

VĚDECKÝ ČASOPIS

LESNICTVÍ FORESTRY



12

ROČNÍK 38
PRAHA
PROSINEC 1992
CS ISSN 0024-1105

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Redakční rada: doc. ing. Vladimír Chalupa, DrSc. (předseda), prof. ing. Jiří Bartuněk, DrSc., prof. ing. Mirjam Čech, CSc., ing. Ján Ilavský, CSc., ing. Jozef Konôpka, CSc., prof. ing. Jan Kouba, CSc., ing. Václav Lochman, CSc., prof. ing. Štefan Šmelko, DrSc., akademik Miroslav Vyskot

Vedoucí redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková

Obsah

Chalupa V.: Mění se složení zemské atmosféry, předpokládané klimatické změny a jejich vlivy na lesní porosty	973
Kodrík J., Pavlík M.: Koreňový systém a statická stabilita duba	987
Nováček F., Obadálek J., Doubava J.: Vliv laserového záření na růst a korelace u jednoletých semenáčků <i>Picea abies</i> (L.) Karst., <i>Larix decidua</i> Mill. a <i>Pinus mugo</i> Turra.	997
Kohán Š.: Príspevok k intenzívnemu pestovaniu topoľov v zmenených stanovištných podmienkach Podunajskej nížiny	1005
Voško M., Klubíca D.: Zmeny hrúbkového prírastku smrekových ekosystémov v pásme Beskydy-Biele Karpaty	1015
Konôpka J.: Modely cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability	1027
Kohout V., Šimánov V.: Bezeškodné technológie ťžby a dopravy dříví z lesních porostů	1039
INFORMACE	
Unčovský Š.: Mezinárodní symposium o lesnické semenářské problematice tropů a subtropů	1055
RECENZE	
Kobliha J.: M. Giertych, Cs. Mátyás et al. – Genetics of Scots Pine.	1057

Contents

Chalupa V.: The changing atmosphere, climatic changes and their effect on forests	986
Kodrík J., Pavlík M.: The root system and the static stability of oak-trees	995
Nováček F., Obadálek J., Doubava J.: The effects of laser treatment on the growth and correlations in one-year seedlings of <i>Picea abies</i> (L.) Karst., <i>Larix decidua</i> Mill. and <i>Pinus mugo</i> Turra. .	1002
Kohán Š.: Intensive poplar plantations in the altered on-site conditions of the Podunajská Lowland. .	1014
Voško M., Klubíca D.: Changes in diameter increment of spruce ecosystems in the range of the Beskides Mts. and the White Carpathians	1026
Konôpka J.: Models of target spruce trees with respect to static stability	1037
Kohout V., Šimánov V.: Environment-friendly logging and timber transport technologies in forest stands	1052

MĚNÍCÍ SE SLOŽENÍ ZEMSKÉ ATMOSFÉRY, PŘEDPOKLÁDANÉ KLIMATICKÉ ZMĚNY A JEJICH VLIVY NA LESNÍ POROSTY

V. Chalupa

CHALUPA, V. (lesnická fakulta VŠZ, Praha): *Mění se složení zemské atmosféry, předpokládané klimatické změny a jejich vlivy na lesní porosty*. Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (12): 973-986.

Spalováním fosilních paliv stoupá koncentrace CO_2 a dalších skleníkových plynů v ovzduší a je pozměňován obsah CO_2 v atmosféře i celý koloběh uhlíku v přírodě. Takové značné změny ve složení atmosféry mohou být příčinou globálních klimatických změn a mohou ovlivnit i růst a složení lesních ekosystémů. Lze očekávat, že výraznější změny v koncentraci CO_2 v atmosféře a případné klimatické změny ovlivní jak vegetativní růst lesních dřevin, tak i jejich reprodukci. Zvýšené teploty by mohly mít kladný vliv na růst dřevin zejména v oblastech, kde je při dostatečných srážkách prozatím teplota nízká a je dosud limitujícím faktorem. Zvýšené teploty se současným snížením úhrnu srážek ve vegetační době by měly výrazné negativní vlivy na lesní porosty. Zvýšily by se škody působené imisemi, suchem, hmyzem a chorobami, větrem i lesními požáry. Snížila by se půdní vlhkost a došlo by ke zhoršení hydrologických funkcí lesů. Je třeba pečlivě zvažovat, které druhy a provenience budou použity pro zalesňování. Při řízení lesního hospodářství je zapotřebí brát v úvahu možné klimatické změny.

změny atmosféry; globální oteplování; klimatické změny a lesy

Na naší planetě probíhaly v minulosti různé změny, které byly vždy výsledkem působení přírodních sil, fyzikálních, chemických a biologických systémů. V posledních desetiletích začíná výrazně působit ještě další faktor, a to hospodářská aktivita lidstva, která stále významněji ovlivňuje přírodní prostředí. Velmi rychlý růst počtu obyvatelstva a stoupající průmyslová a zemědělská výroba vyvolává nejen regionální, ale i globální změny prostředí. Velkoplošné odlesňování, velká produkce látek znečišťujících ovzduší, narušení ozónové vrstvy, zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře a globální klimatické změny mohou významnou měrou ovlivnit přírodní prostředí.

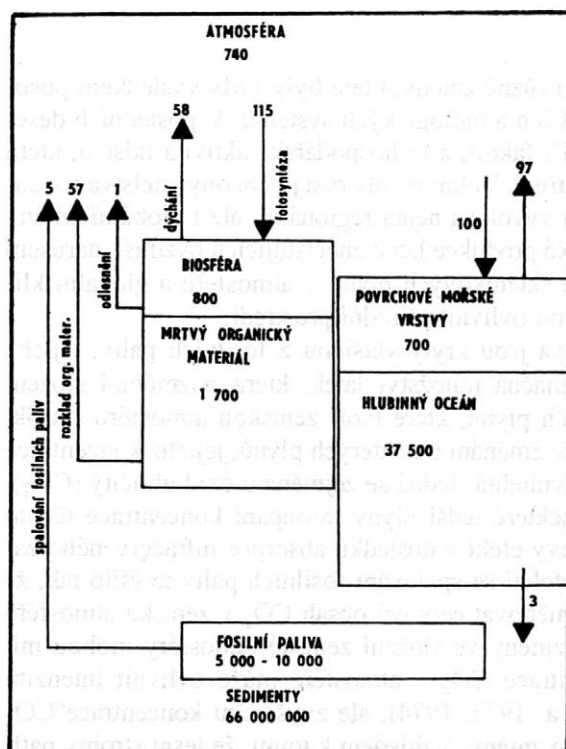
Dosavadní energetické potřeby lidstva jsou kryty většinou z fosilních paliv, jejichž spalováním se dostávají do ovzduší značná množství látek, které pozměňují složení zemské atmosféry. Koncentrace hlavních plynů, které tvoří zemskou atmosféru (dusík, kyslík), se sice nezměnila, ale dochází ke změnám u některých plynů, jejichž koncentrace v atmosféře je nízká a tím i snadno ovlivnitelná. Jedná se zejména o oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxidy dusíku (NO_x) a některé další plyny. Stoupání koncentrace těchto plynů v atmosféře zvyšuje tzv. skleníkový efekt v důsledku absorpce infračerveného záření molekulami těchto plynů. Ve 20. století se spalování fosilních paliv zvýšilo tak, že produkce CO_2 začíná ovlivňovat a pozměňovat celkový obsah CO_2 v zemské atmosféře i celý koloběh uhlíku v přírodě. Tyto změny ve složení zemské atmosféry mohou mít dalekosáhlé následky. Zvýšená koncentrace CO_2 v atmosféře může ovlivnit intenzitu fotosyntézy lesních dřevin (Chalupa 1973, 1974), ale zvyšování koncentrace CO_2 může rovněž vyvolat globální klimatické změny. Vzhledem k tomu, že lesní stromy patří

k dlouho žijícím organismům s dobou obměny přesahující 80-100 let, je nutné předvídat změny ve složení atmosféry a klimatické změny, ke kterým může v budoucnu dojít. Je nutné podle očekávaných změn přizpůsobit druhovou skladbu dřevin a pro zalesňování používat vhodné odrůdy a druhy dřevin.

MĚNÍCÍ SE SLOŽENÍ ZEMSKÉ ATMOSFÉRY

V zemské atmosféře je obsažena jen poměrně malá část uhlíku, a to v podobě CO_2 , který je v neustálé rychlé výměně jak s pozemským uhlíkem, tak i s uhlíkem v mořích (obr. 1). Pozemské rostlinstvo poutá značná množství uhlíku, který je obsažen hlavně v porostech lesních dřevin. Lesní porosty jsou rovněž největšími spotřebiteli CO_2 z atmosféry. Nejintenzivnější asimilaci mají deštné tropické pralesy, ale i lesy mírného pásma asimilují a poutají značná kvanta uhlíku. Část asimilovaného uhlíku se v krátké době vrací zpět do atmosféry vlivem respirace organismů. Uhlík poutaný v rostlinách po jejich odumření přechází do půdy, kde je činností půdních bakterií přeměňován na jednodušší sloučeniny, až je v konečné podobě uvolňován opět jako CO_2 z půdy do ovzduší.

Značné množství uhlíku je poutáno ve fosilních palivech (uhlí, nafta, zemní plyn), která vznikla v minulých geologických dobách. Lze odhadovat, že množství uhlíku ve fosilních palivech převyšuje 10 - 20krát obsah uhlíku v zemské atmosféře. Spalováním fosilního uhlíku se, v posledních sto letech každoročně dodávají do ovzduší značná kvanta CO_2 , která posouvají koncentraci CO_2 v ovzduší. Obsah CO_2 v zemské atmosféře je poměrně nízký, ale ve světových oceánech je obsaženo přibližně 50krát více uhlíku než v ovzduší.



1. Koloběh uhlíku na Zemi, výměna uhlíku mezi atmosférou a různými rezervoáry uhlíku (uvedená odhadovaná množství jsou v miliardách tun uhlíku) - Global carbon cycle, exchange of carbon between the atmosphere and reservoirs (data give the approximate annual fluxes of carbon and approximate amount stored in reservoirs in billions of tons)

Oba tyto rezervoáry uhlíku jsou ve vzájemné rovnováze a existuje rychlá výměna CO_2 mezi oběma systémy (Craig, 1957; Revelle, Suess, 1957; Bolin, Eriksson, 1959; Bolin, 1960). I když kvanta CO_2 produkovaná spalováním fosilního uhlíku jsou značná, kapacita světových moří je taková, že mořský rezervoár by mohl pohltit více než 90 % CO_2 produkovaného spalováním fosilních paliv, kdyby promíchávání mořských vod bylo rychlé a kdyby neexistovala nízká puffovací schopnost moře.

Vody světových moří tvoří rezervoáry s různou rychlostí promíchávání. Povrchové vrstvy (sahající asi do hloubky 75 m) jsou dobře promíchávány, ale v hlubinných vodách probíhá výměna pomalu. Rovnováhy mezi koncentrací CO_2 v atmosféře a v povrchových vodách je dosaženo, jestliže pouze asi 10 % fosilního přírůstku CO_2 v atmosféře je pohlceno povrchovými vrstvami vody. Výměna hlubinných vod s povrchovými probíhá velmi pomalu. Věk hlubinných vod v Atlantickém oceánu je asi 600 let, v Tichém a Indickém oceánu asi 1000 let. Povrchové vody vzhledem k tomu, že absorbují jen malou část přírůstku fosilního CO_2 v atmosféře, zpomalují transport fosilního CO_2 z atmosféry do hlubinných vod (Revelle, Suess, 1957; Bolin, Eriksson, 1959).

V posledních letech byly shromážděny spolehlivé údaje o koncentraci CO_2 v ovzduší na různých místech, z nichž významné jsou zejména údaje z míst, která jsou vzdálena od civilizačních center a nejsou ovlivněna místními zdroji vypouštějícími fosilní CO_2 . Cenná jsou zejména dlouholetá měření koncentrace CO_2 na vysokohorské observatoři Mauna Loa na Havaji. I na tomto místě, značně vzdáleném od rozsáhlých porostů rostlinstva, se výrazně projevuje roční kolísání koncentrace CO_2 v ovzduší, vyvolané fotosyntetickou činností rostlinstva. Maximální koncentrace CO_2 v ovzduší byla obvykle zaznamenána v dubnu, minimální v říjnu. Přes značné sezónní kolísání se jasně projevuje postupné zvyšování koncentrace CO_2 v ovzduší (Machta, 1972). Výsledky pozorování z jiných míst jsou obdobné výsledkům získaným na Mauna Loa. Měření vykonaná v Antarktidě i na mysu Point Barrow (Aljaška) vykazují podobný vzestup koncentrace CO_2 v ovzduší (Brown, Keeling, 1965; Bolin, Bischof, 1970; Bischof, 1971).

Zatímco koncentrace CO_2 v atmosféře byla v minulých stoletích 260 - 270 ppm, začala asi před sto lety značně stoupat a v současné době dosáhla hodnoty 355 ppm s každoročním nárůstem 1,8 ppm. Rovněž koncentrace metanu, který také absorbuje infračervené záření, značně stoupá a zvýšila se z původních 0,7 ppm na současných 1,7 ppm. Stoupající koncentrace metanu v atmosféře jsou vyvolány jeho produkcí a uvolňováním zejména při chovu dobytka, při pěstování rýže, při pálení tropických lesů a unikáním plynu při těžbě ropy, zemního plynu a uhlí. Při stoupající koncentraci metanu v ovzduší se může jeho vliv na globální oteplování přiblížit v příštím století vlivu CO_2 . Lze očekávat, že koncentrace CO_2 , metanu a dalších skleníkových plynů se budou v atmosféře v příštím století dále zvyšovat. Je možné odhadovat z dosavadního zvyšování jejich koncentrace, že v roce 2030 by koncentrace CO_2 v atmosféře mohla dosáhnout hodnoty 400 - 550 ppm a koncentrace metanu 2,2 - 2,5 ppm (tab. I). Takové značné změny ve složení atmosféry mohou vést k obtížně předvídatelným následkům; mohou být zejména příčinou globálních klimatických změn a mohou i ovlivnit růst a složení lesních ekosystémů.

I. Současná a předpokládaná budoucí koncentrace některých plynů v zemské atmosféře - The present and assumed future concentration of some gases in atmosphere

Plyn ¹	Hlavní antropogenní zdroje ²	Antropogenní emise ³ (miliony tun za rok)	Průměrná doba setrvání v atmosféře ⁴	Průměrná současná koncentrace ⁵ (ppm)	Předpokládaná koncentrace v roce 2030 ⁶ (ppm)	Skleníkový efekt ⁷
Oxid uhličitý (CO ₂)	spalování fosilních paliv a biomasy, odlesňování	5500	4 roky	350	400 - 550	+
Metan (CH ₄)	pěstování rýže, chov dobytka, produkce fosil. paliv	300 - 400	4 - 7 let	1,7	2,2 - 2,5	+
Oxid dusný (N ₂ O)	umělá dusík. hnojiva, spalování fosilních paliv a biomasy	6	150 - 170 let	0,31	0,33 - 0,35	+
Oxidy dusíku (NO, NO ₂)	spalování fosilních paliv a biomasy	20 - 30	dny	0,000001 - 0,05	0,000001 - 0,05	
Oxid siřičitý (SO ₂)	spalování fosilních paliv	100 - 130	dny	0,00003 - 0,05	0,00003 - 0,05	-

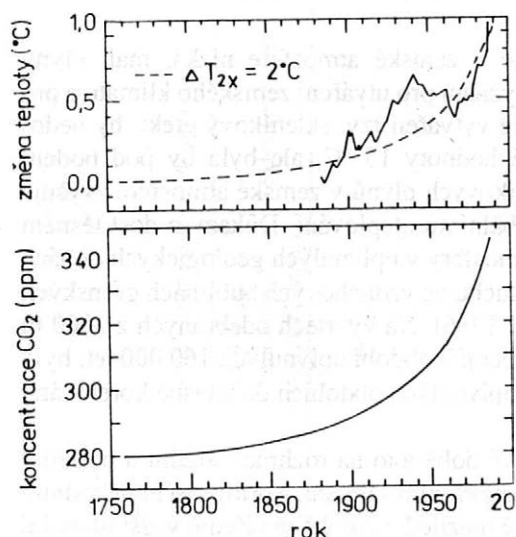
¹ gas, ² main anthropogenic sources, ³ anthropogenic emissions (million of tons per year), ⁴ average time of persistence in atmosphere, ⁵ average present concentration, ⁶ predicted concentration in 2030, ⁷ greenhouse effect

I když koncentrace skleníkových plynů je v zemské atmosféře nízká, mají plyny absorbující tepelné infračervené záření velký význam pro utváření zemského klimatu a pro veškerý život na Zemi. Bez těchto plynů, které vytvářejí tzv. skleníkový efekt, by nedosahovala průměrná globální teplota současné hodnoty 15 °C, ale byla by pod bodem mrazu. Postupné zvyšování koncentrace skleníkových plynů v zemské atmosféře zvyšuje i zachycování tepla atmosférou a vede ke globálnímu oteplování. Důkazy o dost těsném vztahu koncentrace CO₂ v ovzduší a teplotě atmosféry v uplynulých geologických dobách podaly výzkumné týmy zkoumající složení vzduchu ve vzduchových bublinách grónských a antarktidských ledovců (P e a r m a n et al., 1986). Na vývrtech odebraných z 2000 m silných ledovců, které představují vzorky zachycující období uplynulých 160 000 let, bylo zjištěno, že koncentrace CO₂ a metanu byly v uplynulých obdobích dost těsně korelovány s průměrnou místní teplotou ovzduší.

V současné době se nacházíme v meziledové době a to na rozhraní střední a poslední třetiny teplého období, vyznačující se mírným zhoršením klimatu, s přirozeným přírodním trendem směřujícím k ochlazení. V současné meziledové době má Země vyšší globální teplotu než v ledových dobách a zemská atmosféra obsahuje rovněž vyšší koncentraci skleníkových plynů než v ledových dobách. Není prokázáno, zda kolísání koncentrace skleníkových plynů bylo jednou z příčin vyvolávajících vznik ledových dob, či zda tomu bylo naopak, že pokles teploty zemské atmosféry vedl k poklesu koncentrace skleníkových plynů. Je pravděpodobné, že doby ledové byly vyvolány jinými příčinami (změny parametrů oběžné dráhy Země), avšak změny v cirkulaci oceánů a biologické změny ovlivnily koncentraci skleníkových plynů v zemské atmosféře, což mělo zpětný vliv na další pokles globální teploty.

Vzhledem ke kolísání klimatu v minulých geologických dobách můžeme v našich krajinách nalézt v minulosti období s teplejším klimatem, která by přibližně odpovídala předpokládanému budoucímu klimatu po globálním oteplení. Klimatické podmínky v holocénu kolísaly a zahrnovaly několik teplejších období s nejvýraznějším oteplením v období atlantiku před 8 000 - 6 000 lety. V tomto období byly teploty ve střední Evropě průměrně o 1 - 2 °C vyšší než v současnosti. Ve středních Čechách byly teploty v této době až o 3 °C vyšší než v současnosti. I v období boreálu, tj. v období, které předcházelo atlantiku (před 9 600 - 8 000 lety) byly v Čechách teploty asi o 2 °C vyšší než v současnosti a zároveň byly nižší i srážky (L o ů z e k , 1980). Rovněž v eemském interglaciálu (asi před 125 000 lety) měla severní polokoule roční teploty asi o 2 - 3 °C vyšší než v současnosti. V oblasti střední Evropy byly v této době zimní teploty vyšší asi o 4 °C a letní teploty byly vyšší asi o 2 °C za současného vyššího úhrnu srážek. V Čechách v této době převládalo teplé a vlhké podnebí s průměrnými ročními teplotami 9 - 12 °C a srážkami 800 - 1000 mm (L o ů z e k , 1980). Vyšší teploty v období atlantiku i v období eemského interglaciálu se vysvětlují změnami v parametrech oběžné dráhy Země za současného oteplovacího vlivu vyvolaného poklesem albeda a nárůstem koncentrace CO₂.

Budoucí klimatické změny závisejí na mnoha činitelích - zejména na množství CO₂, které bude vypouštěno do ovzduší, a na zvýšení koncentrace skleníkových plynů v zemské atmosféře. V posledních sto letech došlo ke zvýšení koncentrace CO₂ v zemské atmosféře asi o 25 % a ke zdvojnásobení koncentrace metanu. Zda tyto změny ve složení zemské atmosféry mají již za následek globální oteplování, je obtížné dokázat, protože počasí značně kolísá a existují i dlouhodobější trendy kolísání klimatu. V posledním století došlo



2. Stoupající koncentrace CO_2 v atmosféře a pozorované průměrné globální vzdušné teplotní změny 1880-1987 (Hansen, Lebedeff, 1988) a modelově vypočtené teplotní změny 1750-1987 (pro $\Delta T_{2x} = 2^\circ\text{C}$) (Harvey, 1989) - Increasing atmospheric CO_2 concentration, and observed globally averaged surface air temperature variation 1880 - 1987 (Hansen, Lebedeff, 1988), and model-computed atmospheric temperature variation 1750 - 1987 (for $\Delta T_{2x} = 2^\circ\text{C}$) (Harvey, 1989)

ke zvýšení globální teploty atmosféry asi o $0,7^\circ\text{C}$ a poslední desetiletí (1980 - 1989) patřilo k nejteplejším dekadám (obr. 2).

Porovnáme-li dosavadní vzestup koncentrace CO_2 v atmosféře s množstvím produkovaným spalováním fosilních paliv, je zřejmé, že v atmosféře zůstává téměř polovina CO_2 , který vznikl spálením fosilních paliv (druhá polovina je pohlcena oceány a asimilována rostlinstvem rostoucím na pevninách). Lze očekávat, že zdvojnásobení původní koncentrace CO_2 v atmosféře nastane mezi r. 2030 až 2050. Vzestup koncentrace ostatních skleníkových plynů v atmosféře je většinou ještě rychlejší než vzestup CO_2 . Jaký vliv bude mít značné zvýšení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře na zemské klima, je obtížné přesně určit, neboť se jedná o velmi komplikované jevy. Zemské klima je výsledkem složitých interakcí zahrnujících atmosféru, oceány, zemský povrch, rostlinstvo a polární ledy a jeho utváření a vývoj nelze zkoumat pomocí laboratorních experimentů.

O budoucím klimatu se v současné době většinou usuzuje podle scénářů založených na modelování klimatu na základě výpočtů prováděných na počítačích. Pomocí klimatických modelů je možné popsat nejen minulé a současné klima, ale i možné klimatické změny vyvolané změnami vnějších činitelů. Klimatické modely je možné sestavit buď pro časově závislý kontinuální vzestup CO_2 (tzv. přechodové studie), nebo pro časově nezávislé zvýšení koncentrace CO_2 (tzv. rovnovážné studie). U rovnovážných studií se nepočítá se zpožděním odezvy systému, způsobeným velkou tepelnou kapacitou oceánů. Prognózy vlivu rostoucí koncentrace CO_2 na vzestup teploty jsou velmi obtížné, protože zde působí řada kladných a záporných zpětných vazeb, souvisejících se změnami obsahu vodní páry v atmosféře, se změnami oblačnosti, cirkulace oceánů, ledové pokrývky a se změnami v biosféře. Modely atmosférické cirkulace by tyto zpětné vazby měly brát v úvahu, zejména oceánickou cirkulaci, ledovou pokrývku a oblačnost. Pro regionální klimatické scénáře by byly nejvhodnější modely beroucí v úvahu kontinuální vzestup skleníkových plynů (Bach, 1988), neboť klimatické změny jako výsledek postupně narůstající koncentrace skleníkových plynů v ovzduší mohou být nejlépe vyjádřeny pomocí modelů atmosférické cirkulace propojených s modely cirkulace v oceánech.

V posledních letech byly použity různé klimatické modely, jednodušší i složitě, pro výpočet předpokládaných klimatických změn (Schlesinger, Mitchell, 1987; Bach, 1988; Hansen et al., 1988; Bolin, 1989; Mitchell, 1989; Houghton et al., 1990). Výpočty provedené pomocí GCM pro dvojnásobnou koncentraci CO_2 uvádějí obvykle zvýšení globální vzdušné teploty o $1,5^\circ\text{C}$ - $4,5^\circ\text{C}$ ($3^\circ\text{C} \pm 1,5^\circ\text{C}$). Podle těchto modelů by při dvojnásobné koncentraci CO_2 v ovzduší dosáhlo oteplení v Evropě 2°C - 3°C , srážky by měly být v zimním období vyšší, avšak v letním období by měly být o 5 - 15 % nižší. Podle některých modelů by v oblasti ČSFR při dvojnásobné koncentraci CO_2 v atmosféře měly zimní teploty vzrůst o 4°C , letní teploty o 2°C - 3°C , srážky v jarní době by měly být vyšší, v letní době nižší.

Vzhledem k tomu, že tyto údaje se získaly pomocí rovnovážné studie, je vhodné odhadnuté hodnoty snížit (asi o 50 % - Bolin, 1989). Podle IPCC scénáře (Houghton et al., 1990) lze očekávat v naší oblasti v roce 2030 vzestup teploty asi o 2°C a je možné považovat za pravděpodobné zvýšení zimních srážek a snížení letních srážek. Předpokládá se, že v zimním období bude převládat oceánský charakter počasí; ze západu budou přicházet četné frontální poruchy, srážky budou vyšší a bude silnější západní vzdušné proudění. Počasí v letním období bude naopak pod vlivem oblastí vysokého tlaku vzduchu, s nižšími srážkami, se zvýšenou dobou slunečního svitu a s vyšším výparem. Kalvová, Vaníček (1991) uvádějí, že v oblasti ČSFR předpovědní modely ukazují na vyšší změny teploty v chladné polovině roku a nižší změny v teplé polovině roku. Pro rok 2020 předpokládají vyšší průměrnou roční teplotu o 1°C - 2°C s tím, že v zimě by teploty byly vyšší o $1,5^\circ\text{C}$ - 3°C , v létě o $0,5^\circ\text{C}$ - $1,5^\circ\text{C}$. Vzhledem ke komplikovanosti celého problému vyžadují všechny uváděné hodnoty další šetření a zpřesnění a to i se zřetelem na budoucí produkci a dosaženou koncentraci skleníkových plynů v atmosféře.

Předpokládané klimatické změny ve střední Evropě by jistě výrazně ovlivnily růstové podmínky lesních porostů a mohly by mít nepříznivé vlivy na dosavadní lesní ekosystémy. Je proto třeba počítat s předpokládanými klimatickými změnami a snažit se možné negativní vlivy předcházet a snížit je na nejnižší možnou míru.

VLIV MĚNÍCÍHO SE SLOŽENÍ ZEMSKÉ ATMOSFÉRY A KLIMATICKÝCH ZMĚN NA LESNÍ POROSTY

Zvyšování koncentrace CO_2 v atmosféře může ovlivnit různé fyziologické pochody u lesních dřevin. Fotosyntéza lesních stromů značně závisí na koncentraci CO_2 v ovzduší. Za příznivých vnějších podmínek při dostatečné světelné intenzitě, teplotě, vlhkosti a minerální výživě je to nízká koncentrace CO_2 v ovzduší, která limituje intenzitu fotosyntézy lesních dřevin. Při zvyšování koncentrace CO_2 v ovzduší stoupá intenzita fotosyntézy a to zpočátku úměrně se vzestupem koncentrace CO_2 . Bylo zjištěno, že u borovice lesní se intenzita fotosyntézy zvyšovala při nižších koncentracích téměř lineárně se vzestupem koncentrace CO_2 v ovzduší (Zelawski, Kinelska, 1967; Gordon, Gatherrum, 1969). U smrku a jedle stoupala intenzita fotosyntézy až do pětinasobku normální koncentrace CO_2 v ovzduší (Koch, 1969). Rovněž u listnatých druhů dřevin bylo zjištěno, že fotosyntéza značně stoupá se zvyšováním CO_2 v ovzduší (Ponomareva, 1960; Koch, 1969). Bylo zjištěno, že zvýšená koncentrace CO_2 redukuje fotorespiraci. Při zvýšené fotosyntéze dochází ke zvýšené tvorbě sacharidů a dalších organických látek a při dlouhodobějším trvání zvýšené koncentrace CO_2 v ovzduší dochá-

zí k poklesu fotosyntézy s časem. Zvýšení fotosyntézy vlivem vyšší koncentrace CO_2 v ovzduší je stimulováno zejména při optimální úrovni ostatních vnějších činitelů, osvětlení, výživy a vlhkosti. Z dosud provedených pokusů vyplynulo, že semenáčky lesních dřevin pěstované při vyšší koncentraci CO_2 v ovzduší měly vyšší přírůsty než rostliny pěstované za stejných podmínek při normální koncentraci CO_2 . Prozatím nebyly provedeny experimenty s dospělými stromy trvale rostoucími při zvýšené koncentraci CO_2 v ovzduší. Dosavadní pokusy provedené se semenáčky (Hardh, 1967; Yeatman, 1970; Sirén, Aldén, 1972; Chalupa, 1973, 1974; Kramer, 1981; Kramer, Sionit, 1987; Sionit et al., 1985; Tolley, Strain, 1985; Williams et al., 1986; Fetcher et al., 1988; Houppis et al., 1988; Reekie, Bazzaz, 1989; Bazzaz, 1990) ukázaly, že suchá hmotnost semenáčků různých druhů dřevin pěstovaných při zvýšené koncentraci CO_2 byla mnohdy i dvojnásobná. Ve většině pokusů došlo ke zvýšení suché hmotnosti listů semenáčků, ke zvýšení jejich počtu a plochy.

Různé druhy dřevin i různé populace dřevin však často reagují odchylně svým růstem a vývojem na zvýšené koncentrace CO_2 v ovzduší; u některých je stimulován růst více, u jiných méně. Z dosud provedených experimentů vyplývá, že průběh růstu a konkurenční schopnosti různých druhů dřevin i různých proveniencí dřevin mohou být po zvýšení koncentrace CO_2 v ovzduší odchylné od průběhu růstu při normální koncentraci CO_2 . Odlišná reakce různých druhů na zvýšení koncentrace CO_2 v ovzduší může vést k druhovým změnám v přírodních ekosystémech a ke změnám v produktivitě různých ekosystémů. Vliv koncentrace CO_2 na růst a vývoj dřevin je ovšem značně závislý i na interakcích s dalšími vnějšími činiteli; závisí zejména na osvětlení, výživě, teplotě a půdní vlhkosti, takže výsledné reakce různých druhů a různých populací lze určit pouze experimentálně. Lze předpokládat, že dojde-li k výraznějším změnám v koncentraci CO_2 v atmosféře, bude to mít za následek i změny v rychlosti růstu různých populací a druhů dřevin a mnohé výsledky dosavadních experimentálních šetření mohou ztratit svou platnost. Můžeme očekávat, že výraznější změny v koncentraci CO_2 v atmosféře a klimatické změny se projeví nejen na vegetativním růstu lesních dřevin, ale ovlivní i reprodukční schopnosti dřevin, pozmění dobu kvetení, jejich plodnost, četnost semenných let, event. i kvalitu semen.

Zjistit vliv zvýšené koncentrace CO_2 v atmosféře na růst dospělých stromů tím způsobem, že bychom měřili šířku vytvářených letokruhů, je metodicky značně obtížné. LaMarche et al. (1984) uvádějí, že u borovic rostoucích v subalpinních oblastech na západě USA (u *Pinus longaeva* a u *Pinus aristata* rostoucích v Kalifornii a u *Pinus flexilis* rostoucích v Nevadě) bylo zjištěno zvětšení šíře letokruhů zejména po roce 1960, které nasvědčuje tomu, že širší letokruhy byly vytvořeny vlivem zvýšené koncentrace CO_2 v atmosféře. Kromě přímého vlivu CO_2 na fotosyntézu mohl být zvýšenou koncentrací CO_2 ovlivněn i počet a plocha jehlic a tím dále zvýšen efekt CO_2 na přírůst. Arnould, Anderson (1957) uvádějí, že obsah ^{14}C v letokruzích vytvořených v první polovině tohoto století byl nižší než v letokruzích vytvořených v minulém století (o 2 - 6 %), což by rovněž dokazovalo zvýšení přírůstu vlivem zvýšené koncentrace CO_2 v atmosféře. Na zvýšení přírůstu lesních porostů lze usuzovat i ze zvýšené amplitudy kolísání koncentrace CO_2 v atmosféře na severní polokouli, která od roku 1976 vzrostla asi o 10 % (Revelle, Kohlman, 1986). Během let 1961 - 1984 rostla amplituda ročně o 0,8 % na Mauna Loa (Havaj) a o 1,1 % na Point Barrow (Aljaška). Lze se domnívat, že vzrůst v amplitudě je výsledkem vyšší asimilace lesů mírné a boreální oblasti. Na zvýšení

přirůstu lesních porostů je možné usuzovat i z toho, že se předpokládá, že určitá část z celkového množství uhlíku vzniklého spalováním fosilních paliv je asimilována a poutána rostlinstvem rostoucím na pevninách, na čemž se zřejmě podílejí hlavně lesní porosty. V USA bylo při inventarizacích provedených v letech 1952 až 1987 zjištěno zvyšování objemu dřevní produkce lesních porostů. Na základě dosavadních výsledků odhadl C h a l u p a (1974) vzestup hmotné produkce lesních porostů o 5 - 15 %.

Porosty lesních dřevin mají velmi významnou úlohu při poutání uhlíku obsaženého v atmosféře v podobě CO_2 . Ničení a pálení tropických lesů a rozsáhlých lesních porostů vede k dalšímu obohacování atmosféry CO_2 a zároveň zabraňuje tomu, aby koncentrace CO_2 v atmosféře byla snižována intenzivní asimilací stromů a aby tento uhlík byl poután ve dřevě lesních stromů. Intenzivně asimilující lesní porosty přispívají k tomu, že vzestup koncentrace CO_2 v zemské atmosféře se zpomaluje. Rozsáhlé lesní porosty jsou jedním z důležitých činitelů, který může v budoucnosti přispět ke snižování koncentrace CO_2 v zemské atmosféře. V současné době se při spalování fosilních paliv vypouští do atmosféry ročně 5 - 6 miliard tun uhlíku. Toto množství uhlíku by stačily asimilovat a skladovat v podobě dřeva lesní porosty rostoucí na ploše rovnající se přibližně dvojnásobné rozloze Evropy (J a r v i s , 1989). I když není reálné založit nové lesní porosty na tak velké rozloze, aby mohl být všechen uhlík vznikající spalováním fosilních paliv vázán v dřevní hmotě lesních porostů, přesto lze očekávat, že porosty lesních dřevin budou mít v budoucnu důležitou úlohu při snižování koncentrace CO_2 v zemské atmosféře.

Předpokládané klimatické změny na území ČSFR - zejména zvýšení teploty a změny v úhrnu a rozdělení srážek - by měly značný vliv na složení lesních ekosystémů, na rozšíření a zastoupení lesních dřevin. Celkové zvýšení teploty by jednak vedlo k posunutí horní stromové hranice v horách, jednak by oteplení vedlo k většímu rozšíření a zastoupení teplomilnějších a k suchu odolnějších dřevin zejména v nižších polohách a k ústupu z těchto oblastí těch druhů dřevin, jejichž přirozený areál je hlavně v chladnějších horských oblastech jako je tomu u smrku ztepilého. Lze očekávat, že při celkovém oteplení v oblasti ČSFR o $1^\circ - 2^\circ \text{C}$ by se složení lesních porostů více blížilo složení porostů rostoucích v oblastech jižněji položených, kde se současné klima podobá předpokládanému budoucímu teplejšímu klimatu u nás. Pro rozšíření a zastoupení dřevin není ovšem rozhodující pouze teplota, ale zejména srážky a jejich rozložení během roku. Celkový úhrn srážek a jejich rozložení během roku lze však zatím obtížně spolehlivě předvídat. Zvýšení teploty se současným snížením úhrnu srážek ve vegetační době by zřejmě mělo výrazné negativní vlivy na lesní porosty. Zvýšily by se škody působené imisemi, suchem, hmyzem a chorobami, větrem i lesními požáry. Zároveň by bylo negativně ovlivněno hospodaření vodou v lesích, snížila by se půdní vlhkost a došlo by ke zhoršení hydrologických funkcí lesů.

Zvýšení teploty by mohlo kladně ovlivnit přirůst lesních dřevin rostoucích v oblastech a na stanovištích s dostatečnými srážkami a s dostatečnou půdní vlhkostí. Jak bylo zjištěno při měření průběhu tloušťkového růstu různých druhů lesních stromů (C h a l u p a , 1965, 1979), měla u dřevin rostoucích v horských oblastech rozhodující vliv na průběh tloušťkového růstu a na šíři vytvořených letokruhů průměrná denní teplota. Teplota byla rozhodujícím činitelem, určujícím jak počátek, tak i intenzitu kambialní činnosti u zkoumaných druhů dřevin. Lze očekávat, že zvýšení průměrné denní teploty by vedlo ke zvýšení přirůstu lesních dřevin zejména v těch oblastech, kde je při dostatečných srážkách teplota nízká a je limitujícím faktorem rozhodujícím o výši přirůstu.

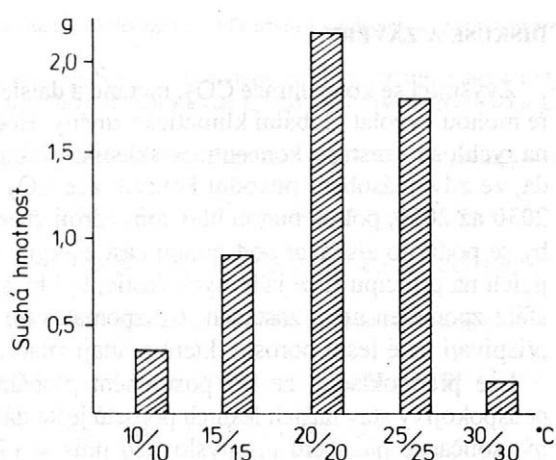
Vzhledem k tomu, že transpirace stromů vzrůstá se stoupající teplotou a půdní vlhkost na mnoha místech není dostatečná zejména ve vegetační době, lze předpokládat, že zvýšení teploty by mělo v mnoha případech negativní efekt a projevílo by se nepříznivě jak na přírůstech, tak na odolnosti stromů a jejich zdravotním stavu. Fotosyntéza lesních dřevin a jejich dřevní produkce je značně závislá na vodním deficitu asimilačních orgánů (C h a l u p a , 1976b). I malý vodní deficit nepříznivě ovlivnil fotosyntézu a růst. Umě-
lým zavlažováním bylo dosaženo zvětšení šíře letokruhů. Nepříznivé klimatické podmínky - zejména sucho - mají značný vliv na růst a životnost lesních dřevin. Lze očekávat, že snížení úhmu srážek ve vegetační době a zejména častější výskyt delších suchých období by negativně ovlivnil jak růst lesních dřevin, tak i jejich životnost a odolnost vůči hmyzím škůdcům a chorobám. Výskyt delších suchých období by měl výrazný negativní vliv i na obnovu lesa, na přirozené zmlazení a na přežívání sazenic po výsadbě. Suchá období mají oslabující vliv na lesní dřeviny a lze předpokládat, že by se výrazně projevílo i negativní působení imisí a vedlo by k dalšímu rychlému odumírání lesních porostů. Stromy oslabené suchem by hůře odolávaly škůdcům a chorobám. Je možné předpokládat, že stabilita lesních porostů by byla nižší a škody větrem vyšší, neboť lze očekávat vyšší frekvenci výskytu vichřic. Při zvýšené teplotě a zvýšeném výskytu delších suchých období by stouplo i nebezpečí vzniku a šíření lesních požárů. Zvýšené teploty a snížené srážky by měly nepříznivý vliv i na hydrologické funkce lesů.

Provenienční pokusy provedené na různých místech ukázaly, že přenos semen z chladných oblastí do oblastí teplejších má většinou nepříznivý vliv na růst těchto proveniencí. Některé populace lesních dřevin jsou tak přizpůsobeny místním klimatickým podmínkám, že špatně snášejí přenos i na stanoviště klimaticky nepříliš odlišná. Můžeme tedy předpokládat, že vzestup teploty by nepříznivě ovlivnil růst mnoha místních populací adaptovaných na současné klimatické podmínky.

Některé druhy lesních dřevin nejsou náročné na teplotu a všechny metabolické pochody u nich probíhají při poměrně nízkých teplotách. Jak ukázaly naše experimenty zaměřené na poznání vlivu teploty na růst našich hlavních lesních dřevin, patří k těmto druhům i smrk. Pro zjištění vlivu teploty na růst smrku [*Picea abies* (L.) Karst.] jsme pěstovali smrkové semenáčky v růstových komorách za přesně definovaných podmínek, při 16hodinové fotoperiodě, při intenzitě osvětlení 20 kLux a při relativní vzdušné vlhkosti 80 %. Všechny vnější faktory byly identické, lišila se pouze výše teploty (10 ° až 30 °C). Semenáčky smrku pěstované při konstantní denní a noční teplotě 10 °C rostly pomalu, takže po 18 týdnech pěstování byly nízké a jejich suchá hmotnost dosáhla pouze sedminy hmotnosti semenáček pěstovaných při teplotě 20 °C (obr. 3). Semenáčky pěstované při konstantní teplotě 15 °C dosáhly na konci zkoumaného období poměrně značných rozměrů. Tento výsledek zřetelně ukazuje, že smrkové semenáčky nejsou náročné na teplo a při nízkých teplotách jsou schopny intenzivních metabolických pochodů, umožňujících poměrně rychlý růst.

Smrkové semenáčky pěstované při konstantní denní a noční teplotě 20 °C dosáhly na konci zkoumaného období jak největší výšky, tak i nejvyšší suché hmotnosti (obr. 3). Tuto teplotu lze tedy pokládat za optimální pro růst smrkových semenáček. Jestliže byly semenáčky pěstovány při denní teplotě 20 °C a noční teplota byla nižší (10 °C), potom jejich růst byl dost značně brzděn a jejich suchá hmotnost byla podstatně nižší. Při pěstování semenáček za vyšší noční teploty (25 °C) byla suchá hmotnost semenáček rovněž nižší než při pěstování za konstantní teploty 20 °C. Smrkové semenáčky pěstované za konstantní denní a noční teploty 25 °C měly jak výšku, tak i průměr kořenového krčku

3. Suchá hmotnost semenáčků smrku [*Picea abies* (L.) Karst.] pěstovaných při konstantních denních a nočních teplotách po dobu 18 týdnů (16 hod fotoperioda, intenzita osvětlení 20 kLux, 80% relativní vzdušná vlhkost) - Dry matter of Norway spruce seedlings [*Picea abies* (L.) Karst.] grown under constant day and night temperature for 18 weeks (16 h photoperiod, 20 kLux light, 80% relative air humidity)



a suchou hmotnost poněkud nižší než semenáčky pěstované při konstantní teplotě 20 °C. Tento výsledek opět potvrzuje poznatek, že smrk je poměrně nenáročný na teplotu a nejrychleji u něj probíhají všechny metabolické procesy při nižších teplotách. Průměrná výška a suchá hmotnost semenáčků pěstovaných při denní teplotě 25 °C a při noční teplotě 20 °C byla podobná jako u semenáčků pěstovaných při konstantní denní a noční teplotě 20 °C. Z těchto výsledků je možné odvodit, že optimální denní teplota pro růst smrkových semenáčků je mezi 20 ° až 25 °C, optimální noční teplota byla 20 °C. Při nízkých nočních teplotách (10 °C) byl růst semenáčků brzděn.

Teploty vyšší než 25 °C působily na růst smrkových semenáčků nepříznivě, a to tím více, čím byly vyšší a čím déle trvaly. Smrkové semenáčky pěstované při konstantní teplotě 30 °C byly na konci zkoumaného období velmi malé a část semenáčků při této vysoké stálé teplotě i odumřela. Semenáčky pěstované při denní teplotě 30 °C a při noční teplotě 15 °C byly sice vyšší a měly větší suchou hmotnost, ale ve srovnání se semenáčky pěstovanými při nižších teplotách byly jejich rozměry a hmotnost nižší. Tyto výsledky ukazují, že zvýšené teploty mohou nepříznivě ovlivňovat růst a produkci některých druhů lesních dřevin, které jsou přizpůsobeny růstu v chladnějších klimatických podmínkách.

S negativními vlivy skleníkového efektu a globálního oteplování je zapotřebí počítat a snažit se jejich účinky zmírnit. Prokáže-li se globální oteplování, bude třeba přikročit k různým opatřením, zmírňujícím jeho negativní efekty. Zalesňování by bylo třeba provádět takovými odrůdami a druhy dřevin, které jsou přizpůsobené k vyšším teplotám a snázejí i delší suché periody. K omezení nepříznivého vlivu klimatických změn bude zapotřebí využít i nových biotechnologických metod a poznatků a pomocí metod genetického inženýrství vytvářet transgenní stromy, které by byly tolerantní k různým vnějším nepříznivým vlivům a stresům jako je sucho, škodlivý hmyz a choroby. Při našich experimentech se zabýváme vypracováním vhodných metod vnášení cizích genů do genomu buněk lesních dřevin. Nové geny jsou do buněk lesních dřevin vnášeny buď pomocí *Agrobacterium tumefaciens*, nebo bombardováním buněk mikroprojektily (C h a l u p a , 1990). U některých druhů dřevin se nám již podařilo regenerovat transgenní rostliny (A l d é n et al., 1990; N i l s s o n et al., 1992). Vnášení cizích genů umožní vytvářet transgenní stromy s novými vlastnostmi. Je možné očekávat, že v blízké budoucnosti se podaří vytvářet transgenní stromy, které by byly tolerantní ke škodlivému hmyzu a k různým vnějším stresovým činitelům.

Zvyšující se koncentrace CO_2 , metanu a dalších skleníkových plynů v zemské atmosféře mohou vyvolat globální klimatické změny. Hodnoty budoucího oteplení značně závisejí na rychlosti vzestupu koncentrace skleníkových plynů v atmosféře. Obecně se předpokládá, že zdvojnásobení původní koncentrace CO_2 v atmosféře by mohlo nastat mezi roky 2030 až 2050, pokud budou hlavními zdroji energie i nadále fosilní paliva. V případě, že by se podařilo získávat podstatnou část energie z jiných zdrojů, např. z elektráren pracujících na principu fúze jaderných částic, byl by zřejmě vzestup koncentrace CO_2 v atmosféře zpomalen nebo zastaven. Ke zpomalování vzestupu koncentrace CO_2 v atmosféře přispívají také lesní porosty, které poutají značná kvanta uhlíku ve dřevě.

Lze předpokládat, že při postupném globálním oteplování by mohl být dosavadní neuspokojivý stav našich lesních porostů ještě dále zhoršen. Zvláště nebezpečné by mohlo být současné působení průmyslových imisí a výskyt extrémních povětrnostních situací, zejména delších suchých období, která by snížila vitalitu a odolnost stromů a přispěla k rozmnožení škodlivého hmyzu a dalších patogenů. Lze očekávat, že předpokládané klimatické změny budou vytvářet příznivé podmínky pro přemnožení a rychlé šíření hmyzích škůdců a houbových nákaz.

I když se v předpovědích o klimatických změnách pracuje s mnoha nejistotami, je třeba věnovat v lesním hospodářství značnou pozornost možným klimatickým změnám. Je zapotřebí zabránit destabilizaci lesních porostů. Pro zalesňování bude zřejmě třeba používat druhy odolnější ke stresovým situacím, které mají širší ekologickou amplitudu a jsou odolnější k suchu a větru. Při volbě pestřejšího druhového složení porostů se snižují ekologická rizika. Smíšené porosty, složené z většího počtu odolnějších druhů, by mohly poskytovat záruku větší stability než současné smrkové monokultury, které bude zapotřebí v nižších polohách postupně nahradit odolnějšími, stanoviště vhodnějšími druhy dřevin.

Literatura

- ALDÉN, T. - SITBON, F. - NILSSON, O. - LITTLE, C. H. A. - CHALUPA, V. - SANDBERG, G. - OLSSON, O.: Agrobacterium-mediated transformation of *Populus tremula*. *Physiol. Plantarum*, 79, 1990, part 2, s. 38.
- ARNOLD, J. R. - ANDERSON, E. C.: The distribution of carbon-14 in nature. *Tellus*, 9, 1957, s. 28-32.
- BACH, W.: Development of climatic scenarios. In: PARRY, M. L. - CARTER, T. R. - KONIJN, N. T. (eds.): The impact of climatic variations on agriculture. Kluwer, Dordrecht 1988, s. 125-149.
- BAZZAZ, F. A.: The response of natural ecosystems to the rising global CO_2 levels. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 21, 1990, s. 167-196.
- BAZZAZ, F. A. - COLEMAN, J. S. - MORSE, S. R.: Growth responses of seven major co-occurring tree species of the northeastern United States to elevated CO_2 . *Can. J. For. Res.*, 20, 1990, s. 1479-1484.
- BISCHOF, W.: Carbon dioxide concentration in the upper troposphere and lower stratosphere II. *Tellus*, 23, 1971, s. 558-561.
- BOLIN, B.: On the exchange of carbon dioxide between the atmosphere and the sea. *Tellus*, 12, 1960, s. 274-281.
- BOLIN, B.: Preventive measures to slow down man-induced climate change. Report Steering Committees of IPCC, Geneva, 1989.
- BOLIN, B. - BISCHOF, W.: Variations of carbon dioxide content of the atmosphere in the northern hemisphere. *Tellus*, 22, 1970, s. 431-442.
- BOLIN, B. - ERIKSSON, E.: Changes in the carbon dioxide content of the atmosphere and sea due to fossil fuel combustion. In: BOLIN, B. (ed.): The atmosphere and sea in motion. New York, 1959, s. 130-142.
- BOLIN, B. - DÖÖS, B. R. - JÄGER, J. - WARRICK, R. A. (eds.): The greenhouse effect, climatic change, and ecosystems. John Wiley, Chichester and New York, 1986.
- BROWN, C. W. - KEELING, C. D.: The concentration of atmospheric carbon dioxide in Antarctica. *J. Geoph. Res.*, 70, 1965, s. 6077-6085.

- CRAIG, H.: The natural distribution of radiocarbon and the exchange time of carbon dioxide between atmosphere and sea. *Tellus*, 9, 1957, s. 1-17.
- FETCHER, N. - JAEGER, C. H. - STRAIN, B. R. - SIONIT, N.: Long-term elevation of atmospheric CO₂ concentration and the carbon exchange rates of samplings of *Pinus taeda* L. and *Liquidambar styraciflua* L. *Tree Physiol.*, 4, 1988, s. 255-262.
- GORDON, J. C. - GATHERUM, G. E.: Effect of environmental factors and seed source on CO₂ exchange of Scots-pine seedlings. *Bot. Gaz.*, 130, 1969, s. 5-9.
- HANSEN, J. et al.: Global climate changes as forecast by the Goddard Institute for Space Sciences. *J. Geophys. Res.*, 93, 1988, s. 9341-9364.
- HANSEN, J. - LEBEDEFF, S.: Global surface air temperatures: Update through 1987. *Geophys. Res. Lett.*, 15, 1988, s. 323-326.
- HARDH, J. E.: Trials with carbon dioxide, light and growth substances on forest tree plants. *Acta For. Fenn.*, 81, 1967, s. 1-10.
- HARVEY, L. D. D.: Transient climatic response to an increase of greenhouse gases. *Climatic Change*, 15, 1989, s. 15-30.
- HARVEY, L. D. D.: Managing atmospheric CO₂. *Climatic Change*, 15, 1989, s. 343-381.
- HOUGHTON, J. T. - JENKINS, G. J. - EPHRAUMS, J. H. (eds.): *Climate change: The IPCC scientific assessment*. Cambridge Univ. Press, Cambridge and New York, 1990.
- HOUPIS, J. L. - SURANO, K. A. - COWLES, S. - SHINN, J. H.: Chlorophyll and carotenoid concentrations in two varieties of *Pinus ponderosa* seedlings subjected to long-term elevated carbon dioxide. *Tree Physiol.*, 4, 1988, s. 187-193.
- CHALUPA, V.: Průběh tloušťkového růstu u lesních dřevin. *Práce výzk. ústavů lesn. ČSSR*, 30, 1965, s. 185-223.
- CHALUPA, V.: Růst lesních dřevin při zvýšeném obsahu kyslíčnicku uhlíčitěho v ovzduší. *Lesn. Práce*, 52, 1973, s. 548-551.
- CHALUPA, V.: Vliv zvyšování koncentrace kyslíčnicku uhlíčitěho v ovzduší na fotosyntézu a přírůst lesních dřevin. *Lesnictví*, 20, 1974, s. 297-312.
- CHALUPA, V.: Řízení růstu a otužilosti semenáčků vnějšími faktory. *Lesn. Práce*, 55, 1976a, s. 302-306.
- CHALUPA, V.: Ovlivnění fotosyntézy a růstu lesních dřevin vodním deficitem. *Lesnictví*, 22, 1976b, s. 959-964.
- CHALUPA, V.: Vliv vnitřních a vnějších faktorů na kambiální aktivitu lesních dřevin. *Práce VÚLHM*, 54, 1979, s. 29-48.
- CHALUPA, V.: Biotechnology in forest tree improvement: trees of the future. In: RODRIGUEZ, R. - SÁNCHEZ TAMÉS, R. - DURZAN, D. J.: *Plant aging. Basic and applied approaches*. Plenum Press, New York and London, 1990, s. 311-318.
- JARVIS, P. G.: Atmospheric carbon dioxide and forests. *Phil. Trans. Royal Soc. Lond.*, B 324, 1989, s. 369-392.
- KALVOVÁ, J. - VANÍČEK, K.: Současné prognózy změn klimatu ve vztahu k území ČSFR. *Meteorol. zprávy*, 44, 1991, s. 68-72.
- KRAMER, P. J.: Carbon dioxide concentration, photosynthesis, and dry matter production. *BioScience*, 31, 1981, s. 29-33.
- KRAMER, P. J. - SIONIT, N.: Effects of increasing carbon dioxide concentration on the physiology and growth of forest trees. In: SHANAS, W. L. - HOFMAN, J. S. (eds.): *The greenhouse effect, climate change, and U. S. Forests*, 1987, s. 219-246.
- KOCH, W.: Untersuchungen über die Wirkung von CO₂ auf die Photosynthese einiger Holzgewächse unter Laboratoriumsbedingungen. *Flora, Abt. B*, 158, 1969, s. 402-428.
- LaMARCHE, V. C. - GRAYBILL, D. A. - FROTTS, H. C. - ROSE, M. R.: Increasing atmospheric carbon dioxide: tree ring evidence for growth enhancement in natural vegetation. *Science*, 225, 1984, s. 1019-1021.
- LOŽEK, V.: Vývoj přírody středních Čech v nejmladší geologické minulosti. *Studie ČSAV*, Praha 1980, č. 1, s. 9-43.
- MACHTA, L.: Mauna Loa and global trends in air quality. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 53, 1972, s. 402-420.
- MITCHELL, J. F. B.: The greenhouse effect and climate change. *Rev. Geophys.*, 27, 1989, s. 115-139.
- NILSSON, O. - ALDÉN, T. - SITBON, F. - LITTLE, C. H. A. - CHALUPA, V. - SANDBERG, G. - OLSSON, O.: Spatial pattern of cauliflower mosaic virus 35S promoter-luciferase expression in transgenic hybrid aspen trees monitored by enzymatic assay and non-destructive imaging. *Transgenic Research*, 1, 1992, s. 209-220.
- PEARMAN, G. I. - ETHERIDGE, D. - de SILVA, F. - FRASER, P. J.: Evidence of changing concentrations of CO₂, N₂O and CH₄ from air bubbles in Antarctic ice. *Nature*, 320, 1986, s. 248-250.
- PONOMAREVA, M. M.: Vlijanie koncentracii uglekisloty na intensivnost fotosinteza. *Eksperim. bot.*, 14, 1960, s. 54-72.

- REEKIE, E. G. - BAZZAZ, F.: Competition and patterns of resource use among seedlings of five tropical trees grown at ambient and elevated CO₂. *Oecologia*, 79, 1989, s. 212-222.
- REVELLE, R. - KOHLMAIR, G.: Increasing amplitude of the seasonal CO₂ cycle. In: ROSENZWEIG, C. - DICKINSON, R. (eds.): *Climate-vegetation interactions*, Boulder 1986, s. 125-127.
- REVELLE, R. - SUESS, H.: Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean and the question of an increase of atmospheric CO₂ during past decades. *Tellus*, 9, 1957, s. 18-27.
- SCHLESINGER, M. E. - MITCHELL, J. F. B.: Climate model simulations of the equilibrium response to increased carbon dioxide. *Rev. Geophys.*, 25, 1987, s. 760-798.
- SIONIT, N. - STRAIN, B. R. - HELLMERS, H. - RIECHERS, G. H. - JAEGER, C. H.: Long-term atmospheric CO₂ enrichment effects and the growth and development of *Liquidambar styraciflua* and *Pinus taeda* seedlings. *Can. J. For. Res.*, 15, 1985, s. 468-471.
- SIRÉN, G. - ALDÉN, T.: CO₂ supply and its effects on the growth of conifer seedlings grown in plastic greenhouse. *Inst. Skogsför., Skogshögsk. Rapp. Upps. Nr. 32*, 1972, s. 1-15.
- TOLLEY, L. C. - STRAIN, B. R.: Effects of atmospheric CO₂ enrichment and water stress on growth of *Liquidambar styraciflua* and *Pinus taeda* seedlings. *Can. J. Bot.*, 62, 1984, s. 2135-2139.
- YEATMAN, C. W.: CO₂ enriched air increased growth of conifer seedlings. *For. Chron.*, 46, 1970, s. 229-230.
- WILLIAMS, W. E. - GARbutt, K. - BAZZAZ, F. A. - VITOUSEK, P. M.: The response of plants to elevated CO₂. IV. Two deciduous-forest tree communities. *Oecologia*, 69, 1986, s. 454-459.
- ZELAWSKI, W. - KINELSKA, J.: Photosynthesis and respiration of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) seedlings grown in water culture from seed of various provenance. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 36, 1967, s. 495-502.

Došlo 9. 7. 1992

CHALUPA, V. (Forestry Faculty of the University of Agriculture, Praha): *The changing atmosphere, climatic changes and their effects on forests*. *Lesnictví-Forestry*, 38, 1992 (12): 973-986.

The combustion of fossil fuels, deforestation and other human activities have caused, that increasing amounts of carbon dioxide are accumulating in the atmosphere. Carbon in the atmosphere is currently increasing at about 3 billion tons annually. Increasing concentration of atmospheric CO₂ together with other greenhouse gases may lead to global warming. It is assumed that fossil fuel emissions of CO₂ will continue to grow and the concentration of atmospheric CO₂ will double within 40 - 60 years. Because of increases of other greenhouse gases, the climate will experience the heating equivalent of CO₂ doubling by the time, when atmospheric CO₂ reaches a concentration of 400 - 450 ppm. A doubling of atmospheric CO₂ concentration and the associated climatic changes would have significant impacts on forest ecosystems. It may be awaited that changes in CO₂ concentration and associated climatic changes will influence vegetative growth of forest and even generative reproduction and regeneration of forests. With the rise of atmospheric CO₂ concentration, the higher photosynthesis of forests may be expected and some investigations indicate, that significant increases in forest assimilation occur. It may be assumed that increasing temperature will stimulate higher volume production of forest stands growing in regions, where precipitations are sufficiently high and where present temperature is too low and is the limiting factor of rapid tree growth. On the other hand, the increasing warming associated with the lower precipitation may have significant negative effects on growth, vitality and stability of forests. It may be assumed that damages caused by air pollution, pests and insects, by wind and forest fires, will increase with increasing warming. Higher transpiration and evaporation will cause decreasing soil humidity and deterioration in hydrological functions of forests. In the present, we should take into account the assumed climatic changes and make careful decisions on future forest composition and on selection of tree species used for reforestation.

changing atmosphere; global warming; climatic changes and forests

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír Chalupa, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, 165 21 Praha 6-Suchbát

J. Kodrík, M. Pavlík

KODRÍK, J. - PAVLÍK, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen): *Koreňový systém a statická stabilita duba*. Lesníctví-Forestry, 38, 1992 (12): 987-996.

Práca uvádza výsledky získané pri posudzovaní statickej stability dubín na rôznych pôdach. Koreňová sústava duba sa vyznačuje veľkou premenlivosťou tvaru i veľkosti a je závislá od podmienok prostredia. Charakter pôdy, jej fyzikálno-chemické vlastnosti a hlavne vodný režim vplyvajú jednak na charakter koreňov, jednak na zdravotný stav a tým aj na statickú stabilitu. Najväčšia časť koreňov z fyziologického hľadiska sa sústreďuje len do hĺbky 40 cm. Pri vysokej hladine podzemnej vody dub nevytvára kolový koreň. Pri nízkej hladine spodnej vody na priaznivých fyziologických pôdach vytvára pomerne silný kolový systém. Koreňová sústava duba rastie až do 100 rokov. Najčastejšie na hnilobnosti sa zúčastňuje podpŕovka *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm., najmä po suchých rokoch. Jednotlivé botanické druhy podpŕovky nemusia sa prejavovať vždy paraziticky. Na pôdach illimerizovaných s dostatočnou fyziologickou hĺbkou pôdy je dub voči vetru odolný.

koreňový systém; dub; druhy pôd; hnilobnosť; statická stabilita

Častejšie sa objavujúci výskyt vývrátov duba v rôznych oblastiach Slovenska si vyžaduje podrobnejšie sa zaoberať príčinami tohoto stavu, najmä keď si uvedomíme, že v minulosti sa v dubinách väčšie škody spôsobené vetrom vyskytovali len zriedka a mali čisto lokálny charakter.

Otázky spojené so statickou stabilitou tejto dreviny súvisia s hodnotením koreňového systému, o ktorom doterajšie výsledky len zovšeobecňujú známe zákonitosti bez dôkladnejšieho zamerania na jeho úlohu pri zabezpečení odolnosti duba voči vetru. Štúdiom premenlivosti koreňového systému na rôznych pôdach je možné získať mnoho poznatkov umožňujúcich pochopiť a prípadne zabezpečiť statickú stabilitu duba a jeho porastov. V tejto súvislosti nemožno zabudnúť na význam koreňovej hniloby, ktorej škodlivé pôsobenie narastá s pretrvávaním veľkého deficitu pôdnej vlhky. Dochádza aj k aktivizácii hubových škodcov, ktorých zhubnosť sa inak prejavuje len sporadicky.

Z hľadiska statickej stability patrí dub medzi dreviny odolné voči mechanickým účinkom vetra. Všeobecne sa uvádza, že má dobre vyvinutý koreňový systém s dlhým hlavným kolovitým koreňom, ktorý mu zabezpečuje dobrú statickú stabilitu. No jednoduché triedenie drevín na hlbokokorenné a plytkokorenné pri posudzovaní ich statickej stability nepostačuje, pretože vplyvom prostredia dochádza k tvorbe koreňových systémov rôznych tvarov pri rovnakom druhu dreviny (S v o b o d a, 1952; B e z a č i n s k ý, 1965).

Z dostupných prác domácich a zahraničných autorov vidieť, že práve otázke odolnosti duba voči účinkom vetra sa doposiaľ nikto podrobnejšie nevenoval. Z tejto oblasti existujú len stručné zmienky v pestovateľských, prípadne hospodársko-úpravníckych prácach

(Hilf, 1927; Ivanov, 1934; Konšel, 1931; Korpeľ, 1975; Polanský, 1928; Svoboda, 1952 a i.).

Z tohoto dôvodu sa v rámci cieľového projektu výskumu hromadného hynutia dubových porastov skúmala aj ich statická stabilita voči vetru.

Cieľom výskumu bolo:

- posúdiť vplyv mechanického pôsobenia vetra na dubové porasty;
- zistiť vplyv vlastností prostredia na statickú stabilitu dubových porastov;
- zistiť a posúdiť faktory, ktoré statickú stabilitu dubín najviac ovplyvňujú.

MATERIÁL A METÓDA

Výskum sa uskutočnil v porastoch vybraných na zisťovanie príčin hromadného hynutia duba. Išlo o porasty:

- LZ Rimavská Sobota - LS Teplý Vrch, LO Palaska, porast 76d; LO Kurinec, porasty 24b, 24f, 24g, 25a;
- LZ Krupina - LS Krupina, LO Habanky, porast 33c; LS Zvolen, porasty 43, 45;
- LZ Sobrance - LS Porubka, LO Močidlá, porasty 56, 58, 60;
- Školský lesný podnik VŠLD Zvolen - LS Budča, porasty 374, 372a; LS Lieskovec, porasty 11b, 13b.

Okrem toho sa kontrolné merania uskutočnili aj v ďalších častiach a v susedných porastoch týchto oblastí.

Na každej lokalite sa vykopal osem koreňových systémov duba, zistil sa zdravotný stav koreňov, spôsob zakorenenia, merala sa šírka a hĺbka koreňového systému, počet koreňov hrubších ako 1 cm, rozloženie koreňov v jednotlivých pôdnych vrstvách ako aj vzťah medzi koreňovým systémom a korunou stromu. Tieto údaje sa doplnili meraniami na vhodných blízkych vývratoch.

Na niektorých lokalitách sa orientačne urobilo aj meranie pH pôdy v rôznych hĺbkach.

Údaje o typoch pôd, získané z ÚHÚL Zvolen, boli konfrontované a dopĺňané pri kopaní pôdnych sond na jednotlivých lokalitách a tiež pri vykopávaní koreňov.

Výskyt podpŕpky *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm. a hniloby koreňov sa podrobne sledoval na 296 duboch.

Meranie koreňov sa robilo bežným spôsobom - pláteným pásmom, posuvným kovovým meradlom - a počítať práce bežnou výpočtovou technikou (tab. I).

VÝSLEDKY

HODNOTENIE VPLYVU RÔZNYCH PÔDNYCH TYPOV NA ROZLOHU KOREŇOVÝCH SYSTÉMOV

Pri hodnotení vykovaných koreňových systémov ako aj vývrátov bola zistená výrazná závislosť ich rozmerov od typu pôdy. Čím boli pôdy chudobnejšie, tým viac sa koreňový systém rozrastal do šírky a s výnimkou oglejených pôd aj do hĺbky.

Najpriaznivejšie rozmery koreňových systémov dubov vzhľadom na ich statickú stabilitu boli zistené na hnedej lesnej pôde skeletnej, mierne hlbkej, slabohumóznej, piesčito-hlinitej (priemerná hĺbka zakorenenia 64,7 cm a šírka koreňového systému

I. Počty zmeraných koreňových systémov na vybratých plochách a počty zmeraných vývrátov - The numbers of measured root systems at some localities and the numbers of measured windfalls

Lokalita ¹	Vykopané koreňové systémy ²	Vývraty ³
ŠLP VŠLD Zvolen	37	305
LZ Krupina	17	267
LZ Rimavská Sobota	13	203
LZ Sobrance	8	232
Spolu ⁴	75	1007

¹locality, ²denuded root systems, ³windfalls, ⁴total

192,6 cm) a na pôde illimerizovanej typickej, stredne hlbkej, slabohumóznej, hlinitej (59,8 a 236,3 cm).

Najmenšie rozmery koreňových systémov boli namerané na lokalitách s hnedou lesnou pôdou skeletnatou, stredne hlbokou, slabohumóznou, hlinitou (priemerná hĺbka zakorenenia bola len 32,9 cm a šírka koreňového systému 56,8 cm) a s rankrovou hnedou pôdou štrkovitou až kamenitou, mierne hlbokou, piesčito-hlinitou (44,0 cm a 73,8 cm).

Pri hodnotení rozmerov koreňových systémov sa ukázalo, že dub je z hľadiska vývoja, formy a rastu koreňov veľmi náročný na fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy a hlavne na výšku hladiny podzemnej vody. Tieto dva základné faktory najpodstatnejšie ovplyvňujú aj statickú stabilitu duba a jeho odolnosť voči vetru.

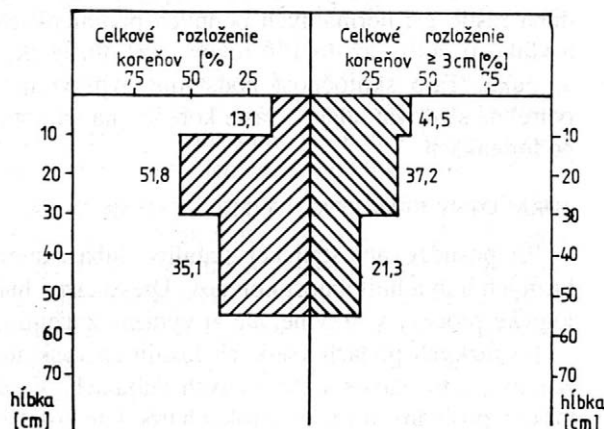
Pri porovnávaní rozmerov koreňových systémov dubov výmladkového a semenného pôvodu neboli pri rovnakých pôdnych podmienkach zistené významnejšie rozdiely. Ich statická stabilita je teda približne rovnaká. V tejto súvislosti však treba pripomenúť, že korene výmladkových dubín starších ako 40 rokov sa horšie prispôbujú zmeneným pôdnym podmienkam, najmä výraznejšej zmene výšky hladiny podzemnej vody.

Pri vysokej hladine podzemnej vody sa nevytvárajú hrubé korene. Zvyčajne sa netvorí kolovitý hlavný koreň a postranné korene dosahujú pomerne malé hrúbky. Opačná situácia je pri hlbšej hladine podzemnej vody, kedy sa zvyčajne tvorí silný kolovitý koreň s hrubšími postrannými koreňmi. Na oglejených pôdach má koreňový systém „metlovitý“ tvar.

CHARAKTER A POČETNOSŤ KOREŇOV DUBA

Pri posudzovaní statickej stability duba je potrebné zohľadniť aj hrúbky jeho koreňov. Pri podrobnom hodnotení 75 koreňových systémov boli sledované aj počty koreňov v ich hrúbkových stupňoch od 1 do 15 cm (tab. II). Vytvorili sa tri základné hrúbkové kategórie: korene s hrúbkou do 2 cm, od 3 do 7 cm a hrubšie. Bolo zistené, že až 44 % koreňov má hrúbku do 2 cm. Korene hrubé od 3 do 7 cm tvoria priemerne 41 % a hrubšie korene 15 % koreňového systému (graf I).

Statická stabilita duba v značnej miere závisí od hĺbky jeho zakorenenia. Pri priemernej hrúbke meraných dubov $d_{1,3}$ 23,6 cm bola zistená hĺbka zakorenenia priemerne 55,2 cm. Najvyššie hodnoty boli namerané na lokalite Baková Jama (ŠLP VŠLD Zvolen, LS Lieskovec), kde pri priemernej hrúbke $d_{1,3}$ 25,0 cm korene siahali priemerne do hĺbky až 64,7 cm. Prítom bolo taktiež zistené, že najväčšia časť koreňov významných pre dub z fyziologického hľadiska sa nachádza vo vrchných 40 cm pôdy, hlbšie len ojedinele.



1. Rozloženie koreňov duba na illimerizovanej pôde stredne hlbkej, slabohumóznej - The distribution of oak roots on medium-deep, weakly humic Albic Luvisol

Hrúbka v cm ¹	Počet ²	Percento ³
1	16,93	29,40
2	8,41	14,61
3	7,08	12,29
4	5,47	9,49
5	4,51	7,82
6	3,49	6,06
7	2,76	4,76
8	2,52	4,37
9	1,76	3,06
10	2,32	4,03
11	0,91	1,57
12	0,47	0,81
13	0,21	0,37
14	0,25	0,44
15	0,33	0,58
15+	0,17	0,30

¹diameter in cm, ²number, ³per cent

Najmenšia priemerná hĺbka zakorenenia bola zaznamenaná na lokalite Močidlá (LS Sobrance, LS Porubka) - len 32,9 cm pri priemernej hrúbke $d_{1,3}$ 17,4 cm. Tento výrazný rozdiel je pozoruhodný hlavne preto, že typy pôd na lokalite Baková Jama aj Močidlá boli zhodné, ale na lokalite Močidlá bola pôda minerálne bohatšia s výrazne vyššou hladinou podzemnej vody. Priemerná šírka koreňového systému bola 186,9 cm. Najväčšie hodnoty boli namerané na lokalite Bieň (ŠLP VŠLD Zvolen, LS Budča) - až 236,3 cm pri priemernej hrúbke $d_{1,3}$ 23,5 cm. Najmenšie šírky boli znovu na lokalite Močidlá - len 56,7 cm. Pravdepodobne najväčší vplyv na rast koreňov do šírky mala znovu výška hladiny podzemnej vody a minerálna sila pôdy.

Z doposiaľ získaných údajov vyplýva veľmi dôležitý poznatok, že koreňový systém duba rastie pri normálnych pôdnych podmienkach (pri dostatočnej fyziologickej hĺbke a vlhkosti pôdy) až do 100 rokov, čiže dlhšie ako korene nielen ihličnatých drevín, ale aj buka. Táto skutočnosť podstatne ovplyvňuje statickú stabilitu dubín. Preto bude potrebné sledovať údaje o raste koreňov na väčšom súbore stromov a porastov v rôznych podmienkach.

ZDRAVOTNÝ STAV KOREŇOVÉHO SYSTÉMU DUBA

Pri posudzovaní statickej stability duba samozrejme nemožno obísť výskyt drevo-kazných húb a hnilobnosť koreňov. Drevo-kazné huby nielen že značne ovplyvňujú fyziologické procesy v drevine, ale aj výrazne znižujú jej statickú stabilitu.

Na ťažkých pôdach všetkých lokalít sa vyskytovala *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm., a to hlavne v 30-ročných dubinách. Všetky odobraté vzorky, a to aj z lokalít, ktoré v posledných suchých rokoch trpeli nedostatkom vlhky, potvrdili značnú agresivnosť

tejto huby. Výskum taktiež ukázal, že dub je veľmi citlivý na zmenu výšky hladiny podzemnej vody a pri jej poklese je značne náchylný na vznik koreňových hnilôb a to v rubných i predrubných porastoch.

Z hľadiska odolnosti duba voči vetru je dôležité zistenie, že keď podpŕhovka, resp. iné huby napádajúce korene nemali pre svoj vývoj optimálne podmienky, intenzita rozkladu koreňov bola malá a nedostavilo sa ani nadmerné presychanie korún. No už po prvých ťažobných zásahoch sa v porastoch na plytkých a spravidla aj kyslých pôdach začali objavovať ojedinené vývraty. Na tých sa až v 80 % prípadov vyskytli rhizomorfy podpŕhovky, pričom konce koreňov boli zahnuté a hniloba v 63 % prípadov prechádzala aj do bele a jadra.

Zaujímavé je zistenie, že výskyt vývratov bol pri pomalom postupe koreňových húb (najmä podpŕhovky) častejší ako pri ich intenzívnom postupe. Dá sa to vysvetliť aj tým, že intenzívny postup hniloby koreňov má za následok rýchle presychanie korún a tým aj podstatné zmenšenie plochy odporujúcej prúdeniu vetra.

Pri podrobnom sledovaní koreňových systémov napadnutých drevokaznými hubami sa zistilo, že tieto zvyčajne napádajú len časť koreňového systému - najčastejšie jeden postranný, prípadne hlavný koreň, z ktorého sa hniloba šíri do prízemku s rôznou intenzitou. Postup hniloby pokračuje často veľmi pomaly, pričom ostatné postranné korene dokážu zabezpečiť statickú stabilitu dreveniny. Až keď sa huba rozšíri aj na ďalšie korene, resp. do prízemku, strácajú stromy výrazne odolnosť voči vetru a množia sa vývraty. Zo získaného materiálu možno dedukovať, že napadnutie hlavného (kolovitého) koreňa drevokaznými hubami sa začne prejavovať až po troch - štyroch rokoch. Odumieranie bočných jemných korienkov zapríčini presychanie korún; obyčajne klesá, prípadne sa zastavuje aj výškový rast stromu, čo bolo zistené hlavne v predrubných porastoch.

Vzorky odobraté na pokusných plochách i mimo nich dokazujú, že aj v zmiešaných porastoch bol dub prvou drevinou, ktorá začala presychať bez ohľadu na prítomnosť či neprítomnosť tracheomýkóz. Bolo zistené, že zo všetkých vzoriek, u ktorých sa nezaznamenala prítomnosť tracheomýkóznych húb, bolo podpŕhovkou napadnutých 27 až 33 %. Tento dôležitý poznatok sa potvrdil aj pri overovaní v septembri a októbri v rokoch 1987, 1988 a 1989.

Veľmi zaujímavú možnosť skúmania hnilôb koreňových systémov duba poskytlo vyklčovanie pŕhov v poraste 88a (ŠLP VŠLD Zvolen), kde sa pripravovala plocha pre semenný sad. V poraste boli zastúpené tieto dreviny: borovica, dub, hrab a smrek. Pri skúmaní 673 koreňových systémov bola v ílovitej pôde najhlbšie zakorenená borovica. No zaujímavé bolo predovšetkým to, že korene borovice, smreka i hraba boli napadnuté len v 7 % prípadov, kým plytké korene duba až v 83 % prípadov.

Na niektorých lokalitách sa orientačne urobilo aj meranie pH pôdy v hĺbkach 5, 25, 50, prípadne aj 100 cm. Na všetkých lokalitách bola reakcia pôdy kyslá. Najnižšie hodnoty pH boli zistené na lokalite Baková Jama (priemerne 4,66) a najvyššie na lokalite Ľubica (priemerne 5,55). Pri porovnávaní nameraných hodnôt v jednotlivých hĺbkach je zreteľné, že najnižšie boli v hĺbke 25 cm; hodnoty z hĺbok 5 a 50 cm boli vyššie a približne rovnaké. Je to zaujímavé z toho hľadiska, že práve v strednej časti koreňového systému sa nachádza najviac koreňovej hmoty. V tejto súvislosti treba uviesť, že práve na lokalite Baková Jama bol zistený najvyšší podiel zdravých koreňov. Možno teda konštatovať, že so stúpajúcimi hodnotami pH klesal podiel zdravých koreňových systémov. Na potvrdenie tohoto zistenia by však samozrejme bolo potrebné vykonať oveľa väčšie množstvo meraní na lokalitách s výrazne širším spektrom hodnôt pH.

Otázka vzťahu zakorenenia a statickej stability duba je pomerne málo spracovaná a väčšinou sa obmedzuje na stručné všeobecné údaje. Zakorenenie drevín má podľa našich výskumov mnoho zvláštností, ale všeobecne možno konštatovať, že existuje tesná súvislosť medzi stavbou koreňového systému a pôdnymi podmienkami (S v o b o d a, 1952).

Drobnkovitou, skeletnatou pôdou koreňky ľahšie prenikajú a preto je tu aj lepšie zakorenenie ako na ťažkých uľahnutých pôdach. Korelácia medzi koreňovým systémom a korunovou projekciou nie je u duba taká úzka ako pri ihličnanoch. Najvhodnejšia z hľadiska zabezpečenia statickej stability duba je na pôdach drobnkovitého charakteru so slabšou minerálnou silou. Naopak najhoršia bola zistená na ťažkých ílovitých pôdach, kde často dochádzalo k tvorbe rôznych asymetrických tvarov koreňov. Príčinami tvorby týchto anomálií boli väčšinou koreňové huby a podzemná voda.

Aj presychanie korún býva často dôsledkom narušenej korelácie koreň - koruna, čo sa však v konečnom dôsledku môže kladne prejavíť pri statickej stabilite. Pri strácaní listov v starších porastoch sa totiž znižuje náporová plocha pre vietor, v mladších porastoch zase pre snehový tlak. Ani prípadná vlkatosť kmeňa nezvyšuje nebezpečie pre statickú stabilitu stromu, tak ako je to pri jedli. Najmenej stabilné sa ukázali tie stromy, ktoré rástli vo vrchnej polovici kmeňa ako dvojáky. Ich široké koruny bez zjavnej korelácie s koreňovými systémami v spojitosti s výskytom hniloby, ktorá sa často v mieste nasadenia dvojáka vyskytovala, znamenali výrazné narušenie statickej stability duba.

Z výsledkov výskumu vyplýva záver, že aj pri narušenej korelácii koruny s koreňom pri absencii ďalších negatívnych činiteľov (nevhodná pôda, výška a hrúbka stromu) sa neoslabuje statická stabilita duba natoľko, že by sa to odrazilo na zvýšenom výskyte vývrátov. Rozmery koreňových sústav a korún uvádza tab. III.

DISKUSIA A ZÁVER

Dub je drevinou, ktorá sa vzhľadom na koreňový systém všeobecne považuje za vetru odolnú.

Podrobné meranie koreňových sústav duba ukázalo, že koreňová sústava duba sa silne modifikuje podľa rôznych podmienok. Najpodstatnejšie ju formujú pôdne podmienky a podzemná voda. Opodstatnené sú v tomto smere tvrdenia S v o b o d u (1952) a B e z a č i n s k é h o (1965), že pôdne podmienky dokážu podstatne meniť charakter koreňov. Naše pozorovania naznačujú, že pri vysokej hladine podzemnej vody koreňová sústava duba nevytvára kolovitý koreň a aj postranné korene sú tenšie a slabšie. Opačne je to na pôdach fyziologicky priaznivých pri nízkej hladine podzemnej vody, kde dub prevažne vytvára kolovitý koreň s hustými postrannými koreňami. V tomto smere sa potvrdzujú údaje S v o b o d u (1952), že dub má vysoké nároky na vlhkosť a podzemnú vodu.

Zaujímavé sú aj síce stručné závery niektorých autorov (S e e g e r, 1913; P o l a n s k ý, 1928; G r a s s e r, 1928; B r ü c k n e r, 1932), že v niektorých oblastiach vytvára dub výslovne plytké korene. Podobne možno súhlasiť s názormi L e i s t n e r a (1912), S c h r e i b e r a (1924), T k a č e n k a (1939), že koreňová sústava drevín na suchých a na živiny chudobných stanovištiach je silnejšie rozvetvená než na čerstvých, živinami bohatých pôdach.

Pozoruhodné sú údaje Š u m a k o v a (1949), ktorý uvádza tri typy koreňovej sústavy duba: pri vysokej hladine podzemnej vody koreňová sústava nemá kolový koreň, ale len

III. Rozmery koreňových sústav a korún podľa jednotlivých druhov pôd - The dimensions of root systems and tree-crowns according to the soil kinds

Druh pôdy ¹	Vek ²	Bonita ³	Priemerná hrúbka kmeňa ⁴ d _{1,3} (cm)	Stredná výška kmeňa ⁵ (m)	Priemerná hĺbka zakorenenia ⁶ (cm)	Priemerná šírka koreňového systému ⁷ (cm)	Priemerná dĺžka koruny ⁸ (m)	Priemerná šírka koruny ⁹ (m)	Statická stabilita ¹⁰
Hnedá lesná pôda skeletnatá slabohumózná, mierne hlboká, piesčito-hlinitá	40 - 50	1	22,3	17	64,7	192,6	6,9	2,2	dobrá ¹¹
Illimerizovaná pôda typická stredne hlboká, slabohumózná, hlinitá	40 - 50	1	20,2	17	59,8	236,3	8,1	2,7	dobrá
Hnedá lesná pôda skeletnatá, slabohumózná, stredne hlboká, hlinitá	35 - 40	1	18,4	16	32,9	56,8	5,2	2,3	slabá ¹²
Rankrová hnedá pôda štrkovitá, mierne hlboká, piesčito-hlinitá	40 - 50	1	20,6	17	44,0	73,8	6,3	2,5	slabá

¹soil kind, ²age, ³site class, ⁴mean stem diameter, ⁵mean stem height, ⁶mean rootage depth, ⁷mean width of root system, ⁸mean crown length, ⁹mean crown width, ¹⁰static stability, ¹¹good, ¹²low

slabé postranné korene. Druhý typ sa vyskytuje pri hlbšej hladine spodnej vody, kde vzniká mocný kolovitý koreň a silné postranné korene. Tretí typ je charakteristický metlovitou koreňovou sústavou na oglejených pôdach.

Naše výskumy takéto tvrdenie plne potvrdzujú aj pre naše podmienky. Nemožno ale plne súhlasiť s názorom A l b e r t a (1907), ktorý dáva do súvislosti koreňové hniloby s ťažkou ílovitou pôdou. Aj tu, ako ukazujú naše výskumy, primárnosť zohráva časté kolísanie podzemnej vody. Presvedčivejšie a správnejšie sú tvrdenia J a k u c s a (1985), ktorý uvádza, že cez obdobie sucha nemôže sa koreň dostať do hlbších vrstiev, pričom transpiračná potreba stúpa; tým rýchle klesá vitalita stromu a podpňovka sa stáva veľmi agresívnou. Podobné závery prináša P a p (1985), čo je úplne zhodné aj s našimi výsledkami. Veľký vplyv tu má aj minerálna sila pôdy a ukazuje sa, že dub je z hľadiska vývoja, formy a rastu koreňov veľmi náročný na fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy (S i k e s , P e t t i t , 1980). Úplne zhodné sú naše pozorovania s R a c h t e e n k o m (1949), ktorý uvádza, že dub v zmiešaných porastoch vykazoval najväčšie percento hniloby koreňov. Nepodarilo sa celkom osvetliť rôznu intenzitu postupu hniloby koreňov. Podľa našich výskumov však možno predpokladať, že zahŕňovanie koreňov je najrýchlejšie v rubných porastoch na illimerizovaných pôdach a na pôdach minerálne bohatých, humózných pri rýchлом poklese podzemnej vody.

Z našich predbežných výsledkov vyplýva dôležitý poznatok, že koreňová sústava duba rastie pri dostatočnej fyziologickej hĺbke a vlhkosti pôdy až do 100 rokov, čiže dlhšie ako korene nielen ihličnatých drevín, ale aj buka. To veľmi podstatne ovplyvňuje statickú stabilitu duba až do vysokého veku. Nie je jednotnosť názorov pri udávaní miesta napadnutia drevokaznými hubami na koreňoch duba. Podľa niektorých autorov (H o b b s , P a r t r i d g e , 1979) napádajú drevokazné huby konce koreňov; naše pozorovanie ukazuje, že drevokazné huby napádajú len časť koreňov, a to najčastejšie hlavný koreň, ktorý zahŕňa len veľmi pomaly. Potvrdzuje sa, že najčastejšie sa na zahŕňaní koreňov duba zúčastňuje podpňovka *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm., čo zodpovedá údajom G r a s s e r a (1939), H i l f a (1929) a S t o l i n u (1953), a že táto agresivita sa dostavuje po suchom počasi. Výsledky výskumu o podpňovke sú zhodné s prácami H e š k u (1985). Po 40. roku sa dubiny horšie prispôbujú zmeneným pôdnym podmienkam, najmä zmene výšky hladiny podzemnej vody (K o d r í k , 1990). Pri sledovaní dubových porastov zo sadencov so skrátenými koreňmi (vyberané zo záhonu strojom) sa zistil až 51 % výskyt hnilôb. Podľa výsledkov dlhodobého výskumu možno konštatovať, že koreňové hniloby duba sa prejavujú zatiaľ viac fyziologicky, a to najmä rýchlejším odumieraním stromov.

Zhodnotenie koreňového systému duba v rôznych typoch pôd, napadnutie hubami a intenzita zahŕňovania dáva nový, ucelenejší pohľad aj o statickej stabilite duba.

Literatúra

- ALBERT, A.: Besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit v. Wurzzelerkrankung der Kiefer auf aufgeförstem Ackerland? Zts. f. v. Iw, 1907.
BEZAČINSKÝ, H.: Pestovanie lesa. Bratislava, Príroda 1965.
BRÜCKER, E.: Wurzchausbildung Thar. Forstl. Jahrb., 1932.
GRASSER, R.: Die Bewirtschaftung des Erzgebirg. Fichten-Waldes. Bd. 1., 1928.
HILF, H.: Wurzelstunden an Waldbäumen. Hanover, 1927.
HOBBS, S. D. - PARTRIDGE, A. D.: Wood decays, root rots and stand composition along an elevation gradient. Forest. Sci., 25, č. 1, 1979.
HEŠKO, J.: Tracheomykózy lesných drevín na Slovensku. Správy les. výskumu, 30, 1985, č. 3, s. 14-17.

- IVANOV, L. A.: O vplyvni vetra na rast dreva. Bot. žurnal SSR, 3, 1934.
- JAKUCS, P.: A kocsánytalan tölgyek, pusztulásának ökológia magyarázata. Erdő, 33, 1985, 8.
- KODRÍK, J.: Posúdenie koreňovej sústavy jedle z hľadiska stability proti vetru. Acta Fac. for., Zvolen 1983, s. 111-126.
- KODRÍK, J.: Príspevok k otázke stability odumierajúcich dubín. Acta Fac. for., Zvolen 1990, s. 103-110.
- KODRÍK, J. - KODRÍK, M.: Koreňová sústava duba a podiel koreňových hnilôb na odumieraní dubových porastov. Les, 1986, 8, s. 343-345.
- KORPEL, Š.: Rezervácia Košivárska dubina. Zbor. ved. Prác. LF VŠLD Zvolen, 1975.
- KONŠEL, J.: Stručný nástin tvorby a pěstění lešů v biologickém pojetí. Písek 1931.
- LEISTNER, K.: Standortsuntersuchungen. Allg. F. u. J. Ztsch., 1912.
- PAP, L.: A Kocsánytölgy korezeru nevelésenek alapja. Erdő, 33, 1985, 8.
- POLANSKY, B.: Něco o významu kořene po stránce pěstitelské. Les. Práce, 7, 1928, s. 298-301.
- RACHTEENKO, J. N.: Issledovania kornevych sistem čistych i smešannych kultur buzulukского бора. Les. Choz., 1949, 9, s. 13-33.
- SEEGER, M.: Samenproduktion der Waldbäume in Baden Naturw. Ztschr. f. Forest u. Landw., 1913.
- SCHREIBER, M.: Waldbauliche Folgerungen und Studien über die Variation des Blattcharakters uns. Holzarten. Cbl. f. d. ges. Fw., 1924.
- SIKES, D. - PETTIT, R.: Soil temperatur oxygen and water level effecte and sand sminnery osk. Siil. sci. vol. 130, 1980, 6, s. 344-349.
- STOLINA, M.: Čo je príčinou usychania dubín v Ľuboreči. Les, 1953, 4.
- SVOBODA, P.: Život lesa. Praha, Brázda 1952, s. 894.
- ŠUMAKOV, V. S.: Forma koreňovej systémy duba v svyazi s uslovijami proizrasteniya. Les. Choz., 1949, 9.
- TKAČENKO, M. E.: Obščee lesovodstvo, Moskva, 1939.
- Stanovištný prieskum LHC B. Bystrica, R. Sobota (Lesoprojekt UHÚL, Zvolen).

Došlo 13. 8. 1991

KODRÍK, J. - PAVLÍK, M. (University of Forestry and Wood-working, Zvolen): *The root system and the static stability of oak-trees*. Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (12): 987-996.

In this paper the results of an evaluation of the static stability of oak-trees and oakwoods are presented; they document a high variability of the root system of oak-trees as for its shape and size. A detailed investigation into the morphology of oak roots within the rhizosphere showed that the oak-trees had shallow root systems modified by the soil conditions at all investigated localities and in all investigated regions. Particularly the groundwater level is a more important factor than for other tree species. The soil type, physical and chemical properties of soil and the water and aeration regimes largely influence the occurrence and development of fungal diseases in oak roots. In all investigated regions oak infestation with honey fungus [*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.] was observed; this fungus impaires the health state of forests and decreases their static stability with respect to the wind. The occurrence of honey fungus was followed in 296 oak-trees. Measurements and evaluations of roots were performed in a usual way in 75 denuded root systems and in 1,007 oak windfalls (Tab. I). The kinds and number of roots are shown in Tab. II. According to the diameter classes, the overall roots with the diameter of 1 to 2 cm represented 44 % of the overall root system, in the roots of the diameters 3 to 7 cm and more than 7 cm it was 41 % and 15 %, respectively. An evaluation of the general root distribution was interesting (Fig. 1). The highest density of oak roots was observed at a layer of 10 to 30 cm at all localities; in this layer 51.8 % of all roots were present. The percentage of the roots at a layer of 30 to 55 cm made 35.1 %. We believe that it is a very important finding that the oak root system is growing until the age of 100 years under normal soil conditions (at a sufficient physiological depth and soil moisture content). This fact largely influences the static stability of oak stands. The observation of the health state revealed that the oak is very sensitive to variation of the groundwater level; if this level decreases, the oak-trees are susceptible to root decays. Latent rhizomorphs of honey fungus [*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.], which can harbour in the roots for several years, can be activated to influence the static stability in the next years. A detailed investigation into decays showed that the fungi mostly infested only a part of the root system. A lateral root or the taproot are infested most frequently; the decay is then spreading to the ground layer with variable intensity. It can be deduced from our observations that the decay is spreading very slowly while the other lateral roots are able to provide for the sufficient static stability for more years. Partial evaluations showed that the decay spreading was fastest in mature stands on Albic Luvisols and on rich-in-minerals and humic soils at a

sudden drop of the groundwater level. The decay infestation of the taproot could be observed only after three to four years. Random measurements of the pH value of soil at depths of 5, 25, 50 and/or 100 cm around decay-infested trees revealed the acid soil reaction at all localities. The recorded values document that the higher the pH values, the lower the proportion of healthy root systems. Determination of the correlation between the oak root system and tree-crown projection showed that this correlation was not as close as in coniferous trees. A relatively favourable correlation between the tree-crown projection and the root system in oak with respect to static stability was observed on Cambisols of skeleton nature with the weaker mineral strength. The worst, and/or unacceptable correlation were determined on heavy-textured clay soils and on Ranker Cambisol of shallow depth (Tab. III).

It can be concluded from the results that even though the correlation between the crown projection and the root system may not be good while the other negative factors are not present (unsuitable soil type, tree height and diameter), the oak static stability is not weakened so much that the number of windfall will increase dramatically.

root system; oak; soil kinds; decay; static stability

Adresa autorov:

Prof. Ing. Jozef K o d r í k , CSc., Ing. Martin P a v l í k , Vysoká škola lesnícka a drevárska, T. G. Masaryka 20, 960 53 Zvolen

VLIV LASEROVÉHO ZÁŘENÍ NA RŮST A KORELACE U JEDNOLETÝCH SEMENÁČKŮ *PICEA ABIES* (L.) KARST., *LARIX DECIDUA* MILL. A *PINUS MUGO* TURRA

F. Nováček, J. Obadálek, J. Doubrava

NOVÁČEK, F. - OBADÁLEK, J. - DOUBRAVA, J. (přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc; Lesní závod, Loučná nad Desnou): *Vliv laserového záření na růst a korelace u jednoletých semenáčků Picea abies (L.) Karst., Larix decidua Mill. a Pinus mugo Turra*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (12): 997-1003.

V pěstebních a ekologických podmínkách lesní školky LZ Loučná nad Desnou sledováním laserem He - Ne ozářených semen smrku obecného, modřinu opadavého a kleče horské a jejich růstu během jednoho vegetačního období bylo dosaženo těchto hlavních výsledků: převážně všechny čtyři varianty laserového záření u všech pokusných dřevin zvýšily jejich klíčení, měly inhibiční vliv na délku kořene semenáčků, měly stimulační vliv na délku jejich stonku a na průměr kořenového krčku. Dále všechny varianty ovlivnily u všech dřevin hodnoty korelačního délkového indexu stonků /kořen ve prospěch stonku. Růstové a korelační změny u kořenů a stonků semenáčků dosáhly u některých variant ozáření významných hodnot, což lze dát hypoteticky do interakcí se změnou koncentrací fytohormonů, zvláště giberelinů. Výsledky mají teoretický význam pro dendrofyzilogii a aplikační pro předosevní přípravu a pěstování semenáčků v lesních školkách.

laserová předosevní příprava; růst a korelace u semenáčků; *Picea abies* (L.) Karst.; *Larix decidua* Mill.; *Pinus mugo* Turra

Studie navazuje na experimenty vlivu laserového záření na fyziologii zemědělských plodin (Nováček et al., 1990; Obadálek et al., 1990) a lesních dřevin. Dosaďadní dosažené výsledky ukazují, že vliv laserového záření na semena bylin a dřevin a jejich explantáty může mít podle druhu rostliny a zvolené fyzikální varianty ozáření charakter stimulační, inhibiční nebo i mutační. Proto je cílem experimentů vědecky hledat optimální laserový faktor, který by měl příznivě zasáhnout do strukturálních, fyziologických a genetických vlastností dřevin ve prospěch řešení semenářských, školkařských, zalesňovacích a ekologických problémů lesnictví. Příspěvek na dosaďadní experimenty navazuje a sleduje proces klíčení semen ozářených laserem na pokusných záhonech tří jehličnatých dřevin - smrku obecného, modřinu opadavého a kleče horské. Dále se hodnotí vliv laserového záření na růst semenáčků v průběhu jedné vegetační doby se zřetelem na délku kořene a stonku, průměr kořenového krčku a korelační délkový index stonků/kořen v interakci na fytohormony. Pokusy mají charakter předběžný a orientační a měly by pokračovat ve výzkumných fyziologických podmínkách, nikoli v podmínkách provozních.

MATERIÁL A METODA

Laserové záření bylo aplikováno na semena smrku obecného (*Picea abies* (L.) Karst.), modřinu opadavého (*Larix decidua* Mill.) a kleče horské (*Pinus mugo* Turra). Smrkové osivo pochází z hospodářsky vysoce

hodnotných porostů z nadmořské výšky 700 - 800 m z oblasti Hrubého Jeseníku, z vegetačního stupně smrkobukového z uznané jednotky 4033. Modřínové osivo pochází z porostů nadprůměrné hospodářské hodnoty ze stejné oblasti z nadmořské výšky 600 - 700 m vegetačního stupně jedlobukového z uznané jednotky 4051. Klečové osivo pochází rovněž z oblasti Hrubého Jeseníku z nadmořské výšky nad 1200 m.

Semena byla ozařována laserovým zářením He - Ne laseru typ L 1001 o vlnové délce 632,8 nm. Naměřený výkon záření laserového svazku paprsků byl asi 60 mW. K ozařování bylo použito zařízení vyvinuté na katedře optiky přírodovědecké fakulty UP v Olomouci (A. O. ČSSR, 272043, O b a d á l e k), využívající rozmitání laserového svazku paprsků rotujícím věncem zrcadel, který zajišťuje prakticky rovnoměrný pohyb zářivé stopy napříč transportního pásu. Frekvence přeběhu této stopy závisí od počtu otáček věnce zrcadel. K ozařování bylo použito buď nerozšířeného (N) laserového svazku paprsků, nebo rozšířeného (R) pomocí vřazené spojené čočky. Pro ozařování byly použity tyto čtyři varianty:

Varianta	Svazek paprsků	Frekvence přeběhů za sec	Posun cm.sec ⁻¹	Počet ozáření
1	N	20	3	1
2	R	20	3	1
3	R	20	6	1
4	N	200	9	1

Ze zvolených variant vyplývá, že dávky záření u varianty 1 a 2 jsou stejné, pouze se aplikují rozdílným způsobem. Varianta 1 využívá úzký, intenzivní svazek paprsků, varianta 2 využívá méně intenzivní svazek paprsků většího průměru. Dávka záření u varianty 3 je poloviční, u varianty 4 třetinová proti ozáření varianty 1 nebo 2.

Ozářená semena byla vyseta v lesní školce LZ Loučná nad Desnou. Tato školka se nachází v nadmořské výšce 450 m. n. m. Průměrná roční teplota oblasti LZ je +7 až +2 °C, průměrná teplota ve vegetačním období činí +13 až +8 °C, délka období s průměrnou teplotou 10 °C a vyšší je 140 - 80 dnů, roční úhrn srážek je 800 - 1400 mm, průměrný úhrn srážek ve vegetačním období je 450 - 800 mm, průměrná oblačnost 65 - 75 %. První údaje jsou platné pro nejnižší polohy LZ Loučná; k nim patří lesní školka Desná.

Výsevy jsme uskutečnili do kůrového substrátu obohaceného lesnickou rašelinou. V průběhu sezóny jsme je přihnojovali ve čtrnáctidenních až třítýdenních intervalech hnojivem Vegaflor. Výsev byl proveden 3. - 6. 5. 1990. Každý oddíl semen jsme před výsevem máčeli 24 hodin ve vodě. Pro pěstování neozařené kontroly a laserem ozářených variant jednotlivých druhů dřevin byly vytvořeny stejné podmínky. Dne 23. 5. 1990 jsme na plochách 25 x 25 cm hodnotili počet vyrostlých klíčnicích rostlin. Dne 30. 9. 1990 jsme odebrali z pokusných záhonů semenáčky. Z každé varianty a kontroly pokusných dřevin se k biometrickému měření použilo 30 semenáčků. Milimetrovým měřítkem jsme zjistili délku nejdelšího kořene, délku stonku a posuvným měřítkem průměr kořenového krčku na barevném přechodu kořene ve stonk. Vypočítali jsme aritmetické průměry hodnot, z nichž byly odvozeny korelační délkové indexy mezi stonkem a kořenem S/K. Při všech hodnoceních jsme vypočítali difference v procentech mezi kontrolou a variantou laserového ozáření. Každou variantu pokusu u každého druhu dřeviny jsme opakovali třikrát.

VÝSLEDKY

Počet vyklíčených zdravých rostlin byl hodnocen na ploše 25 x 25 cm, na které bylo vyseto 160 semen. U smrku obecného došlo u všech variant ozáření ke zvýšení klíčení - u var. 1: +6 %, u var. 2: +24,2 %, u var. 3: +42,4 % a u var. 4: +3,0%. Kontrola vykazovala 33 vyklíčených rostlin. U modřínu opadavého došlo z daných tří dřevin k největšímu zvýšení klíčení u všech variant ozáření - u var. 1: +22,3 %, u var. 2: +111,3 %, u var. 3: +51,7 % a u var. 4: +30,0 %. Kontrola vykazovala 60 vyklíčených rostlin. U kleče horské došlo rovněž u všech variant ozáření ke zvýšení klíčení, a to rovnoměrnému - u var. 1: +20,8 %, u var. 2: +20,8 %, u var. 3: +16,7 % a u var. 4: +14,5 %. Kontrola vykazovala 48 vyklíčených rostlin (obr. 1).

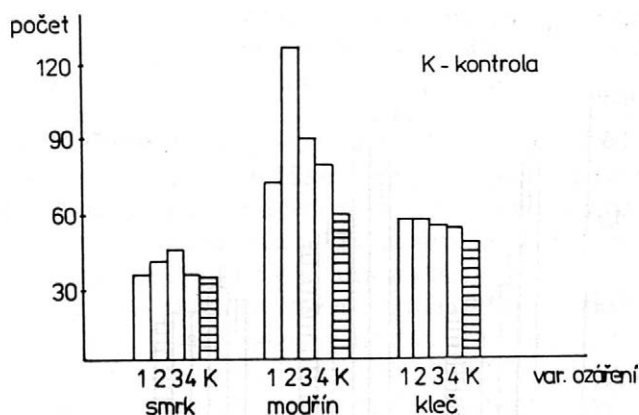
Převážná většina variant ozáření u všech pokusných dřevin měla inhibiční vliv na růst kořene, na jeho délku. U smrku obecného difference s kontrolou (6,9 cm) měly hodnoty - var. 1: -16,9 %, var. 2: -25,4 %, var. 3: -30,2 %, var. 4: -17,0 %. U modřínu opadavého difference s kontrolou (6,3 cm) měly hodnoty - var. 1: +9,3 %, var. 2: -18,9 %, var. 3:

+6,3 %, var. 4: -21,1 %. U kleče horské difference s kontrolou (6,3 cm) měly hodnoty - var. 1: -8,7 %, var. 2: +6,3 %, var. 3: -6,7 %, var. 4: -10,5 % (obr. 2).

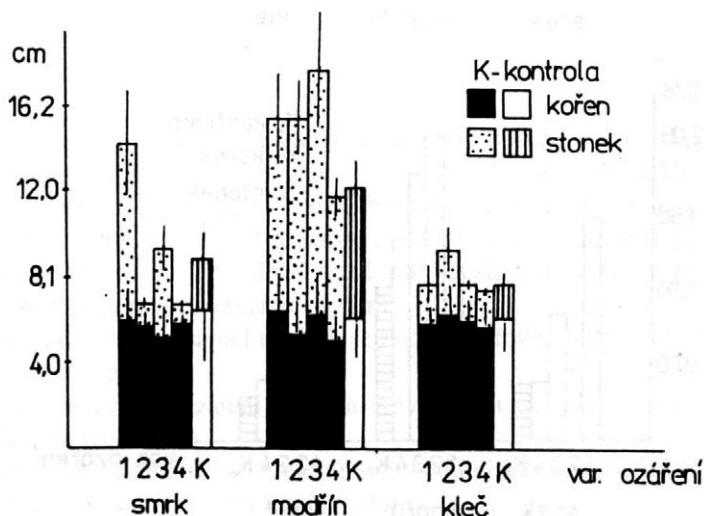
Většina variant laserového ozáření s výjimkou jedné u všech pokusných dřevin měla stimulační vliv na růst stonku. U smrku obecného difference s kontrolou (2,4 cm) měly hodnoty - var. 1: +262,5 %, var. 2: +4,2 %, var. 3: +70,8 %, var. 4: -14,3 %. U modřínu opadavého difference s kontrolou (5,8 cm) měly hodnoty - var. 1: +50 %, var. 2: +77,6 %, var. 3: +96,5 %, var. 4: +15,5 %. U kleče horské difference s kontrolou (1,7 cm) měly hodnoty - var. 1: +29,4 %, var. 2: +64,7 %, var. 3: +23,5 %, var. 4: +23,5 %.

Všechny varianty laserového ozáření u všech pokusných dřevin měly stimulační vliv na ztlusťovací růst kořenového krčku. U smrku obecného difference s kontrolou (0,8 mm) měly hodnoty - var. 1: +100 %, var. 2: +25 %, var. 3: +12,5 %, var. 4: +12,5 %. U modřínu opadavého difference s kontrolou (1,1 mm) měly hodnoty - var. 1: +45,5 %, var. 2: +54,5 %, var. 3: +9,0 %, var. 4: +9,0 %. U kleče horské difference s kontrolou (0,7 mm) měly hodnoty - var. 1: +28,6 %, var. 2: +42,8 %, var. 3: +14,3 %, var. 4: +14,3 % (obr. 3).

1. Vliv laserového ozáření na počet vyklíčených rostlin na ploše 25 x 25 cm - The effects of laser treatment on the number of germinated plants on a 25 x 25 cm area



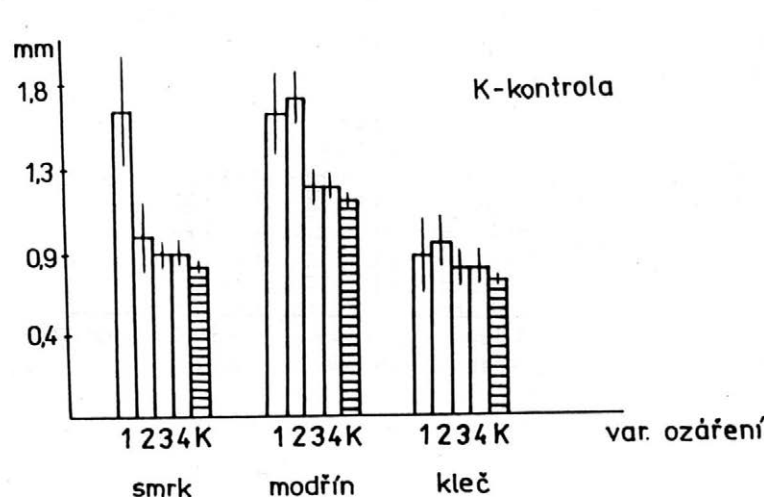
2. Vliv laserového ozáření na délku kořenů a stonků jednoletých semenáčků - The effects of laser treatment on root and stem length in one-year seedlings



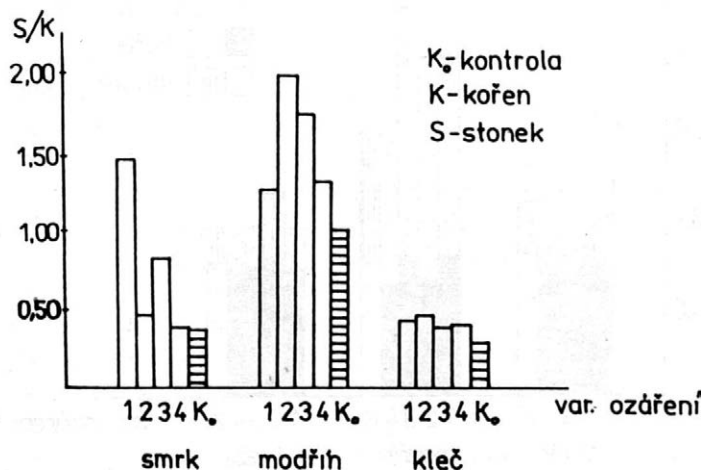
Všechny varianty laserového ozáření u všech dřevin ovlivnily hodnoty korelačního délkového indexu stonek/kořen ve prospěch stonku, přičemž některé difference s kontrolou dosáhly významných hodnot. U smrku obecného difference s kontrolou (0,35) měly hodnoty - var. 1: +320 %, var. 2: +28,6 %, var. 3: +120 %, var. 4: +2,8 %. U modřínu opadavého difference s kontrolou (0,92) měly hodnoty - var. 1: +36,9 %, var. 2: +110,9 %, var. 3: +84,8 %, var. 4: +40,2 %. U kleče horské difference s kontrolou (0,27) měly hodnoty - var. 1: +40,1 %, var. 2: +55,6 %, var. 3: +29,6 %, var. 4: +33,3 % (obr. 4).

DISKUSE

V podmínkách pokusů všech dřevin a u všech variant laserového ozáření došlo ke zvýšení klíčení, z toho zvláště výrazně u modřínu opadavého. Zvýšení klíčivosti dosáhli i jiní autoři. Lazorenko, Linnik (1976) prokázali, že po laserovém ozáření semen byla rychlost růstu u borovice vyšší o 16 % a u břízy o 14 %. Zvýšení klíčivosti dosáhli u borovice bankovky také Campbell, Durzan (1979), u borovice lesní Injushin et al. (1983), u modřínu opadavého po třídenním máčení semen ve vodě



3. Vliv laserového ozáření na průměr kořenového krčku jednoletých semenáčků - The effects of laser treatment on the root neck diameter in one-year seedlings



4. Vliv laserového ozáření na hodnoty korelačního délkového indexu stonek/kořen u jednoletých semenáčků - The effects of laser treatment on the values of stem/root length index in one-year seedlings

Dobrin et al. (1983), u smrku obecného po opakovaném ozáření semen Bednářová (1987) a Remešová (1985) u borovice lesní o 4 %, borovice černé o 6 % a u borovice kleče o 5 %. Palátová (1986) naopak neprokázala vliv laserového ozáření na klíčení semen smrku obecného, pouze vzcházivost se zvýšila o 3 - 7,5 %. Podobně Bosáková (1987) neprokázala vliv tohoto ozáření na klíčivost a vzcházivost.

Převážná většina variant ozáření u všech pokusných dřevin měla inhibiční vliv na růst kořene, na jeho délku, a stimulační vliv na růst stonku, na jeho délku, na ztlušťovací růst v místě kořenového krčku, dále pak na hodnoty korelačního délkového indexu stonků/kořen ve prospěch stonku. Lazorenko, Linnik (1976) prokázali u borovice a břízy po ozáření semen laserem zvýšení počtu semenáčků na konci vegetační doby o 11 %, které měly kořenový systém o 8 - 10 % mohutnější než kontrolní rostliny. Palátová (1986) uvádí, že jednoleté semenáčky smrku obecného vypěstované z ozářeného osiva měly průkazně větší průměr kořenového krčku o 5 - 12 %, což zcela koresponduje s dosaženými výsledky, které však byly mnohem průkaznější. Šebánek (1987), Šebánek et al. (1989) a Taylor, Wareing (1979) uvádějí, že morfogenetické a fyziologické účinky laserového záření mohou být vysvětleny na podkladě jeho interakce s fytochromem a fytohormony. Po laserovém ozáření semen dochází ke korelačnímu přesunu mezi lodyhou a kořenem u klíčících rostlin ve prospěch lodyhy. Tento přesun hypoteticky svědčí o zvýšení hladiny giberelinů a toto zvýšení bylo experimentálně dokázáno (Šebánek et al., 1986). Tyto poznatky se zcela shodují s dosaženými výsledky u semenáčků všech tří pokusných dřevin, kdy byl prokázán výrazný korelační přesun ve prospěch stonku. Bylo by žádoucí (obdobně jako u pokusu s hrachem setým) stanovit obsah giberelinů v semenáčcích neozářené kontroly a v ozářených kulturách. Podle Rubina (1978) má stimulační vliv laserového záření na růst a vývoj rostlin dočasný charakter a projevuje se pouze v prvních stadiích vývoje. Později už není možné rozlišit rostliny z ozářených semen od rostlin kontrolních, což je údajně ovlivněno fyziologickým stavem semene, klimatickými, edafickými a dalšími činiteli. S tímto názorem zcela nekorespondují dosažené výsledky, protože jak u procesu klíčení, tak u jednoletého růstu a vývoje po ozáření semen laserem jsme zaznamenali u všech pokusných dřevin v podmínkách lesní školky Desná významné rozdíly v délce kořene, stonku, v průměru kořenového krčku a korelačních délkových indexů stonků/kořen ve prospěch stonku.

ZÁVĚR

V pěstebních a ekologických podmínkách lesní školky LZ Loučná nad Desnou sledováním laserem He - Ne ozářených semen smrku obecného, modřinu opadavého a kleče horské a jejich růstu během jednoho vegetačního období bylo dosaženo těchto výsledků:

1. Všechny varianty laserového ozáření u všech pokusných dřevin zvýšily jejich klíčení v porovnání s neozářenou kontrolou. U modřinu opadavého došlo k největšímu zvýšení, u kleče horské k mírnému rovnoměrnému zvýšení.
2. Převážná většina variant laserového ozáření u všech semenáčků dřevin měla inhibiční vliv na růst kořene - na jeho délku.
3. Převážná většina variant laserového ozáření u všech dřevin měla stimulační vliv na růst stonku semenáčků - na jeho délku.
4. Všechny varianty laserového ozáření u všech dřevin měly stimulační vliv na ztlušťovací růst kořenového krčku semenáčků - na jeho průměr.

5. Všechny varianty laserového ozáření u všech dřevin ovlivnily hodnoty korelačního délkového indexu ve prospěch stonku.
6. Růstové a korelační změny u kořenů a stonků všech pokusných dřevin dosáhly u některých variant ozáření významných hodnot. Tyto změny lze hypoteticky dát do interakcí se změnou koncentrace fytohormonů, zvláště giberelinů, ale i jiných biochemických a biofyzikálních pochodů.

Dosažené výsledky mají teoretický význam pro dendrofiziologii a aplikační pro předosevní přípravu semen a pro pěstování semenáčků v lesních školkách. Výsledky bude nutné ověřit dalšími experimenty.

Literatura

- BEDNÁŘOVÁ, L.: Využití laserové techniky u semen rodu *Picea*. [Diplomová práce.] VŠZ Brno, 1987, 41 s.
- BOSÁKOVÁ, J.: Využití laserové techniky u semen rodu *Pinus*. [Diplomová práce.] VŠZ Brno, 1987, 59 s.
- CAMPBELL, R. A. - DURZAN, D. J.: Laser activation of phytochrome controlled germination in *Pinus banksiana*. Can. J. For. Res., 9, 1979, č. 4, s. 522-524.
- DOBRIN, V. A. - KAMEŠKOV, I. L. - KLEBANOV, A. L. - KRJUK, V. I. - ŠAVNIN, S. A.: Vlijanije lazernogo oblučenija na vzchožest' semjan listvenicy. Sukačeva. Les. Z., 1983, č. 2, s. 16-19.
- INUŠIN, V. M. - FEDOROVA, M. N. - LAZORENKO, I. F. - DŽADJBAEVA, B. M.: Vozdejstvie lazernogo luča na vzchožest' semjan sosny obyknovnoj. Les. Choz., 1983, č. 4, s. 31-33.
- LAZORENKO, I. F. - LINNIK, V. A.: K voprosu ispolzovanija izlučenija gelij - neonogo lasera dlja predpossevoj obrabotki semjan lesnych kultur. In: Sbor. Problemy bioenergetiki organizma i stimulacija lazernym izlučenijem. Alma - Ata, 1976, s. 144-146.
- NOVÁČEK, F. - OBADÁLEK, J. - MAJEROVÁ, M.: Fyzikální a fyziologické aspekty laserového záření na ranou vývojovou fázi významných užitkových rostlin. Acta Univ. Palack. Olomouc., Fac. rer. nat., 99, 1990, s. 129-139.
- OBADÁLEK, J.: Soustava pro ozařování objektu rozmiřtým laserovým svazkem paprsků. A. O. ČSSR. 272043, 1990.
- OBADÁLEK, J. - PAVLOVÁ, Z. - WAGNER, J.: Ozařování osiva laserem. Úroda, 1990, č. 9, s. 375-376.
- PALÁTOVÁ, E.: Možnosti využití laserového záření pro stimulaci klíčení osiva. [Diplomová práce.] VŠZ Brno, 1986, 58 s.
- REMEŠOVÁ, D.: Progresivní způsoby rozmnožování okrasných dřevin (konifery z rodu *Pinus* L.). [Kandidátská disertace.] VŠZ Brno, 1985, 133 s.
- RUBIN, L. B.: Lazernaja tehnika v sovremennoj biologii. Moskva, Znanije, 1978, 64 s.
- ŠEBÁNEK, J.: Hypotetické možnosti působení laseru na rostliny se zřetelem na fotorecepci a fotomorfogenezi. In: Sbor. Poznatky s využíváním laserového záření při intenzifikaci rostlinné výroby. Šošůvka, ČSVTS Brno, 1987, s. 6-10.
- ŠEBÁNEK, J. - KRÁLÍK, J. - HUDEOVÁ, M. - KLÍČOVÁ, S.: Growth and hormonal effects of laser on germination and rhizogenesis in plants. Acta Nat. Acad. Sci. Bohem., Brno, 1989, č. 9.
- TAYLOR, J. S. - WAREING, P. F.: The effect of light on the endogenous levels of cytokinins and gibberellins in seeds of Sitka spruce. Plant Cell Envir., 1979, č. 2, s. 173-179.

Došlo 29. 1. 1992

NOVÁČEK, F. - OBADÁLEK, J. - DOUBRAVA, J. (Faculty of Life Sciences of Palacký University, Olomouc; Forestry Establishment, Loučná nad Desnou): The effects of laser treatment on the growth and correlations in one-year seedlings of *Picea abies* (L.) Karst., *Larix decidua* Mill. and *Pinus mugo* Turra. Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (12): 997-1003.

Observation of laser He - Ne irradiated seeds of Norway spruce, European larch and Swiss mountain pine and of their growth during one vegetation season performed in the on-site and ecological conditions of a forest nursery belonging to the Loučná nad Desnou Forest Establishment has brought these basic results. All four laser treatments increased the germination rate in all experimental tree species, particularly in European larch. In

comparison with untreated control, the germination rate increased by +3 % to +42.4 % in Norway spruce, by +22.3 to +111.3 % in European larch, and by +14.7 to +20.8 % in Swiss mountain pine (Fig. 1). Most laser treatments had inhibitory effects on the growth of seedling roots in all experimental tree species. The root length was reduced from -16.9 to -30.2 % in Norway spruce, from +9.3 to -21.1 % in European larch, and from +6.3 to -10.3 % in Swiss mountain pine (Fig. 2). Most laser treatments except one had stimulating effects on the growth of seedling stems in all experimental tree species while some differences from the control were significant. The stem length increased from +4.2 to +265.5 % in Norway spruce, from +15.5 to +96.5 % in European larch, and from +23.5 to +64.7 % in Swiss mountain pine (Fig. 2). All laser treatments had stimulating effects on the diameter growth of root neck. Its diameter increased from +12.5 to +100 % in Norway spruce, from +9 to +54.5 % in European larch, from +14.8 to +42.8 % in Swiss mountain pine. All laser treatments influenced the values of the stem/root length index in all experimental tree species, namely the stem length increased. It increased from +2.8 to +320 % in Norway spruce, from +36.9 to +110.9 % in European larch and from +29.6 to +55.5 % in Swiss mountain pine (Fig. 4). The growth and correlation changes in seedling roots and stems of all experimental tree species reached significant values in some laser treatments. They can be taken hypothetically as interactions associated with changes in the concentrations of phytohormones, particularly of gibberellins. The obtained results are of theoretical importance for dendrophysiology and they may be applied to pre-sowing treatment and seedling growing in forest nurseries.

pre-sowing laser treatment; seedling growth and correlations; *Picea abies* (L.) Karst.; *Larix decidua* Mill.; *Pinus mugo* Turra

Adresa autorů:

Doc. RNDr. František Nováček, DrSc., doc. ing. Jiří Obáďálek, CSc., přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Třída Svobody 26, 771 46 Olomouc
Ing. Josef Dobra, Lesní závod, 788 11 Loučná nad Desnou

ZAHAJUJETE ŘEŠENÍ NOVÉHO VÝZKUMNÉHO ÚKOLU?

Potom budete zcela jistě potřebovat nejnovější domácí i zahraniční informace o stavu vědy a výzkumu v oblasti, kterou se zabýváte.

**Ústav zemědělských a potravinářských informací,
oddělení informačních systémů, Vám nabízí:**

Rešerše z mezinárodního informačního systému AGRIS. Báze dat AGRIS obsahuje téměř 2 000 000 záznamů z oblasti zemědělství, potravinářství a lesnictví s retrospektivou od roku 1975.

Retrospektivní rešerše se zpracovávají z kompaktních disků. Při formulaci dotazu se mohou kromě tematického zaměření zohlednit i další specifické požadavky uživatele (jazyk dokumentu, autor, země původu ap.). Doba dodání rešerše je jeden týden po obdržení objednávky. V případě zájmu se uživatel může zpracování zúčastnit osobně a upřesňovat v průběhu vyhledávání svůj dotaz. Rešerše dodáváme tištěné nebo na disketách.

Průběžné rešerše se zpracovávají na základě trvalé objednávky a pečlivě odlaďeného dotazu. Na požádání uživatelů je možné provádět v zadání potřebné změny. Rešerše dodáváme uživatelům jednou měsíčně v tištěné formě.

Rešerše ze zahraničníchází dat. Nabízíme zpracování retrospektivních rešerší z více než 500ází dat, uložených v databázových centrech v Evropě i v USA. Databázová centra zpřístupňují dokumentografické i faktografické informace, statistické a ekonomické údaje a informace o zahraničních firmách. Rešerše dodáváme tištěné nebo na disketách.

Veškeré informace Vám poskytne a Vaše objednávky přijme:

**Ústav zemědělských a potravinářských informací
oddělení informačních systémů
120 56 Praha 2, Slezská 7
(metro A, stanice nám. Míru)**

**tel.: 25 14 21, 25 74 75, 25 75 41/274, 276, 340
fax: 25 70 90**

Š. Kohán

KOHÁN, Š. (Výskumná stanica LVÚ, Košice): *Príspevok k intenzívnemu pestovaniu topoľov v zmenených stanovištných podmienkach Podunajskej nížiny*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (12): 1005-1014.

V práci sa hodnotia výsledky výskumu intenzívneho pestovania topoľov I-214 a Robusta na 25-ročnej sérii trvalých výskumných plôch Stará Tehelňa, založenej v sponoch 6,5 x 6,5 m a 4 x 4 m. Výskumná plocha leží na ťažších ílovitohlinitých nezaplavovaných alúviách Dunaja v hospodárskom súbore lesných typov hrabových lužných jaseín. Lesný typ je vlhká brestová jaseína s hrabom. Výsledky hodnotenia ukázali, že topoľ I-214 vykazuje podstatne lepši hrúbkový rast a dosahuje súčasne aj vyššiu objemovú a hodnotovú produkciu než topoľ Robusta. Rozličné spony nemali podstatný vplyv na výškový rast sledovaných topoľov. Široké spony priaznivo vplývali na hrúbkový rast topoľov, čo umožnilo vypestovať silnejši homogénny materiál, vhodný na výrobu cennejších sortimentov. Naproti tomu sa pri stredných sponoch dosiahla väčšia objemová a hodnotová produkcia než pri širokých sponoch. Súčasne sa zistilo, že aplikovanie zásad intenzívneho pestovania umožňuje zvýšiť odolnosť pestovaných topoľov voči rozličným škodcom a chorobám. Zo sledovaných klonov vykazuje I-214 lepši zdravotný stav než Robusta.

topole; intenzívne spôsoby pestovania; zmenené stanovištné podmienky; rast a produkcia; zdravotný stav; Podunajská nížina

Uskutočnenie vodohospodárskych zásahov ako aj iných technických opatrení vyvolalo na mnohých lokalitách našich nížinných oblastí značné zmeny stanovištných pomerov. Konkrétne tu ide najmä o podstatné zníženie hladiny podzemnej vody a s tým súvisiace zhoršovanie vlhovej bilancie pôdy. Optimálne využívanie potenciálnej produkčnej schopnosti stanovišťa predpokladá v takýchto prípadoch aplikovať intenzívne technológie pestovania šľachtených topoľov, ktorých spoločným znakom je celoplošná mechanická príprava a celoplošné ošetrovanie pôdy, pestovanie vysokoproduktívnych klonov, stála pestovná a ochranná starostlivosť o každý strom, prípadne aj hnojenie a pestovanie poľnohospodárskych plodín. V našich prírodných podmienkach sa pri intenzívnom pestovaní zakladajú topoľové lignikultúry v širokých sponoch, intenzívne kultúry v stredných sponoch, kým špeciálne kultúry v hustých sponoch (K o h á n et al., 1981).

Zásady intenzívneho pestovania topoľov sa rozpracovali a ďalej rozvíjali v Taliansku, kde sa niektoré vhodné klony úspešne pestujú aj na zmenených, vodohospodárskymi zásahmi negatívne ovplyvnených stanovištiach (P i c c a r o l o, 1952; G i o r d a n o, 1970; T ó t h, S z e m e r é d i, 1982, a iní). Tieto skúsenosti sa úspešne aplikovali najmä vo Francúzku, ale aj v ďalších krajinách západnej Európy, kde sa okrem výroby hrubých cenných sortimentov venuje značná pozornosť aj pestovaniu topoľovej vlákniny (P o u r t e t, 1969; V i a r t, 1972; M a n n, 1972; W e i s b e r g e r, 1975, a iní). Veľký záujem sa intenzívnemu pestovaniu topoľov venuje aj v Juhoslávii a v Bulharsku.

V Maďarsku sa v značnom rozsahu využívajú na intenzívne pestovanie topofov aj stanovišťa so zníženou hladinou podzemnej vody (J á r ó , 1977; K e r e s z t e s i et al., 1978; H a l u p a , T ó t h , 1988, a iní).

Výsledky výskumu intenzívneho pestovania topofov na Slovensku zhrnuli vo svojich prácach najmä K r é b e s (1965), C i f r a (1977) a K o h á n (1990). Zahraničné ako aj naše výsledky ukázali, že intenzívnym pestovaním topofov možno aj v zmenených stanovištných podmienkach dosiahnuť uspokojivé výsledky. Cieľom príspevku je hodnotiť rast, produkciu a zdravotný stav topofov I-214 a Robusta, pestovaných intenzívnym spôsobom na hydrologicky negatívne ovplyvnených pôdach Podunajskej nížiny.

MATERIÁL A METÓDA

Táto séria trvalých výskumných plôch sa založila v roku 1965 na celoplošne mechanicky pripravenej pôde po vyťažení nekvalitného starého výmladkového porastu. Sériu trvalých výskumných plôch tvoria dve čiastkové plochy s celkovou výmerou 5,72 ha. Na jednotlivých čiastkových plochách sa vysadili neškólkované jednoroké sadenice topofov I-214 a Robusta na dvojročnom koreni (1/2) v pravouhlom spon. Na ploche I sa aplikoval štvorcový spon 6,5 x 6,5 m s počtom stromov 237 kusov na hektár a rastovou plochou 42,25 m² na jeden strom. Na ploche II sa topole vysadili v štvorcovom spon 4 x 4 m s počtom stromov 625 na ha a rastovou plochou 16,00 m² na strom. Na jednotlivých čiastkových plochách sa jeden rok po založení kultúry pestovala kukurica ako poľnohospodárska medziplodina. Odvtedy sa pôda sústavne celoplošne mechanicky ošetrovala diskovaním, a to každý rok dva razy vo vegetačnom období.

Pri vykonávaní výchovných zásahov sa systematicky uskutočňovala úprava korún a okliesňovanie topofov na všetkých čiastkových plochách. Takto sa usmerňoval správny vývoj kmeňa a korún topofov. Na čiastkovej ploche so sponom 6,5 x 6,5 m - keďže tu ide o rubný spon - sa prebierkové zásahy nerobili. Naproti tomu na čiastkovej ploche so sponom 4 x 4 m sa vykonával jeden schématický prebierkový zásah, a to odstránením každého druhého radu topofov v diagonále. Začiatkový spon 4 x 4 m sa vykonaním prebierkového zásahu zväčšil na 5,66 x 5,66 m. Pôvodný počet stromov, ktorý dosiahol 625 kusov na hektár, sa však znížil na 312 stromov na ha, kým pôvodná rastová plocha 16 m² na jeden strom sa rozšírila na 32 m².

Biometrické meranie sledovaných topofov sa do desiatich rokov vykonávalo každý rok, potom v dvojročnom, resp. trojročnom časovom intervale, vždy po ukončení vegetačného obdobia. Na čiastkových plochách sa merali všetky výšky a hrúbky, a to výšky s presnosťou na 0,5 m, hrúbky s presnosťou na 0,5 cm. Posledné meranie a hodnotenie sa robilo na konci 25. roku. Pri spracovaní materiálu sa vypočítala stredná výška a stredná hrúbka, kruhová základňa, objemová a hodnotová produkcia a priemerné prírastky topofov ako aj rozdelenie početnosti, zásoby a kruhovej plochy v hrúbkových stupňoch. Jednotlivé sortimenty sa udávajú v m³ na hektár, kým hodnotová produkcia, ktorá sa určila ako súčet hodnôt jednotlivých sortimentov, sa udáva v Kčs na ha. Zdravotný stav sme hodnotili predovšetkým na základe výskytu nebezpečných škodcov a chorôb, najmä hnedého miazgotoku, ďalej húb *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. a *Marssonina Brunnea* Ell. et Ev. Keďže v príspevku hodnotíme sústavne sledovanú sériu trvalých výskumných plôch s topofmi I-214 a Robusta, ktoré už dosiahli rubný vek, výsledky hodnotenia budú mať značný praktický význam pre posúdenie možnosti intenzívneho pestovania topofov v zmenených stanovištných podmienkach nížinných oblastí Slovenska. Z tohoto dôvodu je potrebné charakterizovať a hodnotiť aj stanovištné pomery záujmového územia.

STANOVIŠTNÉ POMERY

Séria trvalých výskumných plôch Stará Tehelňa leží v oblasti Podunajskej nížiny na nezaplavovaných alúviách Dunaja, v obvode LZ Dunajská Streda. Táto oblasť sa klimaticky charakterizuje ako teplá, suchá, s miernou zimou a dlhým slnečným žiarením. Dlhoročná priemerná teplota vzduchu, ktorá sa zistila na meteorologickej stanici Gabčíkovo, dosahuje 9,5 °C, vo vegetačnom období 16,3 °C. Priemerný úhrn ročných zrážok predstavuje 579 mm, z čoho na vegetačné obdobie pripadá 318 mm.

Vegetačné obdobie trvá približne 184 dní. Priemerný počet letných dní (maximum dennej teploty viac ako 25 °C) je 71,2. Dĺžka slnečného svitu predstavuje v dlhodobom priemere ročne 2118 hodín, kým vo vegetačnom období 1545 hodín. Najteplejším mesiacom je júl (priemerná teplota nad 20 °C), najchladnejším január (-2,3 °C). Ročný výpar

z pôdy dosahuje 550 - 600 mm. Výpar je najintenzívnejší v mesiacoch máj až august, kedy môže dosahovať až 450 mm, kým atmosférické zrážky v tom istom období predstavujú okolo 250 mm. Negatívne následky výparu na rast a vývoj topofových kultúr možno zmierniť najmä sústavným celoplošným ošetrovaním pôdy.

Pôdnym typom je hnedastá vápnná paternia. Pôda je hlboká, zrnitostne ťažká, ílovi-tohlinitá, stredne humózna. Reakcia pôdy je alkalická. Obsah dôležitých prístupných živín (najmä CaO, MgO, K₂O a P₂O₅) je v celom profile dostačujúci. Hladina podzemnej vody vo vegetačnom období je v hĺbke okolo 3,0 m.

Hodnotená séria výskumných plôch patrí do hospodárskeho súboru lesných typov hrabových lužných jasenín, ktorý tu reprezentuje skupina lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum cerpineum*, kým lesným typom je vlhká brestová jasenina s hrabom. Stručné hodnotenie prírodných pomerov ukazuje, že úspešné pestovanie náročných euroamerických topofov predpokladá na týchto stanovištiach predovšetkým podstatné zlepšenie prevzdušnenosti a vlahovej bilancie pôdy. Táto požiadavka sa môže zabezpečiť dôslednou aplikáciou zásad intenzívneho spôsobu pestovania topofov.

VÝSLEDKY

Pri rozboře dosiahnutých výsledkov hodnotíme predovšetkým rast, objemovú a hodnotovú produkciu, zdravotný stav ako aj hrúbkové rozdelenie početnosti, zásoby a kruhovej plochy sledovaných topofov I-214 a Robusta pri jednotlivých sponoch. Okrem absolútnej hodnoty taxačných veličín uvádzame v tabuľkách aj hodnotenie sledovaných dvoch topofov v rámci príslušnej čiastkovej plochy v percentách. Pri hodnotení sa za 100 % pokladá príslušná hodnota topoľa Robusta, ktorý sa označuje ako štandardný klon.

RASTOVÉ VLASTNOSTI

Prehľad o strednej výške a strednej hrúbke, ďalej o kruhovej základni a objemovej produkcii na jeden hektár ako aj o priemerných ročných prírastkoch, ktoré sa zistili na konci 25. roku, dáva tab. I. Z tabuľky vyplýva, že topoľ I-214 vykazuje na oboch dvoch čiastkových plochách väčšiu strednú výšku ako aj priemerný ročný výškový prírastok než topoľ Robusta. Stredná výška topoľa I-214 dosahuje 32,9 m (pri sponke 6,5 x 6,5 m), resp. 33,6 m (pri sponke 4 x 4 m), kým stredná výška topoľa Robusta iba 31,2 m, resp. 31,4 m. Rozdiel medzi topoľmi Robusta a I-214 so zreteľom na strednú výšku bol najväčší na čiastkovej ploche II (so sponom 4 x 4 m), kde vykazuje topoľ I-214 vo veku 25 rokov o 7 % väčšiu strednú výšku než topoľ Robusta. Na čiastkovej ploche I (so sponom 6,5 x 6,5 m) predstavuje tento rozdiel 5,4 %. Ak porovnávame výškový rast topofov na čiastkovej výskumnej ploche so širokým sponom (6,5 x 6,5 m) s výškovým rastom so stredným (4 x 4 m) sponom, zisťujeme, že sledované topole dosiahli iba nepatrne lepší výškový rast pri strednom sponke než pri širokom sponke. Veľkosť začiatočných sponov nemala takto podstatný vplyv na výškový rast sledovaných topofov.

Mimoriadne veľký význam pri intenzívnom pestovaní topofov má sledovanie hrúbkového rastu najmä preto, lebo cieľom pestovania je maximálna produkcia cenných, hrubých sortimentov. Hodnotenie našich výsledkov jednoznačne ukazuje, že topoľ I-214 mal pri oboch dvoch sponoch intenzívnejší hrúbkový rast než topoľ Robusta. Na konci 25. roku mal topoľ I-214 väčšiu strednú hrúbku než topoľ Robusta pri sponke 6,5 x 6,5 m o 8,5 %, kým pri sponke 4 x 4 m o 12,0 %. Môžeme tiež konštatovať, že sa v daných podmienkach veľmi výrazne a jednoznačne prejavoval vplyv veľkosti sponov na hrúbkový rast. Ako vyplýva

z tab. I, široký spon mal veľmi priaznivý vplyv na strednú hrúbku ako aj na hrúbkový prírastok sledovaných topofov. Topoľ I-214 vykazuje pri spone 4 x 4 m strednú hrúbku 40,0 cm, kým pri spone 6,5 x 6,5 m je stredná hrúbka 46,1 cm, teda o 6,1 cm (15,2 %) väčšia. V prípade topoľa Robusta sú stredné hrúbky samozrejme nižšie a dosahujú 35,7 cm (pri spone 4 x 4 m), resp. 42,5 cm (pri spone 6,5 x 6,5 m). Rozdiel v prospech širokého sponu je tu 6,8 cm (19,0 %).

S ohľadom na intenzívnejší hrúbkový rast vykazuje topoľ I-214 pri obidvoch sledovaných sponoch podstatne väčšiu kruhovú základňu než topoľ Robusta. Rozdiel pri spone 6,5 x 6,5 m dosahuje v tomto ohľade 30,1 %, kým pri spone 4 x 4 m činí 23,7 %, samozrejme v každom prípade v prospech topoľa I-214.

Na základe týchto výsledkov môžeme konštatovať, že sa tu dosiahol približne 1,5-krát lepší hrúbkový rast než pri tradičnom spôsobe pestovania na optimálnych topofových stanovištiach. Aj táto skutočnosť svedčí o význame intenzívneho pestovania topofov, čo

I. Prehľad rastových údajov a objemovej produkcie topofov - A review of the growth data and volume yields in poplars

Čiastková plocha ¹		I		II	
Spon ²		6,5 x 6,5		4,0 x 4,0	
Klon ³		I-214	Robusta	I-214	Robusta
Stredná výška ⁴	(m)	32,9	31,2	33,6	31,4
	(%)	105,4	100,0	107,0	100,0
Priemerný prírastok výškový ⁵	(m)	1,3	1,2	1,3	1,2
	(%)	108,5	100,0	112,0	100,0
Stredná hrúbka ⁶	(cm)	46,1	42,5	40,0	35,7
	(%)	108,5	100,0	112,0	100,0
PP hrúbkový ⁷	(cm)	1,8	1,7	1,6	1,4
	(%)	130,1	100,0	123,7	100,0
Kruhovú základňu ⁸	(m ² .ha ⁻¹)	39,603	30,431	39,686	32,074
	(%)	130,1	100,0	123,7	100,0
PP na kruhovej základni ⁹	(m ² .ha ⁻¹)	1,584	1,217	1,587	1,283
	(%)	134,5	100,0	133,1	100,0
Zásoba ¹⁰	(m ³ .ha ⁻¹)	529,2	393,6	558,5	419,6
	(%)	134,5	100,0	133,1	100,0
Objem prebierok ¹¹	(m ³ .ha ⁻¹)	-	-	42,2	35,5
	(%)	134,5	100,0	132,0	100,0
Celková objemová produkcia ¹²	(m ³ .ha ⁻¹)	529,2	393,6	600,7	455,1
	(%)	134,5	100,0	132,0	100,0
PP objemový ¹³	(m ³ .ha ⁻¹)	21,2	15,7	24,0	18,2
	(%)	135,0	100,0	131,9	100,0
Objem stredného kmeňa ¹⁴	(m ³)	2,233	1,661	1,790	1,346
	(%)	134,4	100,0	133,0	100,0
Kruhovú základňu stredného kmeňa ¹⁵	(m ²)	0,167	0,128	0,127	0,103
	(%)	130,5	100,0	123,3	100,0

¹subplot, ²spacing, ³clone, ⁴mean height, ⁵mean height increment, ⁶mean diameter, ⁷mean diameter increment, ⁸basal area, ⁹basal area mean increment, ¹⁰growing stock, ¹¹thinning volume, ¹²total volume yield, ¹³mean yield increment, ¹⁴mean stem volume, ¹⁵mean stem basal area

umožňuje ich úspešné pestovanie aj na menej vhodných, prevažne ťažších a suchších pôdach, ktoré sú vodohospodárskymi zásahmi negatívne ovplyvnené.

OBJEMOVÁ PRODUKCIA TOPOLOV

Prehľad o zásobe, objeme prebierok, o celkovej objemovej produkcii ako aj o priemernom prírastku a objeme stredného kmeňa sledovaných topofov pri rozličných sponoch poskytuje tab. I. Z príloh vidieť, že výška objemovej produkcie v značnej miere závisí od použitého sponu ako aj od vlastností sledovaného klonu. Pri aplikácii stredného sponu 4 x 4 m poskytujú obidva klony vyššiu zásobu, ale najmä celkovú objemovú produkciu ako pri sponke 6,5 x 6,5 m. Kým topoľ I-214 vykazuje na čiastkovej ploche I so sponom 6,5 x 6,5 m celkovú objemovú produkciu 529,2 m³ na hektár, pri sponke 4 x 4 m dosahuje 600,7 m³ na ha. V prípade topoľa Robusta činí tento rozdiel 61,5 m³ na ha v prospech stredného sponu. Táto diferenciacia je spôsobená predovšetkým vyšším počtom jedincov na ploche so sponom 4 x 4 m.

Z porovnania objemovej produkcie sledovaných topofov ďalej vyplýva, že I-214 poskytuje pri obidvoch sponoch vyššiu zásobu ako aj celkovú objemovú produkciu než topoľ Robusta. V prípade zásoby dosahuje tento rozdiel pri širokom sponke 6,5 x 6,5 m 135,6 m³ na hektár (34,5 %), kým pri strednom sponke 138,9 m³ na ha (33,1 %). V podstate rovnaké rozdiely sa zistili aj pri celkovej objemovej produkcii. Z tab. I vyplýva, že pri sponke 4 x 4 m dosiahol topoľ I-214 ako aj Robusta podstatne väčší objemový prírastok než pri sponke 6,5 x 6,5 m. Súvisí to najmä s vyšším počtom jedincov pri strednom sponke. Prítom I-214 sa vyznačoval - podobne ako pri celkovej objemovej produkcii - aj väčším priemerným ročným objemovým prírastkom než Robusta, keďže pri sponke 6,5 x 6,5 m dosiahol vo veku 25 rokov 21,2 m na hektár, kým pri sponke 4 x 4 m 24,0 m³ na ha. Topoľ Robusta vykazoval v tom istom veku iba 15,7 m³ na ha, resp. 18,2 m³ na ha. Sledovanie celkového priebehu priemerného ročného objemového prírastku ukázalo, že jeho hodnota na plochách so širokým sponom do veku 15 rokov pri obidvoch klonoch pomerne intenzívne, od tej doby do 20 rokov už iba mierne stúpa, kým od 20. do 25. roku veľmi mierne klesá. Na čiastkových plochách so stredným sponom je hodnota priemerného ročného objemového prírastku od 15. do 20. roku pomerne ustálená, potom veľmi mierne klesá.

Doterajšie výsledky nášho výskumu ukazujú, že objem stredného kmeňa sledovaných topofov je pri širokom sponke podstatne väčší ako pri strednom sponke. Podobne aj topoľ I-214 poskytuje pri všetkých sponoch kmene s väčšou objemovosťou ako topoľ Robusta. V porovnaní s topoľovými porastmi pestovanými tradičným spôsobom je objem stredného kmeňa pri intenzívnom pestovaní v danom veku podstatne vyšší, čo umožňuje vypěstovať požadované sortimenty za podstatne kratší čas.

ROZDELENIE POČETNOSTI, ZÁSoby A KRuhOVEJ PLOCHY V HRúbKOVÝCH STUPŇOCH

O percentuálnom rozdelení topofov v hrúbkových stupňoch podľa počtu stromov, zásoby a kruhovej plochy informuje tab. II. Z tabuľky je zjavné, že topole pestované v širokom sponke sú koncentrované vo vyšších hrúbkových stupňoch. Na čiastkovej ploche so sponom 6,5 x 6,5 m je napr. topoľ I-214 najviac zastúpený v hrúbkových stupňoch od 42 cm do 50 cm, kým pri sponke 4 x 4 m od 36 cm do 46 cm. Na čiastkových plochách so širokým sponom sú teda topole rozložené v niekoľkých hrúbkových stupňoch, ktoré reprezentujú homogénny materiál a poskytujú cenné, hrubé sortimenty. Naproti tomu na čiastkových plochách so stredným sponom sa vyskytujú topole prevažne v nižších hrúbkových stupňoch, ktoré predstavujú menej hodnotné sortimenty.

II. Prehľad rozdelenia početnosti, zásoby a kruhovej plochy v hrúbkových stupňoch v percentách - A review of the classification of frequency, growing stock and basal area in diameter classes (per cent)

Čiastková plocha ¹	I						II					
Spon ² (m)	6,5 x 6,5						4,0 x 4,0					
Klon ³	I-214			Robusta			I-214			Robusta		
Rozdelenie ⁴	P	Z	KP	P	Z	KP	P	Z	KP	P	Z	KP
Hrúbkové stupne ⁵												
22,0 - 23,9	-	-	-	0,7	0,2	0,2	-	-	-	1,7	0,7	0,7
24,0 - 25,9	-	-	-	1,4	0,6	0,5	-	-	-	1,3	0,6	0,6
26,0 - 27,9	-	-	-	1,4	0,6	0,6	-	-	-	4,7	2,6	2,5
28,0 - 29,9	-	-	-	0,7	0,4	0,4	-	-	-	4,7	3,0	3,0
30,0 - 31,9	0,6	0,3	0,3	2,8	1,7	1,6	-	-	-	11,1	8,1	8,1
32,0 - 33,9	0,6	0,3	0,3	2,1	1,4	1,4	3,1	2,1	2,1	15,7	13,0	12,9
34,0 - 35,9	0,6	0,3	0,3	7,8	5,8	5,8	10,9	8,3	8,3	21,3	19,8	19,8
36,0 - 37,9	3,0	2,0	1,9	14,8	12,4	12,3	15,6	13,2	13,2	13,6	14,1	13,9
38,0 - 39,9	4,8	3,4	3,4	16,9	15,7	15,6	21,9	20,4	19,9	9,4	10,7	10,6
40,0 - 41,9	5,4	4,2	4,2	18,3	18,6	18,6	20,3	20,9	20,8	4,2	5,4	5,4
42,0 - 43,9	17,9	15,5	15,5	15,5	17,3	17,3	12,5	14,0	13,9	2,1	2,9	2,9
44,0 - 45,9	16,8	15,8	15,7	8,5	10,3	10,2	7,8	9,7	9,4	1,7	2,6	2,6
46,0 - 47,9	18,5	19,0	19,0	0,7	0,9	0,9	3,1	4,2	4,1	1,3	2,1	2,1
48,0 - 49,9	13,2	14,6	14,6	2,8	4,0	4,1	1,6	2,2	2,4	2,5	4,5	4,5
50,0 - 51,9	3,6	4,3	4,4	2,8	4,4	4,4	1,6	2,4	2,5	1,3	2,4	2,5
52,0 - 53,9	7,2	9,3	9,4	-	-	-	1,6	2,6	3,4	1,3	2,6	2,7
54,0 - 55,9	7,2	10,0	10,0	-	-	-	-	-	-	1,3	2,8	2,9
56,0 - 57,9	0,6	1,0	1,0	0,7	1,3	1,4	-	-	-	0,4	1,0	1,1
58,0 - 59,9	-	-	-	1,4	2,9	2,9	-	-	-	0,4	1,1	1,2
60,0 - 61,9	-	-	-	0,7	1,5	1,8	-	-	-	-	-	-
Spolu ⁶	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

P - početnosť⁷; Z - zásoba⁸; KP - kruhová plocha⁹

From 1 - 3 see Tab. I, ⁴classification, ⁵diameter classes, ⁶total, ⁷frequency, ⁸growing stock, ⁹basal area

III. Sortimentácia a hodnotová produkcia topoľov - Timber assortments and value yields in poplars

Spon ² (m)	Klon ³	Výrezy ¹								Drevo ⁴				Celková ⁵	Priemerná ročná ⁶
		I	%	II	%	III	%	IV	%	V	%	VI	%	objemová produkcia ⁷ (m ³ .ha ⁻¹)	
triedy akosti ⁹ (m ³ .ha ⁻¹)															
6,5 x 6,5	I-214	42,4	8	68,8	13	201,1	38	47,6	9	100,5	19	68,8	13	529,2	21,1
6,5 x 6,5	Robusta	19,7	5	47,2	12	165,3	42	31,5	8	82,7	21	47,2	12	393,6	15,7
4,0 x 4,0	I-214	30,0	5	72,1	12	246,3	38	54,1	9	120,1	23	78,1	13	600,7	24,1
4,0 x 4,0	Robusta	-	-	45,5	10	204,8	45	36,4	8	113,8	25	54,6	12	455,1	18,2
triedy akosti ⁹ (Kčs.ha ⁻¹)														hodnotová produkcia ⁸ (Kčs.ha ⁻¹)	
6,5 x 6,5	I-214	51 262	20	72 928	27	91 501	35	8 378	3	32 662	12	8394	3	265 125	10 605
6,5 x 6,5	Robusta	23 817	13	50 052	27	75 211	40	5 544	3	26 877	14	5795	3	187 276	7 491
4,0 x 4,0	I-214	36 270	13	76 426	27	103 876	38	9 522	3	44 882	16	9528	3	280 504	11 220
4,0 x 4,0	Robusta	-	-	45 545	23	95 437	48	12 267	6	36 985	20	6661	3	196 896	7 876

¹logs, ²spacing, ³clone, ⁴timber, ⁵total, ⁶mean annual, ⁷volume yield, ⁸value yield, ⁹quality classes

Z výsledkov nášho hodnotenia jednoznačne vyplýva, že širšie spony priaznivo vplývajú na rozdelenie topoľov vo vyšších hrúbkových stupňoch, čím sa tam vypestuje materiál na výrobu cennejších sortimentov.

PREHĽAD SORTIMENTOV A HODNOTOVEJ PRODUKCIE DREVA

O podiele jednotlivých sortimentov z celkovej objemovej produkcie v m^3 na hektár a v percentách v 25. roku poskytuje prehľad tab. III. Z nej vyplýva, že pri širokom spon 6,5 x 6,5 m vykazujú topole väčší podiel najcennejších sortimentov (najmä výrezy I. a II. triedy akosti) než pri strednom spon 4 x 4 m. Súvisí to predovšetkým s intenzívnym hrúbkovým rastom topoľov pri pestovaní v širokých sponoch. Je tiež logické, že aj topoľ I-214 dosahuje pri rovnakom spon vyššie percento cenných sortimentov ako Robusta, čo súvisí s väčšou hrúbkou tohoto klonu.

Okrem podielu jednotlivých sortimentov sme zisťovali aj celkovú a priemernú ročnú hodnotovú produkciu dreva sledovaných klonov. Z tab. III. vidieť, že celková ako i priemerná ročná hodnotová produkcia dreva je pri strednom spon 4 x 4 m v každom prípade vyššia ako pri širokom spon 6,5 x 6,5 m, hoci ani pri jednom zo sledovaných topoľov nie sú v tomto smere podstatné rozdiely. Ak priemernú ročnú hodnotovú produkciu topoľa I-214 pokladáme pri spon 6,5 x 6,5 m (10 605 Kčs na ha) za 100 %, potom dosahuje tento topoľ pri spon 4 x 4 m (11 220 Kčs na ha) 105,8 %. V prípade topoľa Robusta je táto hodnota 105,1 %, samozrejme tiež v prospech stredného sponu 4 x 4 m. V porovnaní s topoľom Robusta vykazuje I-214 vždy vyššiu celkovú ako aj priemernú ročnú hodnotovú produkciu.

Výsledky nášho výskumu ukázali, že pri intenzívnom pestovaní topoľov je spon 6,5 x 6,5 m veľmi široký a jemu zodpovedajúcu rastovú plochu ($42,25 \text{ m}^2$ na jeden strom) nevedia topole dostatočne využívať na tvorbu hodnotovej produkcie. Pokiaľ naším produkčným cieľom sú cenné, hrubé sortimenty, je odôvodnené zakladať topoľové lignikultúry, a to v spon 6 x 5,2 m, resp. 6 x 6 m, ktorým zodpovedá rastová plocha $31,20 \text{ m}^2$ až $36,00 \text{ m}^2$ pre jeden strom. V tomto prípade, keďže ide o široký spon, prebierky sa nerobia. Keď chceme získať drevo aj na produkciu vlákny, potom je plne odôvodnené, aby sme zakladali intenzívne topoľové kultúry, a to v spon 4 x 4 m, kde je však potrebné vykonať aj jeden schematický prebierkový zásah. Rubná doba v daných stanovištných podmienkach sa bude pohybovať v medziach od 20 do 25 rokov.

ZDRAVOTNÝ STAV

Priaznivý zdravotný stav topoľov možno zabezpečiť predovšetkým vhodnými preventívnymi opatreniami. Medzi tieto opatrenia patrí predovšetkým voľba vhodného stanovišta, pestovanie rezistentných klonov ako aj včasné a správne vykonávanie agrotechnických a biotechnických opatrení. Veľký význam má sústavná kultivácia pôdy, účinkom ktorej sa zvyšuje aj odolnosť topoľov počas celého obdobia pestovania. Na vitalitu topoľov vplývajú predovšetkým stanovištné pomery, najmä dobrá prevzdušnosť a priaznivá vlhová bilancia pôdy. Na menej vhodných stanovištiach, ktoré charakterizujú napr. pôdy ťažké, nedostatočne prevzdušnené, na živiny chudobné, pôdy s vysokou hladinou podzemnej vody alebo pôdy veľmi suché, znižuje sa aj odolnosť topoľov voči rozličným škodcom a chorobám.

Zo sledovaných klonov bol najviac rezistentný I-214. Tento topoľ netrpí vo väčšom, nebezpečnom rozsahu ani hneďm miazgotokom, ani hubou *Marssonina brunnea* Ell. et Ev. S ohľadom na to, že v danom prípade ide o pôdu so zníženou hladinou podzemnej vody, zaznamenali sme na tomto topoli v poslednom období mierny vzostup uvedených

škodcov. Prítomnosť huby *Dothichizia populea* Sacc. et Briard. sa zistila iba sekundárne, na zatienených, resp. odumierajúcich konároch. Na spodných vetvách sa pozoroval aj ojedinelý výskyt húb z rodu *Cytospora*, ktoré však s ohľadom na zdravotný stav nemali praktický význam. Mrazové trhliny v malom rozsahu sa zisťovali najmä na kmeňoch topoľa Robusta. Podobne aj hnedým miazgotokom bol napadnutý predovšetkým topoľ Robusta, avšak nie v nebezpečnom rozsahu.

Z výsledkov hodnotenia zdravotného stavu vyplýva, že aplikácia intenzívnych pestovaných technológií zvyšuje odolnosť topoľov voči rozličným škodcom a chorobám.

ZÁVER

Výsledky hodnotenia výskumu intenzívneho pestovania topoľov I-214 a Robusta na 25-ročnej sérii trvalých výskumných plôch, ktorá leží na vodohospodársky negatívne ovplyvnených nezaplavovaných stanovištiach Podunajskej nížiny, môžeme zhrnúť takto:

Topoľ I-214 vykazuje podstatne lepšiu hrúbkovú rast a dosahuje súčasne aj vyššiu objemovú a hodnotovú produkciu než topoľ Robusta. Rozličné spony nemali podstatný vplyv na výškový rast sledovaných topoľov. Široké spony priaznivo vplývali na hrúbkovú rast topoľov, čo umožnilo vypestovať silnejší a homogénny materiál, vhodný na výrobu cennejších sortimentov. Naproti tomu sa pri stredných sponach dosiahla väčšia objemová a hodnotová produkcia než pri širokých sponach. Súčasne sa zistilo, že aplikovanie zásad intenzívneho pestovania umožňuje zvýšiť odolnosť pestovaných topoľov voči rozličným škodcom a chorobám. Zo sledovaných klonov vykazuje I-214 lepšiu zdravotný stav než Robusta.

Záverom môžeme konštatovať, že v daných stanovištných podmienkach sa bude rubná doba pri intenzívnom pestovaní pohybovať v medziach od 20 do 25 rokov, a to podľa vlastností pestovaných klonov, podľa aplikovaných sponov a produkčného cieľa.

Literatúra

CIFRA, J.: Pestovanie lesných porastov a ozeleňovanie v záujmovom území vodohospodárskych úprav. [Záverčná správa.] Zvolen 1977. 48 s. - VÜLH.

GIORDANO, G.: Iskorišćavanje topolovine v Italiji. Topola, 13, 1970, č. 73-74, s. 43-45.

HALUPA, L. - TÓTH, B.: A nyár termesztése és hasznosítása. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1988, 274 s.

JÁRÓ, Z.: Nyártelepítések határtermőhelyeken. Az Erdő, 26, 1977, č. 5, s. 198-205.

KERESZTESI, B. a kol.: A nyárak és a fűzek termesztése. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1978, 374 s.

KOHÁN, Š. a kol.: Intenzívne spôsoby pestovania topoľov na Slovensku. Bratislava, Príroda 1981, 119 s.

KOHÁN, Š.: Technológia obhospodarovania nížinných lesov vo Východoslovenskom kraji. [Záverčná správa.] Zvolen 1990, 57 s. - VÜLH.

KRÉBES, G.: Plantážny spôsob pestovania topoľov. Zpr. lesn. Výzk. 11, 1965, č. 1-2, s. 22-25.

MANN, H. J.: Anbau und Pflege der Pappel. Übersicht, 23, 1972, č. 9, s. 699-703.

PICCAROLO, G.: Il pioppo. Roma, REDA 1952, 130 s.

POURTET, J.: Progrés en popiculture. Rev. for. franc., 21, 1969, No spécial Sylviculture, s. 485-488.

TÓTH, B. - SZEMERÉDI, M.: Tanulmányúti tapasztalatok az olaszországi nyárfatermesztésről. Az Erdő, 1982, č. 7, s. 290-294.

VIART, M.: État actuel et tendances de la popiculture française. Rev. for. franc., 24, 1972, č. 2, s. 83-97.

WEISBERGER, H.: Kurzumtrieb bei Pappeln als Möglichkeit zur Steigerung der Holzproduktion. Holzzucht, 29, 1975, č. 2/4, s. 29-32.

Došlo 17. I. 1992

In this paper the results are evaluated of research into the intensive plantation of poplars I-214 and Robusta grown on a 25-year series of research plots at Stará Tehelňa which has been laid down at spacings of 6.5 x 6.5 m and 4 x 4 m. The research plots are situated on rather heavy-textured clay-loam noninundated alluvia of the Danube river in the set of forest types riverine European hornbeam - European ash stands. The forest type is damp elm - European ash stand with European hornbeam. Tab. I shows a review of the growth data and volume yields of the poplars I-214 and Robusta. An evaluation of these data indicates that the I-214 poplar has a considerably better diameter growth and at the same time it also reaches the higher volume and value yields than the Robusta poplar does. The different spacings did not largely influence the height growth of the investigated poplars. Wide spacings had positive effects on the diameter growth of poplars, and this enabled to produce the homogeneous material of greater diameter suitable for the production of more valuable timber assortments. On the other hand, medium spacings resulted in the higher volume and value yields than the wide spacings did. Tab. II shows the percentual classification of poplars to diameter classes according to the tree number, growing stock and basal area. It can be seen in this table that the poplar trees grown at the wide spacing of 6.5 x 6.5 m are concentrated in the higher diameter classes while the poplar trees grown at the medium spacing of 4 x 4 m mostly occur in the lower diameter classes. Tab. III documents a review of timber assortments and value yields in the investigated poplars. This table illustrates that in comparison with the Robusta poplar the I-214 poplar has always the higher total as well as average annual value yield of timber. It is also obvious that both clones have the somewhat higher value yield of timber when grown at the wider spacing although the differences between the investigated poplars are not large in this parameter. In was also observed that the application of the principles of intensive cultural treatments in poplars helped to increase the resistance of these clones to various diseases and pests. The I-214 poplar has the better health state of the two investigated poplar clones. It can also be concluded that in the given on-site conditions the rotation will be within 20 to 25 years for different cultural treatments, in dependence on the grown clones, on spacings and production target.

poplars; intensive plantations; altered on-site conditions; growth and yield; health state; Podunajská Lowland

Adresa autora:

Ing. Štefan K o h á n , CSc., Výskumná stanica LVÚ, ul. Mladých stavbárov 3, 040 01 Košice

ZMENY HRÚBKOVÉHO PRÍRASTKU SMREKOVÝCH EKOSYSTÉMOV V PÁSME BESKYDY - BIELE KARPATY

M. Voško, D. Klubica

VOŠKO, M. - KLUBICA, D. (Ústav ekológie lesa SAV, Zvolen): *Zmeny hrúbkového prírastku smrekových ekosystémov v pásme Beskydy - Biele Karpaty*. Lesníctví-Forestry, 38, 1992 (12): 1015-1026.

Na sérii monitorovacích plôch v hospodárskych lesných ekosystémoch je sledovaný účinok negatívnych civilizačných faktorov na zdravotný stav a produkčnú schopnosť. Pri analýze zdravotného stavu boli sledované podľa stromových tried žltutie a strata ihličia. Defoliácia viac zasahuje úrovňové stromy a na monitorovacích plochách v Beskydách dosahuje hodnoty od 39 - 59 %. Bola tiež sledovaná závislosť medzi stratou ihličia a bežným priemerným prírastkom hrúbky stromov (BPP-h). Zreteľný pokles hrúbkového prírastku u všetkých stromových tried nastáva pri 30% strate ihličia. Zároveň sa analyzoval priebeh BPP-h za posledných 50 rokov a porovnával sa s priebehom podľa Korfovej rastovej funkcie i podľa rastových tabuliek.

modelovanie rastových procesov; zdravotný stav lesných ekosystémov; hrúbkový prírastok stromov

V poslednom období sme zaznamenali priam explóziu publikácií týkajúcich sa vplyvu škodlivých činiteľov, osobitne imisií, na lesné ekosystémy. Vyplýva to z aktuálnosti tohoto závažného problému. Vedecké publikácie z nemeckej, anglickej, ruskej i francúzskej rečovej oblasti prinášajú viaceré názory na hlavnú príčinu hynutia lesných drevín. V súčasnosti sa vo väčšine prác uznáva, že hynutie lesných drevín sa prejavuje buď ako fenomén vyvolaný výhradne atmogenným znečistením, alebo ako súborný jav kombinácie účinkov znečisteného ovzdušia, poveternostných abnormít a aktivizácie prírodných škodlivých činiteľov rastlinného a živočíšneho pôvodu.

Podrobné pozorovania v poškodených porastoch, sledovanie zmien v prirastavosti a oihličení autori realizovali pri rozličných drevinách. Tu uvedieme len autorov, ktorých práce svojou náplňou majú najbližšie k cieľu našej témy. Pozoruhodné výsledky z problematiky redukcie prírastku na poškodených stromoch, štúdia produkčných ukazovateľov v závislosti na čase a podmienkach prostredia sú zhrnuté v prácach: Cook (1987), Drápela (1991), Kienast (1987), Lingg (1986), Priesol et al. (1990), Schmid-Haas (1991), Voško, Klubica (1990) a ďalších.

V príspevku poukážeme na tie výsledky doterajšieho výskumu, ktoré umožňujú posúdiť vplyv negatívnych faktorov na zníženie produkčnej schopnosti lesov na príklade monitorovacích plôch (MP) v regióne Čadca a Luhačovic.

MATERIÁL A METÓDA

Sledovanie vplyvu synergického účinku škodlivých činiteľov na produkčné procesy sa vykonáva na trvalých výskumných plochách, nielen v teritóriu Čadca a Luhačovic, ale i v ďalších regiónoch Slovenska podľa metodiky Voško et al. (1986). V teréne sú fixované také MP, ktoré záujmové územie reprezentujú z pedologického,

klimatického i fytoecologického, prípadne biocenologického hľadiska. Výskum v teréne sa vykonáva na stabilnej nepravidelnej sieti výskumných lesoekologických MP, ktorý zodpovedá v systéme európskeho monitoringu druhej kategórii, tzv. „intenzívnych štúdií na stálych plochách“. V súčasnosti sa takto na Ústave ekológie lesa SAV od roku 1986 sleduje 42 MP v jednotlivých regiónoch Slovenska, a to predovšetkým pre dreviny smrek, buk a dub.

Metódy zisťovania hrúbkového prírastku sú založené na odoberaní prírastkových sond Presslerovým alebo žiecom a meraní šírky ročných letokruhov. Cieľom je zistiť hlavne zákonitosti hrúbkového prírastku a tiež odvodiť ďalšie biometrické charakteristiky i vzťahy medzi nimi. Metódy zisťovania rastovej intenzity sa delia podľa toho, čo tvorí porovnávaciu základňu - etalón - šírky letokruhov v poškodzovanom období na tri skupiny:

- a) Hrúbkový prírastok zistený v období poškodzovania sa štandardizuje a porovnáva s referenčným prírastkovým radom z relatívne čistých oblastí.
- b) Hrúbkový prírastok zistený v období poškodzovania sa štandardizuje a porovnáva s referenčným prírastkovým radom zisteným v období pred poškodzovaním. Vyžaduje sa dostatočne dlhé obdobie a zohľadnenie vekového vývoja.
- c) Hrúbkový prírastok zistený v období poškodzovania sa štandardizuje a porovnáva s tabuľkovým prírastkom vyjadrujúcim priemerný dlhodobý prírastkový vývoj, resp. s hodnotami Korfovej rastovej funkcie.

V práci sme použili tretí postup preto, že dnes, v čase vysokého zaťaženia lesa imisiami z transimisí i z domácich zdrojov, je prvý postup diskutabilný. Pre druhý postup nemáme k dispozícii banku prírastkových sond z predchádzajúceho obdobia zo sledovaných lokalít. Prírastkové sondy boli odoberané z monitorovacích plôch, ktorých charakteristiky sú uvedené v tab. I. Na každej MP sme zisťovali tiež biosociálne postavenie všetkých stromov, ich celkovú výšku a výšku nasadenia koruny, plochu pôdorysného priemetu korún, hrúbku $d_{1,3}$, situačné postavenie stromov, sklon svahu a expozíciu plochy vzhľadom na svetové strany. Z nameraných hodnôt sme vypočítali biometrické a plošné charakteristiky. Okrem toho sme podľa stromových tried sledovali žltnutie a defoliáciu asimilačných orgánov pre posúdenie zdravotného stavu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Biometrické a plošné charakteristiky lesných ekosystémov na monitorovacích plochách Čupel i Na otočke v regióne LZ Čadca a MP Bílý Kříž (Luhačovice) vypočítané z terénnych meraní uvádzame v tab. II. Tieto charakteristiky tvoria vstupné komodity na skúmanie kauzálnych vnútroekosystémových vzťahov. Všetky plochy sú v teréne situované na exponovaných lokalitách, a to pokiaľ ide o imisnú záťaž i o abiotické vplyvy. Znečistené ovzdušie sa na drevinách prejavuje stratou ihličia, žltnutím a nekrotizáciou asimilačných orgánov, rednutím korún a ich postupným usychaním. Rozsah stupňa žltnutia a defoliácie na jednotlivých plochách v roku 1989 podľa údajov Č i c á k , Š t e f a n č í k (1989) uvádzame v tab. III.

Pre porovnanie uvádzame aj údaje podľa O s z l á n y i h o (1990), ktorý pri hodnotení zdravotného stavu, okrem straty ihličia, sledoval na MP v regióne LZ Čadca aj poškodenie abiotickými činiteľmi (hlavne snehom). Údaje reprezentujú priemerné hodnoty strát ihličia v korunách na príslušnej MP v jednotlivých hodnotených rokoch. Na základe zistených údajov možno konštatovať, že žltnutie nadobúda najvyššiu hodnotu pri nadúrovňových stromoch a s klesajúcim biosociálnym postavením v poraste sa znižuje. Defoliácia viac zasahuje úrovňové stromy. Ide o jav z hľadiska stability veľmi nepriaznivý, lebo ním dochádza k oslabeniu najodolnejšej zložky porastnej vertikálnej výstavby. Ak uvážime, že štruktúru porastu tvorí 70 % jedincov nadúrovňových a úrovňových, vidíme, ako je zdravotný stav sledovaných ekosystémov vážne narušený. Aj údaje o mechanickom poškodení (hlavne škody snehom), ktoré sledoval O s z l á n y i (1990), sú tiež nepriaznivé - napr. na MP I. (Čupeľ) nedosahuje relatívny počet zdravých jedincov hodnotu 20 % a na MP II. (Na otočke) a MP III. (Kavulička) sa pohybuje len okolo 50 % (obr. 1).

Pri sledovaní straty ihličia na jednotlivých MP vidíme (tab. III), že zistené hodnoty kolíšu, čo zrejme súvisí s priestorovou štruktúrou a homogenitou porastu, ktorú môžeme

I. Charakteristiky monitorovacích plôch - Characteristics of monitored areas

Monitorovacia plocha	Drevina ³ (%)	Zakmenenie (denzita ⁴)	Vek ⁵	Charakteristiky plochy ²			
				Typologická jednotka ⁶ (%)	Sklon ⁷ (%)	Expozícia ⁸	Nadmorská výška ⁹
Čupeľ	sm 100	0,7	85	Fap (5103) - 100	5 - 10	SZ	900
Na otočke	sm 93	0,7	95	Fap v. st. (6107) - 95 Fap v. st. (6108) - 5	20 - 40	J	830
	smc 3						
	jd 1						
	bk 1						
	jvh 2						
Bílý Kříž	sm 97	0,8	70	Fp (3311) - 100	10	SV	350
	db 1						
	bk 1						
	bor 1						

Monitorovacia plocha	Zastúpenie drevín ¹⁰	Sucháre ¹¹	Charakteristiky plôch ²					
			Priemerný strom ¹²					
			výška ¹³		d _{1,3}		dĺžka koruny ¹⁶	
	(%)	(%)	porastu ¹⁴	zastúpenej dreviny ¹⁵	porastu ¹⁴	zastúpenej dreviny ¹⁵	porastu ¹⁴	zastúpenej dreviny ¹⁵
			(m)	(m)	(cm)	(cm)	(m)	(m)
Čupeľ	sm 93 Ost. i. 4 Ost. l. 3	sm 16	21,6	sm 21,6	25,2	sm 25,2	7,9	sm 7,9
Na otočke	sm 100	sm 10	25,6	sm 25,6	27,9	sm 27,9	9,6	sm 9,6
Bílý Kříž	sm 97	sm 2		sm 25,1		sm 24,9		sm 8,0
	bk 1	bk 0,5		bk 13,5		bk 27,9		bk 5,5
	db 1		24,9	db 21,5	24,9	db 17,8	7,9	db 5,7
	bor 1			bor 28,0		bor 36,0		bor 6,5

¹ monitored area, ² characteristics of area, ³ tree species, ⁴ stand density (density), ⁵ age, ⁶ typological unit, ⁷ slope, ⁸ exposure, ⁹ altitude, ¹⁰ representation of tree species, ¹¹ dry branches, ¹² average tree, ¹³ height, ¹⁴ of stand, ¹⁵ of represented tree species, ¹⁶ length of crown

sledovať na obr. 2, 3 a 4. Pritom si uvedomujeme, čo všetko môže vplývať na stav oihličenia: biosociologické postavenie stromov v susedstve, zápoj, oihličenie susedných korún, vitalita niektorých - možno odolnejších - jedincov i iné, ale je tu aj skutočnosť, že porasty pestovne vychovávané s nižším zakmenením (denzitou) majú vyššiu stabilitu (podrobnejšie V o š k o , 1990). Na obr. 2 je znázornený rez 95-ročnej smrekovej kme-

II. Biometrické charakteristiky monitorovacích plôch - Biometric characteristics of monitored areas

Monitorovacie plochy ¹	Výmera ²	Clonená plocha (korunový kryt drevín - 100 stromov) ³		Korunami nepokrytá plocha ⁴	Suma krytov korún ⁵ jednotlivých stromov			Korunová plocha ⁸ priemerného stromu		Prekrytie korún ⁹	
					porastu ⁶		zastúpenej dreviny ⁷	porastu ⁶	zastúpenej dreviny		
	(m ²)	(m ²)	(%)	(m ²)	(m ²)	(%)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(%)
Čupeľ	1164,8	1126,4	97,0	38,4	1667,4	148	sm 1667,4	16,7	sm 16,7	502,6	30,0
Na otočke	1359,0	1316,1	97,0	42,9	1730,2	127	sm 1730,2	17,3	sm 17,3	414,1	24,0
Bílý KHŽ	2208,6	1713,3	77,6	495,4	2199,3	99,6	sm 2119,6	10,9	sm 10,8	486,0	22,1
							db 29,1		db 9,7		
							bk 37,8		bk 18,9		
							bor 12,8		bor 12,8		

¹monitored areas, ²land area, ³shaded area (crown coverage of tree species - 100 trees), ⁴area uncovered by crowns, ⁵sum of crown coverages of different trees, ⁶of stand, ⁷of represented tree species, ⁸crown area of average tree, ⁹crown shading

Indikátor znečistenia ¹	Dendroindikátor ⁵		Monitorovacia plocha ⁸		
			Čupeľ 900 m n. m.	Na otočke 830 m n. m.	Kavuliacka 910 m n. m.
Žltnutie ² (%)	Stromová trieda ⁶	1	0,5	0	0
		2	0,2	0	0
Defoliácia ³ (%)		1	50,9	46,4	40,2
		2	58,9	49,2	39,3
Defoliácia podľa rokov ⁴⁺	Roky ⁷	1987	48,9	46,9	47,9
		1988	55,5	54,9	53,3
		1989	52,8	57,9	55,4

⁺ údaje podľa Oszlányiho⁹

¹ indicator of pollution, ² yellowing, ³ defoliation, ⁴ defoliation after years, ⁵ dendroindicator, ⁶ tree class, ⁷ years,

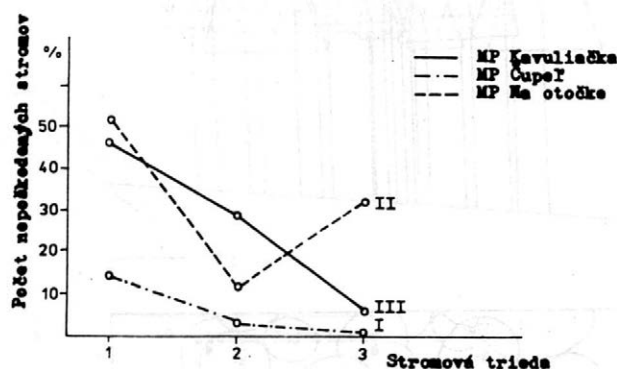
⁸ monitored area, ⁹ data after Oszlányi⁺

ňoviny v regióne dlhodobého pôsobenia imisii na pôdu s nízkou pufracnou kapacitou (MP Na otočke). Na obr. 3 je zobrazený profil imisne poškodenenej rozpadávajúcej sa 85-ročnej smrekovej monokultúry so zreteľne diferencovaným kmeňovým a korunovým priestorom (MP Čupeľ). Na obr. 4 je uvedený profil 70-ročnej smrekovej kmeňoviny (MP Bílý Kříž), ktorá má rovnomerné rozmiestnenie jedincov po ploche, čo koreluje so stupňom zavetvenia (t. j. percentuálneho podielu dĺžky koruny z výšky stromu) v tab. II a nižšou stratou prírastku. Detailnejšie vzťahom priestorovej štruktúry k stabilite a produkcii lesných ekosystémov sa zaoberajú iní autori, o ktorých informujeme v práci V o š k o (1990).

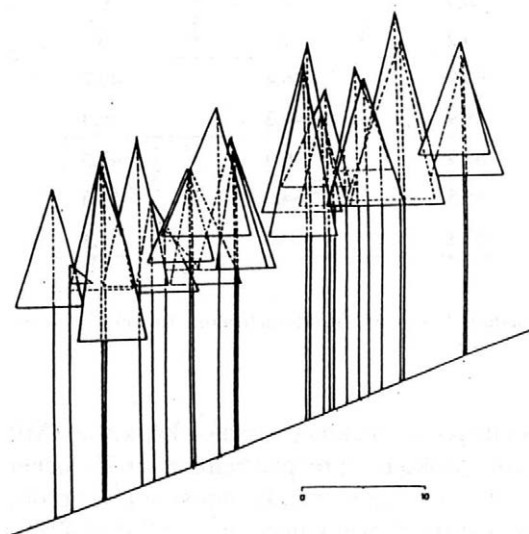
Hlavnú pozornosť chceme venovať výsledkom zo skúmania vplyvu znečisteného ovzdušia na hrúbkový prírastok stromov na MP.

Analýza potvrdila závislosť medzi ročným a päťročným hrúbkovým prírastkom a stratou ihličia podľa stromových tried (podrobnejšie V o š k o, K l u b i c a, 1990). Údaje dokumentujú pokles hrúbkového prírastku so zvyšujúcim sa stupňom defoliácie (obr. 5). Z priebehu závislosti vyplýva, že 20% strata ihličia nemá vplyv na hrúbkový prírastok nadúrovňových stromov. Zreteľný pokles prírastku u všetkých stromových tried nastáva pri 30% defoliácii.

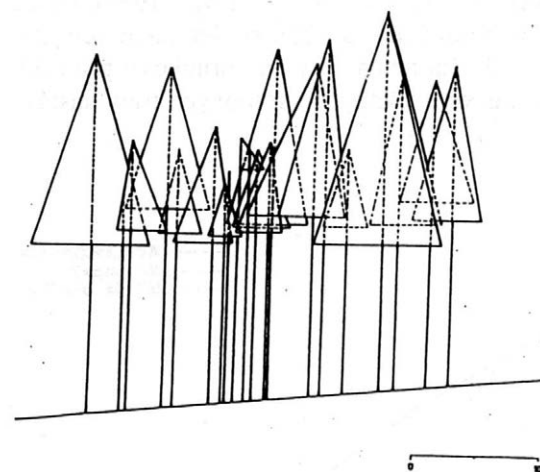
1. Relatívny počet nepoškodených stromov MP Čupeľ (I), Na otočke (II), Kavuliacka (III) (podľa O s z l á n y i h o, 1990) - Relative number of undamaged trees of monitored area at Čupeľ (I), Na otočke (II), Kavuliacka (III) (after O s z l á n y i, 1990)



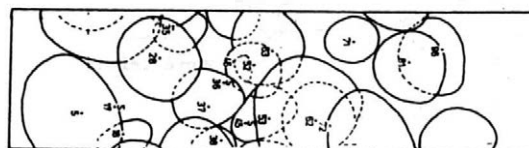
Dynamika priebehu BPP-h pre MP Čupeľ je znázornená na obr. 7. Z ilustrovaného priebehu vyplýva, že sme sledovali priebeh bežného periodického prírastku hrúbky (BPP-h) za posledných 50 rokov s priebehom teoretickým. Preukaznosť rozdielov oboch úrovní sme otestovali metódou analýzy variancie a určili najmenšie štatistické významné rozdiely



2. Porastový profil MP Na otočke - Stand profile of the monitored area Na otočke

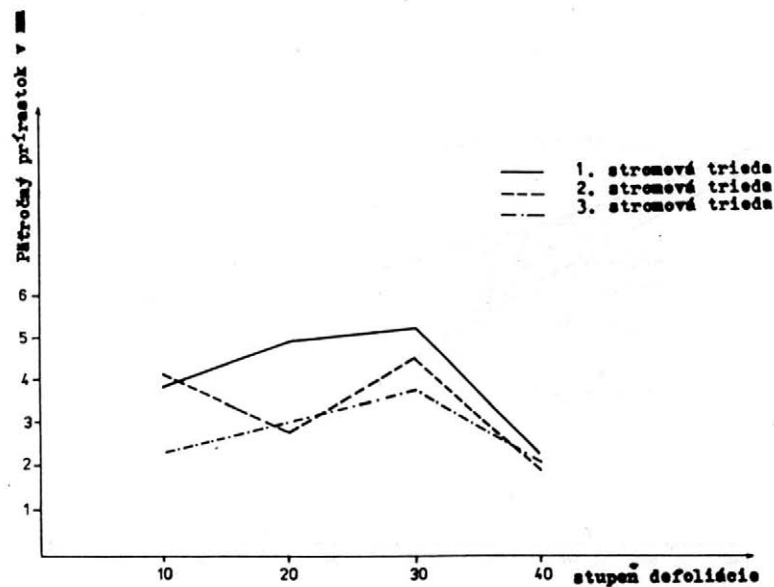
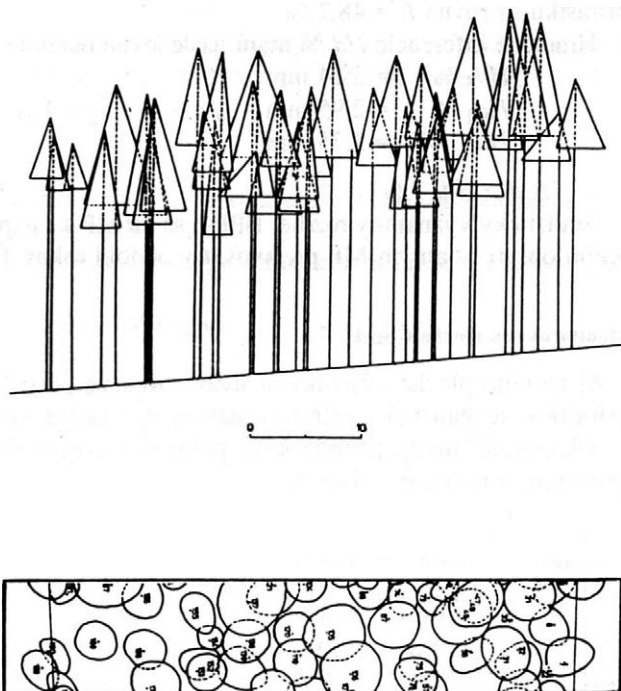


3. Porastový profil MP Čupeľ - Stand profile of monitored area Čupeľ



prírastkov (Hd %). Výsledné hodnoty vykonanej analýzy variancie BPP-h na MP uvádzajú tab. IV až VI. Grafické znázornenie a analytický zápis rovníc priebehu teoretického (tabuľkového) i skutočného BPP-h pre jednotlivé MP je znázornený na obr. 6 až 8.

4. Porastový profil MP Bílý Kříž -
Stand profile of monitored area Bílý
Kříž.



5. Závislosť hrúbkového prírastku (BPP-h) od stupňa defoliácie podľa stromových tried - The dependence of diameter increment (BPP-h) on the degree of defoliation according to the tree classes

Monitorovacia plocha Na otočke

Výsledky analýzy variancií potvrdili (tab. IV), že rozdiel priebehov prírastkov je štatisticky veľmi významný na hladine významnosti $P < 0,01$.

Ukazovateľ miery prirodzeného poklesu synergického vplyvu imisií na znižovanie prírastku sa rovná $B = 48,7\%$.

Hraničné diferencie $Hd\%$ majú nasledovné hodnoty:

$$Hd_5\% = 2,24 \text{ mm}$$

$$Hd_1\% = 2,95 \text{ mm} < \Delta d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4,16$$

$$Hd_{0,1}\% = 3,75 \text{ mm}$$

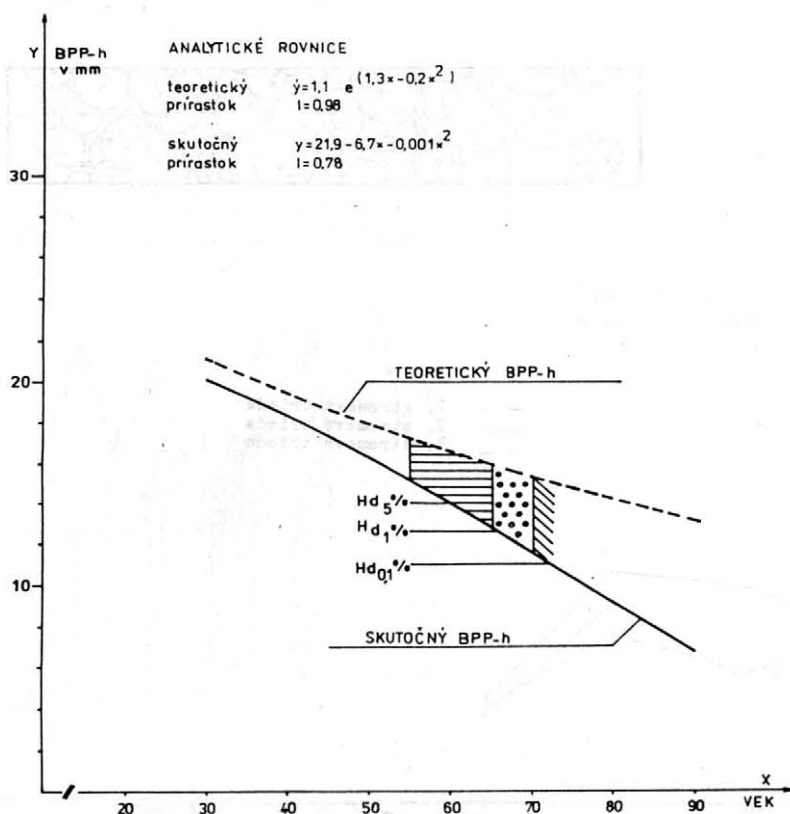
$$\Delta d > Hd_{0,1}\%$$

Štatisticky významný rozdiel BPP-h sa na MP s J expozíciou začal s časovým oneskorením oproti ostatným MP prejavovať v období rokov 1958 - 1965 (obr. 6).

Monitorovacia plocha Čupel

Aj na tejto ploche výsledky analýzy variancie potvrdili (tab. V), že rozdiel priebehov prírastkov je štatisticky veľmi významný na hladine významnosti $P < 0,01$.

Ukazovateľ miery prirodzeného poklesu a synergického vplyvu imisií na znižovanie prírastku sa rovná $B = 43,9\%$.



6. Teoretický a skutočný priebeh BPP-h smreka obyčajného na MP Na otočke - Theoretical and actual pattern of BPP-h of Norway spruce on monitored area Na otočke

Hraničné diferencie Hd % majú nasledovné hodnoty:

$$Hd_5 \% = 2,74 \text{ mm}$$

$$Hd_1 \% = 3,61 \text{ mm} < \Delta d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4,63$$

$$Hd_{0,1} \% = 4,61 \text{ mm}$$

$$\Delta d > Hd_{0,1} \%$$

Štatisticky významný rozdiel BPP-h sa na MP so SZ expozíciou začal prejavovať najskôr zo sledovaných plôch (podrobnejšie V o š k o , 1990), t. j. v období rokov 1953 - 1955 (obr. 7).

Monitorovacia plocha Bfý Kfz

Výsledky analýzy variancie potvrdili (tab. VI), že rozdiel priebehov prírastkov je štatisticky významný na hladine významnosti $P < 0,05$.

Ukazovateľ miery prirodzeného poklesu a synergického vplyvu imisií na znižovanie prírastku sa rovná $B = 22 \%$.

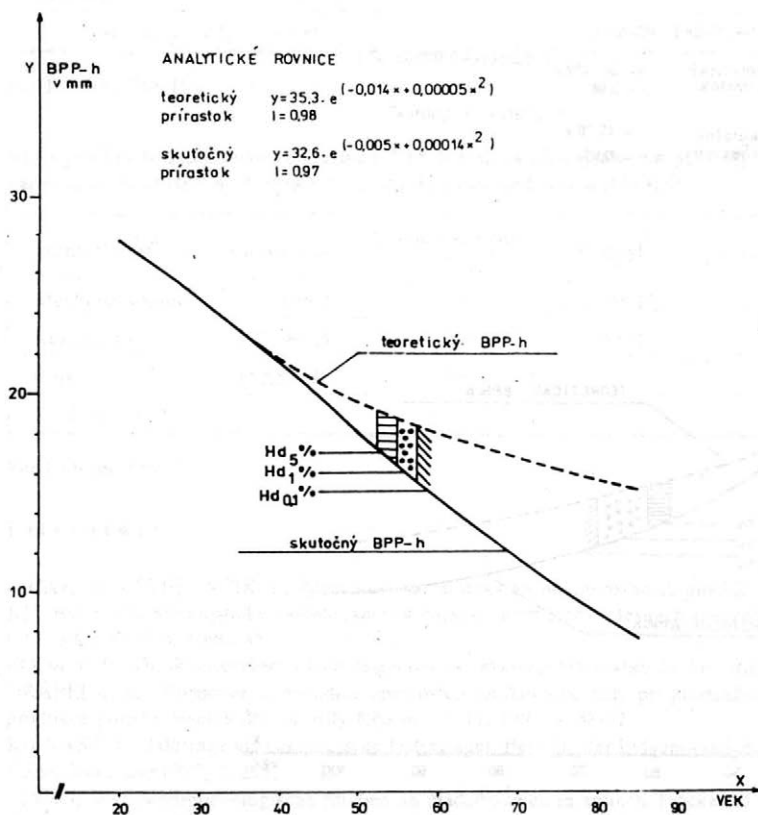
Hraničné diferencie Hd % majú nasledovné hodnoty:

$$Hd_5 \% = 1,43 \text{ mm}$$

$$Hd_1 \% = 1,86 \text{ mm} < \Delta d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 5,15$$

$$Hd_{0,1} \% = 2,37 \text{ mm}$$

$$\Delta d > Hd_{0,1} \%$$

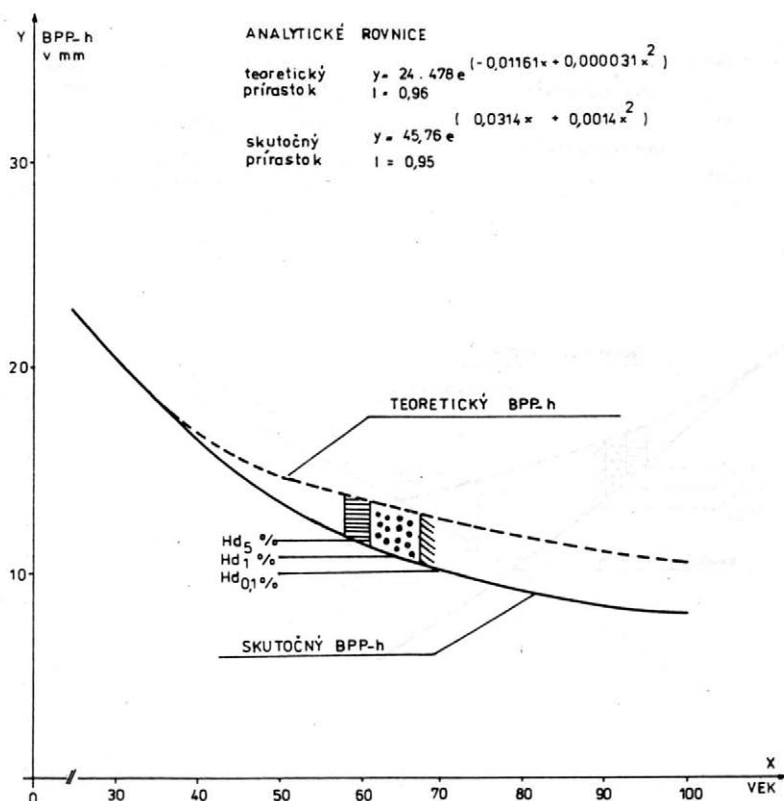


7. Teoretický a skutočný priebeh BPP-h smreka obyčajného na MP Čupeľ - Theoretical and actual pattern of BPP-h of Norway spruce on monitored area Čupeľ

Štatisticky významný rozdiel BPP-h sa na MP Bílý Kříž prejavil so značným časovým oneskorením oproti MP v Beskydách, t. j. až v rokoch 1980 - 1982 (obr. 8). Z výsledkov plynie, že na MP sa začína prejavovať vplyv zmenených ekologických podmienok. V súčasnosti spracovávame údaje z druhej MP (Komonec) v regióne Luhačovic, čím sa rozšíri poznanie o poškodení lesov v danej oblasti.

ZÁVER

Poškodzovanie lesov na Slovensku vplyvom industriogénneho znečistenia narastá oveľa rýchlejším tempom ako sa pôvodne predpokladalo. BPP-h vykazuje na monitorovacích plochách v pásme Beskydy - Bílé Karpaty výrazne klesajúci vývoj, hlavne pokiaľ ide o lesné ekosystémy v Beskydách. Tento smer vývoja je determinovaný prirodzeným poklesom a výrazne akcelerovaný synergickým účinkom imisií. Z toho plynie, že výskum je potrebné v tomto smere prehĺbovať, aby sa zabezpečila včasná signalizácia zníženia odolnostného potenciálu lesných ekosystémov aj v iných regiónoch a mohli sa plánovať lesomelioračné opatrenia na podporenie ich stability.



8. Teoretický a skutočný priebeh BPP-h smreka obyčajného na MP Bílý Kříž - Theoretical and actual pattern of BPP-h of Norway spruce on monitored area Bílý Kříž

IV. Výsledné hodnoty analýzy variancie BPP-h smreka obyčajného na MP Na otočke - Resultant values of variance analysis BPP-h - Norway spruce on the monitored area at Na otočke

Premenlivosť ¹	Súčet štvorcov ⁵	Počet stupňov voľnosti ⁶	Rozptyl ⁷	F-test ⁸	Kritické hodnoty ⁹
Medzi úrovňami ²	$S_A = 69,30$	$f_A = 1$	$S_A^2 = 69,30$	$F = 13,28$	$F_{0,05} = 4,60$
Reziduálna ³	$S_R = 73,08$	$f_r = 14$	$S_R^2 = 5,22$		$F_{0,01} = 8,86^{++}$
Celková ⁴	$S = 142,39$	$f = 15$			
$F = 13,28, F_{0,01} = (1,14) = 8,86^{++}$					

¹variability, ²between (among) levels, ³residual, ⁴total, ⁵sum of squares, ⁶number of grades of freedom, ⁷dispersion, ⁸F-test, ⁹critical values

V. Výsledné hodnoty analýzy variancie BPP-h smreka obyčajného na MP Čupeľ - Resultant values of variance analysis BPP-h of Norway spruce on the monitored area at Čupeľ

Premenlivosť ¹	Súčet štvorcov ⁵	Počet stupňov voľnosti ⁶	Rozptyl ⁷	F-test ⁸	Kritické hodnoty ⁹
Medzi úrovňami ²	$S_A = 85,75$	$f_A = 1$	$S_A^2 = 85,75$	$F = 10,98$	$F_{0,05} = 4,60$
Reziduálna ³	$S_R = 109,37$	$f_r = 14$	$S_R^2 = 7,81$		$F_{0,01} = 8,86^{++}$
Celková ⁴	$S = 195,12$	$f = 15$			
$F = 10,98, F_{0,01} = (1,14) = 8,86^{++}$					

For 1 - 9 see Tab. IV.

VI. Výsledné hodnoty analýzy variancie BPP-h smreka obyčajného na MP Bílý Kříž - Resultant values of variance analysis BPP-h - Norway spruce on the monitored area at Bílý Kříž

Premenlivosť ¹	Súčet štvorcov ⁵	Počet stupňov voľnosti ⁶	Rozptyl ⁷	F-test ⁸	Kritické hodnoty ⁹
Medzi úrovňami ²	27,00962	1	27,009615	5,150	4,60 ⁺
Reziduálna ³	125,86923	24	5,24551		
Celková ⁴	152,87885	25			
$F < F_{\alpha/2}(f_1, f_2)$					

For 1 - 9 see Tab. IV.

Literatúra

- CICÁK, A. - ŠTEFANČÍK, I.: Zdravotný stav smreka na monitorovacích plochách Čadca. In: VOŠKO, M. - KLUBICA, D.: Matematické modelovanie ekologických procesov v lesných ekosystémoch. [Záverečná správa.] ÚEL SAV Zvolen, 1990, 45 s.
- COOK, E. R.: The decomposition of tree ring series for environmental studies. In: Tree Ring Bulletin, 47, 1987, s. 37-59.
- DRÁPELA, K.: Příspěvek k metodice zpracování letokruhové řady při produkčních analýzách. In: Studium produkce porostů lesních dřevin, Bílý Kříž 4. - 7. 11. 1991, s. 58-62.
- KIENAST, F.: Jahre als oekologische Datenträger. Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 1987, č. 292, s. 51.
- LINGG, W.: Dendroökologische Studien an Nadelbäumen in alpinen Trockental Wallis (Schweiz). Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 1986, č. 287, s. 81.
- OSZLÁNYI, J.: Analýza ekologickej situácie vo vybraných lesných ekosystémoch ovplyvnených ľudskou činnosťou. [Záverečná správa.] ÚEB SAV Bratislava, 1990, s. 62.

VON P. SCHMID-HAAS: Der Nachweis der Ursache des Tannesterbens an einem Beispiel Forstw. Verlag Parey, Hamburg und Berlin, Cbl. 108, 1989, s. 244-254.

PRIESOL, A. - HLADÍK, M. - HERICH, I.: Zisťovanie a kvantifikácia poškodenia lesov imisiami v prácach hospodárskej úpravy lesov. VŠLD Zvolen, 1990, 83 s.

VOŠKO, M. - BUBLINEC, E. - GREGUŠ, C.: Projekt výskumnej úlohy Vybrané lesné ekosystémy SSR, ich produktivita, stabilita a ochrana (metodické postupy). ÚEL SAV, Zvolen 1986, 72 s.

VOŠKO, M. - KLUBICA, D.: Matematické modelovanie ekologických procesov v lesných ekosystémoch. [Záverečná správa.] ÚEL SAV, Zvolen 1990, 45 s.

VOŠKO, M.: Biometrické charakteristiky a ich závislosť od atmomenného znečistenia na monitorovacích plochách TANAPu. In: Ako ďalej pri ochrane a záchrane prírody TANAPu. V. Tatry, 1990, s. 251-264.

Došlo 21. 11. 1991

VOŠKO, M. - KLUBICA, D. (Institute of Forestry Ecology Slovak Academy of Sciences, Zvolen): *Changes in diameter increment of spruce ecosystems in the range of the Beskids Mts. and the White Carpathians.* Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (12): 1015-1026.

Damages to forests in Slovakia due to industriogenic pollution is still growing at more accelerated pace as it was predicted in the past. This is documented by the data of monitored areas established in the Beskids Mts. region (the Forest Enterprise Čadca) and the White Carpathians (the Luhačovice region). The effect of negative civilization factors is studied as affected the health condition and production capacity on the series of monitored areas in forestry management ecosystems. Changes induced by polluted atmosphere reflected on wood species by defoliation, yellowing and necroses of assimilative organs and their gradual drying up. In analyzing the health condition according to the dominant trees and with falling position of trees in the stand it is reducing (Tab. III). An adverse phenomenon can be observed in defoliation which affects more co-dominant trees and this amounts to the values of 39 to 59 % (see Tab. III) on the areas of the Beskids Mts. The data of mechanical damage (especially damages caused by snow) are unfavourable as well. Relative number of healthy individuals is ranging from 20 to 50 % (Fig. 1). It is stated that the amount of losses due to needle-shedding is affected, among other factors, by spatial structure of the forest ecosystem (Figs 2 to 4). Moreover, the dependence between needle-shedding and diameter increment is studied. It follows from the dependences (Fig. 5) that 20% loss of needles has no effect on diameter increment of dominant trees. A marked fall in diameter increment in all tree classes was observed with 30% loss of needles.

A main attention was paid in the study to the results of the effect of polluted atmosphere on diameter increment of trees on monitored areas. A pattern of current periodic diameter increment (BPP-h) was analyzed for the past 50 years along with the theoretical one, i. e. after Korf's growth function and after growth tables. Significance of differences of both levels was tested the method of variance analysis and the least statistical significant differences of increments (H_d %). The resultant values of analysis of BPP-h variance on monitored areas are given in Tabs IV to VI. Graphical illustration and analytical recording of equations of the pattern of theoretical and actual BPP-h for different monitoring areas is given in Figs 6 to 8.

The results of variance analysis (Tab. IV) on monitoring area called Na otočke with the southern exposure confirmed that the difference of patterns of increments is statistically highly significant on the level of significance $P < 0.01$ and started to be appeared in the years 1958 to 1965 (Fig. 6). The indicator of rate of natural decrease and synergic effect of immissions on the reduction of increment is amounting to almost 49 %.

Statistically significant difference BPP-h (Tab. V) on the second monitoring area Čupef in the Beskids Mts. with north-western exposure started to be manifested the earliest out of areas under study, i.e. during the years 1953 to 1955 (Fig. 7). The decrease in the increment is amounting to 44 %.

The lowest value (22 %) of the rate of natural decrease and synergic influence of immissions on the diameter increment was recorded on the monitored area Bílý Kříž. Statistically significant difference BPP-h (Tab. IV) was manifested with much time delay as compared with the monitored area in the Beskids Mts., i.e. not earlier as in the years 1980 to 1982 (Fig. 8). Now the data of the second monitored area (Komonec) in the Luhačovice region are under processing, whereas the knowledge of forest damage is extended in the given region. It follows from the above-mentioned that the research is to be deepened to ensure an early signalling of reduction of resistance potential of forest ecosystems also in other regions and to ensure planning to support their stability.

modelling of growth processes; health condition of forest ecosystems; diameter increment of wood species

Adresa autorov:

Doc. Ing. Milan Voško, CSc., Ing. Dominik Klubica, CSc., Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, 960 53 Zvolen

MODELY CIEĽOVÝCH STROMOV SMREKA Z HĽADISKA STATICKEJ STABILITY

J. Konôpka

KONÔPKA, J. (Lesnícky výskumný ústav, Zvolen): *Modely cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability*. Lesníctví - Forestry, 38, 1992 (12): 1027-1038.

Príspevok prináša najnovšie poznatky o rastových vlastnostiach cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability, na základe čoho sa vypracovali modely, ktoré by mali slúžiť na usmernenie výchovy smrekových porastov tak, aby sa obmedzil negatívny vplyv najmä abiotických škodlivých činiteľov na čo najmenšiu mieru. Ako ukazovatele statickej stability sa použili podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov a štiřlostný kvocient.

smrekové porasty; cieľové stromy; statická stabilita

Smrek obyčajný (*Picea abies* Karst.) je najrozšírenejšou drevinou v strednej Európe. Dôvodom rozšírenia smreka - často aj do suboptimálnych podmienok - je jeho pomerne jednoduché pestovanie ako aj veľmi široké upotrebenie smrekového dreva.

Zhoršené ekologické podmienky, hlavne vplyv imisí, ako aj prirodzene nízka rezistencia smreka ako druhu zapríčinili, že smrekové porasty majú mimoriadne nízku statickú a ekologickú stabilitu. Aj keď ide o synergické pôsobenie celého súboru škodlivých činiteľov, predsa smrekové porasty aj v súčasnosti najviac ohrozujú abiotické škodlivé činitele (vietor, sneh a námraza) svojím mechanickým pôsobením. Preto zvyšovanie statickej stability smrekových porastov patrí medzi veľmi dôležité úlohy lesného hospodárstva. Pritom sa musia použiť také pestovnoochranné opatrenia, ktoré budú v súlade so základnými princípmi lesného hospodárstva. Musí sa nimi dosiahnuť nielen zvýšenie statickej stability, ale aj celkovej odolnosti voči všetkým škodlivým činiteľom či ich synergickému pôsobeniu. Bezpečnosť smrekových porastov je teda prvoradou podmienkou či predpokladom plnenia verejnoprospešných a drevoprodukčných funkcií. Ochranné opatrenia, ak majú byť účinné, musia plnenie týchto funkcií nielen nepriamo, ale aj priamo posilňovať. Samozrejme ich realizáciou sa musí zabezpečiť tiež trvalosť a nepretržitosť plnenia funkcií lesov a musia sa vykonávať hospodárne.

MATERIÁL

Pestovanie smrekových porastov zahŕňa rad technologických opatrení, začínajúc obnovou rubných porastov (prirodzenou alebo umelou), pokračujúc starostlivosťou o mladé lesné porasty, prečistkami (prezrávkami alebo čistkami), prebierkami a nakoniec prípravou porastov na ich obnovu. Ide o dlhodobý cyklus, pričom pri každom jeho článku - okrem pestovných zámerov - vždy musíme mať na pamäti ochranu smrekových porastov proti škodlivým činiteľom.

Z hľadiska zvyšovania statickej stability smrekových porastov má veľký význam ich výchova. Začiatočnú starostlivosť o statickú stabilitu možno alebo nahradiť, alebo uľahčiť už založením porastov s nižším počtom

sadeníc. Porasty počas ich rastu a vývinu treba udržiavať vo voľnejšom zápoji, aby stromy mali možnosť vytvoriť si a udržať dostatočne dlhú korunu a tým aj pevnejšie zakorenenie. Intenzívne zásahy, prestrihávk, plecie ruby, prerezávky sa musia vykonávať najmä v porastoch z prirodzenej alebo kombinovanej obnovy, teda všade tam, kde sú prehustené nárasty, kultúry a mladiny. Majú sa šetriť a uvoľňovať spevňovacie dreviny, aby sa dosiahlo ich dostatočné zastúpenie a úrovňové, prípadne nadúrovňové postavenie.

Otázkam výchovy smrekových porastov z hľadiska statickej stability sa veľká pozornosť venovala v Českej republike (Chroust, 1968; Pařez, 1982; Mráček, Pařez, 1986; Jurča, Chroust, 1973; Sloďák, 1987). Zostavili sa tu modely výchovy pre smrekové porasty pestované na stanovištiach ohrozaných škodlivými abiotickými činiteľmi. Uvedené návrhy, ktorých autormi sú Ing. J. Pařez, CSc., a Ing. L. Chroust, CSc., prevzal aj Lesprojekt Brandýs nad Labem a využil ich na zostavenie *Provozních systémů v lesním plánování* (Plíva, Žlábk, 1989).

Tak isto v slovenskej lesníckej literatúre nachádzame v ostatnom období viacero príspevkov k otázkam výchovy smrekových porastov z hľadiska statickej stability (Konôpka, 1983, 1985; Konôpka et al., 1989; Saniga, 1985, a ďalší). Tu treba taktiež spomenúť práce Kodrík (1966, 1969), ktoré sa zaoberajú otázkami statickej stability jedľových porastov. V podstate všetky práce poukazujú na veľký význam výchovy pre zvýšenie statickej stability, pokiaľ sa výchovné zásahy vykonávajú včas a v dostatočnej sile a intenzite.

Príspevok nadväzuje na doterajšie práce autora, týkajúce sa rastových vlastností smreka a ich vzťahu k statickej stabilite porastov. Vychádza zo zistenia, že najodolnejšími porastovými zložkami sú stromy najhrubšie, s dlhými korunami, spádovitými kmeňmi a silnými koreňovými nábehmi. Tieto stromy z hľadiska statickej stability tvoria kostru porastu a mali by tvoriť aj budúci rubný porast, preto sa nazvali cieľovými stromami.

Príspevok prináša najnovšie poznatky o rastových vlastnostiach cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability, na základe čoho sa vypracovali modely, ktoré by mali slúžiť na usmernenie výchovy smrekových porastov tak, aby sa obmedzil negatívny vplyv najmä abiotických škodlivých činiteľov na čo najmenšiu mieru.

METÓDA

Podkladom pre riešenie boli aritmetické priemery rastových vlastností cieľových stromov smreka z trvalých výskumných plôch smrekových porastov, založených v oblastiach ohrozaných abiotickými škodlivými činiteľmi. Celkove išlo o 85 výskumných plôch vo veku od mladín až po dospelávajúce porasty.

Na každej výskumnej ploche sa vyznačili (trvale) cieľové stromy. Ďalej sa vyznačil pestovný zásah (t. j. stromy určené na ťažbu), pričom sa postupovalo metódou cieľových stromov. Cieľové stromy ako aj stromy určené na ťažbu sa vyznačovali v spolupráci s pestovateľmi (Ing. J. Burgan, CSc., Ing. L. Lehotský, CSc., Ing. L. Štefánčík, DrSc., a Ing. H. Zajac, CSc.). Menovaným aj na tomto mieste vyslovujem úprimné poďakovanie za spoluprácu.

V ďalšom sa merali rastové vlastnosti cieľových stromov, čo sa opakovalo spravidla v päťročných intervaloch. Ako ukazovatele statickej stability sa vybrali podiel koruny z celkovej výšky stromov (počítal sa podľa vzorca $k = \frac{l}{h} \cdot 100$, kde l = dĺžka koruny, h = výška stromu) a štíhlostný kvocient (počítal sa podľa vzorca $\varphi = \frac{h}{d \cdot 100}$, kde h je výška stromu a d je hrúbka $d_{1,3}$).

Z nameraných údajov sa na každej výskumnej ploche vypočítali tieto aritmetické priemery: stredná hrúbka cieľových stromov ($\bar{d}_{CS}$), stredná výška cieľových stromov ($\bar{h}_{CS}$), priemerný podiel dĺžky koruny z celkovej výšky cieľových stromov ($\bar{k}$) a štíhlostný kvocient cieľových stromov ($\bar{\varphi}$). Ďalej sa zistil vek porastu (t) a bonita (q). Absolútna bonita sa stanovila podľa rastových tabuliek (Halaj, 1980). Pretože rastové tabuľky neobsahujú bonity podľa strednej výšky cieľových stromov ($\bar{h}_{CS}$), bonitácia sa uskutočnila podľa hornej výšky vypočítanej z výšky 100 najhrubších stromov na 1 ha ($h_{dom(100)}$). Tento spôsob sa zvolil preto, lebo rozdiely medzi strednou výškou cieľových stromov

($\bar{h}_{CS}$) a hornou výškou ($h_{dom(100)}$) sú menšie ako medzi strednou výškou cieľových stromov ($\bar{h}_{CS}$) a strednou výškou ($\bar{h}$).

Veľkosť výskumných plôch závisela od počtu cieľových stromov, ktorý sa orientačne stanovil na 50 kusov. V priemere sa vykonali dve merania na každej výskumnej ploche (spolu 161 meraní, čiže 161 aritmetických priemerov rastových vlastností cieľových stromov). Pri opakovaných meraniach sa vylúčili cieľové stromy, ktoré abiotické činitele poškodili, resp. pôsobením iných škodlivých činiteľov uhynuli.

V ďalšom sa vypočítali korelačné závislosti aritmetických priemerov vytypovaných rastových vlastností cieľových stromov, t. j.: podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov (k), štihlостný kvocient (ϕ) v závislosti od strednej hrúbky cieľových stromov ($\bar{d}_{CS}$), strednej výšky cieľových stromov ($\bar{h}_{CS}$) a veku (t). Ako základné regresné modely sa použili polynómy 2. stupňa ($y = a + bx + cx^2$).

Pre zvýšenie tesnosti a zmenšenie chyby odhadu sa ďalej zvolili dvojnásobné závislosti, kde sa zohľadnila aj bonita. Ako najvhodnejší sa ukázal regresný model tvaru

$$x = b_1 + b_2 \cdot x_1 + b_3 \cdot x_1^2 + b_4 \cdot x_2$$

kde: y - rastová vlastnosť

$$x_1 = \bar{d}_{CS}, \bar{h}_{CS}, t$$

$$x_2 = q$$

Regresný model je vzhľadom na x_1 nelineárny a na x_2 lineárny. Výpočty sa vykonali na počítači HP 9845.

Pre zostavenie modelov sa použili výsledky uvedených korelačných závislostí. Pri stanovovaní stupňov statickej stability sa použila smerodajná odchýlka (S_y), pričom sa uvažovalo so štyrmi intervalmi: $\hat{y}$ až $\hat{y} + 1 S_y$, $\hat{y}$ až $\hat{y} - 1 S_y$, $> \hat{y} + 1 S_y$, $< \hat{y} + 1 S_y$ ($\hat{y}$ je hodnota korelačnej krivky). Takto vznikli štyri stupne statickej stability: výborný, dobrý, vyhovujúci a nevyhovujúci. Pritom treba brať do úvahy, že pri podiele dĺžky koruny z celkovej výšky stromov čím je hodnota vyššia, tým je statická stabilita priaznivejšia; pri štihlостnom kvociente je to opačne (čím je hodnota nižšia, tým je statická stabilita priaznivejšia).

VÝSLEDKY

1. PRIEMERNÉ RASTOVÉ VLASTNOSTI CIEĽOVÝCH STROMOV SMREKA

Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka sa uvádzajú v závislosti od ich strednej hrúbky, strednej výšky a bonity; strednej výšky, strednej výšky a bonity; veku, veku a bonity.

1.1 Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka v závislosti od ich strednej hrúbky, strednej hrúbky a bonity (tab. I)

Podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov v závislosti od strednej hrúbky ($\bar{d}_{CS}$) klesá najprv strmšie a potom miernejšie (krivka má konvexný charakter). Pri lepších bonitách je podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov väčší ako pri horších.

Štihlостný kvocient v závislosti od strednej hrúbky ($\bar{d}_{CS}$) spočiatku mierne stúpa, potom sa postupne vyrovnáva a ďalej klesá (krivka má konkávny charakter). Pri lepších bonitách je štihlостný kvocient väčší ako pri horších.

I. Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability podľa ich strednej hrúbky; ich strednej hrúbky a bonity - Average growth traits of target spruce trees with respect to static stability according to their mean diameter; their mean diameter and site class

Rastová vlastnosť ¹	Bonita ²	Stredná hrúbka cieľových stromov ³								Korelačné charakteristiky ⁴
		5	10	15	20	25	30	35	40	
Podiel dĺžky koruny ⁵ (%)	-	92	80	70	61	54	49	46	44	$S_r = 8,9$ $I = 0,757$
	20	88	75	64	55	48	43	40	39	
	24	90	77	66	57	50	45	42	41	$S_r = 8,8$ $I = 0,769$
	28	92	79	68	59	52	47	44	43	
	32	93	81	70	61	54	49	46	44	
	36	95	82	72	63	56	51	48	46	
	40	97	84	73	65	58	53	49	48	
Štíhlostný kvocient ⁶ $\frac{h}{d \cdot 100}$	-	0,78	0,84	0,89	0,91	0,92	0,90	0,87	0,82	$S_r = 0,09$ $I = 0,290$
	20	0,74	0,79	0,83	0,85	0,86	0,84	0,81	0,76	
	24	0,76	0,81	0,85	0,87	0,88	0,86	0,83	0,78	$S_r = 0,09$ $I = 0,343$
	28	0,78	0,83	0,87	0,89	0,89	0,88	0,85	0,80	
	32	0,79	0,85	0,89	0,91	0,91	0,90	0,87	0,82	
	36	0,81	0,87	0,91	0,93	0,93	0,92	0,88	0,83	
	40	0,83	0,89	0,92	0,95	0,95	0,93	0,90	0,85	

- bez ohľadu na bonitu⁷

¹growth trait, ²site class, ³mean diameter of target trees, ⁴correlation characteristics, ⁵portion of crown length, ⁶slenderness ratio, ⁷regardless of site quality

1.2 Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka v závislosti od ich strednej výšky, strednej výšky a bonity (tab. II)

Podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov v závislosti od strednej výšky ($\bar{h}_{CS}$) má obdobný priebeh ako v predchádzajúcom prípade (krivka má o niečo menej výrazný konvexný charakter). Taktiež aj tu pri lepších bonitách je podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov väčší ako pri horších.

Štíhlostný kvocient v závislosti od strednej výšky ($\bar{h}_{CS}$) má taktiež obdobný priebeh ako v predchádzajúcom prípade (krivka má o niečo menej výrazný konkávny charakter). Pri lepších bonitách je štíhlostný kvocient väčší ako pri horších.

1.3 Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka v závislosti od ich veku, veku a bonity (tab. III)

Podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov v závislosti od veku (t) spočiatku prudko klesá, potom sa už podstatne nemení (krivka má konvexný charakter). Pri horších bonitách je podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov väčší ako pri lepších, čo je opačne ako v predchádzajúcich prípadoch.

Štíhlostný kvocient v závislosti od veku (t) spočiatku mierne stúpa, potom sa postupne vyrovnáva a ďalej klesá (krivka má konkávny charakter). Pri lepších bonitách sú jeho hodnoty väčšie ako pri horších.

II. Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability podľa ich strednej výšky; ich strednej výšky a bonity - Average growth traits of target spruce trees with respect to static stability according to their mean height; their mean height and site class

Rastová vlastnosť ¹	Bonita ²	Stredná výška cieľových stromov ³							Korelačné charakteristiky ⁴
		5	10	15	20	25	30	35	
Podiel dĺžky koruny ⁵ (%)	-	89	77	66	58	51	46	43	$S_Y = 7,9$ $I = 0,813$
	20	83	70	60	51	44	38	34	
	24	85	73	62	53	46	40	37	$S_Y = 7,6$ $I = 0,829$
	28	87	75	64	55	48	43	39	
	32	90	77	67	58	50	45	42	
	36	92	80	69	60	53	47	43	
	40	94	82	71	62	55	49	46	
Štíhlostný kvocient ⁶ $\frac{h}{d \cdot 100}$	-	0,77	0,83	0,87	0,91	0,92	0,93	0,92	$S_Y = 0,09$ $I = 0,396$
	20	0,73	0,79	0,83	0,86	0,87	0,88	0,86	
	24	0,75	0,80	0,85	0,88	0,89	0,89	0,88	$S_Y = 0,09$ $I = 0,425$
	28	0,76	0,82	0,86	0,89	0,91	0,91	0,89	
	32	0,78	0,83	0,88	0,91	0,92	0,92	0,91	
	36	0,79	0,85	0,89	0,92	0,94	0,94	0,93	
	40	0,81	0,87	0,91	0,94	0,95	0,95	0,94	

For 1 - 7 see Tab. I

III. Priemerné rastové vlastnosti cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability podľa veku porastov; veku porastov a bonity - Average growth traits of target spruce trees with respect to static stability according to stand age; stand age and site class

Rastová vlastnosť ¹	Bonita ²	Vek porastov ⁸							Korelačné charakteristiky ⁴
		20	30	40	50	60	70	80	
Podiel dĺžky koruny ⁵ (%)	-	82	69	59	51	47	46	48	$S_Y = 7,9$ $I = 0,826$
	20	89	76	65	58	53	51	52	
	24	87	74	63	56	51	49	50	$S_Y = 7,4$ $I = 0,839$
	28	85	72	61	54	49	47	48	
	32	83	70	59	52	47	45	46	
	36	81	67	57	50	45	43	44	
	40	79	65	55	48	43	41	42	
Štíhlostný kvocient ⁶ $\frac{h}{d \cdot 100}$	-	0,80	0,87	0,92	0,94	0,93	0,91	0,86	$S_Y = 0,09$ $I = 0,452$
	20	0,73	0,80	0,85	0,87	0,87	0,85	0,81	
	24	0,75	0,82	0,87	0,89	0,89	0,87	0,83	$S_Y = 0,09$ $I = 0,499$
	28	0,78	0,84	0,89	0,91	0,91	0,89	0,85	
	32	0,80	0,87	0,91	0,93	0,94	0,92	0,87	
	36	0,82	0,89	0,93	0,96	0,96	0,94	0,89	
	40	0,84	0,91	0,95	0,98	0,98	0,96	0,92	

For 1 - 7 see Tab. I, ⁸forest age

2. MODELÝ CIEĽOVÝCH STROMOV SMREKA Z HĽADISKA STATICKEJ STABILITY

Modely cieľových stromov smreka sa spracovali taktiež v závislosti od ich strednej hrúbky, strednej hrúbky a bonity (tab. IV); strednej výšky, strednej výšky a bonity (tab. V); veku, veku a bonity (tab. VI).

Pri porovnaní skutočne zistenej priemernej hodnoty statickej charakteristiky cieľových stromov smreka v konkrétnom poraste s modelami môžu nastať štyri prípady: $y > \hat{y} + 1 S_y$, $y < \hat{y} - 1 S_y$, $\hat{y} \leq y \leq \hat{y} + 1 S_y$, $\hat{y} \geq y \geq \hat{y} - 1 S_y$, pričom $\hat{y}$ = vypočítané hodnoty (korelačná krivka), y = skutočné priemerné hodnoty.

Podľa toho sú štyri stupne statickej stability:

1. výborný - podiel koruny z celkovej výšky stromov:
 $y > \hat{y} + 1 S_y$, štihlý kvocient: $y < \hat{y} - 1 S_y$
2. dobrý - podiel koruny z celkovej výšky stromov:
 $\hat{y} \leq y \leq \hat{y} + 1 S_y$, štihlý kvocient: $\hat{y} \geq y \geq \hat{y} - 1 S_y$
3. vyhovujúci - podiel koruny z celkovej výšky stromov:
 $\hat{y} > y \geq \hat{y} - 1 S_y$, štihlý kvocient: $\hat{y} < y \leq \hat{y} + 1 S_y$
4. nevyhovujúci - podiel koruny z celkovej výšky stromov:
 $y < \hat{y} - 1 S_y$, štihlý kvocient: $y > \hat{y} + 1 S_y$.

Príklad: priemerná hrúbka cieľových stromov ($\bar{d}_{CS}$) = 15 cm

Podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov:

80 % a viac - výborný, 70 - 79 % - dobrý, 61 - 69% - vyhovujúci, 60 % a menej - nevyhovujúci.

Štihlý kvocient: 0,79 a menej - výborný, 0,80 - 0,89 - dobrý, 0,90 - 0,98 - vyhovujúci, 0,99 a viac - nevyhovujúci.

Modely majú pomerne široké využitie. V prvom rade je ich možno použiť pre posúdenie statickej stability smrekových porastov voči abiotickým škodlivým činiteľom (hlavne proti škodlivému účinku snehu).

Praktický postup je jednoduchý. V prvom rade sa treba rozhodnúť, podľa akého kritéria sa bude posudzovať statická stabilita cieľových stromov smreka ($\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$, t). Potom treba toto kritérium zistiť, ako aj podiel dĺžky koruny z celkovej výšky cieľových stromov či štihlý kvocient cieľových stromov.

Ak sa bude statická stabilita cieľových stromov smreka posudzovať podľa $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$, zistia sa tieto kritériá súčasne so statickými charakteristikami. Vek porastov sa určí bežnými metódami.

Dĺžka koruny, hrúbka $d_{1,3}$, výška sa zistí bežnými taxačnými spôsobmi. Počet meraní závisí od požadovanej presnosti a variability. (Ak stanovíme požadovanú presnosť na 10 % pri 95% spoľahlivosti, počet meraní, ktoré treba vykonať, je okolo 25.)

Vypočítané aritmetické priemery podielu dĺžky koruny z celkovej výšky cieľových stromov a štihlého kvocienta cieľových stromov sa porovnávajú s hodnotami uvedenými v modeloch a porast sa zaradi do príslušného stupňa. V nadväznosti na stupeň statickej stability porastu sa plánujú a realizujú ďalšie pestovnoochranné opatrenia.

ZHRNUTIE VÝSLEDKOV A DISKUSIA

Z výsledkov výskumu medzi najvýznamnejšie patria závislosti priemerných rastových vlastností cieľových stromov od ich strednej hrúbky ($\bar{d}_{CS}$), strednej výšky ($\bar{h}_{CS}$) a veku (t). Priemerný podiel dĺžky koruny z celkovej výšky cieľových stromov smreka v závislosti od $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$, t klesá (najprv strmo, potom sa zmiernuje). V závislosti od $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$ je

IV. Modely rastových vlastností cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability podľa ich strednej hrúbky; ich strednej hrúbky a bonity - Models of growth traits of target spruce trees with respect to static stability according to their mean diameter; their mean diameter and site class

Rastová vlastnosť ¹	Bonita ⁴	Stredná hrúbka cieľových stromov ⁵							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Podiel dĺžky koruny ² (%)	-	92	80	70	61	54	49	46	44
		83 - 100	71 - 89	61 - 79	52 - 70	45 - 63	40 - 58	37 - 55	35 - 53
	20	88	75	64	55	48	43	40	39
		79 - 97	66 - 84	55 - 73	46 - 64	39 - 57	34 - 52	31 - 49	30 - 48
	24	90	77	66	57	50	45	42	41
		81 - 99	68 - 86	57 - 75	48 - 66	41 - 59	36 - 54	33 - 51	32 - 50
	28	92	79	68	59	52	47	44	43
		83 - 100	70 - 88	59 - 77	50 - 68	43 - 61	38 - 56	35 - 53	34 - 52
	32	93	81	70	61	54	49	46	44
		84 - 100	72 - 90	61 - 79	52 - 70	45 - 63	40 - 58	37 - 55	35 - 53
	36	95	82	72	63	56	51	48	46
		86 - 100	73 - 91	63 - 81	54 - 72	47 - 65	42 - 60	39 - 57	37 - 55
Štíhlostný kvocient ³ $\frac{h}{d \cdot 100}$	40	97	84	73	65	58	53	49	48
		88 - 100	75 - 93	64 - 82	56 - 74	49 - 67	44 - 62	40 - 58	39 - 57
	-	0,78	0,84	0,89	0,91	0,92	0,90	0,87	0,82
		0,69 - 0,87	0,75 - 0,93	0,80 - 0,98	0,82 - 1,00	0,83 - 1,01	0,81 - 0,99	0,78 - 0,96	0,73 - 0,91
	20	0,74	0,79	0,83	0,85	0,86	0,84	0,81	0,76
		0,65 - 0,83	0,70 - 0,88	0,74 - 0,92	0,76 - 0,94	0,77 - 0,95	0,75 - 0,93	0,72 - 0,90	0,67 - 0,85
	24	0,76	0,81	0,85	0,87	0,88	0,86	0,83	0,78
		0,67 - 0,85	0,72 - 0,90	0,76 - 0,94	0,78 - 0,96	0,79 - 0,97	0,77 - 0,95	0,74 - 0,92	0,69 - 0,87
	28	0,78	0,83	0,87	0,89	0,89	0,88	0,85	0,80
		0,69 - 0,87	0,74 - 0,92	0,78 - 0,96	0,80 - 0,98	0,80 - 0,98	0,79 - 0,97	0,76 - 0,94	0,71 - 0,89
	32	0,79	0,85	0,89	0,91	0,91	0,90	0,87	0,82
		0,70 - 0,88	0,76 - 0,94	0,80 - 0,98	0,82 - 1,00	0,82 - 1,00	0,81 - 0,99	0,78 - 0,96	0,73 - 0,91
	36	0,81	0,87	0,91	0,93	0,93	0,92	0,88	0,83
		0,72 - 0,90	0,78 - 0,96	0,82 - 1,00	0,84 - 1,02	0,84 - 1,02	0,83 - 1,01	0,79 - 0,97	0,74 - 0,92
	40	0,83	0,89	0,92	0,95	0,95	0,93	0,90	0,85
		0,74 - 0,92	0,80 - 0,98	0,83 - 1,01	0,86 - 1,04	0,86 - 1,04	0,84 - 1,02	0,81 - 0,99	0,76 - 0,94

¹growth trait, ²portion of crown length, ³slenderness ratio, ⁴site class, ⁵mean diameter of target trees

V. Modely rastových vlastností cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability podľa ich strednej výšky; ich strednej výšky a bonity - Models of growth traits of target spruce trees with respect to static stability according to their mean height; their mean height and site class

Rastová vlastnosť ¹	Bonita ⁴	Stredná výška cieľových stromov ⁵						
		5	10	15	20	25	30	35
Podiel dĺžky koruny ² (%)	-	89	77	66	58	51	46	43
		81 - 97	69 - 85	58 - 74	50 - 66	43 - 59	38 - 54	35 - 51
	20	83	70	60	51	44	38	34
		75 - 91	62 - 78	52 - 68	43 - 59	36 - 52	30 - 46	26 - 42
	24	85	73	62	53	46	40	37
		77 - 93	65 - 81	54 - 70	45 - 61	38 - 54	32 - 48	29 - 45
	28	87	75	64	55	48	43	39
		79 - 95	67 - 83	56 - 72	47 - 63	40 - 56	35 - 51	31 - 47
	32	90	77	67	58	50	45	42
		82 - 98	69 - 85	59 - 75	50 - 66	42 - 58	37 - 53	34 - 50
Štíhlostný kvocient ³ $\frac{h}{d \cdot 100}$	36	92	80	69	60	53	47	43
		84 - 100	72 - 88	61 - 77	52 - 68	45 - 61	39 - 55	35 - 51
	40	94	82	71	62	55	49	46
		86 - 102	74 - 90	63 - 79	54 - 70	47 - 63	41 - 57	38 - 54
	-	0,77	0,83	0,87	0,91	0,92	0,93	0,92
		0,68 - 0,86	0,74 - 0,92	0,78 - 0,96	0,82 - 1,00	0,83 - 1,01	0,84 - 1,02	0,83 - 1,01
	20	0,73	0,79	0,83	0,86	0,87	0,88	0,86
		0,64 - 0,82	0,70 - 0,88	0,74 - 0,92	0,77 - 0,95	0,78 - 0,96	0,79 - 0,97	0,77 - 0,95
	24	0,75	0,80	0,85	0,88	0,89	0,89	0,88
		0,66 - 0,84	0,71 - 0,89	0,76 - 0,94	0,79 - 0,97	0,80 - 0,98	0,80 - 0,98	0,79 - 0,97
	28	0,76	0,82	0,86	0,89	0,91	0,91	0,89
		0,67 - 0,85	0,73 - 0,91	0,77 - 0,95	0,80 - 0,98	0,82 - 1,00	0,82 - 1,00	0,80 - 0,98
	32	0,78	0,83	0,88	0,91	0,92	0,92	0,91
		0,69 - 0,87	0,74 - 0,92	0,79 - 0,97	0,82 - 1,00	0,83 - 1,01	0,83 - 1,01	0,82 - 1,00
	36	0,79	0,85	0,89	0,92	0,94	0,94	0,93
		0,70 - 0,88	0,76 - 0,94	0,80 - 0,98	0,83 - 1,01	0,85 - 1,03	0,85 - 1,03	0,84 - 1,02
	40	0,81	0,87	0,91	0,94	0,95	0,95	0,94
		0,72 - 0,90	0,78 - 0,96	0,82 - 1,00	0,85 - 1,03	0,86 - 1,04	0,86 - 1,04	0,85 - 1,03

VI. Modely rastových vlastností cieľových smreka z hľadiska statickej stability podľa veku porastov; veku porastov a bonity - Models of growth traits of target spruce trees with respect to static stability according to stand age; stand age and site class

Rastová vlastnosť ¹	Bonita ⁴	Vek porastov ⁵						
		20	30	40	50	60	70	80
Podiel dĺžky koruny ² (%)	-	82	69	59	51	47	46	48
		74 - 90	61 - 77	51 - 67	43 - 59	39 - 55	38 - 54	40 - 56
	20	89	76	65	58	53	51	52
		82 - 96	69 - 83	58 - 72	51 - 65	46 - 60	44 - 58	45 - 59
	24	87	74	63	56	51	49	50
		80 - 94	67 - 81	56 - 70	49 - 63	44 - 58	42 - 56	43 - 57
	28	85	72	61	54	49	47	48
		78 - 92	65 - 79	54 - 68	47 - 61	42 - 56	40 - 54	41 - 55
	32	83	70	59	52	47	45	46
		76 - 90	63 - 77	52 - 66	45 - 59	40 - 54	38 - 52	39 - 53
	36	81	67	57	50	45	43	44
		74 - 88	60 - 74	50 - 64	43 - 57	38 - 52	36 - 50	37 - 51
	40	79	65	55	48	43	41	42
		72 - 86	58 - 72	48 - 62	41 - 55	36 - 50	34 - 48	35 - 49
Štíhlostný kvocient ³ $\frac{h}{d \cdot 100}$	-	0,80	0,87	0,92	0,94	0,93	0,91	0,86
		0,71 - 0,89	0,78 - 0,96	0,83 - 1,01	0,85 - 1,03	0,84 - 1,02	0,82 - 1,00	0,77 - 0,95
	20	0,73	0,80	0,85	0,87	0,87	0,85	0,81
		0,64 - 0,82	0,71 - 0,89	0,76 - 0,94	0,78 - 0,96	0,78 - 0,96	0,76 - 0,94	0,72 - 0,90
	24	0,75	0,82	0,87	0,89	0,89	0,87	0,83
		0,66 - 0,84	0,73 - 0,91	0,78 - 0,96	0,80 - 0,98	0,80 - 0,98	0,78 - 0,96	0,74 - 0,92
	28	0,78	0,84	0,89	0,91	0,91	0,89	0,85
		0,69 - 0,87	0,75 - 0,93	0,80 - 0,98	0,82 - 1,00	0,82 - 1,00	0,80 - 0,98	0,76 - 0,94
	32	0,80	0,87	0,91	0,93	0,94	0,92	0,87
		0,71 - 0,89	0,78 - 0,96	0,82 - 1,00	0,84 - 1,02	0,85 - 1,03	0,83 - 1,01	0,78 - 0,96
	36	0,82	0,89	0,93	0,96	0,96	0,94	0,89
		0,73 - 0,91	0,80 - 0,98	0,84 - 1,02	0,87 - 1,05	0,87 - 1,05	0,85 - 1,03	0,80 - 0,98
	40	0,84	0,91	0,95	0,98	0,98	0,96	0,92
		0,75 - 0,93	0,82 - 1,00	0,86 - 1,04	0,89 - 1,07	0,89 - 1,07	0,87 - 1,05	0,83 - 1,01

For 1 - 4 see Tab. IV, ⁵forest age

priemerný podiel dĺžky koruny z celkovej výšky cieľových stromov väčší pri lepších bonitách ako pri horších. V závislosti od t je to opačne. Priemerný štiňlostný kvocient cieľových stromov smreka v závislosti od $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$ a t spočiatku mierne stúpa, potom sa postupne vyrovnáva a ďalej klesá. Pri lepších bonitách dosahuje vyššie hodnoty ako pri horších.

Na základe uvedených závislostí sa zostavili modely cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability, podľa ktorých možno konkrétne smrekové porasty zaradiť do štyroch stupňov statickej stability (výborný, dobrý, vyhovujúci a nevyhovujúci). Praktický postup zisťovania statickej stability cieľových stromov smreka je jednoduchý. V porastoch treba zistiť základné taxačné charakteristiky, vypočítať aritmetické priemery statických charakteristík cieľových stromov smreka a porovnať ich s modelovými. Výsledky možno využiť pre stanovenie stupňa statickej stability porastov a v nadväznosti na to plánovať a realizovať pestovnoochranné opatrenia, hlavne výchovu.

Dosiahnuté výsledky možno porovnať s viacerými autormi (C h r o u s t, 1964, 1971; P a ř e z, 1972, 1975; K o d r í k, 1966, 1969; V i c e n a et al., 1979, a ďalší). Dôležité je porovnanie s modelami cieľových stromov smreka, ktoré sa zostavili na základe jednorozového merania (K o n ô p k a, 1985).

Celkove možno uviesť, že došlo k spresneniu modelov cieľových stromov smreka. Ako sme uviedli v metóde, pre ich zostavenie sa použilo 85 výskumných plôch a na každej výskumnej ploche išlo v priemere o dve merania. Modely sa teda zostavili na základe pomerne veľkého podkladového materiálu. Napriek tomu počet opakovaných meraní nie je ešte dostačujúci. Taktiež by bolo potrebné vybrať ešte aj ďalšie výskumné plochy hlavne v intervaloch, kde alebo nie sú zastúpené, alebo je ich počet veľmi nízky.

Modely možno využiť:

- v hospodárskej úprave lesov, kde by sa mali smrekové porasty roztriediť podľa ich statickej stability a v nadväznosti na to plánovať pestovnoochranné zásahy,
- v lesnej prevádzke, kde by sa mali výchovné zásahy smrekových porastov usmerniť tak, aby cieľové stromy dosahovali modelové statické vlastnosti (stupeň výborný a dobrý),
- pri kontrole účinnosti výchovy z hľadiska statickej stability (v SR sa takto posudzujú mladiny a žrdkoviny).

Podmienkou plného využitia výsledkov výskumu je zistenie základných taxačných a statických charakteristík cieľových stromov smrekových porastov. Najlepšie je cieľové stromy označiť pri vykonávaní prvej prebiecky, čiže počnúc touto rastovou fázou začať sledovať priemerné taxačné a statické charakteristiky.

Prvé prebiecky sa ale musia vykonať včas, t. j. ešte vtedy, keď nedošlo k zníženiu statickej stability smrekových porastov. Priemerná hrúbka cieľových stromov nesmie byť väčšia ako 10 - 12 cm. Samozrejme prvým prebieckam by mali predchádzať výchovné opatrenia v mladinách, kultúrach alebo nárstoch.

ZÁVER

Ochrana lesov proti abiotickým škodlivým činiteľom je taká stará ako je samotné lesné hospodárstvo. Napriek tomu je aj v súčasnosti v statickej stabilite lesných porastov nepriaznivá situácia, o čom svedčí rozsah náhodných ťažieb spôsobených týmito činiteľmi.

Novou skutočnosťou, ktorá veľmi negatívne vplýva na statickú stabilitu lesných porastov, je pôsobenie imisií a následné chradnutie a hynutie stromov a porastov, často za

spoluúčasti ďalších škodlivých činiteľov. Mechanické účinky vetra, snehu a námrazy sa často kombinujú s pôsobením imisií. Preto ochranné opatrenia proti imisiám a abiotickým činiteľom sa musia vzájomne zladíť a obyčajne súčasne realizovať. Pokiaľ ide o výchovu porastov, celkovo možno povedať, že podľa doterajších výsledkov sa potvrdzuje opodstatnenosť výchovy smrekových porastov metódou cieľových stromov aj z hľadiska zdravotného stavu (najmä v mladom veku). Pretože sa zdravotný stav s vekom porastov zhoršuje, význam výchovy v starších porastoch klesá.

Literatúra

- HALAJ, J.: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. [Záverečná správa.] Zvolen, VÚLH 1980, 242 s.
- CHROUST, L.: Výchova mladých smrkových porastů silnými zásahy. Lesn. Čas., 10, 1964, č. 12, s. 1089-1105.
- CHROUST, L.: Význam silných prořezávek pro zvýšení odolnosti smrkových porostů proti škodám sněhem. Lesn. Čas., 14, 1968, č. 11-12, s. 943-960.
- CHROUST, L.: Racionalizace pěstování mladých smrkových porostů. Lesn. Práce, 50, 1971, č. 4, s. 175-178.
- JURČA, J. - CHROUST, L.: Racionalizace výchovy mladých lesních porostů. Praha, SZN 1973, 239 s.
- KODRÍK, J.: Posouzení vplyvu vetra na jedľové porasty s ohľadom na riešenie ich ochrany. [Kandidátska dizertácia.] Zvolen, VŠLD LF 1966, 182 s.
- KODRÍK, J.: Zisťovanie mechanického pôsobenia snehu v jedľových porastoch. [Výskumná úloha.] Zvolen, VŠLD LF 1969, 119 s.
- KONÓPKA, J.: Výchova smrekových porastov II. vekovej triedy metódou cieľových stromov z hľadiska odolnosti voči snehu. Lesnictví, 29, 1983, č. 1, s. 43-63.
- KONÓPKA, J.: Modely rastových vlastností cieľových stromov smreka z hľadiska ochrany proti polomom, hlavne snehovým. Lesnictví, 31, 1985, č. 4, s. 309-332.
- KONÓPKA, J. - LEHOTSKÝ, L. - TOMA, R.: Vplyv výchovy na statickú stabilitu smrekových porastov. Lesn. Čas., 35, 1989, č. 2, s. 87-99.
- MRÁČEK, Z. - PAŘEZ, J.: Pěstování smrku. Praha, SZN 1986, 203 s.
- PAŘEZ, J.: Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na výši škod sněhem a porostech pokusných probírkových ploch v období 1959 - 1968. Lesnictví, 18, 1972, č. 2, s. 143-154.
- PAŘEZ, J.: Zvyšování odolnosti smrkových porostů vůči tlaku sněhu pěstebními metodami. Lesn. Práce, 54, 1975, č. 4, s. 164-168.
- PAŘEZ, J.: Kvantitativní a kvalitativní změny v mladých smrkových porostech, pěstovaných ve volnějším zápoji. In: Výchova lesních porostů se zaměřením na zvyšování kvality a bezpečnosti produkce. Ostrava, Dům techniky ČSVTS 1982, s. 39-51.
- PLIVA, K. - ŽLÁBEK, I.: Provozní systémy v lesním plánování. [Účelová publikácia.] Praha, MLVD ČSR 1989, 208 s.
- SANIGA, M.: Časový účinok prebiehkových metód na stabilitu smrekových porastov proti vetru. Lesn. Čas., 31, 1985, č. 5, s. 335-346.
- SLODIČÁK, M.: Výchova mladých smrkových porostů ohrožených sněhem a její vliv na růst a statickou stabilitu stromů různých stromových tříd. Lesnictví, 33, 1987, č. 12, s. 1091-1106.
- VICENA, I. - PAŘEZ, J. - KONÓPKA, J.: Ochrana lesa proti polomům. Praha, MLVH ČSR, SZN 1979, 244 s.

Došlo 21. 1. 1992

KONÓPKA, J. (Forestry Research Institute, Zvolen): *Models of target spruce trees with respect to static stability.* Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (12): 1027-1038.

Models of target trees were developed on the basis of the hitherto results of research into the influence of spruce tree growth traits on static stability. The data obtained from an analysis of relationships between the average growth traits of target trees (the portion of crown length in total tree height and slenderness ratio) and the mean diameter of target trees ($\bar{d}_{CS}$), mean height of target trees ($\bar{h}_{CS}$) and stand age (t) were used to construct these models. The average portion of crown length in the total height of target spruce trees was found to decrease in dependence on $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$ and t (there is a steep fall at first, then the decrease is moderate). If considered in dependence on $\bar{d}_{CS}$ and $\bar{h}_{CS}$ the portion is higher for better site classes. The trend is opposite for the dependence

on t . The average slenderness ratio of target spruce trees in dependence on $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$ and t is rising slowly at the beginning, then it becomes steady gradually and finally it decreases. It has higher values for better site classes than for worse ones.

The models of target spruce trees were also constructed in dependence on $\bar{d}_{CS}$, $\bar{h}_{CS}$ and t . They comprise four degrees of static stability: excellent, good, satisfactory, unsatisfactory. They can be used for determination of the static stability of spruce stands and in connection with this, for identification and implementation of cultural and protection treatments. They are recommended to be used in these sectors:

- in forest management, where the spruce stands should be classified according to their static stability and cultural treatments should be identified on the basis of this classification,
- in forestry practice, where cultural treatments in spruce stands should provide for model static characteristics of target trees (excellent and good degrees),
- in the control of treatment efficiency in view of static stability (nowadays they are used for the growth stages young growth and small poles in the Slovak Republic).

Determination of the basic mensurational and static data of spruce stand target trees is a necessity for research result application. Target trees should be marked at first thinning, and then the development of their mensurational and static characteristics should be followed.

spruce stands; target trees; static stability

Adresa autora:

Ing. Jozef K o n ô p k a , CSc., Lesnícký výskumný ústav, Masarykova 22, 969 92 Zvolen

BEZEŠKODNÉ TECHNOLOGIE TĚŽBY A DOPRAVY DŘÍVÍ Z LESNÍCH POROSTŮ

V. Kohout, V. Simanov

KOHOUT, V. - SIMANOV, V. (lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Bezeškodné technologie těžby a dopravy dříví z lesních porostů*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (12): 1039-1053.

Tradiční technologie těžby a dopravy dříví, založené na manuální a animální práci, byly relativně šetrné k přírodnímu prostředí. Technologie využívající strojů poškozují lesní ekosystémy narušováním povrchu půdy, zhutňováním půdy, poškozováním kořenového systému i nadzemních částí stojících stromů a kontaminací půdy i vody ropnými produkty. Příčinou škod však nejsou stroje jako takové, ale nesprávná volba technologie, technologická nekázeň a zanedbání povýrobní asanace pracovišť. Jako způsob minimalizace škod působených na lesních ekosystémech je zdůrazněn optimalizovaný výběr technologií, doložený na modelovém příkladu exponované lokality Mokřávka (státní přírodní rezervace Modravské slatě). Je vyvozena potřeba zásadních změn v metodologickém přístupu k terénní klasifikaci a související technologické typizaci, způsobu posuzování ekonomické efektivnosti technologií v podnikové a národohospodářské úrovni v krátkodobém i dlouhodobém časovém horizontu i v samotných teoretických základech technických a technologických lesnických disciplín.

technika lesnická; těžba dříví; doprava dříví; technologie; ochrana lesních ekosystémů

Teoretickým základem těžby a dopravy dříví byla v evropském regionu až do první poloviny 20. století převážně empirická zkušenost.

Nízká tažná síla prostředků, které byly k dispozici pro dopravu dříví - lidská síla a její kombinace se silou animální a s využíváním příznivých účinků gravitace -, si vynucovala dělení kmenů stromů po jejich pokácení a odvětvení na kratší výřezy (nebo polena) o fyzicky zvládnutelné hmotnosti, tj. téměř výlučné uplatňování sortimentní metody. Hmotnost přepravovaného dříví se kromě toho ještě často dále snižovala odkorněním a přirozeným vysoušením před jeho dopravou. Potřebu tažné síly snižovalo i odkornění dříví před jeho přibližováním a také - tehdy obvyklé - přibližování na sněhové pokrývky.

Dalším význačným rysem těžby, a zejména dopravy dříví v historických dobách, byla její sezónnost, omezená na zimní měsíce, protože jen mimo vegetační období byly k dispozici tažné prostředky, jinak využívané v zemědělství.

Tyto skutečnosti, tj. doprava krátkých a relativně lehkých výřezů, časově koncentrovaná do zimního období, kdy jsou lesní ekosystémy odolnější vůči možnému poškození a půdu chrání sněhová pokrývka, zajišťovaly rozhodujícím způsobem relativní šetrnost těžební činnosti ve vztahu k přírodnímu prostředí.

Prvotní mechanizace těžby a dopravy dříví, která se výrazně uplatnila převážně až po druhé světové válce, si kladla za cíl snížení fyzické namáhavosti prací a nahrazení animální práce prací strojovou. Ostatní kritéria byla při konstrukci strojů v období prvotní mechanizace zohledňována jen v omezeném rozsahu. Snaha dát lesnímu provozu stroje o co nejvyšší výkonnosti vedla postupně ke konstrukci úzce specializovaných strojů,

jejichž vysoká výkonnost byla vykoupena úzkým rozpětím výrobně technických podmínek, ve kterých mají své technicko-ekonomické optimum. Použití takových strojů mimo optimální podmínky vede nejen k poklesu jejich technické výkonnosti (a tím i ke zvýšení výrobních a dopravních nákladů na jednici výroby), ale i ke zvýšení rizika pracovních úrazů a ke zvýšenému poškozování přírodního prostředí vlivem vlastního těžebně dopravního procesu. Stále častější a závažnější poškozování lesních ekosystémů, ke kterému v souvislosti s využíváním strojů v lesní výrobě dochází, vyvolalo nejen nezbytnou potřebu konstruovat stroje nové generace, akcentující relativní šetrnost vůči přírodnímu prostředí, ale především snahu provozně zvládnutelnými metodami minimalizovat škody na lesních ekosystémech.

Jednou z možných cest je multikriteriální optimalizace výběru z disponibilních těžebně dopravních technologií. Optimalizovaný výběr z disponibilních technologií se však nemůže chápat jen jako výsledek optimalizace sklizňových prací, tedy jako pouhá maximalizace tržeb při minimalizaci výrobních a dopravních nákladů, ale jako optimalizace v celospolečenském chápání, tj. maximalizace požadovaných účinků při minimalizaci účinků nežádoucích. V takto pojeté optimalizaci mají kritéria posuzování ekologické šetrnosti technologie prioritní a nezastupitelnou úlohu.

Druhým teoretickým východiskem řešení ekologicky přijatelných těžebně dopravních technologií je konstatování, že konstrukční řešení strojů nebývá nejčastější příčinou škod na lesních ekosystémech; naproti tomu k ekologickým škodám dochází i při použití strojů, které mají teoreticky všechny předpoklady být k přírodnímu prostředí šetrné. Rozhoduje tedy jednoznačně lidský faktor, projevující se nevhodnou volbou technologie, technologickou či pracovní nekázní, zanedbáním povýrobní asanace pracoviště apod.

Řešení ekologicky přijatelných výrobních technologií v lesním hospodářství by tedy mělo spočívat v odhalování příčin škod na lesních ekosystémech, v hledání účinných způsobů, jak jim preventivně zabránit, nebo - v krajních případech - jak alespoň snížit jejich rozsah a závažnost, a nikoliv v paušálním odmítání technizace výroby.

MATERIÁL A METODA

Na základě poznatků získaných studiem dostupné literatury a na základě vlastních zjištění budou škody vznikající na lesních ekosystémech v souvislosti s využíváním strojů v lesní výrobě rozděleny do skupin podle převážně poškozované součásti geobiosféry.

S použitím směrnice bývalého ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR o povýrobních úpravách pracovišť bude charakterizována závažnost vznikajících škod podle možností jejich následné asanace.

Budou posouzeny možnosti preventivního i následného omezení rozsahu a závažnosti ekologických škod.

Na konkrétním těžebním pracovišti bude snižování ekologických škod vznikajících v souvislosti s těžební činností ověřeno modelovým způsobem.

Pro teoretické úvahy budou východiskem údaje z literatury, uvedené v přehledu.

Modelovým těžebním pracovištěm bude lokalita Mokřůvka (oddělení 54, 55 a 56) na lesní správě Modrava lesního závodu Kašperské Hory Západočeských státních lesů v Plzni.

VÝSLEDKY

ROZDĚLENÍ ŠKOD NA LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

Při těžbě a primární dopravě dříví mohou nastat tato poškození lesních ekosystémů:

- Rozrývání povrchu půdy pojezdem strojů nebo vlečeným dřívím s případnou následnou vodní erozí.

- Zhutňování půdy ve stopě stroje (vytlačování plynů z půdy doprovázené snížením její jímací schopnosti a zhoršením mikrobiálního života v ní). Vytlačené koleje vzniklé zhutněním půdy mohou být také východiskem vodní eroze.
- Narušení kořenového systému stojících stromů s následným snížením stability porostu a s možnou následnou infekcí houbovými chorobami nebo invazí škodlivého hmyzu. Narušení kořenového systému může být přímé - mechanickým působením pojezdu strojů a vlečeným dřívím, nebo nepřímé, při kterém kořeny hynou ve zhutněné vrstvě půdy.
- Mechanická poškození nadzemních částí stromů pojíždějícími stroji nebo jejich pracovními orgány, event. káceným a dopravovaným dřívím.
- Kontaminace přírodního prostředí a vod ropnými produkty.

ROZSAH ŠKOD NA LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

- Z hlediska závažnosti způsobovaných škod je možné jejich rozlišení na tyto typy:
- Škody malého rozsahu, při nichž jsou veškerá poškození lesního prostředí regenerovatelná přírodní cestou, bez spolupůsobení člověka a bez nebezpečí následných škod (jedná se např. o povrchová narušení půdy, vytlačení mělkých kolejí bez stržení půdního krytu a bez nebezpečí následné eroze, olámaní slabých větví stromů atd.).
 - Škody vyžadující sanaci buď technickými, nebo biologickými prostředky (např. rozježděné povrchové odvodňovací příkopy, počínající erozní rýhy atd.). Z provozního hlediska je významné, zda lze takové škody asanovat prostředkem, který má těžební skupina k dispozici na pracovišti (např. rampovací radlici traktoru), anebo zda je nezbytné použití speciálního prostředku (např. terénního rypadla).
 - Škody trvalého charakteru, tj. takový rozsah škod, že jejich náprava není technicky možná buď vůbec, nebo by byla neúnosně finančně nákladná (např. následky rozsáhlé vodní eroze, kdy náhrada odplavené půdy je prakticky nemožná, nebo takové zhutnění půdy, že návrat k jejím původním fyzikálním vlastnostem nelze technickými prostředky urychlit).

MOŽNOSTI SNIŽOVÁNÍ ŠKOD ZPŮSOBOVANÝCH TĚŽBOU A DOPRAVOU DŘÍVÍ NA LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

Škody na lesních ekosystémech je možné účinně snižovat řešením odpovídajícím některému z následujících principů:

- Konstrukční řešení stroje, spočívající ve snižování jeho rozměrů a hmotnosti, vyhledávání šetrnějších pracovních principů, optimalizaci typorozměru, snižování měrného tlaku na půdu atd.
- Optimalizace technologií, tj. výběr technologie pro konkrétní pracoviště tak, aby se ekologické požadavky splnily způsobem blízcím se optimu.
- Motivace lidského činitele, na jehož vrub jde dodržování technologických a pracovních postupů, styl jízdy s kolovými a pásovými prostředky, kvalita práce, kompetentnost v řízení výrobních procesů atd.
- Povýrobní úprava pracoviště, která má cíl zabránit následným škodám a urychlit spolupůsobením člověka návrat lesního ekosystému do rovnovážného stavu po jeho vychýlení z něj těžebním zásahem.

Vynikající úroveň uplatnění kteréhokoliv z uvedených principů ovšem nemusí znamenat skutečné snížení škod na lesních ekosystémech na přijatelnou míru, pokud zůstane úroveň zábrany škod v ostatních skupinách nedostatečná. Výsledek bude vždy úměrný jen „nejslabšímu článku řetězu“!

Na rozsah poškozování nadzemních částí stromů ve výchovných těžbách má vliv především použitá těžební metoda, protože podíl poškozených stojících stromů po ukončení soustřeďování dříví závisí především na délce dopravovaného dříví a v daleko menší míře na použitém přibližovacím prostředku (M e n g , 1978). Na vrub transportovaného dříví připadá v průměru 88,5 % poškození stojících stromů v porostu, zatímco na vrub prostředku jen 11,1 % (D e j m a l , 1988).

Při stromové a kmenové metodě, při kterých se dříví dopravuje v celých délkách, dosahuje podíl poškozených stromů v porostu až 25 %. Při metodě sortimentní, při které se dopravují jen krátké výřezy, je možné udržet podíl poškozených stromů i pod 5 % (M e n g , 1978).

Poškozování stojících stromů lze snížit i prováděním těžby v období vegetačního klidu, protože v období klidu mízy je soudržnost kůry i její přilnavost na dřevě zhruba dvakrát vyšší než v období mízy (W ä s t e r l u n d , 1986). Z toho lze odvodit, že je potřeba i dvakrát vyšší síly ke stržení kůry než ve vegetačním období. Pouhou změnou časového období realizace těžby tedy lze snížit poškozování stojících stromů až o polovinu.

Narušování půdního povrchu při těžbě a dopravě dříví způsobují dopravní prostředky a dopravované dříví, a to působením jejich hmotnosti, silami nutnými na uvedení prostředků a nákladu do pohybu a rozrýváním povrchu půdy vlečeným nákladem. Relativně největší škody proto působí nejčastější způsob dopravy dříví vlečením v polozávěsu prostředky pohybujícími se porostem po dopravní dráze. Při soustřeďování dříví traktory s navijáky činí narušení půdního povrchu 8 - 13 % těžební plochy, při použití traktorů s klešťovými závěsy až 26 %, zatímco při transportu dříví lanovkou v polozávěsu, kdy se terénem pohybuje pouze náklad a pohonná jednotka zůstává mimo porost, se narušení půdního povrchu redukuje na 1 - 2 % (H o c h m u t , 1975; P e ř i n a , Š a c h , 1986).

Je proto evidentní, že z hlediska minimalizace narušování půdního povrchu primární dopravou dříví jsou ideální prostředky vzdušného transportu, u nichž k přímému kontaktu prostředku ani dopravovaného dříví s půdním povrchem nedochází. Vrtulníkové soustřeďování dříví (u nás dosud používané výjimečně) se proto pro svou mimořádnou ekologickou šetrnost využívá již v řadě zemí v rutinním provozu, a to zejména v ochranných lesích, ve kterých je z důvodu ochrany geomorfologie území omezeno či dokonce vyloučeno budování lesní dopravní sítě (T r z e s n i o w s k i , 1991). Efektu téměř srovnatelného lze ale dosáhnout i při soustřeďování dříví lanovkami v úplném závěsu, kdy také nedochází ke kontaktu nákladu dříví s půdním povrchem.

Činitelem ovlivňujícím narušování povrchu půdy je i opakování pojezdu prostředku po stejné trase. Není proto bez zajímavosti porovnat poškození půdy při soustřeďování dříví koňským potahem a mechanizačními prostředky. Při nízké tažné síle potahu je nezbytných více pojezdů stejnou dráhou než u dopravních strojů a výsledkem je pak poškození asi 6 % povrchu těžební plochy (K o g e r et al., 1984; P e ř i n a , Š a c h , 1986).

Narušování povrchu půdy vlečeným nákladem lze omezit změnou principu dopravy na úplné nebo částečné vedení vyvážecími soupravami. Současně se však změní i charakteristiky hutnění půdy ve stopě a procentuální podíl těžební plochy, po které se budou prostředky pro soustřeďování dříví pohybovat.

Negativní vliv primární dopravy dříví na půdu lze radikálně omezit přibližováním dříví v době zámruzu, kdy má půda nejvyšší odolnost proti mechanickému narušení (M e l l g r e n , 1980), nebo na dostatečně vysoké sněhové pokrývce, která chrání půdní povrch před přímým kontaktem s dopravním prostředkem a s nákladem. Naopak je třeba

zcela vyloučit soustřeďování dříví po povrchu půdy nasycené vodou po jarním tání, po dlouhotrvajících deštích atd.

Na svazích má velký význam i směr soustřeďování dříví. Při shodném plošném rozsahu narušení půdního povrchu je následná vodní eroze vyšší při soustřeďování po svahu, protože se erozní rýhy sbíhají do rýhy jediné, do které se pak povrchový odtok vody koncentruje. Při soustřeďování proti svahu je vodní eroze výrazně nižší, protože se ve směru spádu erozní rýhy rozbíhají a rozptylují tak povrchový odtok do zásaku (to platí samozřejmě jak pro přibližování, tak i pro vyklízování dříví na svazích).

Na míru poškození půdy pozemními dopravními prostředky má vliv její okamžitá vlhkost i poměr její únosnosti k měrnému tlaku ve stopě použitého prostředku. To bere v úvahu např. kanadská terénní klasifikace, která připouští měrný tlak ve stopě 20 - 40 kPa pro půdy vlhké, 40 - 70 kPa pro půdy svěží, 70 - 200 kPa pro půdy suché a nad 200 kPa pro půdy velmi suché (M e l l g r e n , 1980). V podmínkách Slovenska stanovil maximální přípustný měrný tlak stroje na půdu M i d r i a k (1983), a to 100 kPa u únosných terénů, 50 - 100 kPa u terénů se sníženou únosností a pod 50 kPa u terénů s nízkou únosností. Pro konstrukční praxi z toho vyplývá požadavek snižovat měrný tlak ve stopě dopravních prostředků zvyšováním počtu náprav, dvojitou montáží pneumatik, používáním širokých nízkotlakých pneumatik, aplikací pásových podvozků atd.

MODELOVÝ PŘÍKLAD

Obecné uvedené principy lze dokumentovat na dopravním řešení lokality Mokřůvka (odd. 54, 55, 56) lesní správy Modrava, LZ Kašperské Hory ZČSL v Plzni, která je vhodným modelovým příkladem mimořádně citlivého lesního ekosystému v obtížně přístupném a máloúnosném terénu. Jedná se o území o rozloze kolem 400 ha na svazích v nadmořské výšce 1130 - 1370 m, které je součástí státní přírodní rezervace Modravské slatě a Národního parku Šumava (obr. 1).

Lesní hospodářský plán lokalitu popisuje jako vrchovištní, podmačené, chudé a kyselé smrčiny (zčásti i vrchovištní kleč) ve věku až 187 let (průměrný věk porostů 131 let), jejichž zdravotní stav je narušen hnilobou, výskytem souší a vrškových zlomů. Protože je celá lokalita zařazena do kategorie ochranného lesa, neprováděla se v ní výchovná ani obnovní těžba. Realizovaná nahodilá těžba měla charakter asanační, protože odstraňovala



1. Všeobecný charakter lokality Mokřůvka - General characteristics of the Mokřůvka locality

jen odumřelé a odumírající stromy po napadení lýkožroutem smrkovým, který jako přirozený škůdce smrku začal masivní destrukci porostů přibližujících se hranici své fyziologické životnosti. Tento jev je zde velmi nápadný (obr. 2). Za necelých osm let platnosti LHP bylo v oblasti vytěženo více než 33 000 m³ kůrovcových souší a vzhledem k relativní stejnověkosti porostů v lokalitě existuje reálné nebezpečí, že odumírání přestárých porostů nabude explozivního charakteru a povede k jejich rychlému zániku, aniž by mohly být ve stejném čase přirozeně obnoveny. V tom případě mladší porostní skupiny ve věku 60 - 80 let, zaujímající jen 6 % plochy lokality, nemohou zabezpečit plnění účelových funkcí, pro které byl les zařazen do kategorie lesa ochranného. Dosavadní zalesňování v lokalitě nebylo vesměs úspěšné a jeho výsledkem jsou jen mezernaté, nekvalitní mlaziny.

Vyhlášení státní přírodní rezervace 21. 12. 1989 a zřízení Národního parku Šumava 20. 3. 1991 zastihly lokalitu ve stadiu rozpracované těžby a soustřeďování dříví (obr. 3). Přitom z uvedené situace lze vyvodit potřebu dalších hospodářských opatření, cílených k posílení stability lesního ekosystému lokality.



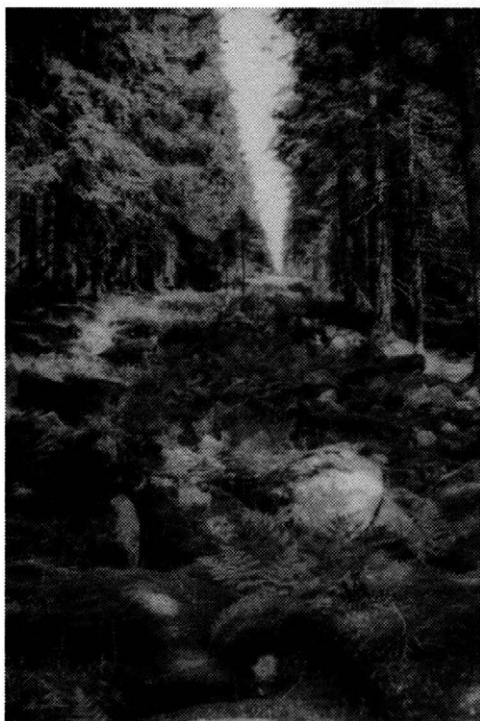
2. Masivní rozpad přestárleho stromového patra ekosystému - The massive breakdown of an overmature tree layer of the ecosystem



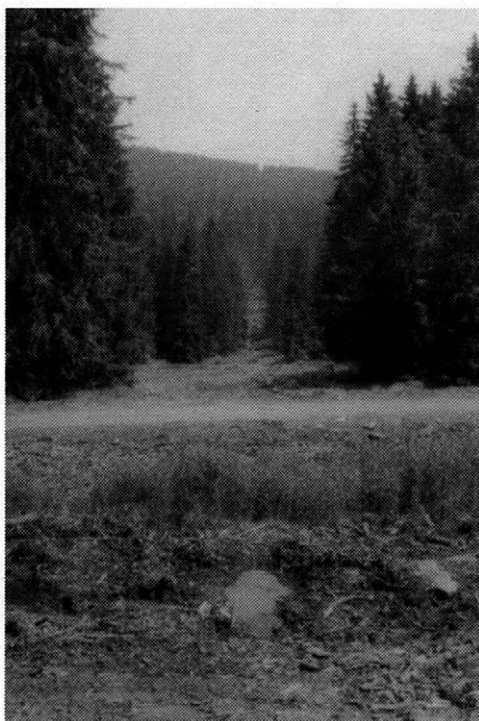
3. Rozpracovaná výroba v lokalitě - Logging under way at the locality

Terénní průzkum lokality Mokřůvka zjistil, že podle únosnosti půdy, sklonu svahu a členitosti mikoreliéfu lze její území rozdělit do tří typických skupin:

- Horní partie svahů se skeletovými půdami, kde sklon i členitost terénu dovolují pohyb speciálních lesních kolových traktorů, které se zde pohybují po půdním skeletu, a půdní výplň mezi balvany zůstává nedotčena. Pomístné mělké narušení povrchu půdy nebývá závažné a je relativně rychle regenerovatelné. Následná vodní eroze nehrozí, protože srážková voda rychle vsakuje do spodních vrstev a povrchový odtok nenastává (obr. 4).
- Střední partie svahů s mělkými kamenitými půdami, které ještě z hlediska technické terénní dostupnosti vyhovují speciálním lesním kolovým traktorům, ale únosnost půdy je nízká a neumožňuje povrchový chod stroje. Traktory se boří a vytlačují půdu do stran, až dosáhnou únosného podloží. Vzniklé koleje pak fungují jako otevřený drenážní systém. Ve směru vrstevnic v nich stagnuje voda, ale pokud jsou vedeny šikmo svahem, získává v nich voda unášecí rychlost a stávají se tak vodotečemi schopnými zásadním způsobem změnit vodní režim lokality. Bez průběžně prováděné asanace pracoviště mohou nastat trvalé škody na lesním ekosystému (obr. 5).
- Spodní partie svahů a údolí nivy, charakterizované povrchovou vrstvou rašeliny, jejíž hloubka narůstá směrem k úpatí svahů až na 50 i více centimetrů. Únosnost půdy je velice nízká až nulová. Půdní povrch je nestabilní a jeho jakékoliv narušení představuje riziko vodní eroze, protože celý půdní horizont je vodou nasycen (obr. 6).



4. Charakter terénu a půdního povrchu v horních partiích svahů - The shape of the terrain and surface ground in the upper parts of slopes



6. Charakter terénu a půdního povrchu ve spodních partiích svahů a v údolní nivě - The shape of the terrain and surface ground in the lower parts of slopes and on a floodplain

Místní lesní hospodáři přihlíželi k charakteru terénu, ke koncentraci dříví k těžbě (pohybující se mezi 10 až 50 m³.ha⁻¹), ke sklonu terénu (20 %), k průměrné hmotnosti těžených stromů (1,2 m³) a k přibližovací vzdálenosti (500 až 1200 m s převahou nad 700 m). Pro soustřeďování dříví použili v horních partiích svahů speciální lesní kolové traktory a ve středních partiích kombinovanou technologii, při které speciální lesní kolové traktory vyklízaly a přibližovaly dříví na vývozní místo, odkud se dále dopravovalo v polozávěsu lanovkou k odvozní cestě.

První technologická varianta využívala přibližovací dráhu po sestupujícím hřbetu; její sklon však byl z hlediska potenciální eroze vyšší než přípustný. Eroze skutečně nastala a rozrušila povrchovou vrstvu půdy až na podloží (které bylo dokonce uvedeno na jednom místě trasy do erozního pohybu).

Druhou technologickou variantu je obecně možné považovat za ekologicky šetrnou. V detailech však nebyla zvládnuta, což by v méně exponované lokalitě nezpůsobilo podstatnější problémy, ale zde vedlo ke kritickému znehodnocení celé technologie. Konce výřezů, smýkané po povrchu půdy při dopravě v polozávěsu, narušily citlivý povrch



5. Charakter terénu půdního povrchu ve středních partiích svahů - The shape of the terrain and surface ground in the middle parts of slopes



8. Stopy traktorů, vějířovitě koncentrující povrchový odtok do lanovkových tras - Tractor tracks collect the running-of surface water in radial directions into cableway tracks

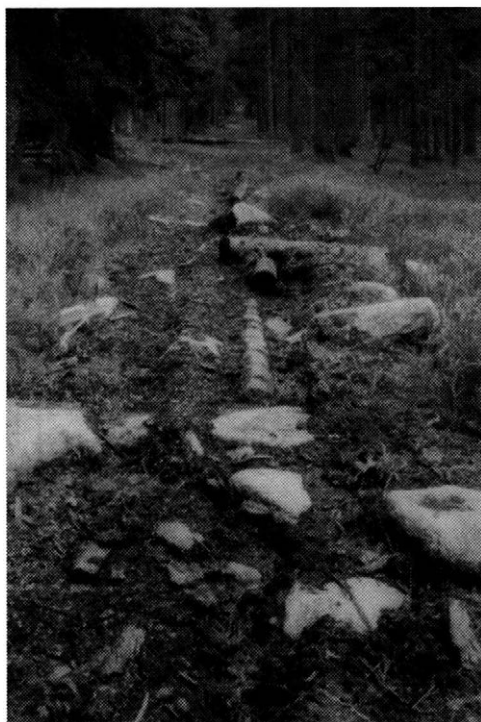
mokřadu, což představovalo potenciální riziko vodní eroze (obr. 7), ještě ovšem eliminovatelné možnou povýšovací úpravou pracoviště. Ta však byla zanedbána a navíc traktorové koleje, vyježděné vějířovitě směrem k vývoznímu místu, koncentrovaly povrchový odtok vody do lanokových tras (obr. 8). Ty se pak staly vodotečemi v celé své účinné délce a proudění vody v lanokových trasách, vedených po spádnicí, rychle dovršilo totální odplavení půdy (obr. 9).

Z průzkumu dopravních poměrů lokality a z rozboru zde použitých technologií primární dopravy dříví lze vyvodit zásadní závěry:

- Za ekologicky bezškodné lze v daných podmínkách považovat pouze takové technologie dopravy dříví, při kterých se ani dopravované dříví, ani dopravní prostředek nedotýkají povrchu terénu. Tomuto požadavku vyhovují pouze prostředky vzdušné dopravy a lanová dopravní zařízení přepravující náklad v plném závěsu.

- Lanová dopravní zařízení přepravující náklad v polozávěsu a vyklizovací navijáky (např. VNAD na obr. 10) lze použít pouze v horních partiích svahů, a to pro vyklizování dříví z porostů na vývozní místo, ale zásadně jen pro vyklizování po vrstevnici nebo šikmo proti svahu, aby nedocházelo ke koncentraci povrchového odtoku vody v rýhách, vzniklých v povrchu půdy vlečením nákladu.

Na základě uvedených poznatků bylo možné doporučit pro lokalitu Mokřávka pouze dvě alternativní technologie dopravy dříví z porostu k odvozní cestě, a to buď vzdušný



7. Počáteční porušení povrchu půdy nákladem dříví, vlečeným lanovkou v polozávěsu - The initial destruction of the surface ground due to the cableway dragging of timber load in semi-suspension

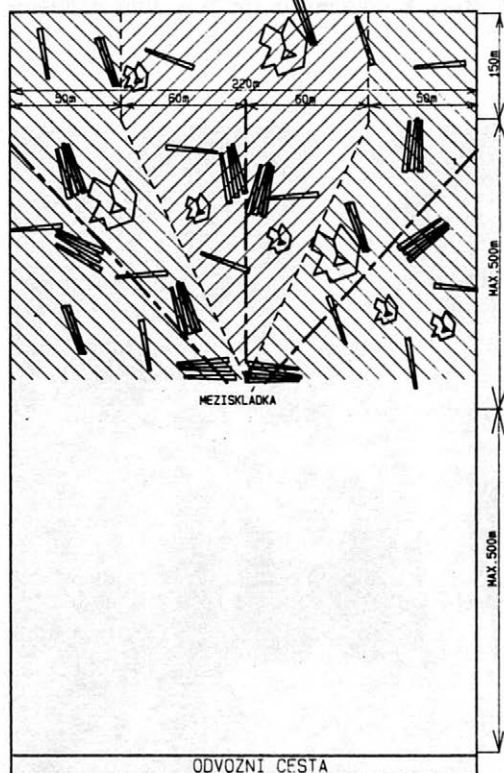


9. Totální odplavení půdy z lanokové trasy následnou vodní erozí - Complete washing-away of the soil from the cableway track as a result of subsequent erosion

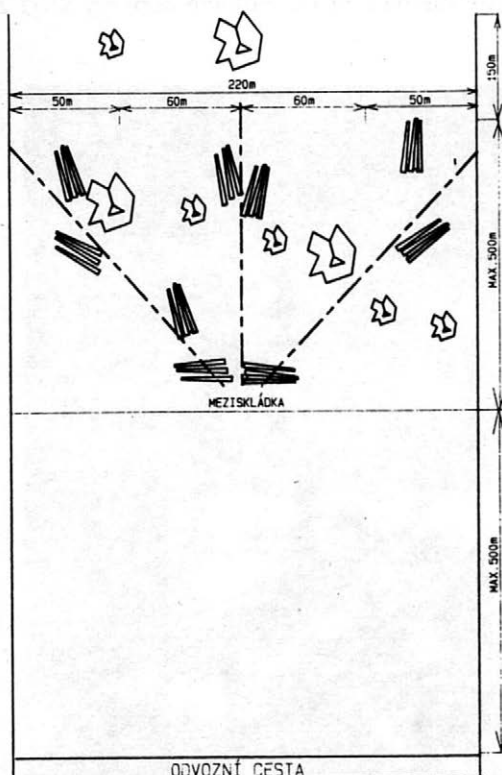
10. Vyklizovací naviják tu-
zenské výroby VNAD-D -
Czechoslovak-made skidding
winch VNAD-D



1. FÁZE



2. FÁZE



TRASA LANOVKY

PRACOVNÍ POLE POMOCNÉ TRASY LANOVKY

11. Schéma svazkování dříví k pomocným trasám lanovky navijákem VNAD-D - Diagramme of log bundling and skidding to cableway auxiliary tracks using a VNAD-D winch

12. Schéma přibližování nasvazkovaného dříví lanovkou na meziskládku - Diagramme of cableway skidding of log bundles to a deck

transport vrtulníkem, nebo dvoufázovou dopravu lanovkami, kdy by se doprava dříví realizovala soustředěním dříví z horních a středních partií svahů na vývozní místo vějířovitě vedenými trasami lanovek (v úplném závěsu nebo i v polozávěsu) a následně z meziskládky na vývozním místě opět lanovkou (ovšem v úplném závěsu) k odvozní cestě (obr. 11 až 13). Byly provedeny kalkulace pro použití vyklizovacího navijáku VNAD, dlouhokraťové lanovky Wyssen-Unimat, středněkraťových lanovek VLU-5 a LS-1,5 x 303 i vrtulníku Mi-8. Vyplynuly z nich přímé náklady na těžbu a dopravu dříví na odvozní místo ve výši 300 - 330 Kčs.m⁻³ při použití lanovek a 710 Kčs.m⁻³ při použití vrtulníků (cenová hladina r. 1991).

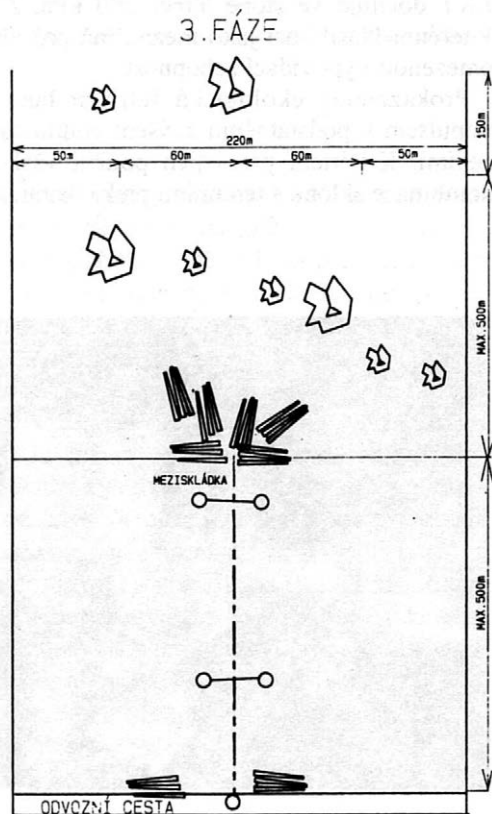
Modelový příklad je tedy možné uzavřít jednoznačným závěrem, že i pro tak mimořádně citlivou lokalitu je možné nalézt technologické řešení dopravy dříví, které bude z hlediska ochrany lesního ekosystému přijatelné.

DISKUSE

Četná a bohužel i závažná poškození lesních ekosystémů, ke kterým dochází při využívání strojů v lesním hospodářství, musí orientovat novým směrem jak konstrukci strojů, tak metodiku volby technologií i motivaci lidského činitele. Z hlediska provozu lesního hospodářství jsou pro omezení škod na lesních ekosystémech podstatná ovlivňování lidského činitele a optimalizace volby technologií.

Na modelovém příkladu jsme dokumentovali, že i když podstatná část mechanizačních prostředků, které má lesní hospodářství běžně k dispozici, nevyhovuje ekologickým po-

13. Schéma přibližování dříví lanovkou mezi lokalitou „meziskládku“ a odvozním místem - Diagramme of cableway skidding of logs between the point „deck“ and a roadside

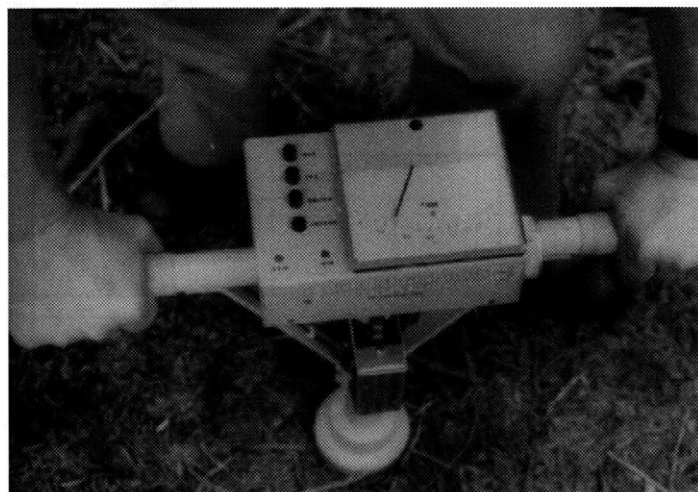


žadavkům citlivých lokalit, přesto lze najít technologická řešení, která jsou z hlediska míry narušování lesních ekosystémů přijatelná. Vyžaduje to jen tvůrčí přístup řídicích pracovníků, kázeň při vlastní realizaci těžebního zásahu a důslednou asanaci pracoviště, která se musí na extrémně citlivých lokalitách provádět jako průběžná a nikoliv až jako povýrobní. Řídicí pracovník musí za všech okolností výrobu skutečně řídit, a ne ji jen evidovat. Absolutně bezeškodné technologie neexistují, ale relativně široký výběr existujících strojů, variabilita a modifikovatelnost technologií a pracovních postupů a do jisté míry i metod předvýrobních příprav pracovišť a jejich povýrobních asanací dávají šanci nalézt pro každé pracoviště vhodné technicko-technologické řešení.

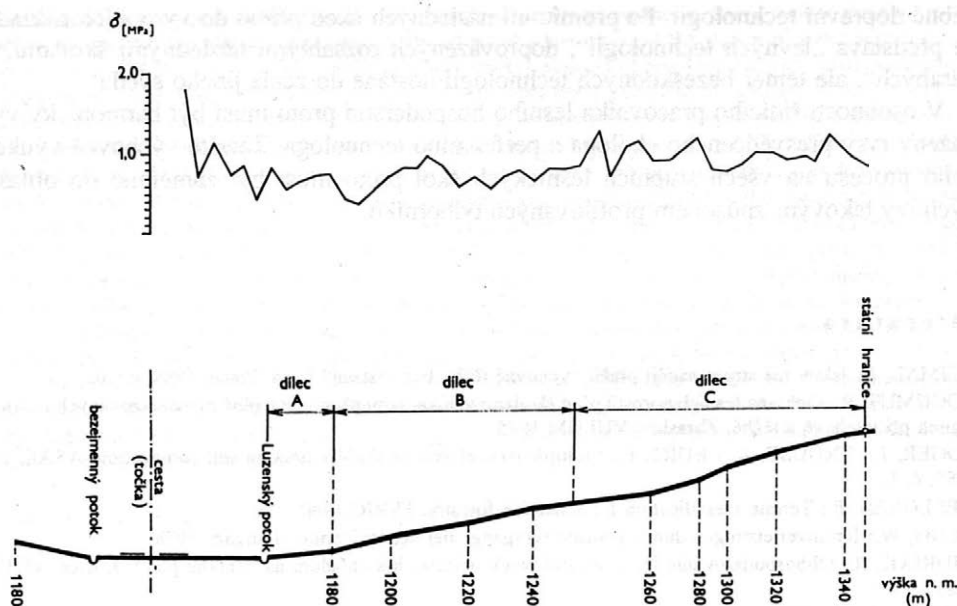
V lesnické praxi je nezbytné docílit změny myšlení v tom smyslu, že volba technologie se nemůže nadále odvozovat jen z technické průchodivosti přibližovacích prostředků terénem (ve smyslu absolutní schopnosti prostředku projet), ale že se musí zohlednit celá škála dalších podmínek, mezi které patří i okamžitá únosnost terénu. Objektivně lze měřit smykovou pevnost půdy např. penetrometrem (obr. 14 a 15) podle S e r e d y (1992), pro lesnickou praxi ale bude asi vhodné nalézt jiný, provozně nenáročný, ale přitom dostatečně přesný způsob posuzování únosnosti terénu.

Terénní klasifikace Lesprojektu, užívaná v současné době v ČR, považuje za rozhraní únosnosti a neúnosnosti půd 50 kPa. Tato hodnota odpovídá hranici boření se dospělého člověka při chůzi. Běžné pásové podvozky lesních strojů však dosahují měrného tlaku ve stopě 70 kPa a jen vysloveně speciální konstrukce kolem 30 kPa. Ale vzhledem k tomu, že pásové podvozky jsou méně vhodné pro jízdu členitým terénem, je jejich používání v terénních podmínkách ČR jen omezené. Při animálním soustředování dříví vyvozuje kůň tlak na podložku asi 140 kPa a nejvíce rozšířený speciální lesní kolový traktor řady LKT dociluje ve stopě téměř 200 kPa. Z toho vyplývá, že hodnota 50 kPa, užívaná v terénní klasifikaci jako mezní, má pro vlastní volbu technologické varianty jen velmi omezenou vypovídací schopnost.

Prokazatelná ekologická šetrnost lanovkového soustředování dříví by měla být impulsem k podstatnému zvýšení podílu soustředování dříví lanovými dopravními zařízeními. Kritériem pro jejich použití však nadále nemůže být jen sklon terénu, resp. kombinace sklonu s terénními překážkami, ale i únosnost půdy a stupeň ohrožení lokality



14. Měření smykové pevnosti půdy penetrometrem podle S e r e d y - Penetrometer measuring of soil shearing strength after S e r e d a



15. Smyková pevnost půdního povrchu v řezu lokalitou na hranici odd. 55/56 (3. lanovková trasa) - The shearing strength of the surface ground in the profile of a site at the border of comp. 55/56 (3rd cableway track)

erozí. Mnohdy proto bude účelné použití lanovek i tam, kde nebude vyčerpána svahová dostupnost traktorů, tj. za určitých okolností i v rovině.

ZÁVĚR

Technizace lesní výroby dospěla až do stadia stagnace technického rozvoje, protože rezervy vývoje, limitované chybným filozofickým základem disciplín, se již vyčerpaly. Filozofickým základem mechanizace lesního hospodářství - zvláště lesní těžby a dopravy dříví - bylo totiž až dosud převážně technické, resp. spíše technokratické nazírání, spočívající v hledání řešení technicky možných, a to mnohdy bez ohledu na následky, které příslušné řešení může mít na lesní ekosystémy. Obnovení dynamiky rozvoje bude možné až po zásadní kvalitativní přestavbě technických disciplín na zcela jiný filozofický základ, respektující ekosystémové vazby, které existují déle než lidstvo. Je jasné, že další vývoj lidské společnosti nemůže jít cestou podmaňování přírody, ale pouze cestou vzájemného harmonického souladu, při kterém člověk dokáže využívat a zvládat přírodní síly ke svému prospěchu tvůrčím způsobem. Těmto požadavkům musejí vyhovovat jak používané stroje a zařízení, tak výrobní technologie i nezbytné stavební objekty.

Zásadním způsobem je potřeba změnit metodický přístup k funkci terénní klasifikace a z ní vycházejících systémů technologické typizace. Technická kritéria musí v každém případě doplnit kritéria ekologická a pro lesnickou praxi bude vhodné vypracovat pro vymezená rozpětí výrobně technických podmínek návrhy modelových technologií relativně bezeškodných vůči lesním ekosystémům v celém přírodním prostředí.

Z hlediska podnikové ekonomiky je nezbytné propracovat metodiku účetnictví v tom smyslu, aby finanční náklady na povýrobní asanace pracovišť zatěžovaly příslušnou tě-

žebně dopravní technologii. Po promítnutí následných škod přímo do výrobních nákladů se představa „levných technologií“, doprovázených rozsáhlými následnými škodami, a „drahých“, ale téměř bezeškodných technologií dostane do zcela jiného světa.

V osobnosti řídícího pracovníka lesního hospodářství proto musí být harmonicky vyvážený rysy přesvědčeného ekologa a perfektního technologa. Těžiště výchovně výukového procesu na všech stupních lesnických škol proto musí být zaměřeno do oblasti výchovy takovým způsobem profilovaných odborníků.

Literatura

- DEJMAL, J.: Jakou má strom naději přežít výchovně těžby bez zranění? Lesn. Práce, 1988, č. 10.
- HOCHMUT, R.: Ochrana lesních porostů před škodami vznikajícími při nových plně mechanizovaných technologiích při výchově a těžbě. Zbraslav, VÚLHM 1975.
- KOGER, J. - TROUSE, A. - BURT, E.: Multiple pass effects of skidder tires on soil compaction. ASAE, 28, 1985, č. 1.
- MELTGREN, P.: Terrain classification for Canadian forestry. FERIC 1980.
- MENG, W.: Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Stuttgart, 1978.
- MIDRIAK, R.: Obhospodarovanie lesov vo flyšových oblastiach s ohľadom na ochranu pôdy. Košice, VÚLH 1983.
- PEŘINA, V. - ŠACH, F.: Možnosti snížení eroze půdy na obnovních sečích. Lesn. Práce, 1986, č. 2.
- SEREDA, O.: Měření únosnosti lesní půdy a vozovek zemních cest ručními penetrometry. In: Progresivne trendy ťažbovo-dopravného obhospodarovania lesov. Zvolen, TU 1992.
- TRZESNIEWSKI, A.: Perspektiven der Forstarbeit im Gebirge Österreichs. In: 25. Internationales Symposium Mechanisierung der Forstarbeit. Barsia, Bulgaria, 1991.
- WÄSTERLUND, I.: The strenght of bark on Scots pine and Norway spruce trees. Swedish University of Agricultural Sciences. 1986, č. 167.

Došlo 13. 3. 1992

KOHOUT, V. - SIMANOV, V. (Forestry Faculty of the University of Agriculture, Brno): *Environment-friendly logging and timber transport technologies in forest stands*. Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (12): 1039-1053.

Traditional logging and timber transport technologies based on empirical knowledge were relatively environment-friendly as short (light) log haulage prevailed and the operations were performed mostly in the winter season (frozen ground, snow cover). On the contrary, technologies relying on machinery use all the year round can damage the forest ecosystems in the following ways: wheel traffic and dragged logs destroy the surface ground, wheel traffic compacts the soil in their tracks, wheel traffic and dragged logs damage the root system and aboveground parts of standing trees, contaminate the soil and water with leaking Diesel oil products, which is due to the wrong choice of technology, to lack of technological and work discipline or to omitting the subsequent sanitation of logging sites. Hence it is possible to look for effective methods how to prevent damage to the forest ecosystems, it is not necessary to reject production mechanization in general.

Possibilities of decreasing the damage lie not only in the design of forestry machines and in the motivation of operators and forest workers, but also particularly in an optimized choice of technologies. It is sure that no absolutely environment-friendly technologies exist, but the choice of available machines, variability and modifiability of technologies and procedures offer an opportunity to find an ecologically acceptable technology, that means such a technology when the damage is minimum, for each situation. An extreme model example is used to demonstrate a theoretical possibility of effective minimization of damage by optimization of technology choice; namely, the choice of timber transport technologies in forest stands at an extraordinary locality called Mokřávka (Modravské slatě national preserve). The haulage of timber from salvage felling in a complex of overmature spruce stands invaded by spruce bark beetle on a global scale resulted in the destruction of the surface ground of a sensitive forest ecosystem (wetland) followed by water erosion. The damage is great and partly irreparable. The damage occurred although a friendly means, cableway, was used, but this technological procedure was used in a completely wrong way: loaded timber was dragged in semi-suspension, that means it

was dragged in contact with the ground, small range of cableway operation, hence timber skidding to the cableway was done by special forest tractors, the tracks of which changed the regime of water surface runoff (the running-off water began to flow in the cableway tracks), absence of post-logging (particularly continuous) management of the site. Only the technology that will completely eliminate the contact of timber with the ground, that means cableways with timber suspension, or air transport by helicopter may be considered as an environment-friendly technology. The direct costs were calculated to amount to 300 - 330 Kčs/m³ for cableways (Wyssen-Unimat, VLU-5, LS-1.5-303), and/or to 710 Kčs/m³ for a helicopter (Mi-8). It was demonstrated on a model example that ecologically acceptable technologies could be found. But it will be necessary to revise in principle both the methodical approach to the function of terrain classification (and to the derived technological typification) in the sense of complementing the used mostly technical criteria with ecological ones, and the approach to economic evaluation of technologies consisting in the inclusion of the cost of post-logging sanitation of the site in the production cost, and this will modify the conception of so called „cheap“ technologies (implying however subsequent extensive damage) and „expensive“ technologies (but practically harmless ones). The reserves of the development of forest management mechanization have already been depleted; it will be possible to restore the dynamics of this development only if the philosophy of technical disciplines of forest management undergoes a substantial qualitative change. Hence the personality of a manager in the forestry must include a harmonic equilibrium of the features of convinced ecologist and perfect technologist; his professional training must rely on these two disciplines.

forest machinery; logging; timber transport; technologies; forest ecosystem protection

Adresa autora:

Ing. Václav K o h o u t , CSc., doc. ing. Vladimír S i m a n o v , CSc., lesnická fakulta VŠZ, Ústav těžby a dopravy dříví, Zemědělská 3, 613 00 Brno.



**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 odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

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

**tel.: 258 342
fax: 207 229**



Mezinárodní sympozium o lesnické semenářské problematice tropů a subtropů

Chtěl bych seznámit naši lesnickou veřejnost s poznatky, které jsem získal při organizování a v průběhu 1. mezinárodního sympozia o osivu lesních dřevin a o právních předpisech týkajících se reprodukčního materiálu lesních dřevin v tropických a subtropických zemích (1st International Symposium on Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Material in Tropical and Subtropical Countries).

Sympozium se konalo ve dnech 4. - 10. října 1992 v hlavním městě Keni, Nairobi, pod záštitou FAO a s organizační pomocí IUFRO a finančním zabezpečením poskytnutým vládou Spolkové republiky Německo. Setkání lesníků tropického a subtropického pásu na této úrovni bylo již delší dobu nutností, protože v rozvojových zemích se zalesňovací programy pfece jen pomalu dostávají do popředí zájmu, vznikají nová a nová státní semenářská střediska i soukromé firmy a chceme-li se vyhnout opakování minulých chyb z mírného pásma, je nutná určitá míra spolupráce mezi jednotlivými státy této oblasti. Navíc lesní semenářství tropů je dost odlišné od semenářství temperátních lesů ať už pro velkou druhovou diverzitu, nebo pro velký podíl rekalcitrantních druhů.

Keňa byla vybrána proto, že má vysoce funkční semenářské středisko pokrývající sběrem a distribucí celé území státu a navíc je jednou z prvních afrických zemí, která zavádí kompletní systém lesních semenářských předpisů a zákonů; sympozia se zúčastnilo 71 semenářů ze 32 zemí světa. Největší zastoupení měla přirozeně Afrika, pouze sedm zemí patřilo do oblasti mírného pásu.

První tři dny byla na programu odborná jednání, během následujících tří dnů se uskutečnila lesnická exkurze do okolí Mt. Keni. Jednání probíhalo v několika tematických blocích a jeho výsledkem byla doporučení tří pracovních skupin.

První pracovní skupina zdůraznila nutnost vytvoření národních norem a předpisů pro získávání osiva a pro obchod s reprodukčním materiálem lesních dřevin, nejlépe na bázi pravidel OECD (Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj), nemá-li se opakovat podobná katastrofa jako mšicová kalamita na cypřiši ve Východní Africe (sto tisíc hektarů plantáží *Cupressus lusitanica* byly během jednoho roku doslova smeteny zavlečenou mšicí *Cinara cupressii*).

Druhá skupina, jednající o výzkumu v oblasti reprodukčního materiálu lesních dřevin tropů a subtropů, s překvapením zjistila, že již existují výsledky rozsáhlých výzkumů v této oblasti, ale kromě vědců, pracujících na tomto výzkumu, o výsledcích nikdo neví. Nedostatečné nebo i neexistující šíření výsledků výzkumu zvláště u domácích dřevin má tedy značný podíl na neutěšeném stavu lesního semenářství v této části světa.

Třetí pracovní skupina se zabývala celým procesem od sběru reprodukčního materiálu lesních dřevin až po jeho distribuci a dospěla ke dvěma zajímavým závěrům:

- pravidla ISTA (Mezinárodní asociace pro testování osiva) pro testování semen jsou nutným základem, ale ISTA jako organizace je natolik nepružná a komerčně zaměřená, že nedovoluje zahrnutí zkušeností s osivem lesních dřevin tropů a subtropů,

- základem semenářské práce musí být péče o zachování genetické diverzity domácích a introdukovaných druhů (jen v Africe hrozí vyhynutí asi 100 druhů dřevin).

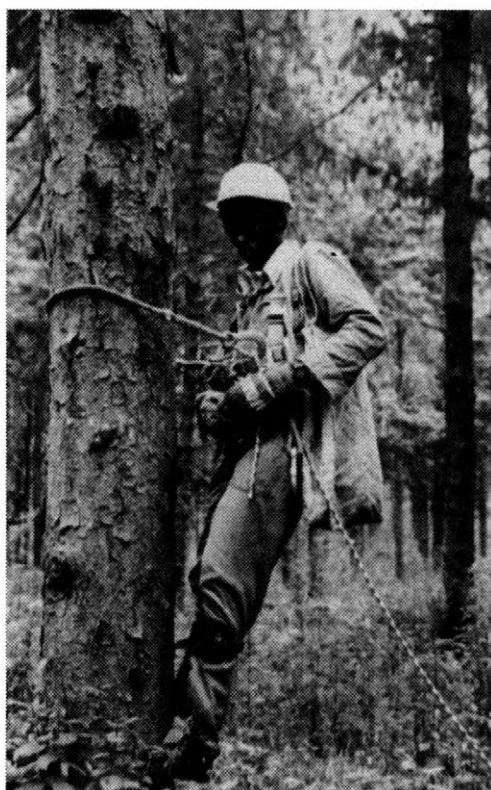
Tato a další doporučení, přijatá na sympoziu, by měla sloužit jako návod pro jednotlivé země a pro IUFRO i FAO jako námět, kam zaměřit budoucí aktivitu.

Třídenní lesnická exkurze ukázala účastníkům z mírného pásma, že lesnictví v tropických zemích je nelehká řehole - tisíc kilometrů spíše po necestách než cestách, nesnesitelné horko. Při návštěvě vlastního semenářského střediska v Mugueze byli mnozí překvapeni vysokou odbornou úrovní práce a vybavení. Další cesta vedla k uznaným porostům *Vitex keniensis*, (Merský dub), významné domácí dřeviny pro nábytkářský průmysl, která se vyskytuje v oblasti Mt. Keni. Exkurzní trasa procházela i Castle Forest Station, jedním z nejstarších polesí v masivu Mt. Keni, kde byla atraktivní procházka zbytky původního pralesa se vzácnými dřevinami jako je např. kamfor (*Ocotea usambarensis*).

Zajímavý a pro Keňu velmi důležitý byl provenienční pokus v Njukini s dřevinou *Grevillea robusta*. Je jednou z nejoblíbenějších introdukovaných dřevin pro svou všestrannou využitelnost zvláště v systému agroforestry. Byla však introdukována z Austrálie s neuvěřitelně úzkou genetickou základnou (isoenzymatické výzkumy hovoří o třech až pěti mateřských stromech) a jsou oprávněné obavy, že se podobná kalamita jako u cypřiše



1. Laboratoř semenářského střediska v Muguze



2. Výstup do koruny stromu (foto autor)

nebo *Leucaeny leucocephaly* může opakovat i u Grevilei. Reakcí je snaha Keni znovu introdukovat co nejširší genetickou základnu této dřeviny.

Úskalí introdukce dřevin viděli účastníci na provenienční ploše *Eucalyptus camaldulensis* u Thiby. Oblast Thiby patří k suchým částem Keni (průměrné srážky 350 mm ročně), ale kupodivu se zde tomuto eukalyptu celkem dobře dařilo, ale pouze do minulého roku, kdy v této oblasti úplně vynechalo dlouhé období dešťů a většina eukalyptů následně roční sucho kombinované s útokem termitů nepřežila. „Díky“ tomuto nečekanému zhoršení podmínek bude nyní možné vyhodnotit, zda je některá provenience schopná adaptovat se na nevypočitatelné africké počasí.

Na průběhu sympozia bylo dobře vidět, jakým tempem se lesní semenářství tropů a subtropů v poslední době rozvíjí. Vzpomněl jsem si na deset hospodářsky významných a zevrubně prozkoumaných dřevin českých lesů a vrátil se zpět k práci na místních 220 druzích, jejichž osivo se na trhu v současné době žádá.

Ing. Štěpán U n ě o v s k ý,
lesnická fakulta VŠZ Brno (t.č. Nairobi, Kenya)

GENETICS OF SCOTS PINE

M. Glertych, Cs. Mátyás et al.

Budapest, Akadémiai Kiadó, 1991. 280 s., 26 tab., 24 obr.

Monografii o genetice významného druhu lesní dřeviny v Euroasii napsalo 24 vědců z devíti zemí. Obsahuje poslední poznatky z oblasti genetiky a šlechtění borovice lesní včetně jejího rozšíření, systematiky, karyologie, reprodukce, genetické variability a dědičnosti důležitých znaků stejně jako strategii pro její šlechtění.

Kniha se skládá z 21 kapitol:

1. Areál přirozeného rozšíření (A. Boratyński)
2. Systematické zařazení v rámci rodu *Pinus* a vnitrodruhová taxonomie (P. J. Molotkov a I. N. Patlaj)
3. Karyotypy a cytogenetika (Ž. Borzan)
4. Generativní reprodukce a genetické procesy v přírodě (V. Koski)
5. Biochemický polymorfismus (W. Prus - Glowacki)
6. Provenienční variabilita v růstu a fenologii (M. Giertych)
7. Šlechtitelské strategie na produkci dřeva (H. H. Hattemer)
8. Šlechtitelské strategie pro vánoční stromky (D. F. Van Haverbeke a H. D. Gerhold)
9. Uznávané porosty ke sběru osiva a výběrové stromy (E. Pihelgas)
10. Semenné sady (Cs. Mátyás)
11. Genetické procesy v semenných sadech (G. Müller - Starck)
12. Vegetativní množení (O. Monteouis a C. Barnéoud)
13. Regulace kvetení v semenných sadech (W. Chalupka)
14. Hybridizace (G. Kosiński)
15. Testy potomstev (D. Lindgren)
16. Dědičnost rezistence proti biotickým faktorům (B. R. Stephan)
17. Dědičnost rezistence proti abiotickým faktorům (J. Oleksyn)
18. Dědičnost vlastností dřeva (E. G. Stühl a B. Ericson)
19. Dědičnost formy stromu (M. Giertych)
20. Časné testy (J. E. Nilsson)
21. Využití šlechtěného materiálu: přehled (J. Mikola)

Jednotlivé kapitoly poměrně vyčerpávajícím způsobem informují o současných poznatcích v těchto vymezených oblastech genetiky a šlechtění borovice lesní.

V první kapitole je popsán areál rozšíření druhů rodu *Pinus*, přirozené rozšíření borovice lesní včetně horizontálního i vertikálního rozšíření a její umělé pěstování.

Ve druhé kapitole se kromě systematického zařazení v rodu *Pinus* uvádí vnitrodruhová variabilita s přehledem poddruhů a klimatypů a diverzita forem s přehledem forem založených na znacích koruny a kmene, charakteru jehlic, znacích kůry, reprodukčních orgánů a kvality dřeva.

Ve třetí kapitole se hovoří o měření chromozómů a karyotypu borovice lesní; karyotypy jsou zde prezentovány i graficky, jsou popsány metody barvení chromozómů. O mapování chromozómů je zde jen stručná zmínka.

Čtvrtá kapitola je věnována ekologii kvetení včetně termínů kvetení, ekologie opylování, polyembryonie, kvantitativních otázek reprodukce, dále genetickým důsledkům průběhu generativní reprodukce včetně podílu cizoopelení a genetické struktury porostů.

Pátá kapitola se zabývá izoenzymy včetně jejich dědičnosti a genetické vazby, jejich využitím při zkoumání genetické struktury a geografické diferenciace, reproduktivních systémů, hybridizace a introgrese, jejich využitím v demografické genetice a studiích o adaptivních procesech. Dále se zabývá antigeny, terpeny. Chybí zmínka o fenolických látkách.

Šestá kapitola pojednává o provenienčních pokusech, konkrétně o pokusech IUFRO (1907, 1938), Ogijevského sériích, provenienčním pokusu v Severní Americe, sibiřských populacích, národních pokusech s příkladem Polska, hodnotě lokálních populací, dalekém přenosu populací a fenologii proveniencí.

Sedmá kapitola věnující se šlechtění na produkci dřeva se zabývá šlechtěním pokračujícím v průběhu generací, genetickým základem variability znaku, genetickým obohacením populace, periodickými kontrolami, monitorováním průvodních jevů, konzervováním genetické variability a jejími důsledky pro aplikaci. Osmá kapitola popisuje šlechtitelské metody využitelné k produkci vánočních stromků.

Obvyklým otázkám spojeným s genetickou základnou lesního semenářství se věnují kapitoly devět a deset. V desáté kapitole jsou semenné sady probrány velmi podrobně včetně technických a ekonomických oblastí. Ve speciálních směrech se podrobně zabývá semennými sady ještě kapitola 11 a 13; v 11. kapitole jsou to otázky genetické, ve 13. pak fyziologické.

Všechny metody vegetativní propagace rozebírá 12. kapitola; jsou to: roubování, řízkování, mikropropagace. Chybí zde zmínka o nejnovějších poznatcích v oblasti fúze protoplastů.

Kapitola 14., která se samostatně zabývá hybridizací, uvádí zmínky o spontánních hybridech, umělé mezidruhové hybridizaci a o samoopylení. Je škoda, že autor zcela vynechal poznatky o růstu a vývoji hybridů.

15. kapitola shrnuje dosavadní poznání o testech potomstev, vysvětluje jejich účel, studium rodičů, průběhu opylení větrem, kontrolovaného křížení, samoopylení, polycrosu, topcrosu, dialelního křížení. Dále pojednává o vlastních polních pokusech, o interakcích mezi genotypem a prostředím, o maternálních, paternálních a ontogenetických efektech, o věku vhodném k hodnocení, zásadách kontrolního standardu, o sběru a vyhodnocení dat, komponentech variance, ocenění rodičů, o vytvoření šlechtitelské populace.

16. a 17. kapitola rozebírá jednotlivé biotické a abiotické činitele a genetickou rezistenci proti nim. Dědičnost kvality dřeva (mechanická i chemická) je rozebrána v 18. kapitole.

19. kapitola je zaměřena na dědičnost formy stromu a její studium. Přináší tradiční zkušenosti, popisuje klonové testy, srovnávací výsadby potomstev a provenienční variabilitu v tomto směru.

20. kapitola je zasvěcena časným testům na různé znaky: růst, vitalitu, rezistenci, kvalitu aj.

Celou práci uzavírá přehled využívání šlechtěného materiálu ve 21. kapitole, který popisuje situaci ve Skandinávii (Finsko, Švédsko, Norsko), v západní Evropě (Velká Británie, Nizozemsko, Francie, SRN), v ostatní Evropě (Polsko, Maďarsko, Československo, Bulharsko, SSSR) a v ostatních zemích (Turecko, Čína, USA, Kanada).

Práce je přínosem pro studium genetiky a šlechtění lesních dřevin a může posloužit i jako speciální učebnice. Určitým nedostatkem je praktická absence fotografického materiálu. Pro některé kapitoly (např. Uznání porosty pro sběr osiva a výběrové stromy, Semenné sady, Systematické zařazení v rámci rodu *Pinus* a vnitrodruhová taxonomie aj.) by tyto fotografie byly rozhodně přínosem. Bohužel také kvalita reprodukce některých obrázků (např. z oblasti karyologie) není na odpovídající úrovni.

Přesto lze publikaci doporučit všem teoretikům i praktikům na poli genetiky a šlechtění lesních dřevin ke studiu, k obohacení se novými poznatky i k aplikaci některých zkušeností.

Ing. Jaroslav Kobliha, CSc.,
lesnická fakulta VŠZ Praha

Upozornění pro přispěvatele časopisu

Lesnictví - Forestry

V rámci modernizace výroby přešla naše redakce na vydávání časopisu pomocí DTP. Autory, kteří chtějí publikovat příspěvky v časopisu Lesnictví a mají možnost je pořizovat na PC, proto žádáme, aby texty příspěvků posílali současně s disketou. Po zkopírování textu disketu vrátíme zpět.

Pro zpracování textu pomocí DTP je pro nás nejvhodnější textový editor T602. Pokud používáte jiný editor, prosíme o převedení do souboru v ASCII kódu. Obrázky pořizované počítačem je možné publikovat přímo, pokud jsou v souboru .TIF.

Pořizování příspěvků na PC není podmínkou pro přijetí do tisku; redakce bude i nadále přijímat příspěvky pořizované na psacím stroji.

Doufáme, že se toto opatření setká s příznivým ohlasem.

Redakce časopisu

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 25 75 41 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: OSTRAVSKÉ TISKÁRNY, Novinářská 7, 709 70 Ostrava 1 ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1992

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.