuriniec) atď.

Okrem PÚ a PP 1, ktorému sme v našom výskume priradili staničenie km 0,000, sme zvolili PÚ a PP 2 so staničením km 2,800 a PÚ a PP 3 so staničením km 4,100. Pri výbere pokusných úsekov sme v prvom rade prihliadali na to, aby PÚ reprezentovali prevažnú časť toku Hučava po konkrétny úsek, čo sa týka geometrických a hydraulických charakteristík. Pred založením PÚ sme vykonali podrobnú rekognoskáciu terénu.

V terénnom prieskume a meračských prácach ako aj pri návrhu metodiky riešenia sme sa zamerali na hodnotenie hlavného toku Hučavy v oblasti kaldery po príslušné PP po stránke bystrinnosti, ustálenosti a škodlivosti. Okrem toho, že sme sa doteraz v literatúre, týkajúcej sa skúmanej oblasti, s hodnotením tokov nestretli, považujeme za zaujímavý aj komplexný postup zhodnotenia určitého toku z rôznych hľadísk.



4. Schématický náčrt pozdĺžneho sklonu hlavného toku Hučava v kalde-re Poľany - A diagram of the longitudinal slope of the principal stream Hučava in the Poľana caldera



5. Pričné rezy prietokovým profilom - Cross-sections of the flow profile

Bystrinnosť sme posudzovali v prvom rade podľa výsledkov terénneho prieskumu a overovali empirickým vzťahom na výpočet súčiniteľa bystrinnosti K_b podľa Š k o p e k a (1989) a Zmeny a-7/1989 ČSN 73 6820 Úpravy vodných toků pomocou rovnice:

$$K_b = \frac{H \cdot O_r \cdot V_s \cdot P \cdot E \cdot (S_p + 1)^{1/2}}{L \cdot (S_t + 1)^{1/2}} \quad (1)$$

kde: K_b - súčiniteľ bystrinnosti,
 H - hustota hydrografickej siete (km.km⁻¹),
 O_r - dĺžka rozvodnice (km),
 V_s - stredný výškový rozdiel povodia (km) určený podľa vzťahu:

$$V_s = V_p - V_n \quad (\text{km}) \quad (2)$$

- kde: V_p - priemerná nadmorská výška povodia, ktorú sme určili z hypsometrickej krivky, v našom prípade 997 m n. m.,
 V_n - nadmorská výška PP 1, v našom prípade 710 m n. m.,
 P - súčiniteľ priepustnosti pôd v povodí,
 E - súčiniteľ vyjadrujúci rozsah erózie v toku a povodí,
 S_p - plocha povodia (km^2),
 S_l - plocha protierózne účinného vegetačného krytu povodia (km^2),
 L - dĺžka hlavného toku od prameňa po PP 1.

Poznamenávame, že súčiniteľ priepustnosti pôd P sme určili pomocou tab. P 1 Zmeny a-7/1989 ČSN 73 6820 ako vážený aritmetický priemer podľa plošného zastúpenia pôdných druhov v povodí, pričom váhou bolo plošné zastúpenie konkrétneho pôdného druhu v povodí. Pôdne druhy sme určili z pedologických máp v mierke 1 : 10 000 po vykonaní posledných revízií Lesoprojektom Zvolen. Celková takto zistená hodnota je $P = 0,600$.

Súčiniteľ E , ktorý vyjadruje rozsah erózie v toku a povodí, sme vypočítali pomocou tab. P 2 citovanej Zmeny podľa rozsahu zaznamenaných erózných procesov ako vážený aritmetický priemer, pričom váhou bola dĺžka toku, ku ktorej sa konkrétne (prevažne torenciálne) erózne procesy vyskytovali. Zistili sme, že $E = 0,406$.

Za plochu protierózne účinného vegetačného krytu sme považovali zalesnenú plochu povodia.

Ostatné údaje, potrebné do vzťahu 1, sme zistili bežnými metódami z máp v mierkach 1 : 25 000 a 1 : 10 000.

Súčiniteľ bystrinnosti K_b sme vypočítali pre celú oblasť (povodie), ktorá je ohraničená rozvodnicou vzťahujúcou sa k založenému PP 1, t.j. pre vnútro kaldery Poľany. Nadmorská výška PP 1 je 710 m.

Ustálenosť toku sme skúmali pomocou súčiniteľa kvázivzrovnomeného prúdenia M_{kp} pre všetky tri PÚ a PP. Súčiniteľ kvázivzrovnomeného prúdenia sme vypočítali vzťahom Grišanova, ktorý publikovali Macura (1987, 1990) a Valtýni (1989) v tvare:

$$M_{kp} = \frac{R \cdot (g \cdot B_h) L^{1/4}}{Q_k^{1/2}} \quad (3)$$

- kde: M_{kp} - súčiniteľ kvázivzrovnomeného prúdenia,
 R - hydraulický rádius (m),
 g - tiažové zrýchlenie (m.s^{-2}),
 B_h - šírka prietokového profilu v brehoch (m),
 Q_k - kapacitný prietok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Pri výpočtoch sme brali do úvahy šírku prietokového profilu B_h pri prietoku plným korytom s výškou h , ktorý by mal v ustálených korytách zodpovedať približne korytotvornému prietoku. K uvedenej výške h a šírke B_h bol vypočítaný aj hydraulický rádius R pomocou planimetromerom zistenej plochy prietokového profilu S a odmeraného omočeného obvodu O . Kapacitný prietok Q_k sme vypočítali ako súčin priemernej profilovej rýchlosti (Chezyho rýchlostná rovnica s Pavlovského rýchlostným súčiniteľom) a plochy prietokového profilu S .

Škodlivosť sme posudzovali pomocou vypočítaného indexu škodlivosti podľa Valtýniho (1981) v tvare:

$$S_b = \sqrt{\frac{I^2}{H \cdot M}} \quad (4)$$

- kde: S_b - index škodlivosti,
 I - pozdĺžny sklon údolia (toku) vypočítaný ako vážený aritmetický priemer od prameňa po záujmový prietokový profil (%),

- H - hodnota hydrologickej účinnosti hornín (pre trefohorné sopečné - neovulkanity $H = 15,0$),
 M - geomorfologická hodnota hornín (pre trefohorné sopečné - neovulkanity $M = 200,0$).

Autor vzťahu triedi bystriny podľa hodnoty S_b do štyroch kategórií: I. kategória sú málo škodlivé bystriny ($S_b \leq 2,0$); II. kategória sú stredne škodlivé bystriny ($2,0 < S_b < 4,0$); III. kategória sú veľmi škodlivé bystriny ($4,0 < S_b < 14,0$); IV. kategória sú extrémne škodlivé bystriny ($S_b > 14,0$).

Z ďalších dôležitejších charakteristík sme vypočítali: Priemerný sklon povodia vzťahom, ktorý uvádzajú Raplík et al. (1989) v tvare:

$$I_p = \frac{\Delta H}{S_p} \cdot \left(\frac{l_0}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} l_i + \frac{l_n}{2} \right) \quad (\%) \quad (5)$$

- kde: I_p - priemerný sklon povodia (%),
 ΔH - výškový rozdiel meraných vrstevníc (km),
 l_i - dĺžka vrstevníc v povodí (km),
 S_p - plocha povodia (km^2).

Súčiniteľ členitosti rozvodnice sme vypočítali vzťahom:

$$O_\alpha = \frac{4 \cdot \pi \cdot S_p}{O_r^2} \quad (6)$$

- kde: O_α - súčiniteľ členitosti rozvodnice,
 S_p - plocha povodia (km^2),
 O_r - dĺžka rozvodnice (km).

Mieru asymetrie povodia sme vypočítali vzťahom:

$$a = \frac{S_r - S_{pr}}{S_p} \quad (7)$$

- kde: a - miera asymetrie povodia,
 S_l - plocha povodia vľavo od hlavného roku (km^2),
 S_{pr} - plocha povodia vpravo od hlavného roku (km^2),
 S_p - plocha povodia (km^2).

Absolutný spád toku H_s sme vypočítali vzťahom:

$$H_s = H_{\max} - H_{\min} \quad (\text{m}) \quad (8)$$

- kde: H_s - absolútny spád toku (m),
 $H_{\max}$ - výška prameňa (m n. m.),
 $H_{\min}$ - výška záujmového profilu (m n. m.).

Dovolenú priemernú profilovú rýchlosť sme vypočítali vzťahom, ktorý doporučujú na jej výpočet Patocka, Macura (1989):

$$v_{dov} = 5,5 \cdot d_e^{1/3} \cdot h^{1/6} \quad (\text{m.s}^{-1}) \quad (9)$$

Priemernú profilovú rýchlosť sme vypočítali Chezyho vzťahom s použitím Pavlovského rýchlostného súčiniteľa, pričom stupeň drsnosti sme určili na základe rozmeru efektívneho zrna d_e .

Efektívne zrna d_e sme pre všetky tri PÚ (PP) stanovili vzťahom, ktorý doporučuje na jeho určenie Novák (1984), Krešl (1983) a iní autori v tvare:

$$d_e = \frac{\sum \Delta p_i \cdot d_i}{100} \quad (\text{mm}) \quad (10)$$

- kde: p_i - percentuálny hmotnostný podiel frakcie (%),
 d_i - stred triedy (príslušnej frakcie) (mm).

Poznamenávame, že výpočtom podľa vzťahu 10 predchádzal zmlotný sitový rozbor odobratých vzoriek splaveninových zmesí na každom PÚ. Každá odobratá vzorka mala hmotnosť nad 50 kg.

Stabilný sklon dna i_{stab} sme vypočítali pomocou Manning-Stricklerovej rovnice v tvare, ktorý uvádza Novák (1989):

$$i_{stab} = \frac{v_{dov}^2}{k_s^2 \cdot R^{4/3}} \quad (\%, 0,01) \quad (11)$$

kde: v_{dov} - dovolená priemerná profilová rýchlosť ($m \cdot s^{-1}$),

k_s - Stricklerov súčiniteľ v tvare:

$$k_s = \frac{21,1}{\sqrt{d_e}} \quad (m^{-1/6}) \quad (12)$$

R - hydraulický rádius (m).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Prehľad vybraných zistených charakteristík je uvedený v tabuľke I a II a v nasledujúcom texte.

Vodný tok Hučava v kaldere Poľany preukazuje typické znaky bystriny - tvorbu, prenos a ukladanie splavenín a výrazné kolísanie prietokov v určitých časových intervaloch. Zdrojom najväčšieho množstva splavenín je horný úsek toku. Pri vyšších vodných stavoch dochádza k zjavnému vymetaniu dna a svahov koryta a k transportu splavenín do nižšie položených úsekov toku. V horných častiach toku od km 4,100 nášho staničenia sa vyskytujú brehové nátrže, a to hlavne v miestach, kde brehy neochraňuje prirodzená vegetácia. Badateľné sú početné štrkové lavice, z ktorých voda postupne transportuje splaveniny nadol. Tok má v najvyššej časti výrazne neustálené koryto, nepravidelný sklon a tvar prietokového profilu. V dne sa vyskytujú dnové výmole, ktoré sú viac prehĺbované na vonkajšej strane oblúkov, pokiaľ vnútorné strany sú plytšie a sú na nich badateľné nánosy splavenín.

Plocha povodia, vzťahujúca sa k PP 1 (staničenie km 0,000), je 28,80 km^2 . Vnútri kaldery je veľmi vysoká hustota tokov, a to až $H = 3,84 km \cdot km^{-2}$. Ak si uvedomíme, že celková priemerná hustota tokov na Slovensku je 0,92 $km \cdot km^{-2}$, vidíme, že hustota tokov v kaldere Poľany je o 317,4 % vyššia ako uvedená priemerná hustota tokov.

Dĺžka rozvodnice k PP 1 je 21,80 km a vedie hrebeňom kaldery na severe, východe a juhu. Stredný výškový rozdiel povodia je 0,287 km. Celková dĺžka tokov v kaldere je 110,55 km, z čoho dĺžka hlavného toku - Hučavy - je 7,37 km a dĺžka prítokov 103,18 km. Zalesnená plocha povodia predstavuje 23,78 km^2 , čo znamená lesnatosť takmer 83 %. Nezalesnené plochy povodia nie sú postihnuté výraznejšími alebo rozsiahlejšími prejavmi erózie. Vo väčšine prípadov nezalesnených lokalít ide o pasienky. Lokality Hrochofská Bukovina a Hrochofská Majerová na severnej strane povodia sú postupne zarastané prirodzeným zmladením drevinami, ktoré sa samostatne rozmnožujú. Na týchto lokalitách sme erózne procesy, ktoré by ovplyvnili koeficient bystrinnosti povodia, nezaznamenali.

V lokalitách Horná a Dolná Zálomská a Horná a Dolná Sihla (v južnej, resp. východnej časti povodia) ide o kosené lúky v starostlivosti lesníkov a tiež bez významnejších foriem erózie. Nezalesnené lokality Komonický Vrch a Mičová majú podobný charakter. Pomiestne prejavy erózie sa však vyskytujú na lesných cestách, hlavne na výkopových a násypových svahoch. Slávik (1986) upozorňuje na potenciálne nebezpečenstvo vzniku intenzívnej erózie na lesných cestách, pretože v oblasti CHKO je hustá sieť lesných ciest, a to až 53,1 $m \cdot ha^{-1}$. Ich súčasná škodlivosť spočíva v tom, že sú počas príválových dažďov a pri topení sa snehu erodované. Autor uvádza, že na celom území CHKO sa možno stretnúť aj s kofajami, ktoré sú vymleté do hĺbky 50 - 70 cm, a to na nespevnených cestách. V súčasnosti sa však už pracuje na výskume asanácie nepotrebných nespevnených ciest v oblasti CHKO.

Mierne erózne procesy na výkopových a i násypových svahoch lesnej cesty sme zaznamenali na východnej strane povodia medzi lokalitami Korytárky a Nad Burkovnou a tiež na južnej strane povodia na lesnej ceste, ktorá spája lokality Horná Zálomská a Čierny Grúň. Na výkopových svahoch týchto lesných ciest sa síce vyskytuje sporadicky zachytená vegetácia, ale pravdepodobne vplyvom klimatických podmienok a tiež relatívne strmého sklonu svahu dochádza k jej narušovaniu, čím sa opäť

I.

Číslo PÚ ¹	Staničenie (km)	B_h (m)	b (m)	h (m)	b/h	S (m^2)	O (m)	R (m)	Približný sklon svahov 1 : m ³		Q_{k-1} ($m^3 \cdot s^{-1}$)	M_{kp}
									vľavo	vpravo		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	0,000	9,90	4,00	0,80	5,0	5,00	9,80	0,510	1 : 5,9	1 : 2,6	12,45	0,454
2.	2,800	5,60	4,00	0,80	5,0	3,50	6,00	0,583	1 : 1,0	1 : 1,6	12,53	0,448
3.	4,100	5,50	3,80	0,60	6,3	2,80	6,00	0,467	1 : 0,1	1 : 2,5	8,79	0,430

¹number experimental segment, ²stream length, ³approximate slopes 1 : m

Použité symboly - Indications:

B_h - šírka koryta v brehoch (hladine) - (m) - bed width inside the banks (surface) - (m)

b - šírka dna (m) - bottom width (m)

h - výška prietokového profilu (m) - height of flow profile (m)

S - plocha prietokového profilu (m^2) - surface of flow profile (m^2)

O - omočený obvod (m) - wetted perimeter (m)

R - hydraulický rádius (m) $R = S \cdot O^{-1}$ (m)

Q_k - kapacitný prietok ($m^3 \cdot s^{-1}$) $Q_k = S \cdot V_k$ ($m^3 \cdot s^{-1}$) $Q_k = S \cdot V_k$ ($m^3 \cdot s^{-1}$)

M_{kp} - súčiniteľ kvázivzornomerného prúdenia podľa K. V. Grišanina - coefficient of quasi-steady flow according to K. V. Grišanin:

$$M_{kp} = \frac{R \cdot (q \cdot B_h)^{1/4}}{Q_k^{1/2}}$$

vytvára potenciálne nebezpečenstvo vzniku intenzívnejších prejavov erózie.

Bystrinný charakter toku sme v prvom rade zisťovali v teréne podľa vizuálneho posudzovania stavu koryta, sklonových pomerov atď. Okrem toho sme zistenie overili aj výpočtom, ktorý doporučil Š k o p e k (1989) a ktorý uvádza aj Zmena a-7/1989 ČSN 73 6820 Úpravy vodných toků, účinná od 1. 9. 1989. Uvedenými výpočtami sme zistili, že hodnota súčiniteľa bystrinnosti $K_b = 0,871$, čo podľa Škopekova zaradovania bystrinn znamená bystrinu IV. kategórie. Výpočet tiež dokazuje, že znaky bystrinnosti sú v sledovanom úseku veľmi výrazné.

Pri hodnotení ustálenosti, ktorú sme zisťovali pomocou súčiniteľa kváziravnomerného prúdenia M_{kp} podľa G r i š a n i n a, sme zistili, že koryto Hučavy v kaldere Pofany je neustálené, prebieha v ňom vymieľanie dna a svahov. Najnižšiu hodnotu súčiniteľa kváziravnomerného prúdenia $M_{kp} = 0,430$ sme zistili pre PÚ a PP 3 so staničením km 4,100, teda v najvyššie položenom úseku toku. To znamená, že v tomto úseku je koryto bystriny najmenej ustálené a dochádza k najintenzívnejším prejavom torenciálnej erózie. Druhú najnižšiu hodnotu $M_{kp} = 0,448$ sme vypočítali pre PÚ a PP 2 so staničením km 2,800. To znamená tiež neustálenosť a vymieľanie dna a svahov koryta, ale o málo menej výraznú ako v najvyššie položenom úseku toku. Najvyššiu hodnotu súčiniteľa kváziravnomerného prúdenia M_{kp} sme vypočítali pre najnižšie položený úsek so staničením km 0,000 (PÚ a PP 1). Hodnota $M_{kp} = 0,454$. Poznámame, že napr. M a c u r a (1990) považuje korytá s $M_{kp} < 0,48$ za neustálené, v ktorých dochádza k erózii koryta, V a l t ý n i (1989) považuje za neustálené korytá také, kde M_{kp} je 0,45 a menej.

Podľa triedenia uvedených autorov i našich zistení v terénnom prieskume a pomocou výpočtov je možno hlavný rok Hučavy v kaldere Pofany považovať za neustálený bystrinný tok. Poznámame, že ustálenosťou koryta rozumieme jeho hydraulickú rovnováhu s takým

stavom, ktorý koryto nenarušuje pri malých, stredných, ani veľkých prietokoch.

Výpočtom indexu škodlivosti S_b podľa V a l t ý n i h o (1981) na základe pozdĺžneho sklonu toku od prameňa po konkrétny PP, hodnoty hydrologickej účinnosti hornín a geomorfologickej hodnoty hornín, ktoré stanovil pre rôzne druhy hornín tento autor, sme zistili, že S_b má najvyššiu hodnotu pre PP 3, kde je jeho hodnota 2,50. Pre PP 2 $S_b = 1,99$ a pre PP 1 $S_b = 1,42$. Na doplnenie uvádzame, že citovaný autor takto určenú škodlivosť chápe ako potenciálne nebezpečenstvo hroziace okoliu bystriny v súvislosti s jej rozvodnením. Takto chápaná škodlivosť závisí najmä od hydrologického a splaveninového režimu bystriny, ktorý najvýznamnejšie podmieňuje geologické podložie a s ním súvisiace hodnoty H (hydrologická účinnosť hornín) a M (geomorfologická hodnota hornín). Hodnota pozdĺžneho sklonu toku zas podmieňuje rýchlosť prúdu a tým vymieľaci a dopravnú schopnosť bystriny. Na doplnenie uvádzame, že pre neovulkanity autor priemernú hodnotu H určil 15,0 a M 200,0. Z nami zistených výsledkov indexu škodlivosti S_b vyplýva, že potenciálne nebezpečenstvo podľa uvedeného hodnotenia je najväčšie v hornom úseku sledovanej bystriny a to od staničenia 4,100 po prameň, pričom tento úsek podľa citovaného autora možno zaradiť do strednej škodlivosti úsekov. Úsek od staničenia km 2,800 po staničenie km 4,100 je na rozhraní malej a strednej škodlivosti ($S_b = 1,99$) a za málo škodlivý úsek podľa horeuvedených kritérií je možno považovať tok v staničení od km 0,000 po km 2,800, kde $S_b = 1,42$. Z ostatných zistených charakteristík považujeme za potrebné uviesť aj niektoré ďalšie. Priemerný sklon svahov povodia dosahuje hodnotu $I_p = 29,26\%$; absolutný spád toku $H_s = 575$ m; súčiniteľ členitosti rozvodnice $Q\alpha = 0,76$. Miera asymetrie povodia $\alpha = -0,09$, čo znamená, že tok je situovaný o málo viac v ľavej strane povodia.

Pri skúmaní pomeru $i_r = i_{\text{stabil}}/i_{\text{stabil}}$ sme zistili, že najnižšiu hodnotu ($i_r = 3,16$) sme vypočítali pre tok k PÚ a PP 1.

II.

Číslo PÚ ¹	d_e (m)	n	i_{p0} (%0,01)	i_{stabil} (%0,01)	i_{stabil} (%0,01)	C ($\text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$)	v_s ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	v_{dov} ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	k_s ($\text{m}^{-1/6}$)	S_b	$i_r = i_{\text{stabil}}/i_{\text{stabil}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	0,159	0,03518	0,0220	0,0776	0,02459	28,42	2,49	2,87	28,668	1,42	3,16
2.	0,162	0,03524	0,0370	0,1092	0,02099	28,38	3,58	2,89	28,579	1,99	5,20
3.	0,176	0,03552	0,0400	0,1370	0,02782	28,15	3,10	2,83	28,186	2,50	4,92

¹number experimental segment

Použité symboly – Indications:

d_e – rozmer efektívneho zrna (m) – size of effective grain (m)

n – stupeň drsnosti – rate of roughness

i_{p0} – pozdĺžny sklon PÚ (%0,01) – longitudinal slope of PÚ (%0,01)

i_{stabil} – priemerný sklon toku od prameňa po PP (%0,01) – average stream slope from the source to PP (%0,01)

i_{stabil} – stabilný sklon toku (%0,01) – stable stream slope (%0,01)

C – Pavlovského rýchlostný súčiniteľ – Pavlovsky's flow rate coefficient $C = \frac{1}{n} \cdot R^{1.5} \cdot \sqrt{v_s}$ ($\text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$)

v_s – priemerná profilová rýchlosť ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) – average profile flow rate ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) $v_s = C \cdot R \cdot i_{p0}$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

v_{dov} – dovolená priemerná profilová rýchlosť ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) – permissible average profile flow rate ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

k_s – Stricklerov súčiniteľ ($\text{m}^{-1/6}$) – Strickler's coefficient ($\text{m}^{-1/6}$)

i_r – pomer $i_{\text{stabil}}/i_{\text{stabil}}$ – ratio $i_{\text{stabil}}/i_{\text{stabil}}$

S_b – index škodlivosti – harmfulness index $S_b = \sqrt{\frac{F}{H \cdot M}}$

Pri analýze odtoku z povodia, ktoré sa viaže na celé vnútro kaldery, teda k PP 1, sme zistili, že Q_{100} podľa HMÚ i podľa akademika Duba výrazne prevyšuje kapacitu prietokového profilu Q_k na PP 1. Pokiaľ storodný odtok z povodia viažúceho sa k PP 1 $Q_{100} = 41,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a maximálny špecifický odtok $q_{\max} = 1,45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (podľa údajov stanovených HMÚ), odtok Q_{100} podľa Dubovho vzorca je $52,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a maximálny špecifický odtok $q_{\max} = 1,83 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Ak sme vypočítali, že na PP 1 je $Q_k = 12,45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, zistíme, že Q_{100} podľa HMÚ prevyšuje Q_k o $29,25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, t.j. až o 235 % a Q_{100} podľa Duba prevyšuje Q_k o $40,25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, t.j. o 323 %.

ZÁVER

Chránená krajinná oblasť biosférická rezervácia Poľana je mimoriadne cenným a zaujímavým územím nielen v európskom, ale aj vo svetovom meradle. Hodnotenie vodných tokov v tejto oblasti a bližšie poznanie ich zvláštností môže prispieť k lepšiemu poznaniu celého územia Poľany.

V príspevku sme zhodnotili len niektoré základné charakteristiky tokov vnútra kaldery Poľany. Výskum vodných tokov v kaldere i v celom území CHKO je zložitou úlohou a malo by sa v ňom pokračovať aj naďalej, čím môžeme získať zaujímavé výsledky, ktorých analyzovaním sa dajú špecifikovať zvláštnosti tejto cennej oblasti. Uvedené poznatky sú veľmi dôležité aj z toho dôvodu, že vodné toky sú mimoriadne cenným bohatstvom a dôležitou, neoddeliteľnou zložkou prírodného prostredia s rozmanitými funkciami. Z uvedených konštatovaní vyplýva aj aktuálnosť ich ďalšieho monitorovania a podrobnejšieho analyzovania zistených výsledkov, čím je možné doterajšie poznatky dopĺňať a z ich rozboru stanoviť aj zásady nevyhnutnej starostlivosti o vodné toky v chránenej krajinnnej oblasti a biosférickej rezervácii Poľana.

Literatúra

- DUBLAN, L. - JÁNOŠOVÁ, J.: Geologická stavba kaldery Poľany. Zbor. Stredoslovenského múzea v Banskej Bystrici, č. 10, Prírodné vedy, 1991 : 19-38.
- KREŠL, J.: Hrazení bystřin. Praha, SPN 1983 : 184.
- MACURA, V.: Príspevok k určeniu a využitiu parametrov stabilného režimu koryt tokov. Vod. Hospod., Řada A, 1987, č. 6 : 152-154.
- MACURA, V.: Určenie hydraulických a geometrických parametrov stabilných úsekov koryt tokov. Zbor. prednášok Obnova vegetačného doprovodu vodných toků a revitalizace povodí. Ostrava, SVK 1990 : 39-43.
- NOVÁK, L.: Využití poznatků o vlastnostech splavenin při hrazení bystřin. Lesnictví, 30, 1984, č. 5 : 435-444.
- NOVÁK, L.: Posuzování stability dna bystřinných toků. Zbor. konferencie Přírodní prostředí a vodní toky '89. Povodí Ohře, Chomutov, 1989 : 18-27.
- PATOČKA, C. - MACURA, L.: Úpravy toků. Praha, SNTL 1989 : 400.
- PORUBSKÝ, A.: Vodné bohatstvo Slovenska. Bratislava, Veda 1991 : 320.
- RAPLÍK, M. - VÝBORA, P. - MAREŠ, K.: Úprava tokov. Bratislava, Alfa 1989 : 640.
- SLÁVIK, D.: Lesné cesty v CHKO Poľana z hľadiska ochrany prírody na príklade LHC Kyslinky. Zbor. referátov Nové smery v projektovaní a realizácii lesníckych stavieb a lesníckych meliorácií. VŠLD Zvolen, 1986.
- SLÁVIK, D. - URBAN, P.: Chránená krajinná oblasť Poľana. Bratislava, Obzor 1989 : 36.

- SLÁVIK, D. - URBAN, P.: Chránená krajinná oblasť-biosférická rezervácia Poľana. Správa CHKO Poľana, Zvolen, 1992 : 56.
- ŠKOPEK, V.: Jak rozlišit, zda je nebo není vodní tok bystřinou. Zbor. příspěvků Přírodní prostředí a vodní toky '89. Povodí Ohře, Chomutov, 1989 : 1-9.
- VALTYNÍ, J.: Príspevok k poznaniu podmienok stability bystřinných ekosystémov. Lesn. Čas., 35, 1989, č. 6 : 421-434.
- VALTYNÍ, J.: Príspevok k triedeniu bystřin a bystřinných úprav na území Slovenska. Lesn. Čas., 27, 1981, č. 1 : 35-47.
- Změna a-7/1989 ČSN 6820 Úpravy vodních toků. Praha, Vydavatelství ÚNM 1989 : 4.

Došlo 11. 6. 1993

JAKUBIS, M. - JAKUBISOVÁ, M. (Technical University, Forestry Faculty, Zvolen): *Evaluation of streams inside the caldera in a Protected Landscape Area - Poľana Biospherical Preserve*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 349-356.

The Poľana Protected Landscape Area is situated in the center of the Slovak Republic, in the geomorphological entity of the same name which is a part of the Slovenské stredohorie Mts. This landscape area was declared a protected area in 1981, and on the basis of the decision of the bureau of the International Coordination Council of the Man and Biosphere Programme it was included in the network of UNESCO biospherical preserves in 1990. Its surface is 200.79 square kilometers. This area is very valuable not only on the European scale, but also on the worldwide scale.

A massive caldera of the Poľana stratovolcano is situated in the center of the Protected Landscape Area, with the dominant and highest peak Poľana of the height 1,458 meters above sea level.

Inside the caldera, a centripetal network of streams with the density up to 3.84 km/km^2 has been developing for a long time; this density is by 317.4 % higher than the average density of water-courses in the Slovak Republic which makes 0.92 km/km^2 . The total length of streams inside the caldera is 110.55 km, the principal stream Hucava is 7.35 km long and the tributaries are 103.18 km. The watershed area (of the caldera inside) is 28.80 km^2 .

The streams inside the caldera were investigated with respect to the torrent activity according to Š k o p e k (1989) and The Changes a-7/1989 of the Czechoslovak Standard 73 6820 *Water-course Management*. We found that the coefficient of torrent activity K_b has the value 0.871; this designated the torrent of category IV (according to torrent categorization by the cited author).

The resistance of torrent bed was investigated by means of the coefficient of quasi-steady flow deduced by Grišanin (in Macura, 1987, 1990; Valtýn, 1989). We determined that the principal stream in the Poľana caldera is not steady, characterized by scouring of the bed bottom and banks. According to the applied method (on the basis of Grišanin's empirical function), the resistant torrent bed is a bed with the hydraulic equilibrium under which the bed is not scoured by small, medium and large flows. According to the applied method, the coefficients of quasi-steady flow were calculated for the experimental segments and profiles: their values were $M_{kp} = 0.454$ for PÚ and PP 1, $M_{kp} = 0.448$ for PÚ and PP 2, $M_{kp} = 0.430$ for PÚ and PP 3. The calculated values demonstrated the existing torrent erosion.

Harmfulness was investigated according to V a l t ý n i (1981) and the equation he proposed for the calculation of the index of torrent harmfulness S_b which can be calculated from the longitudinal stream slope, value of the hydrological effectiveness of rocks and geomorphological value of rocks. The values of harmfulness index were as follows for the particular experimental segments and profiles: $S_b = 1.42$ for PÚ and PP 1, $S_b = 1.99$ for PÚ and PP 2 and $S_b = 2.50$ for PÚ and PP 3. It should be noted that the authors define the harmfulness as potential risks for the torrent surroundings arising from torrent flooding.

In addition to the torrent activity, steady flow and harmfulness, other hydrological, morphological, hydraulic, geometric, pedological and erosion characteristics were determined in the watershed and in the particular experimental segments and profiles. The acquired data can be very useful for the knowledge of the streams in this exceptionally interesting region in the center of Slovakia.

torrents; protected landscape area Poľana; torrent activity; harmfulness; resistance of torrent bed

Kontaktní adresa:

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

INFORMACE

ZKOUŠKY ÚČINNOSTI OCHRANNÝCH PRACOVNÍCH ODĚVŮ A OBUVI PRO PRÁCI S RUČNÍMI MOTOROVÝMI ŘETĚZOVÝMI PILAMI

Na přelomu let 1989/90 se na naše pracoviště (Ústav těžby a dopravy dříví lesnické fakulty VŠZ v Brně) obrátilo ministerstvo zemědělství České republiky se žádostí o vypracování způsobu zkoušky odolnosti speciálních ochranných pracovních oděvů pro profesionální obsluhatele ručních motorových řetězových pil (dále jen RMŘP) proti jejich proříznutí řezacím řetězem RMŘP pro Státní zkušebnu č. 235 v Praze.

Důvodem žádosti byl záměr zvýšit bezpečnost osob, profesionálně pracujících s RMŘP, legislativním stanovením povinnosti používat při práci s RMŘP ochranný pracovní oděv (kalhoty), resp. i obuv, poskytující ochranu před poříznutím řezacím řetězem RMŘP. Nezbytnou podmínkou k tomu ovšem byla dostupnost takového speciálního ochranného pracovního oděvu na trhu, a to nejen dostupnost absolutní, ale i cenová.

Při zpracování metodiky zkoušky odolnosti ochranného pracovního oděvu (resp. jen jeho funkční části, podobně i pracovní obuvi) proti průniku řezacího řetězu RMŘP jsem zvolil jako výchozí kritéria neprořeznosti stanovená švédskou státní zkušebnou strojů (Meddelande 3240) především proto, že jsou výchozím podkladem i pro návrh připravované příslušné evropské normy (PŘEN 381). Popsaná metodika byla uvažována pouze jako prozatímní, platná do doby, kdy bude definitivně schválena EN 381 a kdy vstoupí v platnost i v České republice.

Metodika zkoušky „neprořeznosti“

Z uvedených důvodů byla metodika koncipována tak, aby zkouška byla realizovatelná jednoduššími (a tedy i levnějšími) prostředky než vyžaduje švédská metodika zkoušky, aniž by došlo ke snížení náročnosti zkoušky.

Odolnost ochranného pracovního oděvu proti průniku řezacího řetězu RMŘP („neprořeznost“) je pro účely této zkoušky definována jako jeho schopnost odolat čtyřem zkušebním řezům, provedeným skutečnou RMŘP střední výkonové kategorie (3,5 - 5,0 kW) ve zkušební stolici, standardizující podmínky (simulaci některých možných úrazových dějů):

- zkušební vzorek navlečen na fantom lidské dolní končetiny,
- lepenkový váleček potažený 2 cm silnou vrstvou molitanu tak, aby výsledný průměr fantomu činil 15 cm - upevněný pevným opáskáním pouze nahore tak, aby volná část zkušebního vzorku měla minimálně 30 cm,
- pila přitlačována do řezu silou 9,80665 N,
- zkušební řez prováděn ve středech stehenních a holenních partií nohavic kalhot pod úhlem 45° k podélné ose nohavice a kolmo k povrchu zkušebního vzorku; řez se provádí dohlahlým řezacím řetězem, tj. řetězem uvedeným před zkušebním řezem do maximální oběhové rychlosti, ale v řezu již nepoháněném (poznámka: lze provést i řetězem poháněným při plném záběru motoru RMŘP),
- ke zkouškám je používána stále stejná RMŘP (Husqvarna 266 SG), zaběhnutá a před zkouškou seřízená podle pokynů výrobce (podle údajů výrobce 3,5 kW/9600 ot.min⁻¹) a nová a dosud jinak nepoužitá vodící lišta Sandvik Roll-top Super Pro (dlouhá 45 cm) a řezací řetěz S-42, rovněž nový, naostřený výrobem.

Výsledky dosavadních zkoušek

Materiál funkčních částí speciálních ochranných pracovních oděvů (resp. obuvi, rukavic apod.) působí při zachycení řezacího řetězu RMŘP tak, že uvolňují textilní vlákna, která se namotávají na řetězku RMŘP a zahlcují mezeru pod jejím krytem, až posléze pohyb řezacího řetězu zastaví.

Ideálním materiálem vložky by proto byla vysoce pevná vlákna v absolutně nepevné vazbě, která by se po zachycení zubu řezacího řetězu z tkaniny (či pleteniny) relativně snadno vyvílekala, a proto nebyla řezána (materiál, který klade řezacím zubům odpor, je jimi řezán jako jakákoliv jiná homogenní hmota). V praxi postačí i vlákna běžné pevnosti, podmínka jejich snadného vyvílekání musí být ovšem splněna.

Protože Státní zkušebna č. 235 v Praze není dosud vybavena pro tuto specializovanou zkoušku a protože pořízení nákladného zkušebního stavu není účelné, dokud nebude příslušná evropská norma (EN 381) definitivně schválena, pronajala si dočasně funkční model zkušebního stavu našeho pracoviště. Byly jím proto až dosud testovány všechny ochranné pracovní oděvy a obuv, deklarované jako ochranné proti poříznutí RMŘP a přihlášené výrobci nebo dovozci ke schválení Státní zkušebnou č. 235.

Z dosud testovaných výrobků ve zkoušce neuspěly dva typy ochranných pracovních oděvů, a sice původní ochranný oděv pro dřevorubce výrobního družstva VZORODEV Bratislava (který byl stažen z výroby) a prototyp formy RUPAS Bojnice.

Ve zkoušce uspěly všechny typy importovaných ochranných pracovních oděvů a obuvi, dosud přihlášené jejich dovozci: Jonsered (tři typy kalhot, gumová obuv), Husqvarna (kalhoty Sandvik, gumová obuv a rukavice Husqvarna), Sweaconsult (kalhoty Revär, gumová obuv Norkia), Silvaco (kalhoty Gambo).

Ceny ochranných pracovních kalhot těchto typů se na trhu pohybují od 1700 do 2200 Kč. Podmínka dostupnosti ovšem lépe splňují výrobky tuzemské, v cenách již mírně nad 1000 Kč, z nichž ve zkoušce obstály typy Profesional (dva typy z ryze tuzemského materiálu, výrobce Otavan Třeboň) a Sweaconsult (tuzemská výroba z importovaných materiálů).

Závěry

Lze konstatovat, že na trhu v České republice je již k dispozici široký výběr ochranných pracovních oděvů, poskytujících ochranu proti poříznutí řezacím řetězem RMŘP, přičemž importované typy poskytují i odpovídající ochranu (tj. rozdílnou pro zkušební a pro méně zkušební dřevorubce).

Významné je, že i výrobky předkládané tuzemskými výrobci (cenově vesměs příznivěji) definovanému požadavku ochrany proti poranění dohlahlým řetězem RMŘP vyhovují, takže záměr zřídlení legislativy bezpečnosti a ochrany zdraví při práci s RMŘP z tohoto hlediska již nic nebrání.

Ing. Václav K o h o u t , CSc.,

Ústav těžby a dopravy dříví, lesnická fakulta Vysoké školy zemědělské, Brno

Pozorované chřadnutí téměř všech lesních dřevin, které je způsobeno zejména dlouhodobým vlivem imisí a nověji se uplatňujícími globálními klimatickými změnami, bylo zkoumáno z pohledu nejrůznějších oborů, avšak samotná ochrana lesa neměla nástroj, jak je komplexně hodnotit a vysvětlovat. Navrhuje se proto návrat zpět ke konceptu nemoci a celostnímu vidění problému. Přitom je možné využít teorie ekologické stability a aplikovat teorii stresu, která umožňuje systémově a dynamicky hodnotit celý komplex stresorů, jejich úlohu a vliv na zdravotní stav rostlin. Nová orientace se považuje za velmi závažnou, protože naznačuje ekologické změny budou v budoucnu nepochybně příčinou ještě větších problémů než dosud a ochrana lesa by měla tato nová onemocnění popsat, společně diagnostikovat, znát jejich příčinu, etiologii, prognózu jejich vývoj a navrhnout krátkodobá nebo preventivní obranná a ochranná zmírňující opatření.

ochrana lesa; koncepce; lesnická ekologie; stres

Neuspokojivý zdravotní stav našich lesů je všeobecně znám a lze ho názorně dokumentovat na výši nahodilých těžeb, které v průběhu uplynulých let dost kolísaly, ale např. během minulých let jejich objem v podstatě neklesl pod polovinu celkového etátu (Jančík, 1990). Rovněž příčiny, které se podílejí na těchto těžbách, jsou chronicky známy a jejich pořadí se nemění; největší podíl připadá na vítr, sněh a námrazu, zatímco škody imisemi a biotickými škůdci jsou v posledních letech téměř stejně velké, přičemž poslední z nich se podílejí v rozmezí pouze 10 - 20 %. Je ovšem třeba připustit, že údaj není zcela přesný, protože do této evidence nejsou zahrnuty souše, těžené v rámci výchovných, ale i obnovných těžeb, souše, u nichž nikdo nezkoumá příčinu uhybnutí a jejichž vykazování je velmi nepřesné. V rámci naprosté objektivy by pak bylo nutné porovnávat a hodnotit finančně vyčíslenou škodu.

Protože příčinami vzniku škod, jejich sledováním, zjišťováním a všeobecnou ochranou se meritorně zabývá nauka ochrana lesa, můžeme nastolit otázku, do jaké míry se na tomto stavu podílí sama tato nauka, její koncepce, popř. zda nejde o jiné problémy (např. o nedostatečnou realizaci poznatků v praxi apod).

V dalším textu se pokusíme zhodnotit vývoj ochrany lesa jako lesnické nauky od minulosti až po současnost, posoudit, do jaké míry ji mohou nové, zvláště ekosystémové směry vývoje při sledování tzv. „škod nového druhu“ obohatit a jakým způsobem by se měla ochrana lesa rozvíjet, a to nejen jako vědní obor, ale také jako praktická disciplína.

HISTORIE A VÝVOJ OCHRANY LESA

Aniž bychom zabíhali do historizujících podrobností, můžeme konstatovat, že ochrana lesa - včetně příbuzných oborů lesnické entomologie a fytopatologie, které jsou někde víceméně její součástí - se vyvíjela ve dvou prou-

dech. Jednak to byla německá větev, která vycházela z lesnické entomologie (Ratzeburg, 1837) a fytopatologie (Hartig, 1882). Oba obory dále rozvíjeli Escherich (1914) nebo Sorauer (1921). Za zmínku stojí skutečnost, že lesnická entomologie se v té době zabývala pouze škůdci samotnými, popřípadě příčinami jejich přemnožení a pochopitelně obranou, zatímco lesnická fytopatologie (jako součást obecné fytopatologie) se vyvíjela mnohem šfeji a ze současného hlediska mnohem progresivněji. Znamená to, že zde bylo velmi brzy upuštěno od koncepce patogenismu a již koncem 19. století byl ražen termín predispozice (Hartig, Sorauer, 1921). Neméně taková pozornost jako patogenovi byla také věnována hostitelské rostlině a všem vlivům, které u ní mohly vyvolat predispozici. Celou první polovinu 20. století upadla tato koncepce v zapomnění a teprve s rozvojem epidemiologie došlo k dalšímu rozvoji, když byl vytyčen pojem tzv. pyramidy choroby. Předpokládalo se totiž, že k tomu, aby došlo k napadení rostliny, je třeba, aby byl k dispozici náchylný hostitel, virulentní patogen a příznivé vnější podmínky. Tato koncepce se pak ještě dále rozvíjela.

V lesnictví byla komplexně jak lesnická entomologie, tak lesnická fytopatologie včetně dalších onemocnění vyvolaných abiotickými a biotickými vlivy prezentována Schwerdtfegerem (1944) jako „choroby lesa“ (die Waldkrankheiten). Kromě popisů onemocnění zde byly i podrobněji zmíněny otázky dispozice a rezistence, hospodářský význam jednotlivých škůdců, způsoby obrany atd.

Pomineme-li některé prvotní méně významné snahy, pak zástupcem druhé linie formování ochrany lesa byl u nás Pfeffer et al. (1961), který ji definoval jako nauku, která učí poznávat a zjišťovat činitele působící škodlivě v lesním hospodářství, určovat míru poškození dřevin a lesních porostů, předcházet nebo čelit škodlivým činitelům, popřípadě je potírat. Přitom se vycházelo z ustanovení lesního zákona č. 250/1852 (platil u nás do roku 1960), podle něhož bylo základem ochrany lesa zajištění půdního lesního fondu, zamezení pustošení lesa ze strany vlastníků lesa i jiných osob, zajištění lesa před působením větru, poškozováním hmyzem, pastvou, požáry apod. Všichni škodliví činitelé byli systematicky tříděni, popisována se jejich škodlivost, popřípadě ochrana proti nim. Obdobně také koncipoval ochrany lesa Forst (1970).

Nověji koncipoval ochrany lesa Stolina (1985) jako disciplínu zkoumající poškození lesa, jednotlivých dřevin nebo stromů škodlivými činiteli, jeho kauzalitu a způsoby, jak tomu předcházet, omezovat nebo zamezovat. Také v tomto případě se ochrana lesa chápe velmi široce, když jsou její úkoly formulovány jako: „Zabezpečení kontinuity optimální produkce dřevní suroviny a plnění mimoprodukčních funkcí lesa proti vlivům škodlivých činitelů“. Zcela nový je však přístup k hodnocení poškození lesa jako specifickému biocenotickému procesu. Je formulován pojem „odolnost potenciál“, teore-

tický je řešena otázka ekologické stability a tento nový ekosystémový přístup také prakticky vyúsťuje do specifických poznatků o aktivizaci jednotlivých škodlivých činitelů v těch kterých ekosystémech, charakterizovaných např. skupinami lesních typů.

Uplatnění ekologického přístupu v ochraně lesa můžeme spatřovat také v zavádění principů integrované ochrany, formulovaných původně pro případ obrany proti patogenům, které je však možné zobecnit a aplikovat mnohem širší (Křístek, 1981, 1989).

HODNOCENÍ DOSAVIDNÍHO STAVU

Je evidentní, že tradované pojetí, kdy byli vyčerpávajícím způsobem deklarováni a popisováni nejrůznější škodliví činitelé a škody, které na lesu a lesním hospodářství vznikají, vedlo ke zvyšování objemu účebnic, přičemž ve značné části případů nemohla ochrana lesa pomocí vlastních nástrojů účinně zasáhnout. Úkoly ochrany lesa se zjevně překrývaly s úkoly lesního hospodářství a často byla snaha se zabývat problémy v jiných oborech lesního hospodářství jen proto, že zde buď vznikala škoda, nebo se projevila potřeba ochrany. Těžko mohla nést ochrana lesa zodpovědnost např. za chybné rozhodnutí v šedesátých letech, kdy proběhla tzv. topologická mánie s tristním koncem, za zalesňování pomocí hnězdových sadeb, které mělo doložit neexistenci kompetice mezi jedinci téhož druhu apod. Ochranu lesa patrně rovněž nelze činit zodpovědnou za zvyšování zastoupení smrku v posledních letech, když víme, že právě smrkové monokultury jsou hlavním destabilizujícím prvkem při současné antropogenní zátěži lesních ekosystémů. Podobně není ochrana lesa vinna za obrovské škody způsobené zvěří, ke kterým došlo a stále ještě dochází vinou socialisticky rozbuřené myslivosti provozované na úctě státu. Rovněž nemůže za rozsáhlé škody, které vznikaly při těžbě, přibližování a dopravě dřeva pomocí systémů a prostředků nerozumně aplikovaných v našem lesním hospodářství, způsobených socialistickou gigantománií nebo prostě pouze apatií a lhostejností ke státnímu majetku.

Ve všech těchto případech se ovšem ochránář mohl nebo měl vyjádřit k důsledkům, které uvedené vlivy nebo činitele mohly mít na zdravotní stav stromů, dřevin nebo lesů, popřípadě mohl navrhnout obranná nebo zmírňující opatření.

NOVÉ POJETÍ OCHRANY LESA

Ekologické pojetí, které proniká do celého lesního hospodářství, iniciuje rovněž nový pohled na ochranu lesa. V našem případě však neznamená převratnou změnu, ale spíše návrat k počátkům, kdy byla tato problematika tradována jako nemoci lesa a byla viděna v celé šíři vztahů mezi patogenem a živou rostlinou. Pochopitelně, že s ohledem na tehdejší úroveň poznání byly kauzální vztahy komentovány vesměs pouze popisně. V současné době - s intenzivním rozvojem základních disciplín jako je fyziologie a biochemie rostlin - došlo zvláště při studiu imisních poškození dřevin k takovému shromáždění poznatků, že spolu s ekosystémovým přístupem k jejich hodnocení představují nový trend, který lze obecně aplikovat v celé ochraně lesa.

Předně je ovšem třeba změnit objekt naší pozornosti a tak jako v minulosti učinit předmětem studia a zájmu opět nemoc a zdravotní stav dřevin a lesních ekosystémů.

Touto změnou úhlu pohledu jsme nuceni vidět problém nemoci komplexně. Přenos hlavní pozornosti ze škodlivého činitele na nemoc a zdravotní stav dřevin je kvalitativní změna, která ve fytopatologii již vlastně dávno proběhla při změně konceptu patogenismu v konceptu predispozice a je logická i z pohledu lesního hospodáře, protože předmětem jeho zájmu je lesní dřevina a lesní ekosystém.

Když jsme si vytyčili tento fenomén našeho zájmu, pak je ještě třeba definovat vlivy, které ho mohou ohrožovat.

Víceméně z praktického pohledu je můžeme členit na: choroby, poruchy a poranění (částečně podle Kůdely et al., 1989).

Chorobami se rozumějí odchylky od normálních životních procesů vyvolané patogenními nebuněčnými a buněčnými organismy (infekčními agens), které se nacházejí buď uvnitř postižených rostlin, nebo mimo ně. Jde o tzv. bionózy způsobované viroidy, viry, mykoplasmaty, rickettsiemi, bakteriemi, houbami a parazitickými rostlinami, popřípadě i hádátky a prvoky, které jsou podle zavedené tradice a praxe předmětem zájmu disciplíny fytopatologie, v našem případě lesnické fytopatologie. Ta se zabývá podstatou a příčinami chorob a studuje je; zároveň řeší otázky ochrany, přičemž zahrnuje také boj proti plevelům a buřinám.

Poruchami označujeme všechny škodlivé změny, mající dopad na metabolické procesy, které jsou vyvolávány jinými vlivy než patogenními organismy. Jde tedy o změny indukované např. extrémními klimatickými vlivy, chemismem atmosféry i půdy, genetickými poruchami apod.

Poraněním se rozumí škodlivá změna vyvolaná v podstatě jednorázovým či krátkodobým porušením celistvosti rostliny a to buď vlivem povětrnostních činitelů (kroupy, bořivá smršť atd.), nebo žírem hmyzu (defoliatoři, dřevokazná a podkorní hmyz), popřípadě jiných živočichů (ohryz od hlodavců, zvěře apod.).

Pro postžení příčin chřadnutí lesů pozorovaného v poslední době a spojovaného se znečištěním ovzduší a pro zachycení kauzality ekosystémových vztahů v jejich dynamické podobě byla aplikována teorie stresu (Levitt, 1980; Manion, 1981). Ta se však dá uplatnit v ochraně lesa obecně, protože jde o systém, v němž může mít v jednom případě dominantní úlohu např. imisní zátěž, jindy sucho či poškození zvěří. Sférou pozornosti, tak jak to Manion klasicky znázornil, je zdravotní stav stromu kontrapunktovaný uhynutím. Na třech okruzích v odstupňovaných úrovních jsou uvedeny stresory, které buď samy, nebo v kauzálních vztazích s případnými synergickými účinky působí na odchýlení metabolických procesů od normálních, které v konečném důsledku a s přispěním dalších - často evokovaných - vlivů vedou k uhynutí.

DEFINICE OCHRANY LESA

Jak z předchozího konstatování a úvah vyplývá, lze definici formulovat následovně: ochrana lesa je nauka zabývající se nemocemi a poškozeními lesních dřevin, destrukcí stability lesních ekosystémů a obranou proti všem škodlivým vlivům.

Studuje etiologii chorob, poruch a poranění, popisuje symptomy, učí diagnostikovat škodlivá agens a klasifikovat míru poškození lesních dřevin a porostů. Zabývá se metodami kontroly, prognózy a hubení škůdců při uplatnění zásad integrované ochrany. Konceptně řeší

otázky prevence, a to formou lesoprávního plánování a aplikací systému ekologické stability.

VYMEZENÍ OBSAHU OCHRANY LESA

Z historického přehledu vyplývá, že u zrodu ochrany lesa stála mj. lesnická entomologie a fytopatologie a řešily se zde zejména problémy spojené s kontrolou škůdců, zjišťováním, kvantifikací a prognózou škod a zvláště pak ochranou. V praxi se však celá náplň lesnické entomologie a fytopatologie zahrnuje a traduje jako ochrana lesa. Zvláště v poslední době se však stále více objevují nemoci, které můžeme snad nejvýstižněji označit jako chřadnutí, s největší pravděpodobností dominantně vyvolané antropogenně evokovanými změnami - např. chemickým klimatem, popřípadě změnami klimatickými. Studium a vysvětlení příčin těchto poruch není možné bez interdisciplinárního přístupu. Ukazuje se však, že také vysvětlení příčin chorob a podobně i poškození vyvolaných například přemnoženým hmyzem je problém jednotný, který lze komplexně studovat pouze ekosystémově, a to zejména v dynamické podobě uplatněním poznatků z autekologie, popřípadě teorie stresu.

V ochraně lesa by proto měly být vysvětleny také primární příčiny onemocnění, což předpokládá v první řadě vymezení pojem zdraví v protikladu k nemoci. V souvislosti s tím je nesporně nutné osvětlit pojmy dispozice, rezistence, reziliance a tolerance, jakož i pojem vitality, který se často užívá jako kritérium zdraví. Uvedená problematika tvoří hlavní náplň teoretických základů ochrany lesa.

Akceptování teorie stresu předpokládá zahrnout do ochrany lesa zhodnocení jednotlivých stresorů, jejich působení, kritické hranice a účinky. V první řadě jde o atmosféru a její znečištění, o druhy emisí, proces transmise a působení imisí a depozice na autotrofní a heterotrofní části rostlin. Dále jde o klimatické a meteorologické vlivy, zejména důsledky možného oteplení vlivem skleníkového efektu. Jako stresory se mohou projevit také změny půdního prostředí, zvláště nepříznivý fyzikální stav, toxikózy a deficit živin. Stresory jsou také např. genetický potenciál rostlin, kompetice a alelopatie, věk a zejména patogenní organismy.

Závažnou částí ochrany lesa se musí stát symptomatika, diagnostika a popis i klasifikace nespecifických poškození vyvolaných poruchami. Jde o využití makroskopických příznaků - např. změn zbarvení asimilačních orgánů, změn morfologie a habitu korun, intenzity odlisťování, způsobu větvení apod.

V této části by se měla věnovat pozornost také použití chemických analýz rostlinných částí, biochemických a fyziologických testů, využití nepřímých důkazů (např. poznatků bioindikačních metod apod.).

V ochraně lesa je nutné se také blíže zabývat dosud opomíjeným popisem etiologie nyní tak často pozorovaných poruch, které byly nebo jsou neustále označovány nejružnějšími názvy jako např. chřadnutí jedle, tracheomykózní onemocnění dřevin, tzv. škody nového druhu, cenangiózní onemocnění borovic, popřípadě nejnovejší imisně-ekologické škody apod. Potřebné bude uvést alespoň hlavní hypotézy, které se snaží popsat chřadnutí vysvětlit.

Klasikou a nejvíce rozpracovanou částí je ochrana lesa proti biotickým škůdcům, kam je možné zařadit praktická opatření v logickém sledu od kontroly přes prognózu škod až po způsoby vedoucí k zabránění škod,

popřípadě k zahubení škůdce. Zde je nutné v co největší šíři uplatnit a dále rozpracovat zásady integrované ochrany, zejména biologickou obranu a biologické metody hubení.

Jde o opatření, která může ochránit víceméně jednorázově aplikovat a tím přispět ke zlepšení zdravotního stavu dřevin a k omezení nebo zahubení škůdce.

Je však celá řada onemocnění - zejména poruch, ale také snížení statické a celkové ekologické stability lesních ekosystémů, které nelze řešit jednorázově nebo v relativně krátkém časovém období. V těchto případech může ochrana lesa uplatnit své připomínky a požadavky jediné prostřednictvím hospodářskoprávního plánování. Jde o změny druhové skladby, o vnější a vnitřní prostorovou stavbu porostů, o celkové zvýšení ekologické stability pomocí projektu systému ekologické stability apod.

V neposlední řadě se ochrana lesa musí zabývat také hodnocením škod a otázkami náhrad škod, zvláště pak pokud jde o determinaci či stanovení rozsahu škody. Tato oblast bude nepochybně v blízké budoucnosti značně aktuální vzhledem k privatizaci lesů a k citlivějšímu hodnocení poškození majetku.

VZTAH OCHRANY LESA K OSTATNÍM VĚDNÍM DISCIPLÍNÁM

Je jisté, že při definici zdraví a hodnocení odchylek od tohoto stavu se nelze obejít bez kritérií, která může poskytnout biochemie a ekofyziologie. Hodnocení vlivu stresorů nejrůznější povahy není možné posoudit bez poznatků z pedologie, bioklimatologie, fytoecologie a ekologie. Odezvy, které jsou výslednicí interakce komplexně působících vlivů, pak nelze hodnotit a klasifikovat bez poznatků z rostlinné morfologie, popřípadě dendrometrie.

Je zřejmé, že základna využívaných vědních oborů je značně široká a že stav současných poznatků v těchto oborech je všeobecně takový, že již lze obecně postihnout mechanismus vzniku a průběh stresu. Scházejí však všeobecné poznatky o kritické úrovni jednotlivých stresorů. Všechny jmenované obory představují vstupy, jichž ochrana lesa využívá.

Na druhé straně se však poznatky a výsledky šetření ochrany lesa využívají v celé řadě odborných lesnických disciplín jako je zakládání a pěstění lesa, hospodářská úprava lesa, lesnická politika, ekonomika apod.

TEORETICKÉ ZÁKLADY OCHRANY LESA

V předchozí části bylo stručně naznačeno, v čem spočívá uplatnění ekologických trendů v ochraně lesa, jak by se mělo změnit její pojetí a obsah. Základním problémem, kterým je nutné se zabývat a který tvoří teoretický základ ochrany lesa, je otázka vzniku nemoci nebo destability a to v celostním, systémovém pojetí. Při tom je možné si povšimnout, že zákonitost, s nímiž se zde setkáváme, mají natolik obecnou platnost, že se jimi řídí živá hmota na nejrůznějších úrovních organizace od buňky až po krajinu.

ZDRAVÍ, NEMOC, VITALITA

Východním bodem, od něhož se odvíjí koncepce nemoci, je zdraví. Podle K u d e l y (1989) ho lze definovat jako optimální průběh fyziologických procesů živých systémů, který umožňuje za optimálních podmínek

vnějšího prostředí plně využívat neporušený genetický potenciál. Zdraví ovšem není neměnný stav. Je to nepřetržitý proces, kdy se organismus dynamicky vyrovnává s proměnlivými vlivy prostředí, aniž by došlo k narušení biologicky důležitých funkcí. Mírné výkyvy jsou kompenzovány pomocí homeostatických mechanismů, které zajišťují reverzibilitu systému. Obecnou platnost pro všechny hladiny biologické organizace má charakteristika zdraví pomocí hodnotení energetické rovnováhy. Za zdravé můžeme považovat systémy se sladěným využíváním energie. Naopak systémy s narušenou koordinací jsou ve využívání energie nevykonné a nezdravé.

V poslední době se v souvislosti s hledáním kritéria zdraví a zároveň i odolnosti používá i termín vitality.

Fröhlich et al. (1979) (in Kůdela, 1989) definuje vitalitu jako dědičně podmíněnou a vnějšími podmínkami ovlivnitelnou životaschopnost organismu, projevující se lepší plodností, výkonností, délkou života apod. Míru vitality je však obtížné stanovit. Může se projevovat např. rychlejším růstem a vytvářením větší biomasy. Může však být také výsledkem růstu v příznivých podmínkách, např. v živném substrátu, při hojném zásobení vodou apod. Všeobecně se má za to, že vitální rostlina lépe odolává napadení škůdlem. Ve fytopatologii je však snesena řada důkazů, které jednoznačně nepotvrzují předpoklad, že vitální rostlina lépe odolává. Důkazy pro tento předpoklad a proti němu jsou téměř vyrovnány (Kůdela, 1989). Z lesnictví si uveďme jako jeden z kontroverzních příkladů silné napadení smrků rostoucích na bývalých zemědělsky obhospodařovaných půdách dřevokaznými houbami *Heterobasidion annosus* (Fr.) Bref. a *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink. Je zřejmé, že tak odlišné hodnocení je možné jen díky nepřesné a nejednotné volbě kritérií, jimiž by vitalita byla charakterizována.

Jako nemoc lze označit takový stav, který byl vyvolán chorobou, poruchou nebo poškozením, kdy v jednom nebo více procesech využívání energie došlo k trvalejšímu dráždění (iritaci) příčinným faktorem. Přitom je odchylka od normálního průběhu fyziologických procesů natolik velká, že se životně důležité funkce naruší nebo zpomalí. Dojde tedy k přesáhnutí homeostatického pole, k situaci, kterou již normální homeostatické mechanismy nejsou schopny zvládat. Životní procesy se dostávají do oblasti stresových reakcí, jimiž se zabývá teorie stresu.

TEORIE A MODEL PŮSOBNÍ STRESU

Přehledně o problematice stresu, terminologii a případné aplikaci v lesnictví pojednává u nás Kmeť (1992) a Mrkva (1992a), zatímco uplatnění v teorii ekologické stability zevrubně věnuje pozornost Michal (1992). Všeobecně se vychází zejména z prací Selye (1966), Levitt (1980), Larchera (1987, 1988) a Manion (1981). V koncepci stresu, vysvětlující fyziologickou odpověď organismu na podněty, definoval Levitt stres jako faktor vnějšího nebo vnitřního prostředí, který je schopen vyvolat škodlivé napětí (iritaci). I když anglický výraz „stress“ znamená tlak, tíseň, nesnáze, můžeme za technický výraz, jak poznamenává Michal (1992), považovat spíše stav. Tak ostatně stres definoval také Selye, když ho považuje za stav biologického systému, který se projevuje jako souhrn nespecificky vyvolaných změn v rámci daného biologického systému. Sku-

tečné podněty, tj. jakékoliv látky, energie, organismy, lidská činnost apod., které můžeme charakterizovat rozměrem, délkou trvání, popřípadě frekvencí, označujeme jako stresory (Larcher, 1987).

Strejn (in Levitt, 1972) je fyziologický pojem a je to vlastně reakce na působení stresorů. Zahnuje proces působení stresoru, který vyvolá odezvu v rostlině a je ovlivněn jak vnějšími faktory, tak i vnitřními faktory a reakcemi rostlin. Tyto vnitřní faktory se souborně označují jako rezistence vůči stresu, která je dána jak genotypickými, tak fenotypickými vlastnostmi rostlin.

Otázky rezistence a predispozice byly velmi dobře rozpracovány v klasické fytopatologii již dříve a vytvářejí solidní základ obohacující koncepci stresu. Je třeba si uvědomit, že mezi rostlinami a jejich konzumenty se v průběhu jejich společné koevoluce vytvořily velmi složité vztahy, kdy u rostlin vznikl často velmi komplikovaný obranný potenciál, zatímco u konzumentů se vyvinuly různé formy patogenismu. Průběh a výsledek interakce závisí primárně na genetickém vybavení hostitele a patogena a dále na vnějších podmínkách, které popsaný vztah ovlivňují v celé šíři.

Za predispozici se označuje náchylnost rostliny být napadena. Jde o vnitřní stupeň náchylnosti jako následek vnějších příčin (Heitefuss, Williams, 1976). Jako příklad lze uvést zvýšené napadení rostlin savými členovci po přísušku, kdy vážné odvádění asimilátů do rezervních orgánů a proto se v pletivech listů a jehlicích nachází zvýšené množství glycidů.

Rezistence je schopnost rostliny potlačit nebo oddálit infekci, penetraci a kolonizaci patogena nebo obecně odolávat jakémukoliv stresu. Z podrobného rozboru vyplývá, že obecně vždy převládá rezistentní reakce, která je v přírodě spíše pravidlem než výjimkou. Levitt (1980) uvádí dva způsoby rezistence, a sice tzv. vyhnutí se stresu (avoidance) a toleranci ke stresu. Podrobně jsou obranné mechanismy popsány ve fytopatologii, popřípadě nověji také v entomologii, i když se nepochybně dají zcela zevšeobecnit. Podle toho rozlišujeme obranné mechanismy strukturální nebo biochemické. Za strukturální např. považujeme takové, které znemožňují proniknutí do rostliny nebo její konzumaci tím, že krycí pletiva odpuzují nebo zamezují vstupu např. voskovými povlaky, pevnou kutikulou apod. Po napadení se může rostlina ještě chránit celou řadou dalších způsobů - např. vytvářením korkové vrstvy, ucpaním cév, produkcí ranových klejopryskyřic apod.

Nejzávažnější jsou biochemické obranné mechanismy. Jde např. o inhibiční látky, které působí buď přímo na patogena, nebo na iritanty, které produkuje. Jsou to např. fenolické látky a fytoalexiny, které se v některých případech aktivují až po napadení a poškození pletiv patogenem. Dále to mohou být látky, které zvyšují rezistenci hostitelských pletiv k patogenu a jím produkováných iritantů. Ty mohou být rostlinou produkovány buď kontinuálně, což rostlinu energeticky velmi zatěžuje, nebo jsou vytvářeny indukovaně až po infekci.

Od popsané rezistence je třeba odlišit případy tzv. úniku od napadení (pseudorezistence), kdy se hostitel s patogenem v čase nebo prostorem minou. Hovoříme o časové nebo prostorové inkoincidence. Jako příklad lze uvést pro populační dynamiku tak závažnou časovou inkoincidence mezi rašením pupenů a línutím housenek obaleče dubového *Tortrix viridana* L. nebo rašením pupenů a kladením vajíček pilatky *Pachynematus scutellatus* (Hartig).

Tolerance je schopnost infikované (tj. náchylné), v rozšířeném smyslu např. poruchou poškozené rostliny odolávat infekci, tj. penetraci patogena a jeho kolonizaci. Znamená to, že sice poskytuje patogenu živné prostředí, avšak jeho přítomnost se neprojevuje silnými příznaky a velkou ekonomickou ztrátou. Mechanismus tolerance může být rozvíjen na různých úrovních. Na buněčné úrovni to může být neutralizace iritantů patogena, tj. např. detoxikace toxinů, inaktivace enzymů patogena apod. Na úrovni celých rostlin může být projevem tolerance dostatečná reaktivita a vitalita rostlin umožňující kompenzovat poškození. Jako příklad můžeme uvést schopnost tvorby adventivních pupenů a preventivních výhonů jako nespecifickou reakci na zvýšenou ztrátu asimilačních orgánů způsobenou nejrůznějšími vlivy.

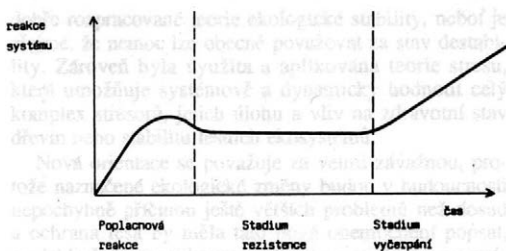
Modelem působení stresu se zabýval K a u p p i (1985). Vychází z toho, že první podmínkou pro působení stresu je překonání rezistence vůči němu. Pak již působí strejn. Je-li organismus vystaven stresu náhle, je rozdíl mezi oběma pojmy jasný. Stresová odolnost je charakterizována rostlinnými faktory v době působení stresoru a po tomto působení je použit pojem strejn. Uvedme si jako příklad stresoru ozón (O_3), který působí v určité koncentraci po určitou dobu. K a u p p i pak definuje stresovou odolnost jako nahrazování glukózy schopné reagovat s ozónem. Míra tohoto nahrazování může záviset jednak na množství glukózy produkované rostlinnými procesy, jednak na dalších obranných reakcích, např. na regulaci průchodnosti stomat. Jako strejn pak označuje interakci mezi koncentrací nebo dávkou ozónu a stresovou rezistencí a následné fyziologické pochody v rostlině.

Působí-li stresor dlouhodobě nebo je-li vůbec určité časové zpoždění mezi dobou působení stresoru a vznikem poškození, zavádí pojem akumulovaný strejn (accumulated strain) na rozdíl od dávkového strejnu (strain rate). V případě aktuálních chorob lesních dřevin, s nimiž jsou nyní problémy, máme co činit převážně s akumulovaným strejnem. V uváděném případě poškození ozónem by dávkový strejn mohl být doložen dávkou zničené glukózy, zatímco akumulovaný strejn by reprezentoval celkové množství glukózy likvidované během určitého časového období. K a u p p i dále matematicky formuluje dynamický model poškození, pomocí něhož lze determinovat stupeň poškození jako funkci akumulovaného stresu.

Teorie stresu rozlišuje v závislosti na reakční schopnosti systému stres elastický (reverzibilní) a plastický (ireverzibilní). Označení elastický stres zahrnuje takový stav, kdy po podnětu systém pružně reaguje a po vyčerpání se opět vrací zpět do výchozího stavu. Tento typ stability lze označit také jako rezilienci a jejím měřítkem bude čas, za který dojde opět k návratu k „normálu“. Plastický stres znamená, že určité vlastnosti systému jsou měněny, i když nemusí vždy jít o změny viditelné. Jde tedy o typ stability, kterou bychom označili za rezistenci. Jejím měřítkem bude rozdíl mezi výchozím a konečným stavem.

S přihlédnutím k uvedenému lze za reziliентní označit systémy, které se projevují tolerantně, tzn., že pružně reagují na podněty bez ohledu na jejich intenzitu. Dá se tedy říci, že vykazují nízkou rezistenci, ale mají schopnost se po pominutí stresu vrátit do výchozího stavu zdravý (např. jedle).

Rezistentní systémy naopak uchovávají svou strukturu vůči stresu až po určitou mez dokonale. Po jejím překročení se však náhle hrouť a buď se zcela rozpadají, nebo viditelně mění úroveň (např. borovice).



1. Reakce systémů podle typu stresu a tomu odpovídající typ stability (volně podle M í c h a l a , 1992) – Responses of systems according to stress type and the corresponding type of stability (freely after M í c h a l , 1992)

Působení a úlohu jednotlivých stresů koncepčně rozpracoval M a n i o n (1981) a rozřídil je podle významu a posloupnosti, ve které působí, do tří kategorií. V souvislosti s vysvětlováním příčin chřadnutí smrků a jedle byly tyto kategorie různě doplňovány nebo upravovány (např. M c L a u g h l i n , 1985). Na tomto místě uvádím vlastní verzi s podrobnějším rozpisem stresorů a vyznačením hranice reverzibility. Dá se říci, že grafické vyjádření procesu nemoci pomocí spirály chřadnutí je velmi zádřelá a že umožňuje si prostorově představit, jak se nemoc vyvíjí a probíhá. Jde o to, že stresory a jimi vyvolané stresy jsou podle významu a posloupnosti, v jaké působí, rozříděny na predispoziční, iniciující (startující) a mortalitní.

Dynamický proces nemoci je tak rozčleněn do tří úrovní, což neznamená, že nemoc musí vždy v těchto etapách proběhnout. Predispoziční jsou stresy mírné intenzity, která přesahuje homeostatické pole po selhání rezistence.

Další průběh nemoci závisí nejen od vývoje určitého dominantního stresu, ale také od souběhu vlivů dalších stresů včetně zohlednění momentální konstituce rostliny. Přitom je nutné vzít v úvahu nejen sumované účinky, ale často i synergické působení a velmi složité vztahy při vzájemném ovlivňování, jak to ostatně v ekosystému musíme předpokládat. O průběhu stresu jsou obecné představy (M í c h a l , 1992), které např. předpokládají, že při setrvalém působení stresoru o intenzitě, která nepřesahuje rezilienci systému, dochází zprvu k tzv. poplachové reakci se zvýšenou výchylokou a posléze k jakémusi setrvalému stavu, který lze označit jako stadium rezistence. V této fázi dochází k postupnému vyčerpání adaptačních schopností, zásob a obranného potenciálu a k přechodu do stadia vyčerpání, během něhož se zdravotní stav rychle zhoršuje a posléze nenávratně spěje k uhybnutí. Tento složitý nelineární vztah znázorňující reakci systému může mít pochopitelně i odlišný a strmější průběh, zejména když jde o velmi intenzivní působení stresoru.

S ohledem na popsané skutečnosti byla ve spirále chřadnutí vymezena úroveň tzv. iniciujících (startujících) stresů, což je mez, kdy se systém nachází ve stadiu rezistence, ale blíží se ke stadiu vyčerpání. Dosažení této úrovně je obvykle možné jednorázovým silným působením určitého stresoru (viz vyznačené případy v grafickém znázornění), také však souběžným působením stresorů (např. v r. 1992 sucho a vysoká plodnost smrků) díky synergickému účinku stresů apod. V každém případě jde o situaci, kdy systém snadno dospěje k hranici re-

apod. Kořeny však mohou být poškozeny také mechanicky, např. zpřetrhány při velkých výkyvech větrem, žrtem škůdců, houbovými patogeny apod. V každém případě omezená dodávka vody může být po určitou dobu kompenzována ze zásob v rostlině, nicméně potom dojde k redukci asimilačních orgánů, k opadu starších ročníků jehličí nebo k uschnutí listů a tím k případnému opětovnému nastolení rovnováhy. Redukce asimilace ovšem znamená pro rostlinu snížení produkce fotosyntátů, což má za následek celou řadu už uvedených důsledků.

Poněkud složitější jsou pochody, které vedou k narušení vyváženého příjmu živin. Zmínili jsme se o vlivu sucha, velmi často podmíněného vysokými teplotami. Při nich probíhá mnohem intenzivnější nitrifikace a s tím spojená acidifikace za tvorby HNO_3 . K okyselení půdy ovšem dochází také vlivem imisí a depozic kyselé povahy, což bylo již velmi podrobně vyšetřeno a popsáno. Konečným důsledkem je mj. vyplavování bazických kationtů (Ca a Mg) z rhizosféry a zvýšené uvolnění Al iontů, které nepříznivě ovlivňují mykorrhizní symbionty a vývoj aktivních kořenů. Nedostatek živin v hlubších vrstvách rhizosféry však vede k tomu, že kořeny cíleně kolonizují na živiny nejbohatší povrchový horizont. Tím se však vystavují značnému nebezpečí poškození suchem při sebumení a proto i velmi častých přísušcích. Často pozorované karencí jevy proto nemusí být vždy primární a převážně důsledkem okyselení imisemi, ale příčinou je nepochybně také sucho, přičemž závažnost obou paralelně působících stresorů se může lokálně měnit.

K porušení vyváženého zásobení živinami však může dojít také přímým působením imisí kyselé povahy, které naruší funkci membránových systémů buněk uvnitř pletiv, zvýší jejich permeabilitu a způsobí vymývání živin. Tak se vlastně deficit živin prohlubuje a paralelně s ním dochází v celkové bilanci k prohlubování deficitu produkce asimilátů. Ten však může nastat také působením celé řady stresorů, které mají za následek zmenšení asimilačních ploch se všemi uvedenými důsledky.

ZÁVĚR

Lesní ekosystémy jsou v současné době výrazně poznamenány antropickými vlivy, zejména působením imisí a v důsledku toho změnou chemického klimatu a nověji stále aktuálnějšími fenomény - globálními klimatickými změnami. Oba dva vlivy viditelně zhoršují zdravotní stav dřevin a lesů a mají za následek masové, ale často také jen lokální projevy nejružnějších typů chřadnutí lesních dřevin. Tato chřadnutí byla považována z největší části za poškození imisemi, v některých případech také za důsledek houbových onemocnění, virů apod.

Uvedené jevy byly podrobně zkoumány z pohledu nejruznějších oborů, ale samotná ochrana lesa neměla nástroj, jak je hodnotit, jak je vysvětlovat a proto je jen s rozpaky zařazovala do své náplně. Dosavadní koncepce se totiž opírala převážně o determinaci škodlivých činitelů a jejich separované hodnocení a posuzování podle toho, jaké poškození nebo škody působí. Rovněž zásady integrované ochrany rostlin aplikované u ochrany lesa sice přinesly komplexnější posouzení a uplatnění ekologických principů při aplikaci ochranných opatření, ale pro řešení naznačených problémů neznamenal zásadní přínos.

Uvedené důvody proto vedly ke hledání nového přístupu, který v podstatě vede k návratu ke konceptu nemoci. Nejde však o krok zpět, ale o návrat k celostnímu vidění problému. Navíc je nyní možné úspěšně využít

dobře rozpracované teorie ekologické stability, neboť je zřejmé, že nemoc lze obecně považovat za stav nestability. Zároveň byla využita a aplikována teorie stresu, která umožňuje systémově a dynamicky hodnotit celý komplex stresorů, jejich úlohu a vliv na zdravotní stav dřevin nebo stabilitu lesních ekosystémů.

Nová orientace se považuje za velmi závažnou, protože naznačené ekologické změny budou v budoucnosti nepochybně příčinou ještě větších problémů než dosud a ochrana lesa by měla tato nová onemocnění popsat, spolehlivě diagnostikovat, znát jejich etiologii, prognózovat jejich vývoj a navrhnout krátkodobá nebo preventivní obranná nebo zmírňující opatření.

Zatím se může taková koncepce a pojetí ochrany lesa považovat za pouhé myšlenkové schéma v teoretické rovině. Vývoj však nepochybně bude směřovat ke kvantifikování kritických mezí stresorů, popřípadě kombinace jejich působení, k poznání a prognózování průběhu stresů - zejména závažného nástupu kritického startujícího stresu apod.

Úlohou ochrany lesa tedy bude nejen determinovat a klasifikovat chřadnutí, ale také hodnotit závažnost a význam jednotlivých stresorů a zabránit nástupu startujícího stresu. Při obranných zásadách by kritérium prahu hospodářské škodlivosti mělo být proto doplněno právě o toto hledisko, popřípadě ještě o posouzení vitality ošetřovaného porostu, protože na druhé straně jde o to, aby prostředky na obranu nebyly vynaloženy zbytečně v případech, že již bezprostředně hrozí nebezpečí překonání hranice reverzibility a nástupu mortalitních stresů.

V dalším zůstává náplň ochrany lesa víceméně zachována. Pozornost se věnuje jednotlivým stresorům a zvláště pak symptomatické a diagnostice. Nejlépe je rozpracována obrana proti biotickým škůdcům, jejich kontrola, prognóza a hubení podle zásad integrované ochrany.

Literatura

- ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Berlin, Verlag Paul Parey 1914.
- FORST, P. et al.: Ochrana lesů. Praha, SZN 1970.
- FRÖHLICH, G. - BEYER, R. - KLEINER, E. M.: Wörterbücher der Biologie, Phytopathologie und Pflanzenschutz. Jena, VEB G. Fischer Verlag 1979.
- HARTIG, R.: Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin, 1882.
- HEITEFUSS, R. - WILLIAMS, P. H.: Physiological plant pathology. Encyclopaedia of plant physiology. New Series, New York, Springer-Verlag 1976.
- JANČÁŘÍK, V.: Analýza stavu škodlivých činitelů lesních dřevin a prognóza jejich výskytu v r. 1990. Lesn. Práce, 69, 1990, č. 5: příloha.
- KAUPPI, P.: Stress and strain in ecosystems. Internal Report of Internat. Inst. for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 1985.
- KMEŤ, J.: Stres a syndróm „novodobého“ poškodzovania lesov. Lesn. čas., 38, 1992, č. 5: 523-527.
- KŘÍSTEK, J.: Ochrana lesů I. Skriptum, Praha, SPN 1981.
- KŘÍSTEK, J.: Nové směry v ochraně lesů. Lesn. Práce, 68, 1989, č. 8: 359-362.
- KUDELA, V. et al.: Obecná fytopathologie, Praha, Academia 1989.
- LARCHER, W.: Stress bei Pflanzen. Naturwiss., 74, 1987: 158-167.
- LARCHER, W.: Fyziologická ekologie rostlin. Praha, Academia 1988.
- LEVITT, J.: Responses of plants to environmental stresses. New York and London, Academic Press 1972.
- LEVITT, J.: Responses of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. London, Toronto, Sydney, San Francisco, Academic Press New York 1980.
- MACKŮ J.: Ekologická stabilita - součást integrované ochrany lesů. Lesn. Práce, 69, 1990, č. 3: 99-102.

MANION, P. D.: Tree disease concepts. Prentice Hall Inc., New Jersey, Englewood Cliffs 1981.

McLAUGHLIN, J.: Effects of air pollution on forests. Journal of the Air Pollution Control Association, 35, 1985, č. 5.

MÍČHAL, I.: Systém ekologické stability. Praha, MŽP ČR 1992.

MRKVA, R.: Využití teorie stresu v ochraně lesa. Sborník Mezinárodn. ved. konf. Les, dřevu, ekologie, Techn. univ. Zvolen, 1992a: 246-254.

MRKVA, R.: Globální klimatické změny a ochrana lesa. Lesn. práce, 71, 1992b, č. 4.

PFEFFER, A.: Lesnická zoologie. Praha, SZN 1954.

PFEFFER, A. et al.: Ochrana lesů. Praha, SZN 1961.

RATZBURG, T.: Die Forstinsekten. Berlin, 1837.

SELYE, H.: Život a stres. Bratislava, Obzor 1966.

SCHWERTFEGGER, F.: Die Waldkrankheiten. Hamburg und Berlin, Verlag Paul Parey 1957.

SORAUER, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin, 1921.

Došlo 4. 5. 1992

MRKVA, R. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno): *Forest protection: ecological interpretation and development*. Lesnictví - Forestry, 39, 1993 (8-9): 357-364.

Forest protection as a scientific discipline was outlined in essence by Pfeffer (1961) in the Czech Republic, and its scope consisted in insurance and protection of forest land resources, prevention of forest devastation and protection against damage caused by various injurious agents, as it was defined in the forest act. In this sense, the discipline was further developed for example by Stolina (1985), who however considers the forest damage as a specific biocoenological process. Apart from this line, the issue of forest protection exhibited somewhat different development in Germany, where the discipline was formed on the basis of forest entomology and phytopathology, thus having been developed into the form presented by Schwertfeger (1944) and defined as forest diseases.

The present health condition of the forest, marked by various kinds of mass, but sometimes even only local, non-specific symptoms of decline and under the impression of knowledge gained at studying damage to the forest caused by air pollution, calls for a change in the conception and use of environmental approach. All the more so that the beginning of warming up in consequence of the global climatic changes will be a cause of even more extensive forest decay. It is suggested that the interpretation of disease will be applied since this approach in the only one enabling a system evaluation of complex effects of all environment irritating components of the ecosystem without neglecting the plant itself as well as its health condition. According to what causes the condition, from the practical point of view, the illness can be referred to as a disease in the case when it has been caused by fungi, bacteria, viruses, etc., as a disorder in the case when it has been provoked mainly by abiotic effects, and finally as an injury if the plant integrity has been disturbed by acting of various impacts starting for example with a windthrow disaster and ending with defoliation by insects.

Forest protection has been defined as a forestry scientific discipline engaged in diseases and disturbances of

forest tree species, in destruction of stability of forest ecosystems, and in protection against all injurious effects.

The discipline studies etiology of diseases, disorders and injuries, describes symptoms, instructs diagnostic of injurious agents and classification of the rate of damage to forest tree species and stands. It is further engaged in methods of pest control, prognosis and management applying principles of integrated protection at the same time. Conceptionally the discipline aims at finding solutions to prevention both via measures within forest management planning and via application of systems of ecological stability.

The initial point from which the interpretation of disease is derived is health. Healthy are the systems with perfectly balanced utilization of energy, while it is necessary to look at the condition as at the dynamic homeostatic equilibrium. If a long-term irritation and disturbance of vital functions occur in one or more energy utilization processes, the homeostatic field is crossed, and the life processes get in the field of stress reactions which are subject of the stress theory.

The presented model of stress issues particularly from works published by Selye (1966), Levitt (1972, 1980), Larcher (1987, 1988), Manion (1981) and Kauppi (1985). Stress condition is considered to be a state in which the organism (system) is found after an impact of stressor. Strain is a physiological concept; it is in fact response to the impact of stressor. A condition is that plant resistance must be overstepped. Concepts of pre-disposition and resistance have been worked out very well in classical phytopathology, and can be applied to the model with advantage. It follows out then that resistance can be conditioned either by the structural (wax layers, cork layers after injuries) or biochemical mechanism of defence (energy demanding phytoalexins). This must be distinguished from pseudoresistance when for example the host and the pathogen miss each other either in time or in space. According to the duration of stressor impact we can differentiate the so called dose strain from accumulated strain (after long-term effects).

Depending on reaction capacity of the system it is possible to distinguish elastic strain (reversible) from plastic strain (irreversible); in the latter case we assume that it is a response to resistance while on the contrary, the elastic strains are being assumed responses to resilience or tolerance of the systems (Fig. 1).

Impacts and roles of the individual stressors and strains are illustrated in the model that has been taken over and modified (Manion, 1981) (Fig. 2). From the viewpoint of the course of the disease it is necessary to distinguish three stress categories: pre-disposition, triggering, and mortality strain. From the general view of the stress course (Fig. 3) it is possible to situate impacts of the pre-disposition strains on the level of alarm reaction. The triggering strains show their effects in the stage of resistance before the beginning exhaustion whilst the mortality strains which are to be found already over the border line of reversibility should be situated in the stage of exhaustion which is so advanced that there is no doubt the fact that the organism approaches its decline.

forest protection; development; forest ecology; stress

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Radomír Mrkva, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

PŮDNÍ HLÍSTICE (NEMATODA) VE SMRKOVÝCH LESÍCH KRUŠNÝCH HOR POŠKOZENÝCH IMISEMI

L. Háněl

Ústav půdní biologie AV ČR, Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice

Ve smrkových lesích Krušných hor bylo zjištěno 43 druhů půdních hlístic s abundancí od 436×10^3 do 1210×10^3 ind.m⁻² a biomasou od 31 do 80 mg.m⁻². Společenstva hlístic se vzájemně lišila především v abundanci a biomase mykofágických druhů řádu *Tylenchida* a v celkové druhové diverzitě. Zjištěné rozdíly lze dát do souvislosti s poškozením porostu imisemi a mykorrhizními houbami; nejméně poškozené společenstvo hlístic bylo zjištěno na ploše s nejnižším stupněm imisního poškození a s nejvyšším počtem druhů mykorrhizních hub.

půdní hlístice; bioindikace; smrkové lesy; imise

Smrkové lesy patří k ekosystémům, u kterých bylo v posledních desetiletích zaznamenáno prudké zhoršení zdravotního stavu. Jejich poškození je v rozhodující míře vyvoláno průmyslovými imisemi a kyselými srážkami, které přímo poškozují rostliny, ale také půdu. Je známo, že kyselé depozice mohou silně negativně ovlivnit půdní organismy a tím půdní procesy a hladinu živin přístupných pro vegetaci (M y r o l d, 1990). Mnoho aspektů těchto změn je však dosud neobjasněno.

Hlístice (*Nematoda*) jsou nejpočetnější skupinou mnohobuněčných půdních živočichů a vzhledem ke svým rozmanitým potravním nárokům zasahují do mnoha půdních procesů (Y e a t e s, 1979). Ačkoliv je dosud málo známo o příčinném vztahu mezi společenstvy hlístic a antropickým narušením lesních ekosystémů, z některých prací vyplývá, že poškození jehličnatých lesů

imisemi se promítá i do společenstev hlístic (B a s s u s, 1968; R u e s s, F u n k e, 1992; H á n ě l, 1992). Předkládaná práce se zabývá společenstvy půdních hlístic v imisemi poškozených smrkových lesích Krušných hor.

MATERIÁL A METODA

Pro studium půdních hlístic různé imisemi poškozených smrkových lesů byla vybrána čtyři stanoviště v Krušných horách. Průměrná roční teplota oblasti je 5 - 6 °C, průměrný roční úhrn srážek je 800 - 900 mm. Geologické podloží tvoří dvojslídné až biotitické ortoruly a pararuly s přechody do dvojslídných svorů, půdním typem je oligotrofní hnědá lesní půda. Studovány byly uměle založené smrkové porosty s dominantou *Picea abies* (L.) Karst. a s bylinným patrem blízkým společenstvu asociace *Callamagrostio-villosae-Piceetum* (Tüxen, 1937) Hartmann, 1953. Keřové patro na studovaných plochách nebylo vyvinuto. V bylinném patru dominoval druh *Callamagrostis villosa* (Chaix) Gmel., významnější zastoupení měly také druhy *Oxalis acetosella* L., *Deschampsia flexuosa* (L.) Parl., *Vaccinium myrtillus* L., *Dryopteris spinulosa* (F. O. Muller) Sch. et Thell. Další údaje o studovaných stanovištích jsou uvedeny v tab. I.

Některé plochy byly vápněny dávkou 2200 kg.ha⁻¹ dolomitického vápence (30 % CaO, 21 % MgO), plocha 1 v září r. 1988, plocha 2 v září r. 1989 a plocha 4 v srpnu r. 1989.

1. Charakteristiky studovaných smrkových lesů (podle C u d í l n a et al., 1991), názvy stanovišť: 1. Červená jáma, 2. Brandov, 3. Gabrielina huť, 4. Kamenný vrch - Characteristics of spruce forests studied (according to C u d í l n a et al., 1991), names of stands: 1. Červená jáma, 2. Brandov, 3. Gabrielina huť, 4. Kamenný vrch

Číslo stanoviště ¹	1	2	3	4
Lesní správa	Jezeří	Brandov	Boleboř	Brandov
Značení porostu	514D _{4/6}	411C _{5/3}	202E ₇	416A ₄
Lesní typ	7K3	6S4	6N2	6S4
Nadmořská výška (m)	870	680	680	800
Expozice	JV	JV	JZ	V
Sklon (°)	3	2	20	5
pH (H ₂ O)	3,5	3,3	2,4	3,4
pH (KCl)	2,7	2,6	2,7	2,7
Výměnné Al (ppm)	650	987	722	915
Věk	40	30	40	40
Procento pokryvnosti podrostu	95	40	10	65
Σ druhů mykorrhizních hub	12	19	16	27
Pásmo ohrožení	A	B	C	B
Stupeň poškození	3	3	2-3	2

¹ site no.

	Stanoviště ¹			
	1	2	3	4
Řád: MONHYSTERIDA				
1. <i>Eumonyhystera vulgaris</i> (de Man, 1880)	-	-	0,7	-
Řád: ARAEOLAIMIDA				
2. <i>Anaplectus granulatus</i> (Bastian, 1865)	0,7	-	-	-
3. <i>Plectus geophilus</i> de Man, 1880	-	-	0,7	-
4. <i>Plectus longicaudatus</i> Buetschli, 1873	4,5	7,1	13,3	10,0
5. <i>Plectus parvus</i> Bastian, 1865	1,0	0,5	-	5,8
6. <i>Plectus sambesii</i> Micoletzky, 1915	-	11,5	0,7	1,4
7. <i>Wilsonema otophorum</i> (de Man, 1880)	6,4	4,9	11,7	-
Řád: TERATOCEPHALIDA				
8. <i>Teratocephalus lillensis</i> Anderson, 1969	10,0	2,6	5,6	7,5
9. <i>Teratocephalus terrestris</i> (Buetschli, 1873)	-	1,5	-	-
10. <i>Metateratocephalus crassidens</i> (de Man, 1880)	4,8	9,8	3,1	4,1
Řád: RHABDITIDA				
11. <i>Heterocephalobus elongatus</i> (de Man, 1880)	-	-	-	0,6
12. <i>Acrobeloides nanus</i> (de Man, 1880)	302,3	391,0	265,7	295,3
13. <i>Panagrolaimus rigidus</i> (Schneider, 1866)	-	-	2,6	-
14. <i>Panagrolaimus spondyli</i> Körner, 1954	0,9	-	0,5	-
15. <i>Rhabditis</i> sp.	1,5	6,5	14,1	8,0
Řád: APHELENCHIDA				
16. <i>Aphelenchoides cyrtus</i> Paesler, 1957	3,4	14,8	13,0	9,3
17. <i>Aphelenchoides</i> cf. <i>dactylocercus</i> Hooper, 1958	-	1,5	-	-
18. <i>Aphelenchoides</i> cf. <i>minimus</i> Meyl, 1953	6,0	9,9	0,5	6,3
19. <i>Aphelenchoides saphophilus</i> Franklin, 1957	1,2	0,5	0,7	0,8
Řád: TYLENCHIDA				
20. <i>Filenchus discrepans</i> (Andrássy, 1954)	19,1	56,8	31,5	550,2
21. <i>Filenchus helenae</i> (Szczygiel, 1969)	8,9	54,8	68,4	39,1
22. <i>Filenchus minutus</i> (Cobb, 1893)	3,0	-	4,3	34,4
23. <i>Filenchus polyhyphus</i> (Steiner et Albin, 1946)	-	-	4,2	-
24. <i>Filenchus vulgaris</i> (Brzeski, 1963)	0,5	-	-	54,6
25. <i>Filenchus</i> sp.	+	0,5	0,5	8,4
26. <i>Tylenchus butteus</i> Thorne et Malek, 1968	3,4	6,4	2,8	88,3
27. <i>Tylenchus davainei</i> Bastian, 1865	-	-	-	7,6
28. <i>Aglenchus agricola</i> (de Man, 1884)	-	0,5	-	-
29. <i>Bitylenchus dubius</i> (Buetschli, 1873)	-	-	8,5	-
30. <i>Helicotylenchus</i> sp.	-	-	-	0,6
31. <i>Rotylenchus buxophilus</i> Golden, 1956	-	-	-	1,8
32. <i>Paratylenchus microdrus</i> Andrássy, 1959	41,8	2,6	0,5	23,5
33. <i>Paratylenchus nanus</i> Cobb, 1923	3,8	1,6	9,2	38,5
34. <i>Ditylenchus intermedius</i> de Man, 1880	3,3	4,2	4,9	3,1
Řád: ENOPLIDA				
35. <i>Prismatolaimus dolichurus</i> de Man, 1880	3,0	3,1	-	-
36. <i>Prismatolaimus intermedius</i> (Buetschli, 1873)	-	-	-	0,8
37. <i>Alaimus primitivus</i> de Man, 1880	-	-	-	0,8
Řád: DORYLAIMIDA				
38. <i>Eudorylaimus ettersbergensis</i> (de Man, 1885)	3,0	-	-	-
39. <i>Eudorylaimus parvus</i> (de Man, 1880)	3,5	7,6	4,3	7,5
40. <i>Eudorylaimus pratensis</i> (de Man, 1880)	-	-	-	0,8
41. <i>Tylencholaimus mirabilis</i> (Butschli, 1873)	0,5	-	4,8	-
42. <i>Oxydirus oxycephalus</i> (de Man, 1885)	-	-	-	0,6
43. <i>Tyololaimophorus</i> sp.	-	0,5	-	0,6

¹ site

Vzorky půdy pro studium hlístic byly odebrány pomocí kruhové sondy o ploše 14,9 cm² do hloubky 20 cm, na každé lokalitě ve 20 opakováních v září 1988, listopadu 1989 a listopadu 1990. Hlístice byly z půdy izolovány modifikovanou metodou Baermannových nálevků a studovány v glycerinových preparátech. Podrobnější údaje o metodice jsou uvedeny v práci H á n ě l a (1992a).

U společenstev hlístic byly studovány následující charakteristiky: druhové složení, abundance, biomasa, dominance, zastoupení dospělých jedinců, Shannon-Weaverův index druhové diverzity H' (O d u m , 1977). Pro účely funkční klasifikace byly hlístice (tab. II) rozděleny do ekologických (trofických) skupin podle následujícího klíče: druhy 1-15 a 35-37 bakteriofágové, 16-27 a 34 mykofágové, 28-33 fytofágové, 38-43 omnifágové.

VÝSLEDKY

Ve studovaných smrkových lesích bylo zjištěno 43 druhů půdních hlístic (tab. II), na jednotlivých stanovištích jejich počet kolísal od 24 do 29 (tab. III). Druh *Acrobeloides nanus* byl eudominantní na všech lokalitách (D = 24,4 % - 69,3 %), na lokalitě 4 byl eudominantní také druh *Filenchus discrepans* (D = 45,5 %). Shannon-Weaverův index druhové diverzity měl nejvyšší hodnotu na stanovišti 4 a nejnižší na stanovišti 1 (tab. III).

Průměrná abundance a biomasa společenstva hlístic byly nejvyšší na lokalitě 4 a nejnižší na lokalitě 1, průměrná biomasa jedince ve společenstvu kolísala od 0,066 do 0,080 µg. Z tab. III dále vyplývá, že smrkové lesy byly málo odlišné z hlediska abundance omnifágů a bakteriofágů hlístic, více se lišila abundance fytofágů hlístic a největší rozdíly byly zjištěny v abundanci mykofágů hlístic. Bakteriofágové druhy zřetelně dominovaly na stanovištích 1, 2 a 3 (D = 76,8 %, 73,0 % a 66,9 %), na stanovišti 4 měly nejvyšší dominance mykofágů hlístic (D = 66,3 %) a nižší bakteriofágové hlístice (D = 27,6 %). Totéž platilo pro biomasu ekologických skupin. Na stanovištích 1, 2 a 3 bakteriofágové tvořili

83,1 %, 81,0 % a 73,8 % biomasy celého společenstva, na stanovišti 4 pouze 34,3 % a hlavní podíl na biomase měli mykofágové (54,8 %).

Obr. 1 ukazuje abundanci a dominanci řádů půdních hlístic studovaných smrkových porostů. Nejvýraznější byly zastoupeny řády *Rhabditida* a *Tylenchida*. Abundance i dominance řádu *Tylenchida* zřetelně stoupaly od lokality 1 k lokalitě 4 a tato závislost byla podmněna hlavně hlísticemi rodu *Filenchus*. Dominance řádu *Rhabditida* naopak klesala od lokality 1 k lokalitě 4.

DISKUSE

Z výsledků studie vyplývá, že počet druhů půdních hlístic vybraných smrkových lesů Krušných hor byl nižší než v jiných oblastech. B a s s u s (1962) uvádí ze dvou smrkových lesů ve Spolkové republice Německo 50 druhů půdních hlístic, P o p o v i c i (1980) uvádí ze dvou smíšených smrkových lesů v Rumunsku 69 a 93 druhů. H á n ě l (1992b) zjistil v pěti smrkových porostech Beskyd celkem 70 druhů a na jednotlivých lokalitách jejich počet kolísal od 31 do 47. Také hodnoty Shannon-Weaverova indexu druhové diverzity byly v Krušných horách nižší než v Beskydech, kde index nabýval hodnot od 2,01 do 2,51.

Průměrná abundance hlístic v Krušných horách se pohybovala v podobném rozmezí jako v Beskydech, v obou oblastech byla na lokalitách s vyšším stupněm poškození smrkového porostu abundance hlístic nižší. Pokles celkové abundance byl v Krušných horách způsoben především úbytkem mykofágů hlístic a abundance omnifágů hlístic zde byla nižší než ve smrkových lesích Beskyd (H á n ě l , 1992b) nebo Šumavy (H á n ě l , 1992a). Průměrná biomasa společenstev hlístic i průměrná biomasa jedince v těchto společenstvech byly celkově nižší v Krušných horách než v Beskydech. Z uvedeného vyplývá, že společenstva hlístic studovaných smrkových lesů Krušných hor se ve svých významných charakteristikách (diverzita, abundance a biomasa, zastoupení ekologických skupin) lišila od společenstev hlístic smrkových lesů jiných oblastí. Je otázkou, čím jsou tyto rozdíly způsobeny, ale na základě dosud známých poznatků je nelze dostatečně vysvětlit pouze přirozenou variabilitou společenstev hlístic smrkových lesů.

Krušné hory představují imisní silně zatíženou oblast, kde znečištění vzduchu vedlo k těžkému poškození ekosystémů smrkových lesů. Mezi znaky, kterými W a s i l e w s k a (1989) charakterizuje reakci společenstva hlístic na narušení ekosystémů, patří pokles druhové rozmanitosti, pokles průměrné biomasy jedince ve společenstvu a redukce zastoupení omnifágů hlístic. Tyto znaky odlišují společenstva hlístic smrkových lesů v Krušných horách od společenstev v jiných oblastech a indikují jejich celkové narušení.

Společenstva hlístic v Krušných horách se vzájemně lišila především v abundanci mykofágů hlístic řádu *Tylenchida*. Ze srovnání údajů v tab. I a III vyplývá, že pokles abundance mykofágů hlístic odpovídal poklesu počtu druhů mykorrhizních hub na jednotlivých stanovištích. Jedná se pravděpodobně o obecnější závislost, např. W a l k e r (1984) zjistil pozitivní korelaci mezi abundancí mykofágů hlístic *Aphelenchus avenae* Bastian, 1865, a diverzitou půdních hub. Je také známo, že abundance mykofágů hlístic indikuje aktivitu půdních hub, např. S o h l e n i u s , W a s i l e w s k a (1984) zjistili kladnou, statisticky význam-

III. Charakteristiky společenstev půdních hlístic smrkových porostů Krušných hor, A - abundance x 10³ ind.m⁻², B - biomasa mg.m⁻². Characteristics of soil nematode communities in spruce forests in the Krušné hory Mts., A - abundance x 10³ ind.m⁻², B - biomass mg.m⁻²

	1	2	3	4
Bakteriofágové (A)	334,8	438,5	319,1	334,3
Mykofágové (A)	48,6	149,4	130,7	802,0
Fytofágové (A)	45,5	4,7	18,0	64,5
Omnifágové (A)	6,9	8,1	9,1	9,5
Nematoda celkem (A)	435,8	600,7	476,9	1210,3
Procento adultních jedinců	33,3	26,1	32,2	46,2
Počet druhů	25	24	26	29
H'	1,38	1,45	1,76	1,81
Bakteriofágové (B)	25,5	33,5	28,5	27,3
Mykofágové (B)	1,6	4,8	5,2	43,7
Fytofágové (B)	2,1	0,2	2,4	5,3
Omnifágové (B)	1,5	2,9	2,6	3,4
Nematoda celkem (B)	30,7	41,4	38,7	79,7
Biomasa jedince (µg)	0,070	0,068	0,080	0,066

Děkuji RNDr. P. Cudlínovi, CSc., za poskytnutí půdních vzorků a podrobných údajů o lokalitách i za čas věnovaný diskusím nad studovanou tematikou.

Literatura

- BASSUS, W.: Untersuchungen über die Nematodenfauna mitteleuropäischer Waldböden. Z. Humboldt Univ. Berlin, Math. Naturwiss. Reihe, 11, 1962 : 145-177.
- BASSUS, W.: Über Wirkungen von Industrieexhalaten auf den Nematodenbesatz im Boden von Kiefernwäldern. Pedobiologia, 8, 1968 : 289-295.
- CUDLÍN, P. - VOSÁTKA, M. - KROPÁČEK, K. - MEJSTŘÍK, V.: Destruction of ectomycorrhizal relationship of Norway spruce forests in Krušné hory Mts. In: Proceedings, Expertentagung „Waldschadensforschung im östlichen Mitteleuropa und in Bayern“, 13. - 15. 11. 1990, in Schloss Neuburg/Inn bei Passau, 1991 : 413-417.
- HÁNĚL, L.: Soil nematodes in spruce forests with different degree of air pollution damage. In: BOHÁČ, J. (ed): Proc. Vth Int. Conf. Bioindicators Deterioration Regionis. September 15-21, 1991. Institute of Landscape Ecology CAS, České Budějovice, 1992a : 166-171.
- HÁNĚL, L.: Půdní hlístice (Nematoda) vybraných smrkových porostů CHKO Beskydy. Čas. Slez. Muz., (A), 41, 1992b : 279-287.
- LETTL, A.: Vývoj mikrobiálního osídlení lesních půd zatížených imisemi SO₂. Lesnictví, 32, 1986 : 593-610.
- MYROLD, D. D.: Effects of acidic deposition on soil organisms. In: LUCIER, A. A. - HAINES, S. G. (eds): Mechanisms of forest response to acidic deposition. New York, Springer-Verlag 1990 : 163-187.
- ODUM, E. P.: Základy ekologie. Praha, Academia 1977 : 1-736.
- POPOVICI, I.: Distribution and dynamics of soil nematodes in mixed and spruce fir forest ecosystems. Rev. roum. Biol., Ser. Biol. Anim., 25, 1980 : 171-179.
- RUESS, L. - FUNKE, W.: The nematode fauna of a spruce stand associated with forest decline. In: HAIMI, J. - PITKANEN, P. L. (eds): Program and Abstracts of XI International Colloquium on Soil Zoology, 10-14 August, 1992, Jyväskylä, Finland, 1992 : 238.
- SOHLENIUS, B. - WASILEWSKA, L.: Influence of irrigation and fertilization on the nematode community in a Swedish pine forest soil. J. appl. Ecol., 21, 1984 : 327-342.
- WALKER, G. E.: Ecology of the mycophagous nematode *Aphelenchus avenae* in wheat-field and pine-forest soils. Pl. and Soil, 78, 1984 : 417-428.
- WASILEWSKA, L.: Impact of human activities on nematode communities in terrestrial ecosystems. In: CLARHOLM, M. - BERGSTRÖM, L. (eds): Ecology of arable land. Kluwer Academic Publishers, 1989 : 123-132.
- YEATES, G. W.: Soil nematodes in terrestrial ecosystems. J. Nematol., 11, 1979 : 213-229.

Došlo 16. 2. 1993

HÁNĚL, L. (Institute of Soil Biology ASCR, České Budějovice): Soil nematodes (Nematoda) in Norway spruce forests of the Krušné hory Mts. injured by immissions. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9) : 365-369.

Soil nematode communities were studied in four spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] forests heavily injured by industrial immissions in the Krušné hory Mts., North-West Bohemia. Characteristics of the spruce forests studied are given in Tab. I. The most injured spruce forests were at localities 1 and 2, the less degree of their damage was at locality 4. Forty-three species (Tab. II) of soil nematodes were found, with abundance from 436×10^3 to 1210×10^3 ind.m⁻² and biomass from 31 to 80 mg.m⁻².



1. Průměrná abundance a dominance řádů půdních hlístic ve čtyřech smrkových lesích Krušných hor – Mean abundance and dominance of the orders of soil nematodes in four spruce forests of the Krušné hory Mts.

nou korelaci ($r = 0,96$; $P < 0,05$) mezi abundancí mykofágních hlístic a biomasou metabolicky aktivního mycelia hub v borovém lese.

Redukce mykofágních hlístic na některých stavo-
vištích Krušných hor pravděpodobně indikuje narušení
diverzity a aktivity společenstev hub v půdě smrkových
lesů. Cudlín et al. (1991) zjistili negativní ovlivnění
mykorrhizních hub v poškozených smrkových lesích,
Lettl (1986) zjistil nárůst koncentrace půdních mikro-
mycet ve smrkových lesích vystavených imisím SO₂. Ve
studovaném případě byly změny abundance mykofágních
hlístic pravděpodobně vázány na narušení společenstev
mykorrhizních hub, ale podrobné údaje o potravní spe-
cializaci zjištěných mykofágních druhů dosud nejsou. Je
však zřejmé, že proces odumírání smrkových lesů vysta-
vených imisím je spojen s výraznými změnami ve složení
edafonu, který zajišťuje koloběh živin v půdě a tím i vi-
talitu lesního porostu.

ZÁVĚR

Ve smrkových lesích Krušných hor poškozených prů-
myslovými imisemi byl zároveň zjištěn různý stupeň
poškození společenstev půdních hlístic. Toto poškození
se projevilo především poklesem celkové diverzity hlístic
a redukcí abundance a biomasy omnifágních a myko-
fágních druhů. Změny ve společenstvech hlístic jsou
pravděpodobně důsledkem celkového poškození edafonu
v těchto lesích, především pak jejich mykoflóry.

(Tab. III). The communities of soil nematodes differed mainly in the abundance and biomass of mycophagous species of the order *Tylenchida* (Fig. 1), and in overall species diversity. In the order *Tylenchida*, the most remarkable changes were found in the abundance of the mycophagous genus *Filenchus*. Species of the genus *Filenchus* had their lowest abundance at locality 1 and the highest abundance at locality 4. The abundance of the genus *Tylenchus* was also highest at locality 4. The abundance of bacteriophagous nematodes (above all the species *Acrobeloides nanus*) was similar at the localities studied, but their dominance decreased from locality 1 to locality 4. Species of the genus *Paratylenchus* were the most abundant representatives of phytophagous nematodes having their highest abundance at locality 4 and

their highest dominance at locality 1. The abundance of omniphagous nematodes was very low at all localities (in comparison with their abundance in spruce forests of other regions) indicating overall impairment of nematode communities in spruce forests of the Krušné hory Mts. Predaceous nematodes were completely absent at the localities studied. The ascertained differences could be attributed to the degree of damage of spruce growths by immissions and simultaneous destruction of mycorrhizal mycoflora in these forests. A less injured community of nematodes was found at a locality with the lowest immission damage degree of spruce trees and with the highest number of species of the mycorrhizal fungi.

soil nematodes; bioindication; spruce forests; immissions

Kontaktní adresa:

RNDr. Ladislav Háňal, CSc., Ústav půdní biologie AV ČR, Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice

Controlling - nový nástroj v řízení lesních podniků v SRN

V řízení lesních podniků ve Spolkové republice Německo se začal v posledních letech používat nový nástroj - tzv. controlling. S jeho podstatou a praktickou aplikací seznámili odborníky ve svých referátech na tematické konferenci IUFRO k otázkám plánování v lesním hospodářství, která se uskutečnila v listopadu 1992, H. Ripken a U. Meyer. Konferenci organizačně zajišťoval VÜLHM Jlo-viště-Strnady.

Jak uvedl J. Ripken, controlling jako nástroj řízení podniků se začal používat v USA začátkem dvacátých let a v podnikovém řízení německých průmyslových organizací se poprvé objevil před dvaceti lety. Pojem je odvozen od anglického slovesa to control, což znamená řídit, usměrňovat, regulovat, kontrolovat. Jak referující zdůraznil, byl controlling v Německu často mylně chápán jako tradiční kontrola. Pojem tradiční kontroly Ripken charakterizoval jako zjišťování a srovnávání stavu ukazatelů kontrolovaných činností z hlediska „má být“ a „je“. A ani pozdější kontrolní činnost rozšířená o analýzu původu odchylek nelze ztotožnit s pojmem controlling. Ten totiž, kromě rozšířené kontrolní činnosti, zahrnuje ještě návrhy na korekci původně přijatých opatření. To je právě to, co ho od běžné kontrolní činnosti odlišuje.

Za nejdůležitější stavební kameny controllingu pokládá Ripken informační a komunikační systém, regulaci plánu a kontroly, koordinaci a školení řídicích pracovníků.

Ripken stručně charakterizoval hospodářsko-úpravnícké plány z hlediska controllingu. Zdůraznil, že lesní hospodářské plány prokazují realitu jen u pěstebních opatření, zatímco pro plánování technologických postupů a finančních výsledků jsou příliš dlouhodobé. Sledování odchylek od předpisů lesních hospodářských plánů se pak většinou omezuje na účetně vedenou hmotu těžby mytní a předmytní a na plochy kultur, prořezek a prořezávek. Avšak pouhé zjištění odchylek od plánu, jak je to obvyklé v hospodářské úpravě lesů, již nic nezachrání. Po deseti letech lze také jen těžko prověřit pádnost argumentů, které tyto odchylky zdůvodňují. Kromě toho jsou škody již většinou neodstranitelné. Pro řízení tedy kontrola v rámci hospodářsko-úpravníckého plánování nedostačuje. Proto je třeba plánovat a hodnotit období kratší než je období lesního hospodářského plánu, a to v rozmezí tří až pěti let. Podle Ripkena jde tedy o jakési střednědobé plánování, které před časem zavedli v dolnosaské lesní správě. Kompetentní pro vypracování těchto střednědobých plánů obsahujících kromě úkolů i představy o nasazení lesní techniky, potřebách pracovních sil, zavádění racionálních pěstebních opatření atd. je vedoucí lesního úřadu. Jeho návrhy pak schvaluje lesní inspekční úředník.

V referátu Ripken podrobně popsal roční analýzu podniku, která tvoří jeden ze základních podkladů controllingu.

Roční analýza podniku byla v dolnosaské lesní správě zavedena před deseti lety ve formě sebekontroly vedoucího lesního úřadu a interní kontroly inspekčním úředníkem. Tato analýza vychází z kontroly plnění ročního plánu úkolů, který je odvozen z plánu hospodářské úpravy lesů a plánované úkony v něm jsou propojeny s plánem práce a plánem nákladů.

Podklady pro roční analýzu tvoří výsledky účetnictví a prohlídky na místě v rámci venkovských pochůzků. Účetnictví se opírá o decentralizované zpracování dat na počítačích. Jeho přehledy umožňují porovnávat stav, který je, se stavem, který by měl být, a to jak v naturálním plnění (vytěžená hmota, zalesněná plocha, plocha porostní výchovy atd.), tak i v nákladech, výnosech, ve volbě pracovních postupů, v nasazení dělníků a podnikatelských subjektů aj. Součástí roční analýzy podniku je i oblast infrastruktury a organizace a řízení.

Všechny ukazatele sledované v rámci roční analýzy jsou sestavovány ve stejné formě jak pro lesní úřad, tak pro okres i pro celou zemskou lesní správu.

Zajišťováním úkolů souvisejících s controllingem byli v dolnosaské lesní správě pověřeni lesní inspekční úředníci. Ti vypracují po uplynutí lesnického hospodářského roku pro každý lesní úřad svého inspektorátu popsanou analýzu. Aby byli schopni rychle prosadit své korekce v rámci výkonu controllingu, dostali lesní inspekční úředníci rozsáhlé kompetence. K rozhodujícím patří spolupůsobení při usměrňování provozu, schvalování odchylek od lesních hospodářských plánů, přidělování ročních rozpočtových prostředků, usměrňování racionalizačních opatření a posuzování vedoucích lesních úřadů a spolupůsobení při všech úlohách personálního vedení pracovníků lesních úřadů.

V rámci zemské lesní správy je funkcí controllingu pověřen samostatný referát kontroly s rozsáhlými kompetencemi v oblasti hospodářské činnosti, účetnictví a v informačním a komunikačním systému.

Ing. Milan Novotný, CSc.

DISPERZE VAJÍČEK A SEZÓNÍ POPULAČNÍ DYNAMIKA MŠICE *EUCERAPHIS BETULAE* (KOCH) NA BŘÍZE

E. Kula

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

Dominantním místem pro kladení vajíček mšice *E. betulae* (Koch) je přiléhající část listových pupenů k větvičce (83,0 %) a drsná místa větvení (13,0 %). Nejčastěji byla uložena dvě až čtyři zimující vajíčka k pupenu (49,5 %) a abundance vajíček narůstala od spodní části koruny k vrcholu. V sezónní populační dynamice mšice *E. betulae* (Koch) v průběhu vegetační doby jsme zaznamenali dvě kulminace (polovina června, polovina října). Za atraktivní stanoviště pro výskyt mšice *E. betulae* (Koch) považujeme vyšší polohy s chladnějším klimatem, vystavené imisnímu stresu zakyselení. Tento druh mšice se projevuje jako bioindikátor imisního vlivu. Prognózu populační hustoty mšice je možné odvodit z abundance zimujících vajíček.

Euceraphis betulae (Koch); mšice; disperze vajíček; sezónní populační dynamika; bříza; imisní oblast; kontrola

Z břízy *Betula pendula* Roth. jsou uváděny jako nejběžnější tři druhy mšic [*Euceraphis betulae* (Koch), *Callipterinella calliptera* (Htg.) a *Betulopsis brevipedunculata* Börner], které přiležitostně gradují (Hájková, Dahlsten, 1986).

V podmínkách porostů břízy krušnohorské oblasti je nejvýznamnějším druhem *Euceraphis betulae* (Koch), která má všechny viviparní jedince okřídlené, matně zelené, 3,0 - 3,6 mm velké. Tělo je pokryté vločkovitým bílým nebo modravě bílým voskem. Tykadla jsou dlouhá jako tělo, třetí antenální článek má 14 - 26 úzkých, příčných, vejčitých zářezů. Vajíčka, která zimují, jsou černá, elipsoidní bez zřetelné kresby (0,8 x 0,4 mm - obr. 1).

Mšice sají na spodní straně listů a na mladých výhoncích břízy, jsou pohyblivé a zřídka vytvářejí kolonie. Lhnutí probíhá od dubna, podle počasí někdy již koncem března nebo až počátkem května. Fundatrix je dospělá na přelomu dubna a května. Pohlavní pokolení se objevuje

na začátku září a bylo pozorováno ještě v prosinci (Heie, 1982). Gange (1989) zjistil, že při mírné zimě mohou být oviparní samice mšice *Euceraphis punctipennis* (Zett.) aktivní a kladat vajíčka až do ledna; snáší teploty -5 °C. *E. betulae* (Koch) v jarním období a na počátku léta sají nejčastěji na stopce listu, na terminálu zelených větví, na jehnědách. Na listech preferuje spodní stranu, kde jí umožňuje dlouhý sosač přijímat phloemové šťávy z primární a sekundární žilnatiny, zatímco *B. brevipedunculata* Börner sají na čepeli listu. Na jaře jsou preferovány listy nově se rozvíjející, jejichž atraktivita klesá po třech týdnech od jejich vzniku (Hájková, Dahlsten, 1986). V letním období a na podzim naopak tento druh preferuje listy zralé a odumírající. Bříza poskytuje mšicím heterogenní prostředí, neboť listy narůstají postupně a souběžně se vyskytují listy rašící, zralé a odumírající, které mají různou potravní kvalitu. *E. betulae* (Koch) je nejlépe vybavenou mšicí z komplexu mšic břízy (Gibson, 1972).

E. betulae (Koch) je známa ze střední a západní Evropy, ze Skandinávie, Austrálie, Nového Zélandu. Z Evropy byla zavlečena do Severní Ameriky (Hájková, Dahlsten, 1986).

V entomofauně porostů břízy studované oblasti silně poškozené antropogenními imisemi se mezi dominantní zástupce řadí mšice *Euceraphis betulae* (Koch). V práci jsme se soustředili na stanovení populační hustoty zimujících vajíček na vzorkových stromech, jejich disperzi a místa kladení v korunách stromů, na změny v populační dynamice v průběhu vegetační doby a pozornost jsme věnovali i stanovištním nárokům této mšice.

MATERIÁL A METODIKA

Ze šesti porostů břízy imisní oblasti lesního závodu Děčín (Lesní správa Sněžník) jsme v lednu r. 1989 odebrali všechny větve z 18 vzorkových stromů 2 až 3 m vysokých, na nichž jsme analyzovali výskyt zimujících vajíček podle místa uložení (u pupenu, do větvení, jiné místo) a podle frekvence výskytu na daném místě v kategoriích 0 až 10 kusů a 10 a více vajíček. Zároveň byly větve evidovány podle polohy v koruně stromu (spodní, střední, vrchní) v jednodílných sekcích.

Zastoupení mšice *E. betulae* (Koch) v širší oblasti jsme hodnotili na základě abundance zimujících vajíček, stanovené na jednotkových větvích pocházejících z 29 porostů břízy na území LZ Děčín a Litvínov (Lesní správa Sněžník, Příprava a Telnice). Z každého porostu bylo do šetření zahrnuto po dvou vzorkových stromech, ze kterých jsme odebrali po třech jednotkových větvích ze střední části koruny (leden 1990).

Ke stanovení změn v populační hustotě mšice *E. betulae* (Koch) v průběhu vegetační doby jsme uskutečnili šetření na šesti výzkumných plochách s porostem břízy ve 14denním intervalu (1.4. - 11. 11. 1989). Na jednotkovou větev ve střední části koruny byl navlečen izolační



1. Zimující vajíčko mšice *Euceraphis betulae* (Koch) u pupenu (velikost 0,8 x 0,4 mm) - A wintering egg of the aphid *Euceraphis betulae* (Koch) near the bud (0,8 x 0,4 mm in size)

sáček a větev byla odštíhena. V každém porostu byla v kontrolním termínu vyhodnocena abundance mšic na pěti větvích z různých stromů. Tento metodický postup eliminoval chybu vznikající v důsledku odlétání mšic vyrušených ořezem. Po odběru následovala analýza počtu okřídlených a neokřídlených jedinců. Abundance mšic byla vztažena k jednomu listu kontrolované části jednotkové větve.

Metoda sledování populační dynamiky mšic trvalým izolováním větvíček se známým výchozím počtem vajíček se neosvědčila v důsledku negativní reakce mšic.

POPIS OBLASTI ŠETŘENÍ

Studovaná oblast je součástí Lužické pískovcové vrchoviny, která je z části tvořena pískovcovými plošinami, kde převažují lehké, chudé půdy. Průměrná roční teplota je 7-8 °C, úhrnné roční srážky dosahují 700-800 mm, délka vegetační doby je 110-120 dní. Převládá zde západní a severozápadní proudění.

Smrkové monokultury oslabené dlouhodobým působením imisí byly v r. 1979 silně poškozeny mrazem a následně na rozsáhlém území odumřely. Postupně došlo k zalesnění kalamitních holin břízou, jeřábem obecným, smrkem pichlavým, borovicí lesní a modřínem opadavým.

Imisní zatížení oblasti kyslíčným sifickým vede ke chronickému i akutnímu poškození současných porostů.

VÝSLEDKY

POPULAČNÍ HUSTOTA A DISPERZE VAJÍČEK

Na 18 celých vzorníkových stromech břízy pocházejících ze šesti lokalit imisní oblasti bylo identifikováno 83 638 zimujících vajíček.

Nejvyšší počet vajíček jsme zaznamenali na lokalitě Vlčák, kde na vzorníkové stromy bylo vykládáno 14 088 kusů, 7252 a 1717 vajíček. Vysoký výskyt zimujících vajíček pochází z lokality Kristin Hrádek (9311 ks, 8192 a 1633 ks). Střední rozsah vykládaných vajíček byl zjištěn v porostu na Tisé (8023 ks, 6173 a 1849 ks) a na lokalitě Ostrov, kde bylo na třech stromech zaznamenáno celkem 9252 vajíček. Nejnížší absolutní počet vajíček mšice *E. betulae* (Koch) jsme našli na lokalitě Letadlo (1867 kusů) (tab. I).

Z hlediska populační hustoty mšic, vyjádřené počtem zimujících vajíček na jeden listový pupen, lze sestavit sledované lokality v následující pořadí: Kristin Hrádek (1,9; 1,7; 1,7), Vlčák (1,8; 1,7; 1,0), Ostrov (1,8; 1,7; 1,0), Tísá (1,6; 1,5; 1,2), Sněžník (1,4; 1,3; 0,4) a Letadlo (0,7; 0,5; 0,2). S výjimkou čtyř vzorníkových stromů dosáhla abundance jednoho až dvou vajíček na jeden pupen. Nejvyšší populační hustota byla na lokalitě Kristin Hrádek - 1,9 vajíčka na pupen.

Ze sledování místa kladení vyplynulo, že dominantním a nejatraktivnějším místem pro uložení vajíčka mšice jsou k větvičce přiléhající části pupenů. Zde bylo zjištěno průměrně 83,4 % vajíček, zatímco na drsná místa do větvení bylo uloženo 12,9 % vajíček. Zbývající vajíčka byla vykládaná na drsná místa větvíček (jízvy po listech, pupenech, praskliny kůry).

Uložení vajíček do větvení zaznamenalo vyšší variabilitu (4,8 - 17,2 %). Nejčastěji využily samice tohoto místa ke kladení na stromech lokality Kristin Hrádek (17,2 %; 14,7 %; 14,6 %), Vlčák (16,3 %; 14,0 %; 13,6 %), Tísá (17,2 %; 16,5 %; 11,8 %). Kategorie místa

kladení k pupenu a do větvení se doplňují a vyrovnávají vzájemné odchylky. Podíl vajíček vykládaných na jiná místa byl na všech stanovištích vyrovnán (2,5 - 5,5 %) a jejich registrace při kontrole není nutná (tab. I).

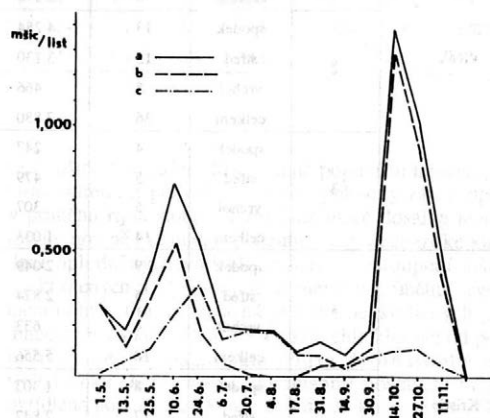
Poměr mezi množstvím vajíček u pupenů a vajíčky položenými mimo pupeny byl u většiny vzorníkových stromů v průměru vyrovnán a vysoce homogenní na stejné lokalitě.

Z hodnocení disperze zimujících vajíček u pupenů vyplynulo, že průměrně 64,0 % pupenů zůstalo volných, u 10,7 % pupenů bylo položeno jedno vajíčko, u 8,7 % pupenů se vyskytla dvě vajíčka a u 6,3 % pupenů jsme našli po třech vajíčkách. Absolutní počty vajíček z hlediska uvedených kategorií ukazují, že jako nejvýznamnější se projeví pupeny se dvěma až čtyřmi vajíčky (16,6 %; 18,0 %; 14,6 %) a dále s pěti vajíčky (10,5 %) (tab. II).

Sledujeme-li abundanci zimujících vajíček mšice *E. betulae* (Koch) v profilu stromu, ukázalo se, že na většině sledovaných lokalit (Vlčák, Kristin Hrádek, Tísá, Letadlo, Sněžník) v podzimním období se kladoucí mšice soustřeďují na větve střední a především vrcholkové části stromů (tab. I).

POPULAČNÍ DYNAMIKA MŠIC V PRŮBĚHU VEGETAČNÍ DOBY

V r. 1989 bylo analyzováno na jednotkových větvích 21 761 listů, na nichž byla evidována přítomnost 7452 mšic druhu *E. betulae* (Koch), přičemž poměr neokřídlených a okřídlených jedinců byl 1,8 : 1. Rozsah listových souborů lze považovat za srovnatelný, neboť s výjimkou stanoviště Letadlo (3216 listů) byl 3600 - 3900 listů. V absolutních hodnotách bylo nejvíce mšic zjištěno na lokalitě Sněžník (1646), kde jsme stanovili i nejvýraznější poměr mezi neokřídlenými a okřídlenými jedinci (2,3 : 1) a průměrná abundance ve sledovaném období



2. Fenologie výskytu mšice *Eucoraphis betulae* (Koch) v porostech břízy Lesní správy Sněžník (LZ Děčín) (a - celková abundance mšic na jeden list, b - abundance mšic neokřídlených, c - abundance mšic okřídlených) - The phenology of the occurrence of the aphid *Eucoraphis betulae* (Koch) in birch stands of the Sněžník Forest Administration (Děčín Forest Enterprise) (a - overall aphid abundance per leaf, b - abundance of wingless aphids, c - abundance of winged aphids)

I. Disperze zimujících vajíček mšice *Eucraphis betulae* (Koch) na vzorníkových stromech – Dispersion of wintering eggs of the aphid *Eucraphis betulae* (Koch) in sample trees

Lokalita ¹	Strom ²	Poloha větve ³	Počet větví ⁴	Počet pupenů ⁵	Počet vajíček ⁶				Poměr ¹¹ v : p
					u pupenů ⁷	ve větveních ⁸	jiné místo ⁹	celkem ¹⁰	
Sněžník	1	spodek	7	1 033	932	80	43	1 055	1,021
		střed	6	1 928	1 732	87	56	1 875	0,973
		vrchol	10	764	1 707	352	74	2 133	2,792
		celkem	23	3 725	4 371	519	173	5 063	1,359
	2	spodek	4	835	282	19	0	306	0,366
		střed	8	4 698	1 626	196	59	1 881	0,400
		vrchol	8	2 086	744	130	29	903	0,433
		celkem	20	7 619	2 657	345	88	3 090	0,406
	3	spodek	4	214	197	13	3	213	0,995
		střed	5	318	243	49	16	308	0,969
		vrchol	5	333	507	62	11	580	1,742
		celkem	14	855	947	124	30	1 101	1,288
Tisá	1	spodek	7	1 367	297	66	14	375	0,274
		střed	8	3 751	3 496	802	74	4 372	1,166
		vrchol	8	1 610	2 647	512	117	3 276	2,035
		celkem	23	6 728	6 438	1 380	205	8 023	1,192
	2	spodek	6	844	359	93	5	457	0,541
		střed	9	1 796	2 697	508	146	3 351	1,866
		vrchol	6	1 186	1 881	420	64	2 365	1,994
		celkem	21	3 826	4 937	1 021	215	6 173	1,613
	3	spodek	5	350	246	34	7	289	0,826
		střed	5	441	662	88	34	784	1,778
		vrchol	5	408	656	97	25	778	1,907
		celkem	15	1 199	1 564	219	66	1 849	1,542
Vlčák	1	spodek	5	1 235	653	194	126	973	0,788
		střed	21	4 202	3 443	486	197	4 126	0,982
		vrchol	10	2 137	1 584	504	71	2 159	1,010
		celkem	36	7 574	5 680	1 184	394	7 258	0,958
	2	spodek	13	4 284	3 341	289	131	3 761	0,878
		střed	15	3 130	7 363	1 394	249	9 006	2,877
		vrchol	8	466	932	284	105	1 321	2,835
		celkem	36	7 880	11 636	1 967	485	14 088	1,788
	3	spodek	4	247	222	24	7	253	1,024
		střed	5	479	808	103	28	939	1,960
		vrchol	5	307	391	106	28	525	1,710
		celkem	14	1 033	1 421	233	63	1 717	1,662
Kristin Hrádek	1	spodek	9	2 049	511	266	69	846	0,413
		střed	5	2 874	5 504	1 003	132	6 639	2,310
		vrchol	4	633	1 375	336	115	1 826	2,885
		celkem	18	5 556	7 390	1 605	316	9 311	1,676
	2	spodek	8	1 303	1 021	200	39	1 260	0,967
		střed	17	2 842	4 436	850	138	5 424	1,909
		vrchol	2	586	1 292	152	64	1 518	2,573
		celkem	27	4 731	6 749	1 202	241	8 192	1,732
	3	spodek	4	204	171	32	6	209	1,025
		střed	5	350	581	110	19	710	2,029
		vrchol	5	303	576	97	41	714	2,356
		celkem	14	857	1 328	239	66	1 633	1,905

Lokalita ¹	Strom ²	Poloha větve ³	Počet větví ⁴	Počet pupenů ⁵	Počet vajíček ⁶				Poměr ¹¹ v : p
					u pupenů ⁷	ve větve ⁸	jiné místo ⁹	celkem ¹⁰	
Ostrov	1	spodek	10	3 121	3 781	460	227	4 468	1,432
		střed	7	2 174	3 074	220	61	3 355	1,543
		vrchol	7	473	1 384	268	94	1 746	3,691
		celkem	24	5 768	8 239	948	382	9 569	1,659
	2	spodek	8	1 510	425	142	67	634	0,420
		střed	13	1 619	1 436	271	77	1 784	1,102
		vrchol	5	270	785	118	42	945	3,500
		celkem	26	3 399	2 646	531	186	3 363	0,989
	3	spodek	3	170	152	11	8	171	1,006
		střed	5	314	403	26	10	439	1,398
		vrchol	5	277	615	74	45	734	2,650
		celkem	13	761	1 170	111	63	1 344	1,766
Letadlo	1	spodek	6	982	54	29	7	90	0,101
		vrchol	2	677	146	21	11	178	0,263
		celkem	8	1 569	200	50	18	268	0,171
	2	spodek	8	1 123	271	18	7	296	0,264
		vrchol	14	861	639	29	18	686	0,797
		celkem	22	1 984	910	47	25	982	0,495
	3	spodek	5	344	150	13	4	167	0,485
		střed	5	341	316	17	5	338	0,991
		vrchol	3	153	103	5	1	109	0,712
		celkem	13	838	569	35	10	614	0,733

¹locality, ²tree, ³branch position, ⁴branch number, ⁵bud number, ⁶egg number, ⁷around the buds, ⁸in crotch, ⁹other spot, ¹⁰total, ¹¹ratio eggs : buds

II. Četnost zimujících vajíček mšice *Eucera phis betulae* (Koch) k pupenům – The frequency of wintering eggs of the aphid *Eucera phis betulae* (Koch) around the buds

Počet vajíček u pupenu ¹	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10+
Počet pupenů ² (%)	64,1	10,7	8,7	6,3	3,8	2,2	1,6	1,0	0,6	0,4	0,3	0,4
Počet vajíček ³ (ks)	0	7,019	11,441	12,376	10,070	7,249	6,248	4,567	3,321	2,254	1,779	2,528
Počet vajíček ³ (%)	0	10,2	16,6	18,0	14,6	10,5	9,1	6,6	4,8	3,3	2,6	3,7

¹egg number around the bud, ²bud number, ³egg number

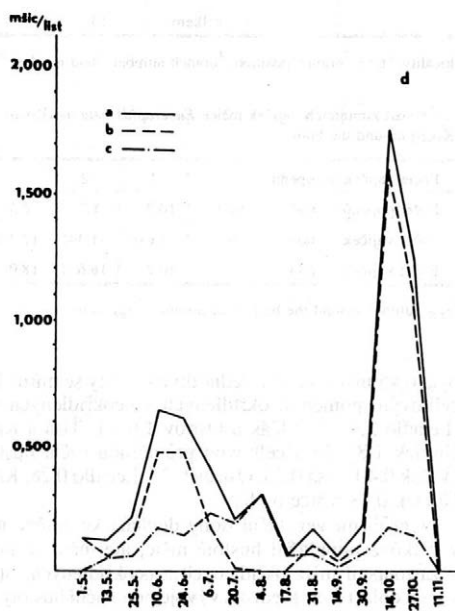
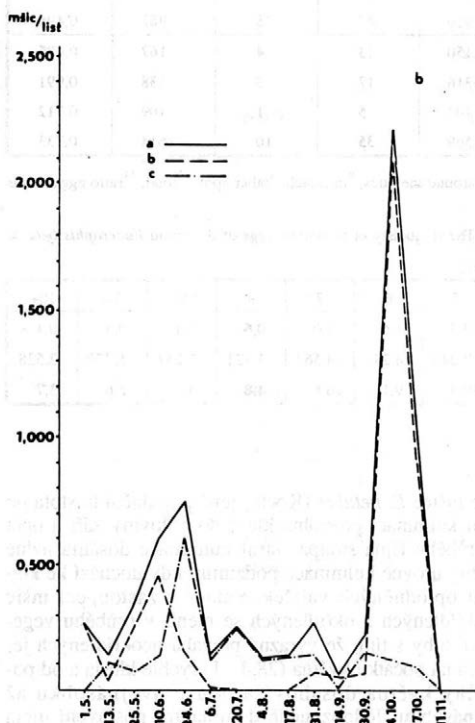
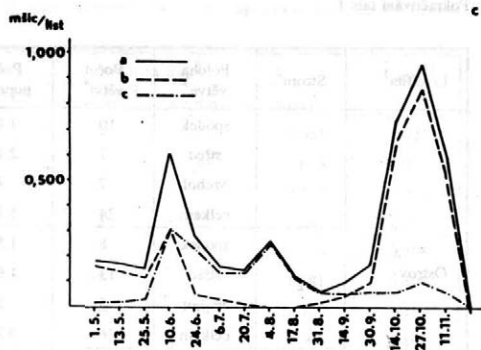
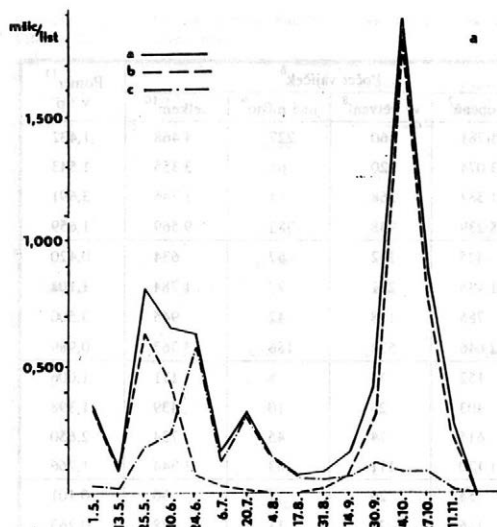
byla 0,45 mšice na list. Jednotlivé porosty se mírně lišily celkovým poměrem okřídlených a neokřídlených mšic (Letadlo 2,0 : 1, Vlčák a Ostrov 1,6 : 1, Tisá a Kristin Hrádek 1,8 : 1) a celkovou průměrnou roční hustotou (Vlčák 0,40, Tisá 0,33, Ostrov 0,31, Letadlo 0,28, Kristin Hrádek 0,28 mšice na list).

V průběhu vegetační doby dochází ke změně nejen v celkové populační hustotě mšic, ale mění se poměr v zastoupení mšic okřídlených a neokřídlených. Studovanou oblast lze z hlediska vývoje populační hustoty charakterizovat dvěma vrcholy. Vysoká abundance mšic v jarním období (konec května až konec června) kulminuje v polovině června, 14denní časový posun byl zaznamenán mezi kulminacemi mšic okřídlených a neokřídlených.

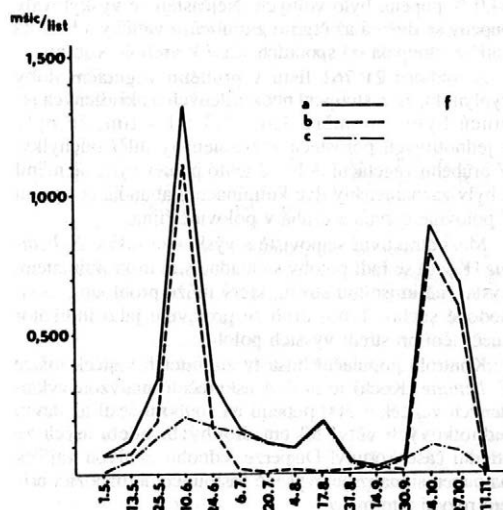
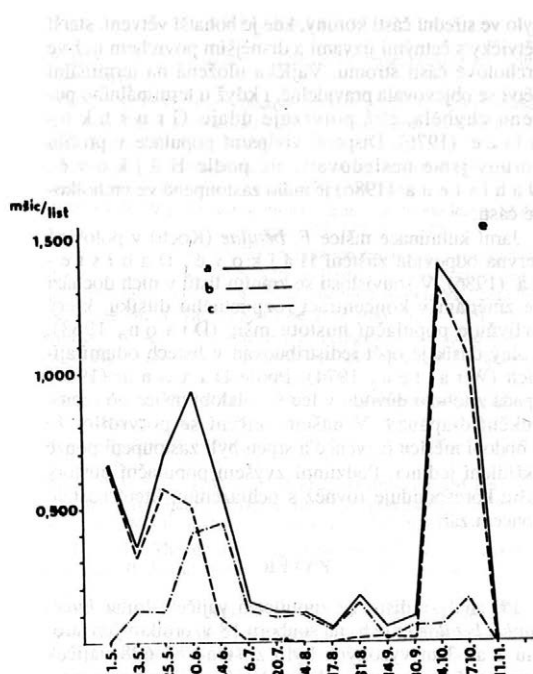
Druhé sezónní kulminace abundance mšic bylo dosaženo v polovině října vzhledem k přítomnosti samic kladoucích oplodněná vajíčka. V období mezi kulminacemi se v porostech brzy vyskytuje okřídlená viviparní gene-

race mšice *E. betulae* (Koch), jejíž populační hustota po jarní kulminaci pozvolna klesá do poloviny září a opět v průběhu října stoupá. Jarní kulminace dosáhla jedné třetiny úrovně kulminace podzimní, kdy dochází ke kladení oplodněných vajíček. Poměr v zastoupení mšic neokřídlených a okřídlených se měnil v průběhu vegetační doby s tím, že výrazná převaha neokřídlených jedinců na počátku května (28,4 : 1) rychle klesla a od poloviny května dosahovala pouze dvojnásobku až trojnásobku. Jednoznačně dominantní postavení měla okřídlená populace od konce června do konce srpna. Od poloviny září se poměr neokřídlených a okřídlených jedinců vyrovnává a o jeden měsíc později dosáhly osminásobné až 11násobné převahy mšice oviparní (neokřídlené) (obr. 4).

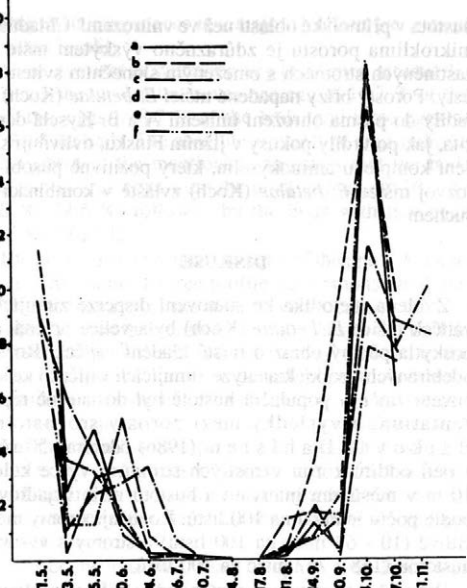
Hodnotíme-li populační dynamiku mšic v průběhu vegetační doby na jednotlivých výzkumných plochách, zaznamenali jsme dílčí odchylky z hlediska celkového zastoupení mšic i poměru neokřídlených a okřídlených



3. Fenologie výskytu mšice *Euceraaphis betulae* (Koch) na lokalitách Lesní správy Sněžník (a - Tisá, b - Vlčák, c - Kristin Hrádek, d - Ostrov, e - abundance mšic neokřídlených, f - abundance mšic okřídlených) – The phenology of the occurrence of the aphid *Euceraaphis betulae* (Koch) c - Kristin Hrádek, d - Ostrov, e - Sněžník, f - Letadlo) (a - overall aphid abundance per leaf, b - abundance of wingless aphids, c - abundance



e - Sněžník, f - Letadlo) (a - celková abundance mšic na jeden list, at the localities of the Sněžník Forest Administration (a - Tisá, b - Vlčák, of winged aphids)



4. Změny v poměru zastoupení nymf a okřídlených dospělých mšice *Eucera aphidis betulae* (Koch) na lokalitách studované oblasti (a - Sněžník, b - Tisá, c - Ostrov, d - Kristin Hrádek, e - Vlčák, f - Letadlo) - Variations of the percentage of nymphs and winged adults of the aphid *Eucera aphidis betulae* (Koch) at the localities of the investigated area (a - Sněžník, b - Tisá, c - Ostrov, d - Kristin Hrádek, e - Vlčák, f - Letadlo)

jedinců. Nejvyšší rozdíly mezi jarní a podzimní kulminací byly na lokalitě Tisá (2,9krát), Vlčák (2,8krát) a Ostrov (2,7krát) (obr. 2, 3a-f).

STANOVIŠTNÍ PODMÍNKY VÝSKYTU

Z analýzy jednotkových větví 58 vzorníkových stromů (29 porostů) tří lesních správ (Sněžník, Přípěf, Telnice) vyplynulo, že se mšice *Eucera aphidis betulae* (Koch) vyskytuje v celé oblasti, ale s odlišnou populační hustotou zimujících vajíček.

Nejvyšší abundance vajíček (3,3 vajíčka na pupen) byla zjištěna v porostech břízy lesního typu kyselá smrková bučina v nadmořské výšce 450 - 610 m, v pásmu ohrožení imisemi B, se stupněm poškození smrku imisemi II - IVA, na různých expozicích.

Střední rozsah indexu hustoty vajíček (1,2 - 2,7) jsme zaznamenali v porostech břízy s nadmořskou výškou 350 - 580 m. Byla zastoupena pásma ohrožení imisemi A, B, C a stupeň poškození smrkových porostů II-IVB.

Nejnižší populační hustota zimujících vajíček byla stanovena v polovině sledovaných porostů, které byly z typologického hlediska velice různorodé, v nadmořské výšce od 210 do 700 m. Oblast je rovněž v imisním impaktu.

Podle abundance zimujících vajíček se ukazuje, že mšice preferuje lokality chladnější, exponované k severu. Ve Spojených státech byla zjištěna vyšší populační

hustota v přímorské oblasti než ve vnitrozemí. Chladnější mikroklima porostu je zdůrazněno výskytem mšic na zastíněných stromech s omezeným slunečním svitem na listy. Porosty břízy napadené mšicí *E. betulae* (Koch) se řadily do pásma ohrožení imisemi A a B. Kyselá depozita, jak potvrdily pokusy v jižním Finsku, ovlivňují složení komplexu aminokyselin, který pozitivně působí na rozvoj mšice *E. betulae* (Koch) zvláště v kombinaci se suchem.

DISKUSE

Zvolená metodika ke stanovení disperze zimujících vajíček mšice *E. betulae* (Koch) byla velice pracná, ale poskytl přesný obraz o místě kladení vajíček. Rozsah odebraných vzorků k analýze zimujících vajíček i ke stanovení změn v populační hustotě byl dostatečně reprezentativní a výsledky mezi porosty srovnatelné. Hájková, Dahlsen (1986) odebrali 50 větví z pěti oddílů korun vzrostlých stromů o výšce kolem 10 m v měsíčním intervalu a hustotu mšic vyjadřovali podle počtu jedinců na 100 listů. Rozlišují stromy méně citlivé (10 - 63 mšic na 100 listů) a stromy s vysokou hustotou (158 - 787 mšic na 100 listů).

Populační hustotu zimujících vajíček jsme vztahovali k jednomu pupenu a v průběhu vegetační doby byl vyjádřen výskyt mšic na jeden list, proto lze dosažené výsledky porovnávat. Abundance zimujících vajíček, jamí hustota mšic a zvláště podzemní abundance naznačují, že břízy této oblasti jsou plně disponibilní pro rozvoj mšice *Eucraphis betulae* (Koch) a lze je zařadit do kategorie citlivých, u nichž se provádí ve Spojených státech chemické ošetření, jedná-li se o městskou zeleň.

Na základě provedené analýzy lze v případě potřeby uskutečnit kontrolu mšice *E. betulae* (Koch) odběrem šesti až devíti jednotkových větví 50 cm dlouhých a stanovením počtu zimujících vajíček u 500 pupenů. Zvýšený výskyt signalizuje hustota jednoho až dvou zimujících vajíček na pupen. Hájková, Dahlsen (1988) považují za optimální pro kontrolu hustoty mšic ve vegetační době odběr pěti větví při hustotě pět mšic na 100 listů a tři větví při abundanci 40 mšic na 100 listů.

Lokality s nejvyšší populační hustotou lze charakterizovat jako polohy s chladnějším mikroklimatem a převážně v pásmu ohrožení imisemi A a B. Podle Hájkové, Dahlsena (1986) byla vyšší populační hustota zaznamenána v přímorské oblasti než v oblasti vnitrozemské. Mšice preferují chladnější mikroklima, které může být zvyrazněno zástínem, zvýšenou vlhkostí, omezeným slunečním svitem na listy. Nelze vyloučit, že stromy stresované suchem poskytují výhodné potravní podmínky složením rostlinných šťáv (Clark, 1979). Kombinace sucha a imisního stresu zakyselením se bere jako hlavní činitel podporující rozvoj mšice *E. betulae* (Koch) na základě pokusů uskutečněných ve Finsku (Neuvonen, Lindgren, 1987).

Při ukládání vajíček byly jednoznačně preferovány pupeny, méně hojně zastoupení zimujících vajíček bylo na drsných místech větví a ve větveních. Hájková, Dahlsen (1988) nenalezli z hlediska vertikálního a horizontálního členění koruny rozdíl v disperzi vykladených vajíček. Z našich pozorování vyplynulo, že se hustota vajíček u pupenů zvyšovala od spodní k horní části koruny a většina analyzovaných stromů tuto zákonitost potvrdila. Vajíčka vykladená na jiná místa s tímto rozložením nekorespondují. Vyšší zastoupení vajíček

bylo ve střední části koruny, kde je bohatší větvení, starší větvičky s četnými jizvami a drsnějším povrchem než ve vrcholové části stromu. Vajíčka uložená na terminální větvi se objevovala pravidelně, i když u terminálního pupenu chyběla, což potvrzuje údaj Grushkova (1976). Disperzi viviparní populace v profilu koruny jsme nesledovali, ale podle Hájkové, Dahlsena (1986) je málo zastoupená ve vrcholové části.

Jamí kulminace mšice *E. betulae* (Koch) v polovině června odpovídá zjištění Hájkové, Dahlsena (1986). V souvislosti se zráním listů v nich dochází ke změnám v koncentraci rozpustného dusíku, který ovlivňuje populační hustotu mšic (Dixon, 1963). Volný dusík je opět redistribuován v listech odumřelých (Wratton, 1974). Podle Dixona (1963) upadá z tohoto důvodu v letním období mšice do reprodukční diapauzy. V našem šetření se potvrdilo, že v období měsíců červenec a srpen byli zastoupeni pouze okřídlení jedinci. Podzemní zvýšení populační hustoty mšic koresponduje rovněž s ochlazením, které nastalo koncem září.

ZÁVĚR

Při analýze disperze zimujících vajíček druhu *Eucraphis betulae* (Koch) na souboru 18 vzorkových stromů 2 až 3 m vysokých bylo zjištěno 83 638 vajíček s nejvyšší hustotou na lokalitě Vlčák (1,9 ks na pupen).

Dominantním místem pro kladení vajíček oviparní samičí jsou přiléhající části listových pupenů k větvičce (83,0 %) a drsná místa větvení (13,0 %). Poměr počtu vykladených vajíček k pupenům a na jiná místa stromu byl vyrovnaný na vzorcích stejné lokality. Průměrně 64,0 % pupenů bylo volných. Nejčastěji se vyskytovaly pupeny se dvěma až čtyřmi zimujícími vajíčky a hustota vajíček stoupala od spodních větví k vrcholu koruny.

Z rozboru 21 761 listů v průběhu vegetační doby vyplynulo, že zastoupení neokřídlených a okřídlených jedinců bylo v poměru 1,6 - 2,3 : 1 s tím, že byly v jednotlivých porostech zaznamenány dílčí odchylky. V průběhu vegetační doby se tento poměr výrazně měnil a byly zaznamenány dvě kulminace v abundanci - první v polovině června a druhá v polovině října.

Mezi atraktivní stanoviště s výskytem mšice *E. betulae* (Koch) se řadí polohy s chladnějším mikroklimatem, vystavené imisnímu stresu, který může prohloubit dlouhodobé sucho. Tento druh se projevuje jako indikátor znečištění prostředí vyšších poloh.

Kontrolu populační hustoty zimujících vajíček mšice *E. betulae* (Koch) je možné uskutečnit analýzou vykladených vajíček u 500 pupenů na souboru šesti až devíti jednotkových větví 50 cm dlouhých, odebraných ze střední části koruny. Disperze jednoho až dvou vajíček na pupen signalizuje zvýšené zastoupení a dispozici bříz pro rozvoj této mšice.

Poděkování

Příspěvek vznikl z výsledků projektu *Entomofauna porostů břízy imisní oblasti*, který je sponzorován Oblastní lesní správou, Městským a Okresním úřadem v Děčíně, Cementárnami a vápenicemi a. s. Čížkovice, Teplárnou Trnice a. s., Českou pojišťovnou a. s. a Komerční bankou v Ústí n. L. Firmou FCC Folprecht, Velká hradební 48, Ústí n. L., která je romanovaným dodavatelem hardware, software, síti Novell, SCO Unix, průmyslové elektroniky, kancelářské techniky, CAD pracoviště a systémů řízení podniků.

- CLARK, D. E.: New western garden book. Lane, Menlo Park, California, 1979.
- DIXON, A. F. G.: Reproductive activity of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoideus* (Schr.) (Homoptera, Aphididae). J. anim. Ecol., 32, 1963 : 33-48.
- GANGE, A.: Overwintering in the birch aphid, *Euceraaphis punctipennis*. Br. J. Ent. Nat. Hist., 2, 1989 : 181-183.
- GIBSON, R. W.: The distribution of aphids on potato leaves in relation to vein size. Ent. exp. appl., 15, 1972 : 213-223.
- GRUSHKOWITZ, B. W.: The population dynamics of two species of aphids, *Callipterinella calliptera* (Hartig) and *Euceraaphis punctipennis* (Zett.), influencing ornamental birch trees in San Leandro, California. M. A. Thesis, San Jose State Univ., 1976 : 151.
- HÁJKOVÁ, A. E.: The population ecology of three aphid species on *Betula pendula* Roth. in northern California. [Ph. D. dissertation.] Univ. of California, Berkeley, 1984.
- HÁJKOVÁ, A. E. - DAHLSTEN, D. L.: Discriminating patterns of variation in aphid (Homoptera: Drepanosiphidae). Distribution on *Betula pendula* in Northern California. Envir. Ent., 15, 1986 : 1145-1148.
- HÁJKOVÁ, A. E. - DAHLSTEN, D. L.: Distribution and dynamics of aphid (Homoptera: Drepanosiphidae) populations on *Betula pendula* in Northern California. Hilgardia, 56, 1988 : 1-33.
- HEIE, O. E.: The Aphidoidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Scandinavian Science Press, Klampenborg, 1982 : 176.
- NEUVONEN, S. - LINDGREN, M.: The effect of simulated acid rain performance of the aphid *Euceraaphis betulae* (Koch) on silver birch. Oecologia, 74, 1987 : 77-80.
- WRATTEN, S. D.: Aggregation in the birch aphid *Euceraaphis punctipennis* (Zett.) in relation to food quality. J. anim. Ecol., 43, 1974 : 191-198.

Došlo 15. 1. 1993

KULA, E. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno): Egg dispersion and seasonal population dynamics of the aphid *Euceraaphis betulae* (Koch) on birch. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 370-377.

In an immission-affected area of the Sněžník Forest Administration (Děčín Forest Enterprise, North Bohemia) with an average annual temperature of 7-8 °C, total precipitation amount of 700 - 800 mm, with a high portion of birch in substitute stands, the method of sample trees and unit branches was applied to investigate egg abundance, dispersion and locations of egg laying in the dominant aphid *Euceraaphis betulae* (Koch) to acquire data for the check and prediction of its occurrence. Seasonal variations of the population dynamics and the aphid requirements for on-site conditions were evaluated.

As for locations of egg laying, the dominant and most attractive spot of egg laying by the aphid is the bud part adjoining the twig. On average 83.4 % of eggs were found at this location, while 12.9 % of eggs were laid on rough spots in crotches. The remaining eggs were laid on rough spots of twigs (leaf, bud scars, rosette checks).

The ratio of the amounts of eggs laid around the buds and the amounts of eggs outside of the buds was even

and highly homogeneous in a majority of sample trees at the same locality.

An assessment of wintering egg dispersion around the buds has shown that there was one egg in 10.7 % of the buds, two eggs in 8.7 % of the buds, and three eggs in 6.3 % of the buds. The absolute amounts of eggs indicate with respect to the mentioned categories that the buds with two to four eggs were the most important (16.6 %; 18.0 %; 14.6 %) followed by the buds with five eggs (10.5 %) (Tab. II).

The abundance of wintering eggs of the aphid *E. betulae* (Koch) within the tree profile has demonstrated that in fall at a majority of the investigated localities the laying aphids focus their activity on branches in the middle and particularly in the top part of the tree (Tab. I). In the growing season, not only the overall population density of aphids is varying but also the percentage of winged and wingless aphids. Development of the population density in this area has two peaks. The high abundance of aphids in the spring season (end of May to end of June) is culminating in mid-June. A fortnight interval was observed between the peaks of the abundance of winged and wingless aphids.

The second seasonal peak of aphid abundance was found in mid-October with respect to the presence of the females laying fertilized eggs. Between the two peaks there is a winged viviparous generation of the aphid *E. betulae* (Koch) in birch stands, the population density of which with the spring peak is gradually decreasing until mid-September, and then an increase in the density follows in October. The spring peak equalled a third of the fall peak when the fertilized eggs are laid. The percentage of wingless and winged aphids was changing in the growing season; the marked dominance of wingless individuals in early May (28.4 : 1) rapidly decreased, and it had only twofold or threefold values since mid-May. The winged population was clearly dominant from end of June to end of August. Since mid-September the percentage of wingless and winged individuals is equalized, and a month later, the oviparous (wingless) aphids showed eight- to elevenfold dominance (Fig. 4).

The highest egg abundance (3.3 eggs per bud) was determined in birch stands of the forest type acidic *Piceetum Fagetum* at a height of 450 - 610 m above sea level, in immission zone B, with the rate of spruce damage due to immissions II - IVA, different exposures.

The abundances of wintering eggs show that the aphids prefer colder localities of northern exposure.

The above described analysis enables to check if necessary the population density of the aphid *E. betulae* (Koch) by sampling six to nine unit branches 50 cm long and determining the amounts of wintering eggs in 500 buds. An increased occurrence of the aphid *E. betulae* (Koch) is indicated by the density of one to two wintering eggs per bud.

Euceraaphis betulae (Koch); aphids; egg dispersion; seasonal population dynamics; birth; immission-affected area; check

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Emanuel Kula, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

HORMONÁLNÍ PORUCHY VÝVOJE PARŮŽKŮ

M. Vach

Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, 165 21 Praha-Suchbát

Častou příčinou poruchy vývoje parůžků je buď mechanické poškození, nebo onemocnění pohlavních žláz, nebo porucha v embryonálním vývoji srnce. Takovým příkladem jsou srnci holci, kteří nemají vyvinuté pučnice, ale většinou mají pohlavní žlázy normálně vyvinuté a jsou plodní. Změna činnosti jednoho nebo obou vaječnicků srny může být příčinou růstu parůžků. Parůžky srn jsou většinou velmi malé, slabé bez perlování, růží a často srně vyrůstá jenom jeden parůžek. Mnohem častěji než parůžky pozorujeme u starších srn výrazné pučnice. Parohatí srny jsou plodné. Poruchy hormonálního řízení vývoje parůžků mohou u srnců vyvolat stav, že nedojde ke shození parůžků a krátce nato srnec začíná ronit nové parůžky, které obrůstají starší parůžky. Na jedné nebo i druhé pučnici jsou pak dva nestejně staré parůžky. Tento jev byl pozorován nejčastěji u ročních srnců. Stresová zátěž ovlivňuje hormonální řízení vývoje parůžků zvláště u srnců do jednoho roku. Stres působí na kůru nadledvin, které začínou vylučovat tlumící hormony, brzdící růst parůžků. Proto tyto srnce většinou první parůžky nenasadí v půl roce, ale až v roce života. Stresovou zátěž nejčastěji vytváří vnitrodruhové napětí v populaci s větší hustotou nebo mezidruhové vztahy. Narušení funkce jedné nebo obou ráží u srnce působí výrazné hormonální poruchy vývoje parůžků. Srnci v takovém případě neukončí vývoj parůžků vytlučením, ale po určité růstové pauze růst znovu obnoví a vytváří se tak paruka. Růst paruky mladých srnců je intenzivní. Starším srncům paruka roste pomalu a většinou nedoroste takových rozměrů. Příčiny ztráty funkčnosti nejsou jednoznačně prokázány.

bezparohost; dvouparohost; paličkáč; parukáč; paruka; hormon; ráže

Změny hormonálního řízení vývoje parůžků jsou nejčastěji ovlivněny poruchou činnosti pohlavních orgánů. Příčinou poruchy činnosti pohlavních orgánů je často onemocnění, úraz, stresové stavy, ale i vysoký věk.

Poruchy vývoje parůžků jsou popisovány v mnoha publikacích, ale pravá příčina poruchy je většinou vyslovena jako hypotéza. Ve většině případů, kdy byl uloven srnec s parůžky, které byly v růstu ovlivněny hormonální poruchou, nebyla provedena odborná pitva a celkové laboratorní vyšetření.

Tento nedostatek způsobil, že se dodnes nemůže uzavřít teorie o vzniku holců, dvojparohosti, růstu parůžků smám a parukáčů.

MATERIÁL A METODA

Materiál pro část práce o paličkáčích byl získáván z chovatelských přehlídek 52 okresů za období 1986 až 1987 a vyhodnocuje 5080 srncích lebek s parůžky stupně paličkáče.

Materiál pro část práce o parukáčích byl získán příležitostně, v soukromých sbírkách trofejí, na výstavách v Plovdivu v r. 1981, v Norimberku v r. 1986, zámku Konopiště a Národního muzea v Praze.

Materiál o bezparohosti, dvouparohosti a výskytu parůžků u srn nebyl v období, kdy se podklady práce shromažďovaly a vyhodnocovaly, k dispozici. Pro úplnost tematiky o hormonálních poruchách vývoje parůžků v práci uvádím citace jiných autorů.

Pro měření tělesných, lebečních a parožních charakteristik byly využity metody používané v pracích o srncích zvěři (V a c h , 1983, 1984, 1986, 1989).

BEZPAROHOST

Zvláštní postavení ve vývoji parůžků má srnec holec (mnich), který nemá parůžky a často mu chybí i pučnice. Tato porucha vývoje parůžků je (J a c z e w s k i , 1981) ovlivněna recesivními geny (způsobujícími ústup). Lincoln et al. (1973, 1977) prováděl i pokusy s rozmnožováním holce jelena evropského. Potomci měli normálně vyvinuté paroží.

Pokud budeme předpokládat, že je vznik holce ovlivněn jedním dominantním genem, pak u homozygota musí být všichni potomci samčího pohlaví holci. U heterozygota bude pak polovina potomků s paroží. Tato teorie není však dostatečně ověřena v praxi a vyžádá si mnoho dalších pokusů. Podle dosavadních známých výsledků bude vznik holců ovlivněn určitou, zatím nedefinovanou poruchou v embryonálním vývoji jedince (zřejmě nepříznivými nutričními podmínkami pro optimální vývoj plodu) a nebude dále geneticky fixován (B a r t o š , 1991). Raesfeld (1965) na základě svých pozorování a doložených zpráv nabyl přesvědčení, že u holců je absence samčího pohlavního hormonu od počátku postnatálního vývoje. Lze tedy předpokládat, že srnci neměli v embryonálním vývoji vyvinuté ráže. B r a n d t (1901) popisuje příklad z Německa, kde byl začátkem prosince uloven srnec, u kterého nebyly vyvinuty parůžky ani pučnice. Při vývrhu byla nalezena jedna ráže velikosti fazole, která nesestoupila do scrota. Srnec měl hmotnost (vzvržený) 10 kg a byl starší jednoho roku, protože měl mléčný chrup delší dobu vyměněný za trvalý. Podle dalších popsání případů je téměř pravidlem, že holci měli znatelné vnější pohlavní orgány a byli plodní. H e l l (1979) ve své monografii připouští výskyt srnce holce za velice ojedinělé a v Čechách a na Slovensku zatím nedoložený.

SRNY S PARŮŽKY

Parůžky srn jsou velmi řídkým úkazem. Doložených zpráv o ulovení nebo pozorování srn s parůžky je velmi málo. Dále častěji než vyvinuté parůžky u srn zjišťujeme nápadně vyvinuté pučnice. Zvláště u starších srn můžeme pučnice pozorovat i na živé zvěři.

Parůžky srn jsou většinou velmi slabé, krátké, bez perlování a výrazné růže. Často je vyvinuta buď jen jedna lodyha, nebo srna nosí malou paruku jen 5 až 7 cm vysokou.

R a e s f e l d (1965) v monografii popisuje vývoj parůžků u srny od narození. V prvním roce se srneče

výrazně vyvinuly pučnice, které v následujícím roce (v březnu) dosáhly výšky a síly jako u půlročního smrčka. Srna byla po celý rok chována odděleně v obůře a proto nebyla oploďněna. Na podzim byly pučnice vysoké již 3 cm. V následujících letech srna kladla pravidelně smrčata. Ve věku pěti let srna vytloukla první parůžky (lodyhy byly vysoké 5 a 6 cm). Tyto parůžky na podzim srna shodila. Po několika týdnech se vývoj parůžků opakoval. Tyto druhé parůžky měly i dobře vyvinuté růže. Třetí parůžky měly lodyhy silnější s velmi dobře vyvinutými růžemi a výška parůžků byla 11 cm. Tyto parůžky srna přes četné pokusy nevytloukla a tak je shodila i s lýčím. V dalším roce byly parůžky opět silnější a měly základ vidlaka. V devátém roce srna nekladla smrče a parůžky také neshodila. Nevytlučené parůžky zvětšovaly svou velikost a stala se z nich paruka, která v následujícím roce dosáhla úrovně světél a později je mírně překrývala. V jiném případě, který autor uvádí, vyrostly srně první pučnice až v pátém roce, ale do věku dvanácti let na nich nevyrostly parůžky. Teprve ve třináctém roce v prosinci nasadila srna parůžky 10 cm vysoké na jedné straně s náznakem vidlaka. V následujícím roce v květnu vytloukla parůžky a krátce na to kladla dvě smrčata. Po třech týdnech byly parůžky shozeny. Zajímavé bylo, že spodní část parůžků byla v délce 1,5 cm dutá. V červenci téhož roku nasadila srna druhé parůžky.

Duté parůžky byly pozorovány u jiné srny, která byla ulovena v domnění, že je to slabý smec. Na krátkých pučnicích měla tato srna parůžky vysoké 6 až 8 cm s dobrým perlováním. Nedaleko místa ulovení byl nalezen shoz, který byl evidentně shozen v minulém roce a byl také dutý.

U parohatých srn byly provedeny pitvy, které většinou potvrdily, že se jedná o hermafrodity. B o a s (1892) pozoroval srnu, která měla vnější znaky srny, ale nosila parůžky špičáka, které vytloukla až v následujícím roce v březnu. Začátkem května tyto parůžky srna shodila. Koncem května začal růst nových parůžků, které byly ukončeny opět na stupni špičáka. V následujícím roce byla srna pozorována se smrčetem a v říjnu byla ulovena a byla provedena pitva. V tuto dobu měla srna nevytlučené parůžky 5 až 8 cm vysoké. Růže byly velmi silné a vzájemně se prorůstaly. Pitvou bylo zjištěno, že samičí orgány jsou vyvinuty jen na jedné straně. Na straně druhé byl zjištěn orgán podobný ráží zjevně zakrmlý. Škoda, že tato ráže nebyla histologicky prozkoumána. Z doložených materiálů autora je pozoruhodné, že se ve stejné honitbě ulovily srny s paroží již dříve a v dalších třiceti letech bylo uloveno ještě šest srn s parůžky. Dvě srny měly dokonce průměrné parůžky jako srnci - v jednom případě vidlaka, ve druhém šesteráka.

Srny s pučnicemi nebo s malými parukami mají normálně vyvinuté pohlavní orgány, ale vlivem omezené nebo vysokého stáří zanikla jejich funkce a tím i vliv samičího hormonu.

Z doložených zpráv je u nás výskyt srn s parůžky velmi vzácný. Za posledních dvacet let je to jen pět případů, kdy se ulovila srna se slabými parůžky. Za svou věc než třicetiletou praxi jsem pozoroval v červenci, ale i v srpnu jednu srnu s jedním parůžkem 3 až 4 cm vysokým v lýči. Srnce, které se s ní pastvilo, bylo evidentně její. V září jsem v této části honitby pozoroval pouze smrče, ale srnu už ne. Zřejmě byla ulovena jako slabý smrček. Nepřítomnost ráží u tak slabě vyvinutých „smrček“ mnoha myslivců zřejmě není ani podezřelá. Proto je možné, že srn s parůžky bylo uloveno víc než se domníváme.

Jev často označovaný jako dvouparohost je u srnců ojedinělý a v literatuře není popsáno mnoho případů. Dvoje parůžky vyrůstající z jedné pučnice jsou nestejně staré. Zpravidla je na pučnici starý neshozený parůžek a v následujícím roce vyrostle parůžek další, který většínou z boku obrůstá starší parůžek.

Příčina, proč není starý parůžek v normálním období shozen, není dosud spolehlivě objasněna. Lze však předpokládat, že hladina testosteronu neklesá a proto nedochází k odlomení parůžků. Tuto domněnku podporuje i to, že druhé parůžky, které vyrůstají podle starého neshozeného paroží, jsou ve vývoji oslabeny, protože je růstový hormon tlumen vysokou hladinou testosteronu. Často se stane, že úpravou hormonálních hladin se paroží vývoj vrátí do normálního cyklu a oba parůžky (starý i nový) se odlomí najednou. V dalších letech je pak vývoj normální s jedním parůžkem na jedné pučnici. V literatuře je nejčastěji popisována dvouparohost u ročních srnců, kdy se hormonální porucha projevuje snadno. V takovém případě první parůžky (špičky bez růží) jsou obklopeny dalšími špičkami. Dvouparohost se projevuje jednostranně (na jedné pučnici), nebo oboustranně (na obou pučnicích).

B o h n (1939) popisuje dvouparohost srnce uloveného ve Slezsku. Parůžky špičáka s dobrými růžemi obrostly parůžky špičáka bez růží.

PALÍČKÁČI

Vlivem častého rušení zvěře při odpočinku se dostává výrazný stresový stav, při kterém se v hypofýze vylučuje hormon, působící vyšší činnost kůry nadledvin, tu potom vylučují kortizon, který má tlumivý vliv na vývoj parůžků. B u b e n f k, B u b e n f k (1965) zjistili, že v honitbě s optimální populační hustotou byla hmotnost nadledvin menší než tomu bylo v honitbě výrazně přezvěšené. To potvrzuje i zjištění autorů W a g e n k n e c h t a (1976) a B u b e n f k a (1976), že vysoká populační hustota působí zvláště mladé dospívající zvěři stále stresové stavy, které se potom projeví v opožděném růstu prvních parůžků. V optimálních podmínkách nasadí srnec první parůžky (špičky) již v šesti měsících a ve 12. až 14. měsíci podruhé. Smec, který žije stále ve stresu nebo jehož tělesný vývoj je opožděn, nasadí první parůžky v době, kdy jiný, stejný starý smec již nasadil parůžky druhé.

PARUKÁČI

Srncům, kterým se během života zastaví činnost ráží, vyrůstají parůžky neobvyklých tvarů i velikostí a jejich vývoj není každoročně ukončen vytlučením lýči a shobením parůžků. Tento tvar parůžků se nazývá paruka. Příčiny poruchy ráží mohou být různé, ale nejčastěji se zdá, že hlavní příčinou je mechanické poškození ráží nebo částečná, případně úplná kastrace. U čtrnácti parukáčů bylo laickou pitvou zjištěno, že 58 % parukáčů nemělo ráže vůbec, 21 % parukáčů mělo jednu ráži a 21 % parukáčů mělo velmi malé, údajně nefunkční ráže. Tato změna funkce pohlavních orgánů srnce je provázána absencí pohlavního hormonu, který má ve vývoji parůžků významnou úlohu při mineralizaci hmoty parůžků a vytlučení parůžků. V případě, že pohlavní hormon chybí nebo je jeho hladina nedostatečná, pak jsou parůžky nedostatečně mineralizované a jejich růst není v jarních měsících ukončen vytlučením lýči, ale pokračuje.

čuje dalším růstem, který je intenzivní koncem zimy a v jarních měsících. V letních měsících paruka téměř neroste. Paruka zpočátku roste rychle do výšky a teprve později se zvětšuje obvod lodyh, růží a ve velké míře se tvoří bohaté a velmi členité perlování lodyh a růží. V dalším vývoji paruky dominuje přrůst hmoty parůžků v dolní části. Je to převážně velké perlování, které se každoročně ukládá na mineralizované lodyhy a růže. V době intenzivního růstu paruky (únor až duben) je bohaté perlování měkké a bývá často poraněno o suché větve. Poraněná paruka se málo kdy vyhojí, protože do poraněných částí paruky nakladou vajíčka mouchy. Přítomnost mušek larev v paruce končí pro srnce zpravidla úhynem. Rovněž tak mohutný růst paruky, která ve spodní části začne překrývat světla a tím znemožní srnci vizuální orientaci, způsobí výrazné zhoršení tělesné kondice a později končí úhynem. Tělesná hmotnost parukáčů je v době, kdy paruka výrazně neovlivňuje základní životní funkce, poměrně dobrá, dokonce i nadprůměrná. Tyto poznatky potvrzuje J í l e k (1940), který zjistil u třiletého parukáče hmotnost 21,15 kg (vyvrženého). Obdobné zjištění popisuje Š k v o r (1965), který u třiletého parukáče (vyvrženého) zjistil tělesnou hmotnost 20 kg. Průměrná hmotnost dvaceti vážených (vyvržených) parukáčů byla 15,30 kg.

Tvar paruky je výrazně ovlivněn základem architektiky parůžků, která může být u každého srnce odlišná. Přesto je nejčastější tvar paruky tzv. biskupské čepice. Roční srnci mívají malou houbovitou paruku. Hmotnost paruky je často značná a může přesáhnout i 5 kg (P e r n i c a, 1981). Průměrná hmotnost paruky čtyř srnců byla 4,05 kg. Výška paruky je závislá na shodných faktorech, které ovlivňují růst parůžků, a také na době, jak dlouho paruka roste. Nejvyšší paruku 28 cm popsal S u c h ý (1958). Průměrná výška čtyř měřených paruk byla 25,5 cm.

Věk parukáčů nepřesahuje většinou osm let. Průměrný věk ulovených parukáčů od r. 1889 do r. 1991 (23 srnců) je 4,5 roku.

Vznik a růst paruky je nejčastěji vysvětlován absencí pohlavního hormonu. K tomu jednoznačněmu tvrzení však chybí více pitev parukáčů, při kterých by bylo možné provést přesnější diagnózu než tomu bylo při laických pozorováních. Absence pohlavního hormonu nemusí být a zřejmě není jedinou příčinou tvorby paruky. Jsou známy případy (R a e s f e l d, 1965), kdy srnec s normálně vyvinutými rážemi nasadil paruku a naopak srnec s rážemi, které velikostí odpovídaly nefunkčnímu orgánu, vytloukl řádné lýči. Obdobný těžko vysvětlitelný vývoj parůžků byl pozorován ve východním Prusku, kde srnec vytloukl lýči na pravé lodyze, která byla dlouhá 18 cm, a na levé lodyze zůstala stále rostoucí paruka. Tyto skutečnosti nabízejí otázku, zda je absence pohlavního hormonu jediným faktorem, který tvorbu paruky ovlivňuje?

Následující příklady tuto otázku podporují. B r a n d t (1901) popsal vývoj paruky srnce chovaného v zajetí. Srneček nasadil první parůžky (5 cm vysoké špičky), které na jaře vytloukl. Koncem října tyto špičky shodil a během zimy nasadil středně silné parůžky šesteráka. Koncem března - po vytlučení parůžků - se agresivita srnce natolik stupňovala, že musel být vykastrován. V polovině dubna shodil oba parůžky. Po čtyřech týdnech se růst parůžků obnovil a koncem srpna měl srnec mimořádně silné a perlené parůžky, které ovšem nevytloukl. Další růst parůžků byl zaznamenán v zimních měsících a byl zastaven v květnu. Tak se to opakovalo

ještě následující zimu, kdy paruka vyrostla do abnormálního rozměru. Starší paroží hmotou byla zkosnatělá, pouze perlování bylo měkké a v době růstu velmi teplé. Mineralizace perlování byla pozorována až koncem července a v srpnu. Podle autora je růst paruky u mladých srnců intenzivnější než u srnců starších. B r a n d t (1901) také popisuje případ, který je velmi neobvyklý a může se zdát až neuvěřitelný. Stal se při lovu kapitálního srnce. Srnec po ráně zůstal v ohni a protože se záhy nato začal zvedat, byl mu dán záraz. Při zárazu se odlomila špička loveckého nože, která zůstala v krční páteři. Potom byly srnci odříznuty ráže. Srnec se po odříznutí ráží prudce zvedl a než se myslivec vzpamatoval, zmizel v blízké mlazíně. Dosedl byl neúspěšný. Po pěti letech byl v blízkém okolí uloven parukáč s malou, jen 12 cm vysokou parukou. K velkému překvapení byla ve vaz u srnce nalezena špička loveckého nože a srnec neměl ráže. Nepochybně se jednalo o staršího srnce, který byl před pěti lety postřelen. Na tomto příkladu je vidět pomalý růst paruky, který je typický pro starší srnce. Růst paruky u mladého srnce je podle autora velmi intenzivní, jak dokazuje uvedený příklad. Dvouletý srnec byl kastrován v době, kdy nasadil paroží špičáka, které bylo ještě v lýči a vrchní část parůžků byla ještě měkká. Po kastraci se růst parůžků výrazně zvětšil (zvláště do objemu). Perlování bylo velmi bohaté. Do poloviny listopadu růst parůžků pokračoval až úplně ustal. Nový intenzivní růst byl zaznamenán až koncem února. Perlování a nová rosolovitá hmotu dosáhla úrovně světla, až je úplně zakryla. Začátkem dubna růst paruky zpomalil až úplně ustal. Tato abnormální paruka byla významnou příčinou brzkého úhynu srnce. P e r n i c a (1981) pozoroval mladého čtyřletého srnce, který měl v únoru ještě malou paruku a v květnu spodní část mohutné paruky překrývala světla. Velmi rychlý růst paruky u mladého srnce (čtyřletého) potvrzuje i D i v i š (1984). Tomuto srnci překrývala paruka nejen světla, ale části rosolovité hmoty paruky podobné velkému perlování visely až pod úroveň spodní čelisti.

Příčiny vzniku parukáčů se v mnoha obůrkách uměle vytvářely. Cílem bylo rozšíření poznání o tomto nestandardním parožení. K r á l (1924) provedl několik pokusů s kastrovanými srnci a dospěl k názoru, že je jedno, kdy byly ráže odstraněny, zda v době, kdy srnec teprve ronil parůžky nebo již měl vytvořené, ale dosud měkké parůžky - vždy se vývoj přeměnil v tvorbu paruky. Další pokusy z padesátých let, které prováděl P l u g f e l d e r (1950), přinášejí nové pohledy na vývoj parukáčů. V pokusném zařízení byl dvouletý srnec s parůžky šesteráka v lýči kastrován. Tento zákrok ovlivnil vývoj parůžků natolik, že se přeměnily v mohutnou paruku. V dalším roce se paruka opět zvětšila, ale v místě poranění byly patrné rozsáhlé záněty. Proto se přistoupilo k začátku dubna k aplikaci Testovironu a vitamínu E. Výsledek se dostavil za dva týdny; srnec začal parůžky vytloukat. Krátce nato, když účinek hormonu a vitamínu odezněl, srnec parůžky shodil a na podzim růst paruky pokračoval. Při dalším pokusu bylo zjištěno, že samičí hormon působí na vývoj parůžků a paruky obdobně. Desetíměsíčnímu srnci s měkkými paličkami bylo po kastraci podáván folikulový hormon. Parůžky se dále vyvíjely až do stupně šesteráka. V horní polovině byly parůžky vytlučeny jen částečně a koncem května je srnec shodil. H o l c m a n (1974) kastroval dvouletého srnce. Po kastraci srnec shodil parůžky špičáka a nasadil paruku. Po aplikaci Agovironu byla paruka shodena a krátce nato vyrostla nová.

V zajetí se provádělo mnoho pokusů s parukáči a již pro rozšíření poznatků v tomto zvláštním jevu vývoje paruků, nebo pro tvorbu paruky, která byla vždy „vzácným úlovkem“. Tito parukáči vznikali vždy umělým zákrokem - kastrací. Parukáč, kterému se injekčně dodá pohlavní hormon testosteron, ukončí vývoj paroží pod parukou, mineralizované paroží vytluče a krátce nato shodí a růst paruky pokračuje.

V pokusných zařízeních je tedy vše ovlivněno přáním člověka. Ve volné přírodě je výskyt parukáčů stále zastřen mnoha nejasnostmi. Pokud bude možné provést u divoce žijících parukáčů všechny potřebné testy, objasní se i toto „bílé místo“. I když výskyt parukáčů není častý, bylo jich za posledních padesát let uloveno poměrně dost. K a r á s e k (1977) potvrzuje, že na Horšovskotýnsku bylo za deset let v okruhu asi 10 km uloveno pět parukáčů. Na Kutnohorsku byli za dvanáct let uloveni čtyři parukáči (V a c h, 1984).

Je vidět, že ulovky parukáčů nejsou zdaleka tak vzácné. Je jich však velmi málo publikovaných a ještě méně odborně vyšetřených. V praxi se uvádí jako příčina poranění ráží úraz způsobený při přesazování ohradníků nebo jiných překážek. Při zamýšlení nad touto alternativou je nutné připomenout, že je tato hypotéza nepodložená a navíc i technicky nemožná. Ráže s malým šourkem jsou velmi dobře chráněny a je nepravděpodobné, že by se při přesazování překážek poranily. Podle četných pozorování chování srnců je často vidět, že v období hierarchického a teritoriálního vítězství srnec odhání poraženého soka a často se snaží bodnout soka do krajiny obřítu. Že se tato snaha často naplní, potvrzují četná pozorování. P o d h a j s k ý (1927) nalezl na šourku srnce jizvy po roztržení pokožky, které se zdály být jako od psa. Š k o r o (1965) nalezl jednu ráži, která byla poškozena pravděpodobně probodnutím. S e d l á k (1985) nalezl kolem šourku četné stopy zizvení. Je možné, že většina poraněných ráží parukáčů byla probodena parukou silnějšího soka.

největší počet paličkáčů je loven v severomoravské oblasti a nejmenší počet v severočeské oblasti. Vysvětlení tohoto dlouhodobého jevu není jednoznačné. V analýze bylo přihlédnuto k poměru pohlaví lovené zvěře, k ploše lesa, k rekreačnímu tlaku a výskytu ostatní spárkaté zvěře. Vztah mezi uvedenými činiteli a výskytem paličkáčů byl v šesti sledovaných oblastech významný, pouze v severomoravské oblasti nebyl jednoznačný. Mezi počtem paličkáčů a populační hustotou srnců zvěře a ostatní spárkaté zvěře byl zjištěn nejvyšší vztah. Při podrobném vyhodnocení bylo zjištěno, že největší tlak na prostor a tím i na srnce zvěř vytváří jelen sika, daněk a muflon.

PARUKÁČI

Výskyt parukáčů je ovlivněn poruchou funkce ráží. Soubor ulovených parukáčů za období 1898 až 1992 tuto teorii potvrzuje. V tab. I je uvedeno čtrnáct případů, kdy byly ráže parukáče buď poškozeny, nebo výrazně zmenšeny. Je velká škoda, že u ostatních parukáčů nebyl údaj o rážích zjištěn. Jediný podrobný popis byl získán z detailního rozboru uloveného parukáče z Hornosázavské pahorkatiny.

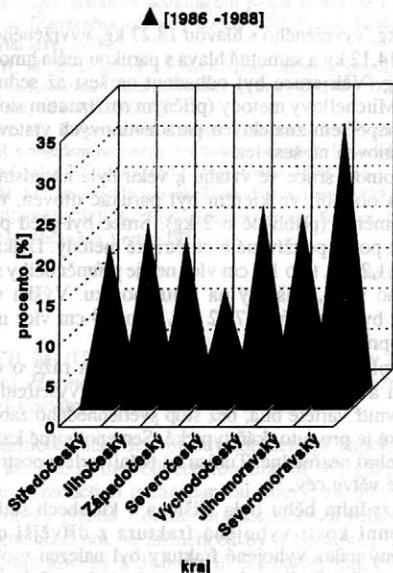
V lesní honitbě Rataje nad Sázavou (okres Kutná Hora) byl 13. 6. 1991 v dopoledních hodinách spatřen srnec parukáč, který se pastvil v jetelotrávě. Chování srnce bylo neobvyklé, k okolí téměř apatické. Nebylo obtížné srnce pozorovat z malé vzdálenosti. V dopoledních hodinách se podařilo srnce znovu pozorovat. Srnec byl asi 250 m vzdálen od místa, kde byl dopoledne. Při pozorování srnce, který procházel smrkovou kmenovinou, bylo vidět, že je málo obezřetný. Ulovení parukáče nebylo obtížné. Srnec byl ihned po ulovení odborně vyšetřen a proto bylo možné stanovit pravděpodobnou příčinu neobvyklého parožení. Srnec byl prakticky nepřebarven, pouze na hlavě a krku převládalo letní přebarvení. Hmotnost nevyvrženého srnce s hlavou byla

VÝSLEDKY

PALIČKÁČI

Stále častější výskyt paličkáčů v prvním roce života srnce nelze jednoznačně považovat za projev špatného genetického základu zvěře. Několikaletým pozorováním srnců zvěře a vyhodnocováním chovatelských opatření a výsledků je vidět, že se výskyt paličkáčů zvyšuje tam, kde převažuje plocha lesa nad plochou polí, dále tam, kde je rozvinuta denní i dlouhodobá rekreace, a hlavně tam, kde se neudrzuje optimální poměr pohlaví. V honitbách, kde je velká nadpočetnost srnců, dochází v krátké době ke zvýšení populační hustoty vysoko nad únosnost obývaného prostředí. Neúměrná hustota zvyšuje vnitrodruhovou konkurenci, která u srnců zvěře vyvolává stres. Pokud na takovou populaci působí ještě další rušivé vlivy prezentované např. rekreačním tlakem, je stres výrazně zesílen. Narušováním klidu zvěře jsou výrazně ovlivněny fyziologické pochody, které způsobí především změnu hormonální činnosti, kdy se dočasně zvýší působení tlumivých hormonů nadledvin. K těmto změnám se často přidá špatná tělesná kondice, většinou i špatný zdravotní stav a pochopitelně i menší dispozice vytvářet silnější paroží.

Na obr. 1 je vidět zastoupení srnců paličkáčů v sedmi správních oblastech v procentech. Tento podíl byl vztažen k počtu 25 382 ulovených srnců. Z obr. je vidět, že



1. Podíl srnců paličkáčů z celkového počtu ulovených srnců v ČR v procentech - The percentage of roebucks-knobbers in the total number of roebucks bagged in the CR

Rok ulovení ¹	Věk ²	Hmotnost v kg ³		Výška paruky ⁴ (cm)	Ráže (nálež) ⁵
		tělesná *)	hlavy **)		
1989	4 - 5				jedna atr. ráže
1923	5				bez ráží
1924		18,00		21	bez ráží
1940	3	21,15			
1948	2 - 3	18,00			
1957	5	18,00			
1958	5 - 6	10,00	2,80	28	malé ráže
1965	3 - 4	20,00			ráže probodená
1970	8	16,00			bez ráží
1974	8	17,50			bez ráží
1974	6	13,00			
1975	4 - 5			26	ráže velmi malé
1979	3	19,00			
1981	4	18,00	5,50		bez ráží
1984	6	14,50			
1984	3 - 4	11,00			
1984	4	9,00			
1985	4	17,00		27	malé ráže
1990	8	11,00	3,75		bez ráží
1991	3	12,00			bez ráží
1991	6 - 7	15,00			bez ráží
1992	4	13,00			jedna ráže
1992	3	15,00			

¹ year of bagging, ² age, ³ weight in kg, ⁴ height wig, ⁵ testicles (finding)

*) tělesná hmotnost (vyvržený bez hlavy) – body weight (gralloched animal without head)

**) hmotnost hlavy s parukou – weight of head with wig

22,25 kg, vyvrženého s hlavou 18,27 kg, vyvrženého bez hlavy 14,12 kg a samotná hlava s parukou měla hmotnost 4,15 kg. Věk srnce byl odhadnut na šest až sedm let. Podle Mitchellovy metody (přičinný rozřeznutím stoličky M₁ a odpočtem znatelných paradentinových vrstev) byl věk stanoven na šest let.

Hmotnost srnce ve vztahu k věku byla na místní poměry a období, ve kterém byl parukáč uloven, mírně podprůměrná (přibližně o 2 kg). Srnec byl před pitvou změřen podle používané biometrické metody. Délka těla byla 111,2 cm, tj. o 1,3 cm více než je průměr délky srnců stejného věku, zjištěný na Kutnohorsku. Výška v kohoutku byla naměřena 74,2 cm, tj. o 1,4 cm více než je místní průměr.

Při pitvě byla nalezena pouze jedna ráže o délce 16 mm a šířce 7 mm. Při histologickém vyšetření byla tkáň uvnitř varlete bílá, bez stop světlehnědého zabarvení, které je pro tuto tkáň typické. Semenotvorné kanálky byly velmi nezřetelné. Tunica na tkáni varlete postrádala typické větve cév.

Na zadním běhu byla zjištěna v kloubech stehenní a holenní kosti vyhojená fraktura z dřívější doby. Obdobný nálezy vyhojené fraktury byl nalezen v oblasti spony stydky. Podle fraktur lze vyslovit domněnku, že se srnec střetl s motorovým vozidlem nebo si poranění způ-

sobil při pádu se skalních výstupků, kterých je v okolí poměrně dost. Zřícení zvěře se skalních výstupků není v této oblasti ojedinělé. Celé Posázaví je pod velkým rekreačním tlakem, kde je zvěř od jara do podzimních měsíců intenzivně rušena. Při úniku před nebezpečím si velmi často způsobí zranění.

Orgány nevykazovaly viditelné změny, pouze hmotnost byla rozdílná ve srovnání s orgány srnců s normálním vývojem parůžků. Trávník a střeva (1,8 kg) byly o 2,65 kg lehčí než je místní průměr u stejně starých srnců. Plíce (0,38 kg) byly o 0,03 kg lehčí, srdce (0,25 kg) mělo shodnou hmotnost s průměrem, ledviny (0,14 kg) měly vyšší hmotnost o 0,04 kg. Největší rozdíl v hmotnosti proti místnímu průměru byl zjištěn u jater (0,73 kg). Játra parukáče měla větší hmotnost o 0,19 kg.

Příčinu růstu paruky je možné hledat ve zranění zadního běhu a pánve, kde pravděpodobně došlo k mechanickému přerušování cév vedoucích k rážím, které se po vyhojení fraktur nezprůchodnily a proto ráže přestaly plnit svou funkci.

Několik kilometrů od místa ulovení parukáče byli v minulých dvanácti letech uloveni již dva parukáči. Ani jeden se však nedostal k odbornému vyšetření a proto nebylo možné tolik potřebné informace o vývoji parukáčů porovnat se současným nálezem.

Hormonální poruchy vývoje srnčích parůžků jsou ovlivněny oslabenou funkcí pohlavních žláz. Příčina oslabení je mechanické poškození, atrofie nebo onemocnění pohlavních žláz. Některé změny vývoje parůžků nemusí ovlivňovat jen hormonální porucha, ale i porucha v embryonálním vývoji srnce. Takovým příkladem jsou srnci holci, kteří nemají vyvinutou pučnici, ale ve většině případů mají pohlavní žlázy normálně vyvinuté a jsou plodní. Bezparohost srnců je velmi ojedinělá.

Změna činnosti jednoho nebo obou vaječníků srny může být příčinou růstu parůžků. Parůžky srny jsou většinou velmi malé, slabé bez perlování, růží a často srně vyrůstá jenom jeden parůžek. V menším počtu případů srnám vyrůstají větší parůžky (vidlák nebo šesterák). Byly pozorovány srny, které parůžky nevytvořily, a jejich vývoj se velmi podobal paruce. Výskyt parohatých srn není častý. Mnohem častější jsou u starších srn výrazné pučnice. Parohaté srny jsou plodné a byly pozorovány se srnčaty.

Poruchy hormonálního řízení vývoje parůžků mohou u srnců vyvolat stav, že nedojde ke shoení parůžků a krátce nato srnec začne ronit nové parůžky, které obrostají starší parůžky. Na jedné nebo i druhé pučnici jsou pak dva nestejně staré parůžky. Tento jev byl nejčastěji pozorován u ročních srnců, kteří neshodili první parůžky a ty pak obrostly druhými parůžky, většinou také stupně špičáka. U ročních srnců hladina testosteronu volně klesá až v podzimních měsících (listopad až prosinec). Někdy se může stát, že pokles testosteronu není výrazný a roční srnec v prosinci parůžky neshodí a začne ronit parůžky další.

Častá stresová zátěž může také ovlivnit hormonální řízení vývoje parůžků zvláště u srnčků do jednoho roku. Stresová zátěž zvyšuje hladinu hormonů tlumících růst parůžků. Proto tyto srnečky většinou parůžky nenasadí v půl roce, ale až ve dvanáctém až čtrnáctém měsíci. Tito roční srnci mají zpravidla stejně malé paličky jako půlroční srnečky, kteří žijí v optimálních podmínkách. Stresovou zátěž nejčastěji vytváří vnitrodruhové napětí v populaci nebo mezidruhové vztahy a často i tlak rekreace.

Částečné nebo úplné vyřazení funkce ráží u srnce působí výrazné hormonální poruchy vývoje parůžků. Srnci v takovém případě neukončí vývoj parůžků vytlučením, ale po určité růstové pauze, která bývá od května do října, se růst znovu obnoví a vytváří se tak paruka. Růst paruky mladých srnců dvouletých až tříletých je intenzivní a brzy přesáhne přes světlá; takový srnec brzy uhynie. Starším srncům paruka roste pomalu a většinou nedoře takových rozměrů. Velikost paruky je tedy závislá na tom, v jakém věku srnce došlo k hormonálním změnám. Prováděné pokusy se srnci potvrzují, že kastraci nebo mechanickým poškozením ráží dochází k růstu paruky. Jaké hormonální změny nastanou, nebylo dosud přesně stanoveno. Rozhodně nelze jednoznačně říci, že tuto změnu vývoje parůžků způsobí absence pohlavního hormonu. Testosteron byl zjištěn i u kastrováných srnců. Proto je pravděpodobnější, že růst paruky působí jen výrazný pokles hladiny testosteronu, ovlivněný nefunkčností ráží.

Příčiny ztráty funkčnosti ráží nejsou jednoznačně prokázány. U vyšetřovaných srnců byly shledány stopy po mechanickém poranění šourku a někdy i varlat. Podle povahy jizev a charakteru poranění se zdá nejpravděpodobnější příčina bodnutí parůžky odhánějícího soka.

BARTOŠ, L.: Genetika parohů. In KOMÁREK V., KOČIŠ J. et al.: Biologické základy poľovnej zveri. Bratislava, Príroda 1991: 89-98.

BOAS, J. C. V.: Beitrag zur Kenntnis des Hermaphroditismus beim Rehwild. Der Weidmann, H. 50, 1892.

BOHN, G.: Eigenartige Doppelkopfbildung bei einem Rehbock. Deutsche Jagd, Neudamm, H. 8, 1939.

BRANDT, K.: Das Gehörn. Berlin, Parey 1901.

BUBENÍK, G. A. - BUBENÍK, A. B.: Adrenal Glands in Roeder (*Capreolus capreolus* L.). Les Rapports du VIII Congrès Beograd - Ljubljana, 1965: 93-97.

DIVÍŠ, V.: Parukáč. Myslivost, 1984, č. 12: 282.

HELL, P.: Srnčia zver. Bratislava, Príroda 1979.

HOLCMAN, J.: Parukáč. Myslivost, 1974, č. 10: 233.

JACZEWSKI, J.: Porozelenie jeleniowatych. Warszawa, PRWiL 1981.

JÍLEK, J.: Vady a zrudby parohů a jejich příčiny. Stráž myslivosti, 1940, č. 10: 181-192.

KARÁSEK, Z.: Výskyt parukáčů na Horšovskotýnskú. Myslivost, 1977, č. 10: 232.

KRÁL, F.: Srnčí paruka. Stráž myslivosti, 1924, č. 1: 9-10.

LINCOLN, G. A.: Appearance of antler pedicles in early foetal life in red deer. J. Embryol. Exper. Morph., 29, 1973: 431-437.

LINCOLN, G. A. - FLETCHER, T. J.: History of a hummel. Offspring from father / daughter matings. Deer, 4, 1977: 86-87.

PERNICA, A.: Parukáč z honitby MS Knínice. Myslivost, 1981, č. 9: 208.

PFLUGFELDER: Hormonale Beeinflussung des Rehbockgehörn. Wild und Hund, Hamburg, H. 14, 1950.

PODHAJSKÝ, K.: Srnčí paruka. Stráž myslivosti, 1927, č. 16: 215-217.

RAESFELD, F.: Das Rehwild. Hamburg - Berlin, Paul Parey 1965.

SEDLÁK, V.: Zajímavá trofej z Nezabavčic. Myslivost, 1985, č. 2: 43.

SUCHÝ, M.: Srnec parukáč. Myslivost, 1958, č. 9: 140.

ŠKVOR, M.: Parukáč z Hvozďan. Myslivost, 1965, č. 9: 141.

VACH, M.: Posouzení genofundu srnčí zvěře na Kutnohorsku. [Diplomová práce.] LF VŠZ Brno, 1983.

VACH, M.: Možnost optimalizačních opatření chovu srnčí zvěře v pozmeněných životních podmínkách poleší Bohumile a Stříbrné Skalice. [Závěrečná zpráva.] ÚAEE VŠZ Praha, Kostelec nad Černými lesy, 1984.

VACH, M.: Kvalitativní a kvantitativní změny v populaci srnčí zvěře na Kolínsku. [Dílní závěrečná zpráva.] ÚAEE VŠZ Kostelec nad Černými lesy, 1986: 80.

VACH, M.: Kvantitativní a kvalitativní vývoj stavů srnčí zvěře v ČR s ohledem na změny životních podmínek. [Kandidátská disertační práce.] Kostelec nad Černými lesy, 1989: 243.

VACH, M.: Neobvyklý úlovek. Úder, Kutná Hora, 1984.

WAGENKNECHT, E.: Rehwildhege mit der Büchse. Leipzig - Radebul, Neumann Verlag 1976.

Dolno 17. 6. 1993

VACH, M. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Praha): *Hormonal disorders of antler development*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (8-9): 378-384.

Hormonal disorders of development of antlers of roe deer are due to the reduced function of sex glands. The cause of reduction is mechanical injury, atrophy or disease of sex glands. Certain modifications of antler development need not be influenced by a hormonal disorder only, but also by a disorder in the embryonal evolution of a roebuck. Antlerless roebucks in which the pedicels have not developed are an example of this case; on the other hand they have normally developed sex glands and they are fertile. Antlerless roebuck occur very uniquely.

A change in the activity of one ovary or of both ovaries of a doe can be a cause of antler growth. The antlers of does are mostly very small, weak without beads, burrs, and the doe usually has only one antler. A smaller number of does can have larger antlers (fork-horned or six-pointer doe). We could observe the does which were not fraying the antlers and their development was very similar to a wig. The occurrence of antlered does is not frequent. Marked pedicels can be seen more frequently in older does. The antlered does are fertile and they regularly have kids.

Disorders of the hormonal control of antler development can induce a state when the roebucks do not shed antlers, and in a short time new antlers begin to develop overgrowing the older ones. There may be two antlers of different age on the one or on the other pedicel. This phenomenon was most often observed in one-year roebucks which did not shed the first antlers and these were overgrown with the second antlers of a brocket in most cases. In one-year-old roebucks testosterone concentrations are loosely decreasing as late as in the fall months (November to December). It may sometimes happen that the decrease in testosterone concentrations is not large, the one-year roebuck will not shed the antlers in December and the new antlers begin to develop.

A frequent stress load can also influence the hormonal control of antler development particularly in young roebucks to one-year of age. The stress load increases the hormone level hindering the antler growth. This is the reason why in these young roebucks the first antlers are not mostly set at six months of age but at twelve or fourteen months of age. These one-year roebucks usually have the same small knobs as the six-month roebucks which are living in optimum conditions. The stress load most frequently comes from an intraspecific strain within

the population or from interspecific relations, and also from a recreational pressure. Fig. 1 shows the percentage of knobbers from 25,382 evaluated trophies which come from all the seven districts of the Czech Republic over the years 1986 - 1988.

Partial or full elimination of the testicle function in roebuck results in large hormonal disorders of antler development. In these cases the roebucks do not finish the antler cycle by fraying but after a certain growth pause which can be from May to October the antler growth is resumed and a wig is formed in this way. The wig growth in young roebucks of two to three years of age is intensive and it will soon cover the eyes; such a wigged roebuck is to die soon. The wig growth in older roebucks is slower, so it is not usually that large. The wig size depends upon the roebuck's age in which the hormonal disorders started. Trials performed with roebucks show that after castration or mechanical injury of testicles the wig begins to grow. The type of hormonal changes has not yet been determined. But it is not absolutely possible to say that this modification of antler development is due to the absence of sex hormone. Testosterone was found even in castrated roebucks. Hence it is more probable that the wig development is caused by a marked decrease in testosterone concentrations combined with the loss of testicle function.

The causes of the loss of testicle function have not been demonstrated without doubt. Tab I documents that the examined roebucks suffered mechanical injuries of the scrotum or sometimes of the testicles. According to the type of scars and injuries, the most probable causes are antler pricks of a repelling rival.

lack of antlers; double antlers; knobby; wigged roebuck; wig; hormone; testicle

Kontaktní adresa:

Ing. Miloslav V a c h, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, 165 21 Praha 6 - Suchbát

ADeko
A.S.

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

ADEKO a. s. Vám nabízí

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

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

tel.: 258 342, fax: 207 229

Pokyny pro autory

Obecné pokyny

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

Úprava textu

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

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

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

Tabulky

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

Obrázky

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

Separáty. Z každého článku obdrží autor 40 separátů zdarma.

Instructions to Authors

General

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

Text

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

Tables

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

Figures

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

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

LESNICTVÍ - FORESTRY 1993, No. 10, uveřejní příspěvky:

G r u n d a B.: Mikrobiologie lesních půd Českého středohoří – Microbiology of forest soils in the České středohoří Hills

K o h á n Š.: K prihnojovaniu topofa I-214 v intenzívných kultúrach v oblasti Latorice – Top dressing of the I-214 poplar in intensive plantations in the Latorica region

K u p k a I.: Vliv stupně olistění a obsahu síry v jehličí na přírůst smrkových porostů – The influence of foliage degree and sulphur content in needles on spruce stand increments

P e t r á š R., H a l a j J.: Úprava rastových tabuliek smrekovca – Adjustment of yield tables of European larch

H e r i c h I., H l a d í k M.: Model simulácie, regulácie a prognózy plochového etátu obnovnej ťažby – The model of simulation, regulation and prognosis of the prescribed yield area for regeneration cutting

S i m a n o v V., M a c k ů J., P o p e l k a J.: Nový návrh terénnej klasifikace a technologické typizace – A new proposal of terrain classification and technological typification

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

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