

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

10

ROČNÍK 27 (LIV)
PRAHA
ŘÍJEN 1981
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžička, prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc.

Séfredaktor člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1981

CS ISSN 0024-1105

LESNICTVÍ uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—.

LESNICTVÍ публикует научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издаёт Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция: 120 56 Прага 2, Слезска 7.

LESNICTVÍ publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of forest science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office: 120 56 Prague 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des informations scientifiques et techniques pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

VÝZKUM BIOMETRIE LESNÍCH DŘEVIN A HOSPODÁŘSKÉ ÚPRAVY LESŮ V UPLYNULÉ PĚTILETKE

Hlavní úkol základního výzkumu Biometrie lesních dřevin a teoretické základy hospodářské úpravy lesů byl plánován pro období 6. pětiletky v 10 dílčích úkolech. Na jejich výzkumném řešení se podílelo celkem 21 řešitelů z pěti vědeckovýzkumných a vysokoškolských pracovišť. Byli to pracovníci těchto institucí: Lesnická fakulta VŠLD Zvolen (jako koordinační pracoviště), lesnická fakulta VŠZ Brno, Výzkumný ústav lesního hospodářství Zvolen, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jiloviště - Strnady a Vědecký lesnický ústav VŠZ Kostelec nad Černými lesy. Při oponentském hodnocení výsledků našeho výzkumu po ukončení pětiletky bylo obecně konstatováno, že plánované cíle výzkumu byly dosaženy a v některých případech svým rozsahem a výsledky podstatně překročeny.

Všechny dílčí úkoly byly v letech 1979–1980 zakončeny oponentními závěrečnými zprávami, jež obsahují cenné výsledky nejen pro další výzkum, ale také přínos pro hospodářskouprávní praxi. Řešení dílčích úkolů mělo vesměs přímou návaznost na výsledky výzkumu z předchozích období. Řada výsledků tohoto základního výzkumu byla přímo uplatněna ve výzkumu aplikovaném.

V úkolu Rozbor růstových procesů stejnověkých nesmíšených porostů byl zaměřen výzkum řešitelů J. Haláje a J. Řeháka na získání základních teoretických podkladů a biometrického vyjádření potřebných vztahů mezi taxačními veličinami pro potřebu konstrukce čs. růstových tabulek. Práce, kterou v tomto směru vykonaly kolektivy obou uvedených řešitelů, je velmi významná a jejím výsledkem je druhé vydání růstových tabulek pro naše hlavní dřeviny.

Do rámce tohoto dílčího úkolu patří řešení výzkumu probírek v bukových porostech. Závěrečnou zprávu o tomto dlouhodobém výzkumu předložil L. Šebík a jeho výsledky budou využity v dalším výzkumu i pro praktickou potřebu Leso-projektu.

Významné a pro praxi potřebné výsledky dosáhli řešitelé Z. Poleno a J. Sequeus při výzkumu stejnověkých smíšených porostů smrkovo-bukových a borovo-dubových. Výsledky výzkumu prokázaly produkční a hospodářský význam uvedených směsí a budou využity v hospodářské úpravě lesů.

Ve výzkumu na dílčím úkolu o stanovení běžného přírůstu lesních porostů pokračovali řešitelé V. Korf a Š. Šmelko; předložili tři závěrečné zprávy o konkrétní koncepci přírůstového modelu na zcela novém biometrickém principu. Také řešitel J. Wolf v rámci tohoto dílčího úkolu předložil během uplynulé pětiletky dvě dílčí závěrečné zprávy obsahující poznatky o matematické formulaci růstu porostní výšky ve stejnověkých porostech.

Růstové charakteristiky na typologických jednotkách výzkumně řešil J. Rod, který během pětiletky vypracoval celkem tři závěrečné zprávy, v nichž teoreticky prohloubil poznatky o rozestupových vzdálenostech a jejich využití v teorii růstových forem na typologických jednotkách. Na podkladě štihlостního koeficientu odvodil obecný výraz pro výtvarnicovou výšku.

Na řešení dílčích úkolů Teoretické reprezentativní metody zjišťování lesní produkce se podílel zejména Š. Šmelko, který podal návrh na nový významný způsob inventarizace lesů použitím vzorových porostů, metod simulace a výpočtové techniky. Podal též rozbor přesnosti stanovení porostních zásob pomocí růstových tabulek prvního vydání.

J. Račko ve své závěrečné zprávě o výzkumu v dílčím úkolu Fotogrametrické metody zisťovania lesnej produkcie propracoval zcela nový návrh na zjišťování porostních zásob s využitím blízké stereofotogrammetrie. Navržený postup se výhodně spojuje s výběrovými metodami.

Na dílčí problém Nové principy používání a zpracování dendrometrických údajů v lesním hospodářství předložili řešitelé J. Čížek a St. Jůza (v roce 1978—1980) dvě dílčí závěrečné zprávy, v nichž podali návrh na registrační zařízení u přesné milimetrové průměrky. Řešitelé podali dále čtyři přihlášky vynálezu.

Významné jsou také výsledky výzkumu v dílčím úkolu Metody kontroly regulácie a prognózy produkcie řešitelů A. Priesola, M. Hladíka, A. Žihlavníka. Cenné výsledky byly dosaženy zejména v problematice těžební regulace s použitím matematických modelů, v kontrole produkce pomocí sítě fixovaných výzkumných ploch a v aktualizaci zásob lesních porostů. Řešitelé uveřejnili některé výsledky tohoto výzkumu a přednesli odborné referáty u nás a v NDR.

Do uvedeného dílčího výzkumného úkolu byly zařazeny a propracovány metody řízení produkce na základě teorie náhodných procesů; řešitelem byl J. Koubá. Výzkum na tomto úseku zaměřil zejména na vyjádření celkové objemové produkce v ČSSR na základě výsledků celostátních inventarizací, a to pro nejvíce zastoupené hospodářské skupiny. Výzkum prohloubil poznatky a navrhl možnosti aplikace teorie náhodných procesů v lesnictví.

Komplexní vyjádření změn taxačních veličin v předobnovním a obnovním období řešil pro TVP v borových porostech L. Polák. Výsledky tohoto výzkumu za období 10 let podávají návrhy na racionální těžební zásahy během obnovy porostů, jež mohou být využity v časovém a prostorovém plánování obnovních těžeb.

V dílčím úkolu Stúdium zákonitostí vývoja a štruktúry lesa metodami kybernetického modelovania řešitelé M. Šuška a Š. Majoroš propracovali programové řešení pro analýzu růstu lesa. V tomto směru řešitelé uveřejnili několik studií.

V dendroekologickém výzkumu lesních dřevin vypracoval řešitel B. Vinš podrobné rozborů flouštkových přírůstků z údajů PVP založených na celém území ČSSR, a to hlavně u smrku a borovice. Výsledky mají význam zejména při stanovení škod v kouřových oblastech a při posuzování produkce v lesních porostech vůbec.

V dílčím úkolu Nové metody lesnického mapovania řešitel P. Višňovský si vytkl za cíl získání spolehlivých prostředků a metod pro racionalizaci lesnického mapování. Výsledky výzkumu obsažené v závěrečné zprávě byly převzaty Lesoprojektem pro praktické využití.

Závěrem je nutno uvést, že při výzkumu na našem hlavním úkolu probíhala během celé pětiletky nejužší spolupráce s těmito ústavy: Lesprojekt v Brandýse nad Labem, Lesoprojekt ve Zvolenu a Ústav pro hospodářskou úpravu vojenských lesů v Praze. Pracovníci těchto ústavů se účastnili všech jednání a zejména v celostátní Komisi pro konstrukci čs. růstových tabulek dávali našemu výzkumu cenné připomínky a náměty při řešení výzkumných problémů. S velkým zájmem se zúčastňovali oponování závěrečných zpráv a ověřování výsledků výzkumu.

Několik výsledků výzkumu bylo zařazeno do tohoto tematického čísla Lesnictví. Další příspěvky řešitelů jsou propracovány a připraveny do tisku.

Prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc.

MATEMATICKÝ MODEL DRUHÉHO VYDANIA RASTOVÝCH TABULIEK PRE SMREK, JEĎLU, DUB A BUK

J. Halaj, F. Pánek, R. Petráš

HALAJ, J. — PÁNEK, F. — PETRÁŠ, R. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Matematický model druhého vydania rastových tabuliek pre smrek, jedlu, dub a buk*. Lesnictví, 27, 1981 (10): 867—878.

Vedeckovýskumné pracoviská a ústavy pre hospodársku úpravu lesov pracujú od roku 1965 na vyhotovení rastových tabuliek hlavných drevín (smrek, jedľa, borovica, dub, buk). V rámci tohoto programu boli pre jednotlivé dreviny po celom území štátu založené výskumné plochy, a to v počte: smrek 1804, jedľa 319, dub 518, buk 892. Tieto plochy sa opakovane merajú každých 5 rokov. Z tohoto pokusného materiálu bolo v roku 1975 vyhotovené prvé a v roku 1980 druhé vydanie rastových tabuliek. V práci je odvodený matematický model druhého vydania. Tabuľky sú členené pre združený, hlavný a podružný porast. Pre ne sú odvodené tieto porastové veličiny: stredná výška, hrúbka, počet kmeňov, kruhová základňa a zásoba na ha. Odvodené sú aj matematické funkcie pre vyjadrenie týchto veličín v závislosti od veku a bonity. Vývoj výšky, hrúbky a zásoby je zhodnotený Korfovou rastovou funkciou. Celé rastové tabuľky sú odvodené na počítači na podklade matematických funkcií.

rastové tabuľky; matematické modely; rastové funkcie

Program výskumných prác na vyhotovenie československých rastových tabuliek hlavných drevín vznikol v roku 1965. Podľa neho boli po celom území štátu v rokoch 1965—1974 založené výskumné plochy (poloprevádzkové a trvalé), na ktorých prebiehali opakované merania. Výsledkom výskumu bolo prvé vydanie rastových tabuliek, vypracované v roku 1975 a vydané v roku 1979 (Halaj, Řehák 1979b). Výskum pokračoval v období 1976—1980 ďalším opakovaným meraním výskumných plôch a zhodnocovaním získaného pokusného materiálu. Výsledkom tohoto výskumu bolo vyhotovenie druhého vydania rastových tabuliek (v roku 1980), na podklade rozsiahlejšieho pokusného materiálu. Tabuľky pre smrek, jedlu, dub a buk vypracovali pracovníci Výskumného ústavu lesného hospodárstva vo Zvolene (Halaj, Pánek, Petráš, Grék 1980b) a pre borovicu pracovníci Vedeckého lesníckeho ústavu v Kostelci n. Č. lesy (Řehák 1980). Matematický model druhého vydania rastových tabuliek je cieľom tejto práce.

Úloha je od začiatku riešená v úzkej spolupráci lesníckych vedeckých a výskumných ústavov, lesníckych fakúlt a ústavov pre hospodársku úpravu lesov. V období 1965—1980 sa na programe podieľali tieto inštitúcie: Výskumný ústav lesného hospodárstva Zvolen (ako koordinačné pracovisko), Výskumný ústav lesného hospodárstva a myslivosti Jíloviště-Strnady, Vedecký lesnícký ústav VŠZ Kostelec n. Č. lesy, Lesnícka fakulta VŠLD Zvolen, Lesnícka fakulta VŠZ Brno, Lesprojekt — ústav inženýrské činnosti Brandýs nad Labem, Lesoprojekt — ústav pre hospodársku úpravu lesov Zvolen, Ústav pro hospodárskou úpravu vojenských lesov a statků Praha. Na prácach sa podieľala aj lesná prevádzka, a to predovšetkým pri zakladaní siete výskumných plôch, pri vykonávaní vy-

značených prebierkových zásahov na plochách a pri ich ďalšom obhospodarovaní. Najmä ústavy pre hospodársku úpravu lesov prispeli osobitným a podstatným podielom predovšetkým pri zakladaní a opakovanom meraní výskumných plôch prostredníctvom pracovníkov svojich pobočiek v rámci obnov lesných hospodárskych plánov.

Koordináciu, kontrolu a celoštátne jednotné riadenie prác tohoto výskumného programu vykonáva od začiatku Komisia pre rastové tabuľky, zložená zo zástupcov všetkých zúčastnených pracovníkov.

Pre vyhotovenie druhého vydania rastových tabuliek bol použitý pokusný materiál poloprevádzkových a trvalých výskumných plôch, založených v rokoch 1965–1974 po celom území ČSSR. Tieto plochy sú opakovane merané. Boli použité všetky merania až do roku 1979. Celkom bolo pre uvedené hlavné dreviny použitých 3533 výskumných plôch, ktoré reprezentujú 6860 meraní. Z toho pripadá na územie ČSR 1689 plôch (3342 meraní), SSR 1844 plôch (3518 meraní). Z tohoto počtu plôch pripadá na smrek v nižších polohách 1605 (ČSR 1113, SSR 492), smrek v horských polohách 199 (ČSR 161, SSR 38), jedľa 319 (ČSR 85, SSR 234), dub 518 (ČSR 144, SSR 374), buk 892 (ČSR 186, SSR 706).

DENDROMETRICKÝ MODEL RASTOVÝCH TABULIEK

Metodiku konštrukcie druhého vydania rastových tabuliek vypracovala metodická subkomisia Komisie pre rastové tabuľky (1978). Táto prehodnotila metodiku použitú pre prvé vydanie tabuliek, zhodnotila výsledky rozborov tohoto vydania tabuliek, ktoré uskutočnili v období 1975–1978 vedeckovýskumné inštitúcie a ústavy pre hospodársku úpravu lesov. Na podklade týchto skúseností spracovala metodiku pre vyhodnotenie druhého vydania rastových tabuliek.

Rastové tabuľky sa členia na združený, hlavný a podružný porast. Pre ne sú odvodené tieto hlavné porastové veličiny: stredná výška h , hrúbka d , objem stredného kmeňa v , počet kmeňov N , kruhová základňa G a zásoba V na ha. Z hľadiska metodického odvodenia rozdeľujeme tieto veličiny na dve skupiny:

1. Primárne veličiny odvodené priamo z pokusného materiálu vyrovnaním príslušných údajov výskumných plôch. Za primárne veličiny boli zvolené: stredná výška, hrúbka a zásoba združeného porastu.

2. Odvodené veličiny určené z primárnych veličín výpočtom pomocou dendrometrických vzťahov, ktorými sú hlavné porastové veličiny navzájom viazané.

V matematickom modeli sú porastové veličiny združeného porastu odvodené v závislosti od veku a bonity. Základným elementom rastových tabuliek je združený porast. Veličiny hlavného a podružného porastu boli odvodené vo vzťahu k veličinám združeného porastu.

Základnou objemovou jednotkou tabuliek je kmeňová zásoba s kôrou. Pre potreby praxe sú v rastových tabuľkách odvodené aj zásoby v ďalších objemových jednotkách — kmeňová zásoba bez kôry, hrubá s kôrou a bez kôry a stromová s kôrou.

MATEMATICKÝ MODEL RASTOVÝCH TABULIEK

VELIČINY ZDRUŽENÉHO PORASTU

Za hlavnú bonitačnú veličinu bola zvolená stredná výška združeného porastu a boli použité absolútne výškové bonity, určené výškou vo veku 100 rokov, s odstupňovaním po 2 m.

Výškové bonitové krivky pre strednú výšku h_1

Pre druhé vydanie rastových tabuliek bola vykonaná nová konštrukcia výškových kriviek drevín na podklade pokusného materiálu výskumných plôch (Halaj, Pánek, Petráš 1980a). Pre tento účel sa vyrovnali vekové výškové krivky súborov lesných typov Korfovou (1939) rastovou funkciou

$$y = A \exp \frac{k}{1-n} x^{1-n} . \quad (1)$$

Korf odvodil funkciu na základe rastovej intenzity, ktorá je definovaná ako pomer prvej derivácie funkcie k funkcii samotnej

$$\frac{f'(x)}{f(x)} = \frac{k}{x^n} . \quad (2)$$

Matematická definícia zväzku výškových bonitových kriviek vychádza zo závislosti parametrov A , k , n Korfovej funkcie (1) výškových kriviek súborov lesných typov od bonity a z poznatku (Rod 1979), že výškový prírastok h' vo veku 100 rokov je lineárnou funkciou bonity. Pre vyrovnanie závislosti parametra n od bonity q bola pri všetkých drevinách použitá funkcia

$$n = a_1 + \frac{a_2}{q} . \quad (3)$$

Parameter k určíme zo vzťahu (2)

$$\frac{h'}{h} = \frac{k}{t^n} . \quad (4)$$

Pre vek $t_0 = 100$ rokov je $h_0 = q$ Potom je výškový prírastok h' daný rovnicou

$$h'_{100} = a_3 + a_4 q . \quad (5)$$

Po dosadení z rovníc (3), (4) nadobudne výraz (4) tvar

$$\frac{a_3 + a_4 q}{q} = \frac{k}{100^{a_1 + \frac{a_2}{q}}} .$$

Z tohoto výrazu vyjadríme parameter k

$$k = \frac{(a_3 + a_4 q) \cdot 100^{a_1 + \frac{a_2}{q}}}{q} . \quad (6)$$

Závislosť parametra A od bonity odvodíme z podmienky, že výškové bonitové krivky majú prechádzať bodom o súradniciach $x_0 = 100$, $y_0 = q$:

$$A = \frac{q}{\exp \frac{k}{1-n} 100^{1-n}} .$$

Ak do tejto rovnice dosadíme za n , k výrazy z rovníc (3), (6), dostaneme po úprave výraz

$$A = \frac{q}{\exp \frac{(a_3 + a_4 q) 100^{a_1 + \frac{a_2}{q}}}{q(1-a_1) - a_2} 100^{1-a_1 - \frac{a_2}{q}}} . \quad (7)$$

Matematický model pre závislosť výšky od veku a bonity dostaneme, ak do rovnice (1) dosadíme za parametre n , k , A výrazy z rovníc (3), (6), (7). Po úprave dostaneme výraz

$$h_1 = q \exp \left[\frac{(a_3 + a_4 q) 100^{a_1 + \frac{a_2}{q}}}{q(1 - a_1) - a_2} t^{1 - a_1 - \frac{a_2}{q}} - 100^{1 - a_1 - \frac{a_2}{q}} \right] \quad (8)$$

Parametre tejto funkcie a_1 , a_2 , a_3 , a_4 sme odvodili pre drevisy z pokusného materiálu výskumných plôch pre súbory lesných typov.

Výškové bonitové krivky pre hornú výšku

Matematický model pre vzťah výškových bonitových kriviek pre hornú výšku je odvodený pomocou diferencií medzi hornou $h_{10\%}$ a strednou výškou h v závislosti od strednej výšky

$$(h_{10\%} - h) = a_1 h^{a_2} \cdot e^{a_3 h} \quad (9)$$

Táto funkcia je vhodná pre všetky drevisy. Horná výška je potom daná rovnicou

$$h_{10\%} = h + a_1 h^{a_2} \cdot e^{a_3 h}$$

Parametre funkcie (9) sú odvodené pre drevisy z pokusného materiálu.

Rastové krivky strednej hrúbky d_1

Charakterizujú vývoj strednej hrúbky v závislosti od veku a bonity. Na rozdiel od výšky je tu neurčitý počiatok rastovej funkcie. Táto nevychádza z počiatku súradnicovej sústavy, lebo hrúbka stromu $d_{1,3}$ nadobúda hodnotu až vo veku $t_{1,3}$, keď výška dosiahne 1,3 m. Keďže však je tento vek pre stromky rozličných drevín a bonít odlišný, nevychádzajú rastové krivky na osi x z jedného, ale z rozličných bodov, v súlade s rozdielmi vo veku $t_{1,3}$. So zreteľom na konvenčnú výšku 1,3 m nezačína rastová krivka hrúbky na osi veku ako dotyčnica, ale krivka os pretína. Z toho dôvodu nie je možné použiť pre vyrovnanie funkciu vychádzajúcu z počiatku (0,0).

Na vyrovnanie bola preto použitá Korfova funkcia s transformáciou počiatku tak, že bol posunutý po osi y do záporných hrúbok. Na základe zhodnotenia veľkého počtu kriviek všetkých drevín bol počiatok určený do bodu (0, -1). Tento postup umožňuje vyrovnanie strednej hrúbky rastovou funkciou tak, ako pri všetkých ostatných porastových veličinách. Je to dôležité pri odvodení prírastkov, pri extrapolácii rastových kriviek atď. Riešia sa tak aj uvedené teoretické ťažkosti. Rastové krivky rozličných bonít tu pretínajú os x v rozličných bodoch, v súlade s ich rozličným vekom $t_{1,3}$. Pritom však vychádzajú všetky krivky zo spoločného počiatku (0, -1). Os x je tu rastovým krivkám sečnicou.

Pri odvodzovaní strednej hrúbky boli pri každej drevine rozdelené výskumné plochy do niekoľkých bonitových skupín, pre ktoré boli odvodené bodové rozptylové polia hrúbky v závislosti od veku. Ich prostredné vyrovnávajúce krivky sú vyrovnané Korfovou funkciou, ktorá má tvar

$$d = a_0 + A \exp \frac{k}{1 - n} t^{1 - n} \quad (10)$$

V rovnici je konštanta $a_0 = -1$. Pri každej krivke je pre vyrovnanie použitý aj bod na osi veku, ktorým prechádza krivka danej bonity vo veku $t_{1,3}$. Tieto veku sú pre drevisy a bonity odvodené z výškových bonitových kriviek.

Pri odvodzovaní matematického modelu závislosti strednej hrúbky od veku a bonity bol najskôr vyrovnaný parameter n a vek kulminácie t_1 bežného ročného prírastku rasto-

vých kriviek bonitových skupín v závislosti od bonity. Pre všetky dreviny boli po preskúšaní celého pokusného materiálu zvolené hyperbolické závislosti

$$n = a_1 + \frac{a_2}{q}, \quad t_1 = a_3 + \frac{a_4}{q}. \quad (11) \quad (12)$$

Parameter k je vypočítaný zo vzťahu Korfovej funkcie

$$t_1 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}} \quad (13)$$

Z neho bol po dosadení vzťahov (11), (12) a po úprave odvodený parameter k v závislosti od bonity

$$k = \frac{a_1 + \frac{a_2}{q}}{\left(a_3 + \frac{a_4}{q}\right)^{1-a_1-\frac{a_2}{q}}}. \quad (14)$$

Potom sa rastové krivky bonitových skupín znova vyrovnali funkciou (10) ale tak, že sa každej prisúdili vyrovnané hodnoty parametrov n , k , vypočítané zo vzťahov (11) a (14). Takto získané dopočítané hodnoty parametra A sa vyrovnali v závislosti od bonity. Pre smrek v nižších polohách bola použitá funkcia

$$A = a_5 + a_6 q + \frac{a_7}{q}, \quad (15)$$

pre smrek horské polohy a buk funkcia

$$A = a_5 e^{a_6 q^{a_7}}, \quad (16)$$

pre jedľu a dub funkcia

$$A = a_5 + a_6 q + a_7 q^2. \quad (17)$$

Matematický model pre určenie strednej hrúbky v závislosti od veku a bonity potom dostaneme, ak do Korfovej funkcie (10) dosadíme za parametre n , k , A výrazy z rovníc (11), (14), (15), (16), (17). Napr. pre smrek nižšie polohy má model tvar

$$d_1 = a_0 + \left(a_5 + a_6 q + \frac{a_7}{q}\right) \exp \frac{a_1 + \frac{a_2}{q}}{\left(1 - a_1 - \frac{a_2}{q}\right) \left(a_3 + \frac{a_4}{q}\right)^{1-a_1-\frac{a_2}{q}}} t^{1-a_1-\frac{a_2}{q}} \quad (18)$$

Parametre funkcie sú odvodené pre dreviny z pokusného materiálu. Podľa tejto funkcie sa tabelovali v rastových tabuľkách hodnoty strednej hrúbky.

Rastové krivky zásoby V_1

Prí konštrukcii druhého vydania rastových tabuliek sa použila ako základná objemová jednotka zásoba kmeňová s kôrou. Ďalšie objemové jednotky, ktoré uvádzajú rastové tabuľky, sú odvodené vo vzťahu k tejto základnej objemovej jednotke. Je to zásoba kmeňová bez kôry, hrubá s kôrou, hrubá bez kôry a stromová s kôrou.

Zásoba je v rastových tabuľkách vyjadrená v závislosti od veku, bonity a stupňa zásobovej úrovne. Ako podklad pre odvodenie tejto závislosti bola pre drevinu zhodnotená závislosť zásoby od strednej výšky a bonity. Pri smreku a jedli je táto závislosť bezbonitná a má tvar

$$V_1 = a_1 e^{a_2 h_r^{a_3}}, \quad (19)$$

pri dube a buku sa uplatňuje aj bonita

$$V_1 = a_1 h_r + a_2 h_r q + a_3 h_r^2 + a_4 h_r^2 q, \quad (20)$$

V rovniciach je $h_r = h - 1,3$.

Závislosť zásoby od veku a bonity potom dostaneme, ak do vzťahov (19), (20) dosadíme za výšku výraz z rovnice (8). Takto získaná funkcia však neposkytuje explicitné výrazy pre prírastky a vek ich kulminácie, ktoré sú pre konštrukciu rastových tabuliek nevyhnutné. Preto sú pri drevinách vyčíslené z takto odvodených závislostí hektárové zásoby pre jednotlivé bonity a v nich pre 5-ročné vekové stupne, a to pre stupeň zásobovej úrovne 2. Získané zásoby sme pri každej bonite vyrovnali v závislosti od veku Korfovou funkciou.

Matematický model pre určenie zásoby v závislosti od veku a bonity je odvodený postupom, použitým pri vyrovnaní strednej hrúbky. Podobne ako pri hrúbke, je aj pri vyrovnávaní zásoby problematický počiatok rastovej krivky. Rast zásoby s vekom začína síce teoreticky vo veku $t = 0$, ale reálnu hodnotu nadobúda zásoba až vo veku $t_{1,3} > 0$, keď výška presiahne hodnotu 1,3 m a súčasne aj hrúbka nadobúda reálnu hodnotu. Preto bolo treba aj tu transformovať počiatok rastovej funkcie. Na podklade predbežného zhodnotenia rastových kriviek zásoby pri všetkých drevinách a bonitách bola určená optimálna poloha počiatku rastových kriviek pri smreku, jedli, dube (0, -15) a pri buku (0, -20).

Pri vyrovnávaní parametrov Korfovej funkcie sa najprv vyrovnal parameter n a vek kulminácie t_1 bežného ročného prírastku v závislosti od bonity, a to pri všetkých drevinách exponenciálnou funkciou

$$n = a_4 e^{a_5 q^{a_6}}, \quad t_1 = a_7 e^{a_8 q^{a_9}}. \quad (21) \quad (22)$$

Z vyjadrenia veku kulminácie bežného prírastku (13) a (22) bol odvodený parameter k a pre pôvodné krivky zásoby jednotlivých bonít dopočítaný nový parameter A Korfových kriviek. Pre jeho vyrovnanie v závislosti od bonity bola pre smrek, jedľu a buk použitá funkcia

$$A = a_1 + a_2 q + \frac{a_3}{q} \quad \text{a pri dube funkcia} \quad A = a_1 + a_2 q + a_3 q^2. \quad (23) \quad (24)$$

Matematický model zásoby (pre stupeň zásobovej úrovne 2) v závislosti od veku a bonity dostaneme, ak do Korfovej funkcie dosadíme za parametre n , k , A príslušné výrazy. Napr. pre smrek, jedľu a buk má model tvar

$$V_1 = a_0 + \left(a_1 + a_2 q + \frac{a_3}{q} \right) \exp \frac{a_4 \exp a_5 q^{a_6}}{(1 - a_4 \exp a_5 q^{a_6})(a_7 \exp a_8 q^{a_9})^{1 - a_4 \exp a_5 q^{a_6}}} t^{1 - a_4 \exp a_5 q^{a_6}} \quad (25)$$

Parametre funkcií sú odvodené pre drevinu.

Pre stupeň zásobovej úrovne 1 a 3 sa odvodí zásoba na podklade zásoby pre úroveň 2 a relatívneho variačného rozpätia zásobovej úrovne $\Delta V\%$. Toto udáva pre drevinu celkové rozpätie zásobovej úrovne vyjadrené v percentách zásoby stupňa 2. Pri drevinách je vyjadrené v závislosti od výšky funkciou

$$\Delta V\% = a_1 e^{a_2 h_r^{a_3}}. \quad (26)$$

Parametre funkcie sú odvodené pre dreviny. Dosadením vzťahu (8) do rovnice (26) sa získa vyjadrenie relatívneho variačného rozpätia v závislosti od veku a bonity. Údaje zásob pre stupeň 1 a 3 sa získajú z rovníc

$$V_{ZU1} = V_{ZU2} \left(1 - \frac{1}{3} \frac{\Delta V\%}{100} \right), \quad V_{ZU3} = V_{ZU2} \left(1 + \frac{1}{3} \frac{\Delta V\%}{100} \right). \quad (27) \quad (28)$$

V rovniciach značí V_{ZU1} , V_{ZU2} , V_{ZU3} zásobu pre úroveň 1, 2, 3. Zásoba V_{ZU2} je určená matematickým modelom (25).

Objem stredného kmeňa v_1

Je určený z analytického výrazu objemových tabuliek (pre objem kmeňový s kôrou) pre odvodenú strednú hrúbku a výšku

$$v_1 = f(d, h). \quad (29)$$

Pre smrek boli použité objemové tabuľky Korsuňove (1961), pre jedľu Hubačove, Šebíkove (1963), pre dub Čermákove (1976) a pre buk Hubačove (1977).

Počet kmeňov na ha N_1

Táto veličina je odvodená zo zásoby a objemu stredného kmeňa z rovnice

$$N_1 = \frac{V_1}{v_1} \quad \text{pre tri zásobové úrovne.} \quad (30)$$

Kruhovú základňu na ha G_1

Je určená zo zásoby, strednej hrúbky a objemu stredného kmeňa z rovnice

$$G_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2 \frac{V_1}{v_1}, \quad \text{a to pre tri zásobové úrovne.} \quad (31)$$

V súlade s domácou taxačnou praxou bola v rastových tabuľkách použitá stredná hrúbka d_v , odvodená z objemu stredného kmeňa, ktorú použijeme pre výpočet počtu kmeňov na ha. Pre dendrometricky správny výpočet kruhovej základne však treba použiť strednú hrúbku d_g , odvodenú z kruhovej základne stredného kmeňa. Za tým účelom sa na základe pokusného materiálu výskumných plôch odvodili diferencie $(d_g - d_v)$, a to v závislosti od strednej hrúbky d_v

$$(d_g - d_v) = f_1(d_v). \quad (32)$$

Potom je stredná hrúbka daná výrazom

$$d_g = d_v + f_1(d_v). \quad (31)$$

Pre vyrovnanie diferencií bola pri smreku, jedli a buku použitá funkcia

$$(d_g - d_v) = a_1 + a_2 d_v + a_3 d_v^2 + a_4 d_v^3 + a_5 d_v^4, \quad (34)$$

pri dube funkcia

$$(d_g - d_v) = a_1 + \frac{a_2}{d_v} + \frac{a_3}{d_v^2} + \frac{a_4}{d_v^3} + \frac{a_5}{d_v^4} + a_6 d_v. \quad (35)$$

Táto korekcia strednej hrúbky sa ukázala pri všetkých drevinách ako potrebná. Skutočne sa ňou odstránili malé systematické chyby vypočítanej kruhovej základne.

Podružný porast udáva veličiny prebiebok, odvodených počtársky z úbytku počtu kmeňov združeného porastu. Udáva možnú zásobu prebiebok za predpokladu, že sa v porastoch vykonávajú dlhodobe a trvale prebiecky podľa vzoru rastových tabuliek. Boli použité pre odvodenie celkovej produkcie drevín.

Stredná výška h_3 , hrúbka d_3 , objem stredného kmeňa v_3

Všetky tieto stredné veličiny podružného porastu sú určené vo vzťahu k stredným veličinám združeného porastu na podklade indexov prebiebok, a to indexu objemového I_v , hrúbkového I_d a výškového I_h podľa rovníc

$$v_3 = v_1 \cdot I_v, \quad d_3 = d_1 \cdot I_d, \quad h_3 = h_1 \cdot I_h. \quad (36) \quad (37) \quad (38)$$

Objemový prebiekový index sa vyšetril pre dreviny z pokusného materiálu výskumných plôch pre rastové tabuľky, a to v závislosti od veku funkciou

$$I_v = a_1 + a_2 \ln t. \quad (39)$$

Objem stredného kmeňa prebiecky je potom daný výrazom

$$v_3 = v_1 (a_1 + a_2 \ln t). \quad (40)$$

Hrúbkový index je odvodený v závislosti od objemového indexu funkciou

$$I_d = b_1 + b_2 I_v + b_3 \ln I_v. \quad (41)$$

Časovú závislosť hrúbkového indexu získame dosadením vzťahu (39) do rovnice (40). Stredná hrúbka je potom daná v závislosti od veku výrazom

$$d_3 = d_1 [b_1 + b_2 (a_1 + a_2 \ln t) + b_3 \ln (a_1 + a_2 \ln t)]. \quad (42)$$

Strednú výšku vypočítame z určenej hrúbky d_3 a objemu v_3 z analytického výrazu objemových tabuliek.

Počet kmeňov N_3

získame ako rozdiel počtu kmeňov združeného porastu susedných 5 ročných vekových stupňov

$$N_{3(t)} = N_{1(t)} - N_{1(t+5)}. \quad (43)$$

Kruhovú základňu G_3

odvodíme z počtu kmeňov a strednej hrúbky z rovnice

$$G_3 = \frac{\pi}{4} d_3^2 \cdot N_3. \quad (44)$$

pre tri zásobové úrovne. Strednú hrúbku $d_{3(v)}$ prevedieme v rovnici (44) na hrúbku $d_{3(g)}$ pomocou rovníc (32), (33), (34), (35).

Zásoba V_3

sa odvodí ako násobok počtu kmeňov a objemu stredného kmeňa

$$V_{3(t)} = v_{3(t)} \cdot N_{3(t)}. \quad (45)$$

Počet kmeňov N_2 , kruhová základňa G_2 a zásoba V_2

je odvodená vo vekových riadkoch rastových tabuliek ako rozdiel týchto veličín združeného a podružného porastu

$$N_{2(t)} = N_{1(t)} - N_{3(t)} , \quad (46)$$

$$G_{2(t)} = G_{1(t)} - G_{3(t)} , \quad (47)$$

$$V_{2(t)} = V_{1(t)} - V_{3(t)} . \quad (48)$$

Tieto veličiny sú odvodené pre tri zásobové úrovne.

Objem stredného kmeňa v_2

určíme zo zásoby a z počtu kmeňov podľa rovnice

$$v_2 = \frac{V_2}{N_2} . \quad (49)$$

Strednú hrúbku d_2

odvodíme z kruhovej základne a z počtu kmeňov z rovnice

$$d_2 = \sqrt{\frac{40000 G_2}{\pi \cdot N_2}} . \quad (50)$$

Strednú výšku

pripočítame k určenej strednej hrúbke a objemu stredného kmeňa z analytického výrazu objemových tabuliek.

Objemový bežný prírastok

ročný vypočítame z rovnice

$$BP_{2(t)} = \frac{V_{2(t+5)} - V_{2(t-5)}}{10} . \quad (51)$$

CELKOVÁ PRODUKCIA

Počíta sa ako súčet zásoby hlavného porastu a úhrnu prebierok od začiatku tabuľkových údajov až do daného veku podľa vzorca

$$CP_t = V_{2(t)} + \sum_0^t V_3 . \quad (52)$$

Je odvodená pre tri zásobové úrovne. Z celkovej produkcie sú odvodené prírastky, a to celkový bežný prírastok ročný a celkový priemerný prírastok ročný podľa rovníc

$$CBP_t = \frac{CP_{t+5} - CP_{t-5}}{10} , \quad CP_t = \frac{CP_t}{t} . \quad (53) \quad (54)$$

Literatúra

1. ČERMAK, V.: Hmotové tabuľky pre dub. Bratislava, Príroda 1976. 183 s.
2. HALAJ, J. — ŘEHÁK, J.: Vyhodnotenie rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. Bratislava, Príroda 1979a, Lesnícke štúdie č. 30, VÚLH Zvolen, 174 s.
3. HALAJ, J. — ŘEHÁK, J.: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, Príroda 1979b. 352 s.
4. HALAJ, J. — PÁNEK, F. — PETRÁŠ, R.: Rozbor rastových procesov rovnovekých nezmiešaných porastov. [Závěrečná správa.] Zvolen, Výskumný ústav lesného hospodárstva 1980a. 87 s.
5. HALAJ, J. — PÁNEK, F. — PETRÁŠ, R. — GRÉK, J.: Výskum a konštrukcia rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. [Závěrečná správa.] Zvolen, Výskumný ústav lesného hospodárstva 1980b. 242 s.
6. HUBAČ, K. — ŠEBÍK, L.: Hmotové tabuľky pre jedľu. In: Zbor. ved. prác VŠLD Zvolen, 1963, s. 155-179
7. HUBAČ, K.: Hmotové tabuľky pre buk. Lesn., 23, 1977, č. 10, s. 775-798
8. Komisia pre rastové tabuľky: Metodika na vyhotovenie 2. vydania rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. Praha - Zvolen, 1978. 19 s.
9. KORF, V.: Příspěvek k matematické definici vzrůstového zákona hmot lesních porostů. Lesn. Práce, 18, 1939, s. 339-379.
10. KORSUN, F.: Hmotové tabuľky pro smrk. Lesn., 7, 1961, č. 3, s. 275-304
11. ŘEHÁK, J.: Výzkum a konstrukce růstových tabulek hlavních dřevin ČSSR — etapa borovice. [Závěrečná zpráva.] Kostelec n. Č. lesy, Vědecký lesnický ústav 1980. 78 s.
12. ROD, J.: Návrh konstrukce bonitních výškových křivek. Lesn., 25, 1979, č. 10, s. 911-930

ГАДАЙ, Я. — ПАНЕК, Ф. — ПЕТРАШ, Р. (Вýskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). Математическая модель второго издания таблиц роста древесных пород ели, пихты, дуба, бука. Lesnictví, 27, 1981 (10): 867-878.

Таблицы роста делятся на разновозрастное, главное и подчиненное насаждения.

1. Разновозрастное насаждение. Мы использовали абсолютный бонитет высоты, определенный средней высотой в 100-летнем возрасте. Бонитетные кривые высоты выведены на основе функции роста Корфа (1939). Они определены уравнением (8), показывающее высоту h , в зависимости от возраста t и бонитета q . На основе функции Корфа выведены и другие величины роста, а именно средний диаметр d_1 и запас V_1 . Уравнение (18) представляет средний диаметр в зависимости от возраста и бонитета, а уравнение (25) запас. Все гектарные данные (запас, число стволов, сумма площади сечения) показывают три степени уровня запаса (нижний 1, средний 2, верхний 3). Это разделение соответствует изменению уровня запаса насаждений в отечественных условиях. Число и сумма площади сечения определяются уравнениями (30 и 31). Объем среднего ствола v_1 в них определяется на основе аналитического выражения таблиц объема древесных пород.

2. Подчиненное насаждение. Средний диаметр d_3 , высота h_3 , объем v_3 определены на основе средних величин разновозрастного насаждения при помощи индексов прорубок, а именно объемного I_v , диаметального I_d , высотного I_h согласно уравнениям (36, 37, 38). Индексы мы исследовали на опытных площадях в зависимости от возраста. Число стволов N_3 выведено как разность числа стволов разновозрастного насаждения согласно уравнению (43), средний диаметр площади сечения и запас согласно уравнениям (44 и 45).

3. Главное насаждение. Число стволов N_2 , площадь сечения G_2 и запас V_2 мы вывели как разность этих величин разновозрастного и подчиненного насаждений согласно уравнениям (46, 47, 48). Объем среднего ствола мы определили согласно уравнению (49), а средний диаметр согласно уравнению (50).

4. Общая продукция. Определена согласно уравнению (52). Согласно уравнениям (53 и 54) выведены приросты, а именно общий текущий прирост и общий средний прирост в год.

Параметры всех приведенных функций выведены согласно опытному материалу научно-исследовательских площадей и целой таблицы роста на основе приведенных функций на электронно-вычислительной машине.

таблицы роста; математические модели; функция роста

HALAJ, J. — PÁNEK, F. — PETRÁŠ, R. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen): *A Mathematical Model of the Second Edition of Yield Tables for Spruce, Fir Oak and Beech*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 867-878.

The yield tables are divided into those for stand before thinnings, main stand and intermediate stand.

1. Stand before thinnings. The absolute height classes, determined by the mean height at the age of 100 years, were used. The height class curves are derived from the Korf's (1939) growth function. They are determined by equation (8) giving height h_1 in dependence on age t and class q . Other stand characters, i. e. mean diameter d_1 and growing stock V_1 , are also derived on the basis of Korf's function. Equation (18) gives mean diameter in dependence on age and quality and equation (25) is for the growing stock. All the per-hectare characters (growing stock, tree number, basal area) are presented for three stock levels (lower 1, middle 2, upper 3). This division corresponds with the variability of the stock levels of forest stands under Czechoslovak conditions. The number of trees and basal area are determined by equations (30) and (31). The volume of mean stem v_1 is determined in these equations from the analytic expression of the volume tables for tree species.

2. Intermediate stand. Mean diameter d_3 , height h_3 , and volume v_3 are determined on the basis of the mean characters of entire stand using the indices of thinning, including the volume index I_v , diameter index I_d , and height index I_h according to equations (36), (37), (38). The indexes were taken from research areas and were determined in dependence on age. The number of trees N_3 is derived as the difference from the number of trees in the entire stand, using equation (43). Basal area and growing stock are calculated by equations (44) and (45).

3. Main stand. The number of trees N_2 , basal area G_2 and growing stock V_2 were derived as the difference in these characters between the entire stand and secondary stand, using equations (46), (47), (48). The mean stem volume was calculated by equation (49) and the mean diameter by equation (50).

4. Total output is determined by equation (52). Equations (53) and (54) are used for the calculation of increments, including the total current increment and total mean annual increment.

The parameters of all these functions are derived from the test material on research areas and the whole growth tables were compiled from computer data for the described functions.

growth tables; mathematical models; growth functions

HALAJ, J. — PÁNEK, F. — PETRÁŠ, R. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Mathematisches Modell der zweiten Ausgabe der Ertragstabellen für die Holzarten Fichte, Tanne, Eiche, Buche*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 867-878.

Die Ertragstabellen werden in Gesamtbestand, Hauptbestand und Nebenbestand gegliedert.

1. Gesamtbestand. Wir haben absolute Höhenbonitäten angewandt, die durch die Mittelhöhe im Alter von 100 Jahren bestimmt sind. Die Höhenbonitätskurven sind aufgrund der Wachstumsfunktion von Korf (1939) abgeleitet. Sie sind durch die Gleichung (8) bestimmt, die die Höhe h_1 in Abhängigkeit vom Alter t und Bonität q angibt. Aufgrund der Funktion von Korf sind auch weitere Bestandesgrößen abgeleitet, und zwar der Mitteldurchmesser d_1 und Vorrat V_1 . Die Gleichung (18) gibt den Mitteldurchmesser in Abhängigkeit vom Alter und Bonität und die Gleichung (25) den Vorrat an. Alle Hektargrößen (Vorrat, Stammzahl, Grundfläche) werden für drei Stufen des Vorratsniveaus angegeben (unteres 1, mittleres 2, oberes 3). Diese Gliederung entspricht der Variabilität des Vorratsniveaus der Bestände unter heimischen Bedingungen. Die Stammzahl und die Bestandesgrundfläche sind durch die Gleichungen (30) und (31) bestimmt. Das Volumen des Mittelstammes v_1 ist darin aus dem analytischen Ausdruck der Volumentafeln der Holzarten bestimmt.

2. Nebenbestand. Mitteldurchmesser d_3 , Höhe h_3 , Volumen v_3 sind auf der Grundlage mittlerer Größen des Gesamtbestandes mit Hilfe von Durchforstungsindexen bestimmt, und zwar des Volumenindex I_v , des Durchmesserindex I_d , des Höhenindex I_h nach den Gleichungen (36), (37), (38). Die Indexe wurden auf Versuchsflächen in Abhängigkeit vom Alter ermittelt. Die Stammzahl N_3 ist als Unterschied der Stammzahl des Gesamtbestandes gemäß Gleichung (43) abgeleitet, die Bestandesgrundfläche und der Vorrat nach den Gleichungen (44) und (45).

3. Hauptbestand. Die Stammzahl N_2 , Bestandesgrundfläche G_2 und den Vorrat V_2 haben wir als Unterschied dieser Größen beim Gesamtbestand und beim Nebenbestand gemäß Gleichungen (46), (47), (48) abgeleitet. Das Volumen des Mittelstammes haben wir nach Gleichung (49) und den Mitteldurchmesser aus Gleichung (50) bestimmt.

4. Gesamtwuchsleistung. Diese ist gemäß Gleichung (52) bestimmt. Gemäß Gleichungen (53) und (54) sind die Zuwächse abgeleitet, und zwar der laufende Gesamtwuchs und der durchschnittliche jährliche Gesamtwuchs.

Die Parameter aller angeführten Funktionen sind aus dem Untersuchungsmaterial der Versuchsflächen abgeleitet und die ganzen Ertragstafeln wurden aufgrund der angegebenen Funktionen mit Hilfe eines Computers erarbeitet.

Ertragstafeln; mathematische Modelle; Wachstumsfunktionen

HALAJ, J. — PÁNEK, F. — PETRÁŠ, R. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Le modèle mathématique de la seconde édition des tables de production pour épicéa, sapin, chêne et hêtre*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 867-878.

Les tables de production se divisent en peuplements associé (entier), principal et éclaircies.

1. Peuplement associé. Nous avons utilisé les qualités de hauteur absolues, déterminées par la hauteur moyenne à l'âge de 100 ans. Les courbes de qualité des hauteurs sont dérivées sur la base de la fonction de croissance de Korf (1939). Elles sont déterminées par l'équation (8), qui indique la hauteur h_1 en fonction de l'âge t et la qualité q . Sur la base de la fonction de Korf sont déduites également les grandeurs de peuplement ultérieures, à savoir le diamètre moyen d_1 et le volume sur pied V_1 . L'équation (18) indique le diamètre moyen en fonction de l'âge et de la qualité et l'équation (25) le volume sur pied. Toutes les grandeurs par hectare (volume sur pied, nombre de tiges, surface terrière) sont indiquées pour trois degrés du niveau de volume sur pied (degré inférieur 1, moyen 2, supérieur 3). Cette division répond à la variabilité du volume sur pied des peuplements dans les conditions indigènes. Le nombre des tiges et la surface terrière sont définis par les équations (30) et (31). Le volume de la tige moyenne v_1 est déterminé en elles en partant de l'expression analytique des tables de volume des essences.

2. Eclaircies. Le diamètre moyen d_3 , la hauteur h_3 , le volume v_3 sont déterminés sur la base des grandeurs moyennes du peuplement associé à l'aide des indices des éclaircies, et cela de l'indice de volume I_v , de diamètre I_d , et de hauteur I_h , selon les équations (36), (37), (38). Les indices ont été examinés à partir des surfaces expérimentales en fonction de l'âge. Le nombre des tiges N_3 est déduit en tant que la différence du nombre de tiges du peuplement associé selon l'équation (43) et la surface terrière et le volume sur pied selon les équations (44) et (45).

3. Peuplement principal. Le nombre de tiges N_2 , la surface terrière G_2 et le volume sur pied V_2 ont été déduits en tant que différence de ces grandeurs du peuplement associé et éclaircies, selon les équations (46), (47), (48). Le volume de la tige moyenne a été déterminé à partir de l'équation (49) et le diamètre moyen à partir de l'équation (50).

4. Production totale. Elle est déterminée selon l'équation (52). Selon les équations (53) et (54) sont déduits les accroissements, et cela l'accroissement courant total et l'accroissement moyen total annuel.

Les paramètres de toutes les fonctions mentionnées sont déduits du matériel d'essais des surfaces expérimentales et les tables de production entières sur la base des fonctions mentionnées sur l'ordinateur.

tables de production; modèles mathématiques; fonctions de croissance

Adresy autorů:

Prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., Ing. Rudolf Petráš, CSv., Výskumný ústav lesného hospodárstva, 960 92 Zvolen
prom. mat. František Pánek, CSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

METODICKÉ ZÁSADY KONSTRUKCE RŮSTOVÝCH TABULEK BOROVICE DRUHÉHO VYDÁNÍ

J. Řehák

ŘEHÁK, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Metodické zásady konstrukce růstových tabulek borovice druhého vydání*. Lesnictví, 27, 1981 (10): 879–896.

Prvé vydání československých růstových tabulek borovice (1975) bylo založeno na zpracování výzkumných ploch, na nichž bylo uskutečněno převážně jedno měření. Pro druhé vydání (1980) již byla na 378 výzkumných plochách dvě, popř. i tři šetření. Z tohoto materiálu bylo možno konstruovat úsekové vývojové křivky, pomocí nichž byl vyhotoven nový (zpřesněný) bonitní vějíř a časový průběh dalších primárních tabulkových veličin — střední tloušťky sdruženého porostu a sdružené hektarové zásoby v objemu kmenovém s kůrou. K vyrovnání časového průběhu těchto primárních veličin (i horních výšek) bylo použito Korfovy růstové funkce; příslušné parametry jsou uvedeny v přehledových tabulkách. Tabulky druhého vydání byly vyhotoveny pro objem kmenový s kůrou, objem kmenový bez kůry, objem stromový a objem hroubí s kůrou i bez kůry. Vycházelo se při tom z požadavku, aby objem středního kmene v dalších uvedených objemových jednotkách byl odvozen v závislosti na objemu středního kmene základní jednotky (na objemu kmenovém s kůrou). Pro tyto vztahy byly vyšetřeny analytické výrazy; k výpočtům bylo použito Hubačových rovnic ke konstrukci objemových tabulek pro všechny měrné jednotky borovice (popř. Korsuňovy rovnice pro závislost objemu stromového na objemu kmenovém bez kůry).

biometrie lesnická; růstové tabulky; dendrometrie

Růstové tabulky borovice prvního vydání, které byly sestaveny roku 1975 v rámci prací na vyhotovení československých růstových tabulek pro hlavní dřeviny, měly charakter prozatímních tabulek a nebyly ještě určeny k zavedení do praxe hospodářské úpravy lesů a lesního provozu. V období 1975 až 1978 se jejich rozbořem zabývala vědeckovýzkumná pracoviště a organizace pověřené hospodářskou úpravou lesů. Na podkladě připomínek (k metodice, základním koncepcím konstrukce, k postupům použitým při vyhotovení tabulek, k náplni i k možnostem používání v praxi) doporučila Komise pro československé růstové tabulky určité úpravy a sjednocení metodik na obou pracovištích (VÚLH Zvolen a VLÚ Kostelec n. Č. lesy), kterým bylo svěřeno vypracování prvních růstových tabulek ČSSR.

Podkladem k novému vyhodnocení empirického materiálu pro sestavení růstových tabulek borovice druhého vydání byly údaje ze 502 výzkumných ploch, na nichž se uskutečnilo 1016 výchozích a opakovaných měření. Na 136 výzkumných plochách (tj. na 27 % z celkového počtu ploch) byla k dispozici již tři měření (40 % z úhrnného počtu výchozích a opakovaných měření); na 242 plochách (48 % z celkového počtu ploch a 48 % z počtu měření) byla provedena dvě měření; zbývajících 124 ploch (25 % z počtu ploch a 12 % z počtu měření) bylo založeno v posledním období, takže na nich mohlo být vykonáno pouze jedno (výchozí) šetření.

Z celkového počtu zpracovaných výzkumných ploch připadá na ČSR 429 (85 %), na SSR 73 (15 %) ploch.

Nejvíce byly zastoupeny výzkumné plochy založené v porostech na stanovištích řady kyselé, a to 61,4 % (z toho edafická kategorie M vykazuje účast 31,5 %, kategorie K 29,9 %); na stanoviště řady oglejené a podmačené (P, Q, O a G) připadá 15,4 %; na živná stanoviště 8,8 %; typologicky nezařazeno zůstalo 9,4 % a na zbytku ploch (5 %) se podílí ostatní méně zastoupená stanoviště. Toto rozmístění výzkumných ploch v podstatě odpovídá rozšíření borovice v našich růstových podmínkách a je tedy možno je považovat za reprezentativní.

V rámci úkolu základního výzkumu (VI-5-5-1/2 Rozbor růstových procesů stejnověkých nesmíšených porostů borovice) byl pro druhé vydání růstových tabulek borovice znovu zkonstruován bonitní vějíř (svazek vývojových křivek středních výšek sdruženého porostu) pro vytvoření systému absolutních výškových bonit.

Zatímco pro první vydání růstových tabulek (1975) byla k dispozici převážně jen první měření na výzkumných plochách, bylo možno na rozšířeném empirickém materiálu pro druhé vydání, kde již na 75 % výzkumných ploch se uskutečnilo opakované měření (druhé, popř. i třetí šetření) získat představu o vývojovém trendu jednotlivých porostních veličin, tedy i střední výšky sdruženého porostu. Na podkladě grafického znázornění výškových údajů bylo možno spojením dvou (popř. tří) postupných hodnot středních výšek (v 5letých intervalech) odvodit úsekové výškové vývojové křivky pro jednotlivé výzkumné plochy, které však vykazovaly podstatně odchýlnou tendenci, než jakou sledovaly výškové křivky bonitního vějíře tabulek prvního vydání.

Při konstrukci bonitního vějíře růstových tabulek I. vydání došlo k určité deformaci svazku výškových křivek v důsledku toho, že empirický materiál byl u jednotlivých ekologických kategorií nestejněměrně zastoupen podle věkových stupňů. U bohatších stanovišť (na lepších bonitách) bylo dostatek materiálu v nejmladších věkových stupních (porosty kolem 20–35 let už jsou tak vývojově vyspělé, že bylo možno bez obtíží na nich umístit výzkumné plochy), ale chyběly zde plochy ve starších porostech, které jsou již ve věku 70–80 let rozpracovány k obnově a nevyhovují podmínkám pro založení výzkumné plochy pro konstrukci růstových tabulek. U porostů na chudých stanovištích zase chyběly plochy v porostech mladších věkových stupňů, zato byly k dispozici velmi staré nerozpracované porosty — až do 145 let. Tímto rozložením empirického materiálu byl pak usměrněn odvozený průběh střední vývojové křivky, zpočátku příliš strmý, ve vysokém věku značně zploštělý.

Když byly odvozeny úsekové výškové vývojové křivky a proveden rozbor příčin deformace bonitního vějíře, ukázalo se jako nezbytné zkonstruovat znovu svazek výškových vývojových křivek (pro bonitační veličinu — střední výšku sdruženého porostu), který by co nejpřiléhavěji sledoval převážný vývojový trend. Vyšlo se tedy z časového průběhu základních výškových křivek (střední, horní a dolní obalové křivky), které byly vyšetřeny graficko-početně a vyrovnány v závislosti na věku Korfovou růstovou funkcí. Z parametrů této funkce (A , k , n) byly pak vypočteny hodnoty střední výšky sdruženého porostu a jejího běžného přírůstu ve 100 letech pro tři základní křivky. Podle metody navržené a publikované J. Rodem byly pak hodnoty výškových přírůstů ve 100 letech vyrovnány v závislosti na výškách ve 100 letech pomocí lineární regrese

$$h'_{sdr}(100) = 3,523586 \cdot 10^{-3} \cdot h_{sdr}(100) + 3,36927 \cdot 10^{-2}. \quad (1)$$

Z této rovnice byly vypočteny hodnoty běžných výškových přírůstů pro absolutní výškové bonity, odstupňované po 2metrových intervalech střední výšky sdruženého porostu ve 100 letech (v rozpětí od 12 do 34 m, které charakterizuje rozsah absolutních výškových bonit — AVB — borovice).

Průběh parametru n (Korfovy růstové funkce) byl vyrovnán z údajů vyšetřených pro tři základní křivky, a to pomocí dvoupřímkové (alometrické) funkce v závislosti na výškovém přírůstu ve 100 letech

$$n = 1,096048 \cdot h_{sdr}(100)^{-0,2158813} \quad (2)$$

(Stejné výsledky byly získány při kontrolním vyrovnání tohoto parametru v závislosti na střední výšce ve 100 letech.)

Parametr k byl vypočten z Korfovy rovnice pro růstovou intenzitu

$$\alpha = \frac{h'}{h} = \frac{k}{t^n} \quad \text{a z ní} \quad k = \frac{t^n \cdot h'}{h} \quad (3)$$

(Pomocí parametrů n a k , které určují polohu inflexního bodu růstové křivky, lze pak vyšetřit věk, v němž kulminuje běžný a průměrný výškový přírůst — t_1 a t_2 — a rovněž hodnotu kritéria přizpůsobivosti τ .)

Parametr A byl vypočten ze základní rovnice Korfovy růstové funkce (po jednoduché úpravě)

$$A = \frac{h}{\exp \frac{k \cdot t^{1-n}}{1-n}} \quad (4)$$

Vypočtením parametrů A , k , n pro příslušné střední výšky sdruženého porostu ve 100 letech, charakterizující absolutní výškové bonity, byly pak definovány křivky výškového bonitního vějíře.

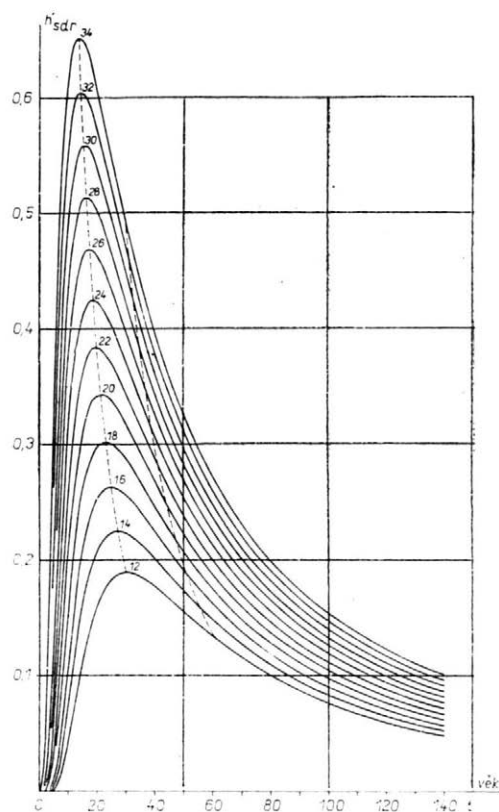
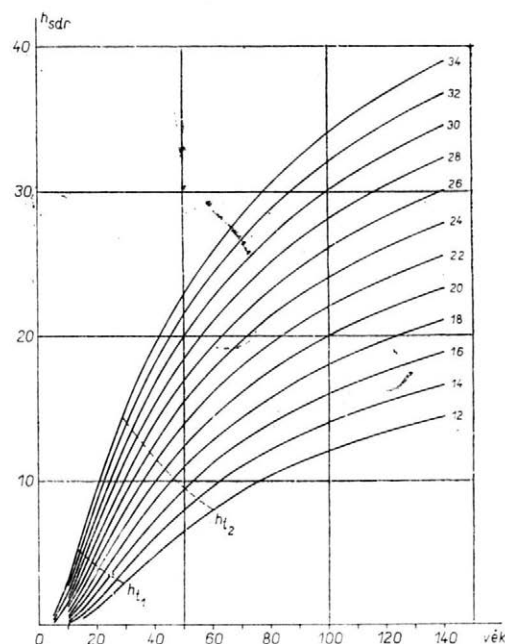
Ke konstrukci svazku vývojových křivek horní výšky (tj. průměrné výšky pro 10 % nejtlustších stromů v porostu, která slouží jako pomocná bonitační veličina) bylo použito rovněž Korfovy růstové funkce. Příslušné parametry jsou uvedeny v tabulce II.

Z porovnání údajů v tabulce I a II vyplývá, že kulminace běžného přírůstu horní výšky nastává o 1,6 až 2,4 roku dříve než u střední výšky; průměrný přírůst pak kulminuje o 4,3 až 5,1 roku dříve. Rozdíl se zvětšuje od bonity 12 do bonity 34.

Po vytvoření bonitního vějíře (svazku vývojových křivek střední výšky sdruženého porostu) byly zpracovávány výzkumné plochy, resp. jednotlivá měření na nich, zaříděny do absolutních výškových bonit. Pak bylo možno také údaje o středních výčetních tloušťkách sdruženého porostu zařadit do příslušných bonit a rozdělit podle věku. V souladu s metodikou konstrukce růstových tabulek druhého vydání bylo třeba také časový průběh

I. Parametry Korfovy růstové funkce pro střední výšky sdruženého porostu. — The parameters of Korf's growth function for the mean heights of the stand before thinnings

AVB	A	k	n	t_1	t_2
12	24,027164	42,203227	1,9119261	29,8	60,6
14	27,557685	33,449909	1,8756628	26,8	55,1
16	31,199361	27,313879	1,8429616	24,5	50,6
18	34,94665	22,829103	1,8132326	22,5	46,8
20	38,796906	19,441265	1,7860176	20,8	43,6
22	42,749117	16,812644	1,7609545	19,4	40,8
24	46,803321	14,727365	1,7377516	18,1	38,3
26	50,960127	13,041933	1,7161719	17,0	36,1
28	55,220614	11,657772	1,6960199	16,0	34,1
30	59,586327	10,505239	1,6771319	15,0	32,2
32	64,058956	9,5339548	1,6593707	14,2	30,6
34	68,640468	8,7066944	1,6426197	13,4	29,0



1. Svazek vývojových křivek středních výšek sruženého porostu (bonitní vějíř). — A pencil of the curves of development of the mean heights of the stand before thinnings (a pencil of evaluating curves)

2. Časový průběh běžného přírůstu středních výšek sruženého porostu. — The time course of the current increment of the mean heights of the stand before thinnings

II. Parametry Korfovy růstové funkce pro horní výšky. — The parameters of Korf's growth function for dominant heights

AVB	A	k	n	t_1	t_2
12	24,713296	56,566648	2,0011027	28,2	56,3
14	27,73638	43,24633	1,9600424	25,1	50,6
16	30,719067	33,719067	1,9189665	22,6	46,0
18	34,196878	26,735841	1,8785495	20,5	42,1
20	37,686015	21,515917	1,8389941	18,8	38,8
22	41,38846	17,544345	1,800496	17,2	35,8
24	45,06555	14,985599	1,7708993	16,0	33,5
26	49,145086	12,648457	1,7374311	14,8	31,2
28	53,459277	10,811868	1,7059222	13,7	29,1
30	58,054536	9,3348485	1,6759077	12,7	27,2
32	62,906787	8,1567389	1,6480252	11,8	25,5
34	68,053943	7,1951693	1,6218128	11,0	23,9

střední tloušťky odvodit pomocí Korfovy růstové funkce podle jednotlivých bonit. Vzhledem k nedostatku údajů z porostů nejmladších věkových stupňů, zvláště u horších bonit (popř. i ploch ze starých porostů na vyšších bonitách) setkala se přímé vyrovnání empirických hodnot se značnými obtížemi. Proto byly nejprve střední tloušťky vyrovnány (podle bonit) v závislosti na středních výškách, a to pomocí alometrické funkce

$$d_{sdr} = a \cdot h_{sdr}^b, \quad (5)$$

kteřá tento vztah velice dobře interpretuje. Teprve potom byly (upravené a značně rozšířené) hodnoty středních výšek vyrovnány podle bonit v závislosti na věku pomocí Korfovy růstové funkce. Z takto získaných parametrů (A , k , n) již bylo možno vytvořit příslušný svazek tloušťkových vývojových křivek.

Z dalších rozborů vyplynulo, že střední výčetní tloušťky sruženého porostu ve 100 letech jsou lineárně závislé na středních výškách sruženého porostu ve 100 letech a že je tedy možno tento vztah vyrovnat regresní přímkou

$$d_{sdr(100)} = 1,0311789 \cdot h_{sdr(100)} + 2,6796741 \quad (6)$$

$$(r = 0,99866; \quad s^2 = 0,0761022).$$

V závislosti na střední tloušťce ve 100 letech byl dále vyrovnán příslušný tloušťkový přírůst ve 100 letech, a to rovněž pomocí lineární regrese

$$d'_{sdr(100)} = 0,00357554 \cdot d_{sdr(100)} + 0,076251. \quad (7)$$

Z předběžně vyšetřených hodnot parametru n byl pak jeho průběh vyrovnán v závislosti na střední tloušťce ve 100 letech. K vyrovnání bylo použito alometrické funkce v logaritmickém tvaru

$$\log n = 0,4781965 - 0,1670848 \cdot \log d_{sdr(100)} \quad (8)$$

$$(r = 0,998944; \quad s^2 = 0,0000005),$$

III. Parametry Korfovy růstové funkce pro střední tloušťky sruženého porostu. — The parameters of Korf's growth function for the mean diameters of the stand before thinnings

AVB	A	k	n	t ₁	t ₂
12	38,83558	57,548282	1,9117433	41,9	85,2
14	43,026249	44,367999	1,8711686	37,9	77,7
16	47,328921	35,472418	1,8359357	34,5	71,5
18	51,736417	29,172332	1,8048705	31,7	66,1
20	56,24464	24,536696	1,7771411	29,3	61,4
22	60,851154	21,018441	1,7521383	27,2	57,3
24	65,554788	18,278979	1,7294027	25,3	53,7
26	70,354947	16,099555	1,70858	23,7	50,5
28	75,251533	14,333656	1,6893913	22,2	47,6
30	80,244827	12,88012	1,6716135	20,9	44,9
32	85,335433	11,667231	1,6550653	19,7	42,5
34	90,52411	10,642936	1,639976	18,6	40,3

po odlogaritmování

$$n = 3,0074364 \cdot d_{sdr(100)}^{-0,1670848}$$

Parametry k a A pro střední tloušťky sdruženého porostu podle bonit byly vypočteny stejným způsobem jako pro střední výšky sdruženého porostu; jsou sestaveny v tabulce III (kde jsou též uvedeny parametry n a věky kulminace přírůstů — t_1, t_2).

Hodnoty hektarové zásoby sdruženého porostu (v objemu kmenovém s kůrou) byly nejprve z údajů naměřených na výzkumných plochách přepočteny na plné zakmenění po předchozím prověření odhadnutého zakmenění podle jednotné metodiky). Takto upravený empirický materiál byl roztržěn do bonit a věkových stupňů a časový průběh zásob sdruženého porostu vyrovnán Korfovou růstovou funkcí. Ze získaných parametrů byly vypočteny zásoby a její přírůsty ve 100 letech (a odpovídající věky kulminace i průměrného přírůstu podle bonit a hodnoty kritéria τ).

Závislost hektarové zásoby sdruženého porostu ve 100 letech na střední výšce sdruženého porostu ve 100 letech se projevila jako lineární a byla pro ni vyšetřena rovnice

$$V_{sdr \text{ km s. k. } (100)} = 22,027958 \cdot h_{sdr(100)} - 78,701168 \quad (9)$$

$$(r = 0,99991; s^2 = 3,997679) .$$

Lineární je také závislost běžného přírůstu sdružené zásoby ve 100 letech na sdružené zásobě ve 100 letech; lineární regrese má tvar

$$V'_{sdr \text{ km s. k. } (100)} = 0,00383 \cdot V_{sdr \text{ km s. k. }} + 1,115054 \quad (10)$$

$$(r = 0,99949; s^2 = 0,0003486) .$$

Hodnoty parametru n pro jednotlivé bonity byly vyrovnány alometrickou funkcí (v logaritmickém tvaru) v závislosti na běžném přírůstu sdružené zásoby ve 100 letech

$$\log n = 0,396159 - 0,2445071 \cdot \log V'_{sdr(100)} \quad (11)$$

$$(r = 0,99658; s^2 = 0,0000037),$$

po odlogaritmování

$$n = 2,489768 \cdot V'^{-0,2445071}_{sdr(100)}$$

Parametr k byl v tomto případě odvozen z Korfových rovnic pro stanovení doby kulminace běžného (popř. kontrolně i průměrného) přírůstu

$$t_1 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}} \quad \text{nebo} \quad t_2 = \sqrt[n-1]{k} ,$$

jejichž předběžně vyšetřené hodnoty byly vyrovnány dvouparametrovou mocninovou funkcí v závislosti na střední výšce sdruženého porostu ve 100 letech.

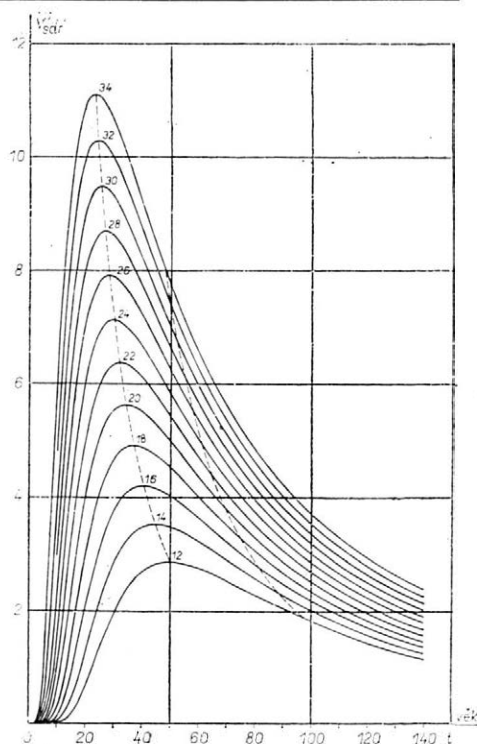
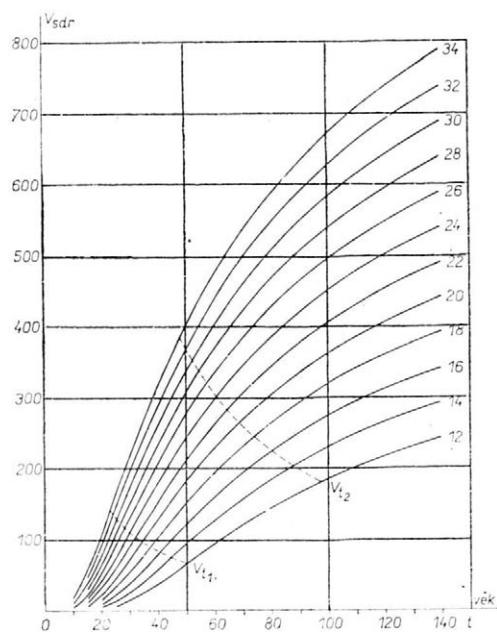
A konečně parametr A byl odvozen stejným způsobem, jako tomu bylo u střední výšky (a střední tloušťky) ze základní rovnice Korfovy růstové funkce, z vyrovnaných hodnot běžného přírůstu zásoby sdruženého porostu ve 100 letech a z parametrů k a n . Tabulka IV obsahuje přehled vyrovnaných parametrů.

Zásobové úrovně byly stanoveny podle jednotné metodiky, a to podle závislosti hektarové výčetní základny na střední výčetní tloušťce (sdružené zásoby) a jejich vymezení znázorňuje graf na obr. 5.

Objem středního kmene sdruženého porostu v základní objemové jednotce, tj. v objemu kmenovém s kůrou, byl vypočten z vyrovnaných tlouštěk a výšek pro jednotlivé bonity a věkové stupně podle analytického výrazu odvozeného Kl. Hubáčem (VŠLD Zvolen) podle Korsuňových rovnic.

IV. Parametry Korfovy růstové funkce pro hektarové zásoby sdruženého porostu (objem kmenový s kůrou). — The parameters of Korf's growth function for per-hectare growing stocks of the stand before thinnings (stem volume outside bark)

AVB	A	k	n	t_1	t_2
12	432,22208	192,7731	2,1489104	50,1	97,5
14	503,62348	139,1328	2,1029709	44,7	87,8
16	576,43766	105,0013	2,06163	40,5	80,1
18	650,97135	82,05975	2,0241191	37,2	74,0
20	727,39658	65,95437	1,9898425	34,4	68,9
22	805,83352	54,24147	1,9583296	32,0	64,5
24	886,3815	45,46999	1,9292029	30,0	60,8
26	969,1296	38,73733	1,9021552	28,2	57,6
28	1054,1681	33,4598	1,8769333	26,7	54,8
30	1141,5849	29,24716	1,8533263	25,4	52,2
32	1231,4752	25,83102	1,8311568	24,1	50,0
34	1323,9332	23,02208	1,8102744	23,1	48,0



3. Hektarová zásoba sdruženého porostu, objem kmenový s kůrou (střední zásobová úroveň). — The per-hectare growing stock of the stand before thinnings, stem volume outside bark (the mean level of the growing stock)

4. Časový průběh běžného přírůstu zásoby sdruženého porostu, objem kmenový s kůrou (střední zásobová úroveň). — The time course of the current increment of the stand before thinnings, stem volume outside bark (the mean level of the growing stock)

Počet stromů sdruženého porostu byl vypočten tak, že zásoba sdruženého porostu (v objemu kmenovém s kůrou) byla vydělena příslušným objemem středního kmene. Vzhledem k tomu, že bylo použito vyrovnaných údajů všech veličin, které do tohoto výpočtu vstupují, jsou také údaje pro počet stromů (v bonitách a věkových stupních) již vyrovnané.

Růstové tabulky pro hlavní dřeviny ČSSR prvního vydání (1975) byly sestaveny pouze pro jednu měrnou jednotku, a to objem kmenový s kůrou. Pracoviště hospodářské úpravy lesů i lesní provoz však potřebují tabulky s údaji i pro další měrné jednotky — pro objem kmenový bez kůry, objem stromový a objem hroubí s kůrou i bez kůry (který je v současné praxi především používán). Z toho vyplynul požadavek vyhotovit růstové tabulky borovice druhého vydání také v těchto objemových jednotkách. Objem kmenový s kůrou zůstává i zde základní měrnou jednotkou; pro ostatní objemové jednotky byly tabulkové údaje získány tak, že objemy středního kmene pro tyto objemové jednotky byly odvozeny v závislosti na objemu středního kmene jednotky základní ($v_{km\ s\ k.}$).

K sestrojení objemových (hmotových) tabulek borovice vyhotovil Kl. Hubač (na podkladě Korsuňových rovnic) analytické výrazy diferencované pro objem kmenový s kůrou, objem kmenový bez kůry a pro hroubí s kůrou i bez kůry. Pro vyšetření závislosti objemu kmenového bez kůry na objemu kmenovém s kůrou byly podle příslušných vzorců z velkého počtu dvojic vstupních veličin — výčetní tloušťky a výšky — vypočteny objemy v obou těchto jednotkách a hledaný vztah odvozen vyrovnáním získaných údajů pomocí dvoupřímkové mocninové funkce v logaritmickém tvaru

$$\log v_{km\ b. k.} = 1,0193315 \log v_{km\ s\ k.} - 0,0411074 \quad (12)$$

$$(r = 1,00; s^2 = -2,0 \cdot 10^{-11},$$

kterou lze také napsat jako

$$v_{km\ b. k.} = 0,9096882 \cdot v_{km\ s\ k.}^{1,0193315}.$$

Hodnoty korelačního koeficientu i rozptylu prokazují, že se jedná o funkční vztah, což vyplývá z toho, jak byly výrazy Hubačem konstruovány.

Pro odvození objemu stromového v závislosti na objemu kmenovém bez kůry publikoval Korsuň (1962) vzorec

$$v_{str} = 1,3555 \cdot v_{km\ b. k.}^{0,980025} \quad (13)$$

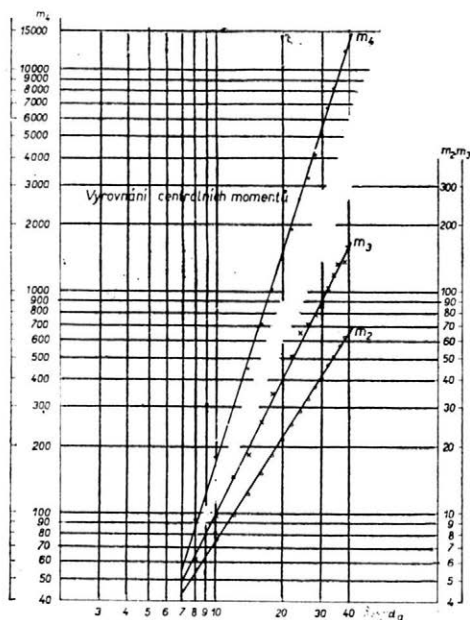
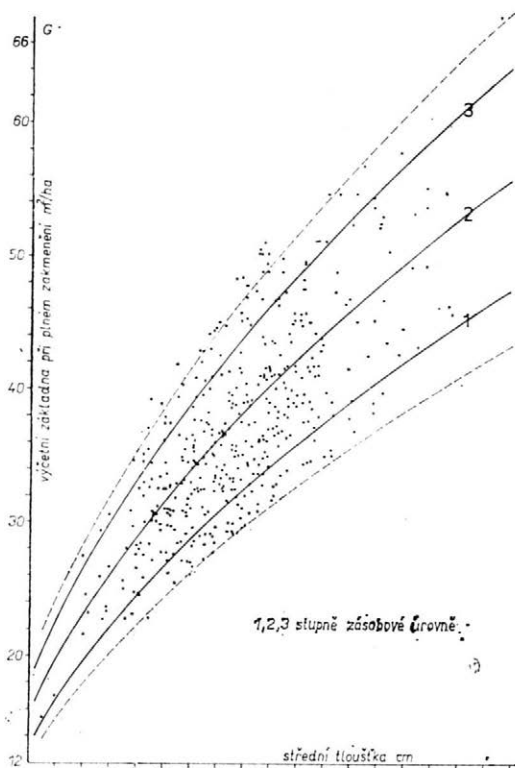
Dosadí-li se do tohoto výrazu za objem kmenový bez kůry rovnice vyjadřující jeho závislost na objemu s kůrou (12), dostane se hledaný vztah, tj.

$$\begin{aligned} v_{str} &= 1,3555 \left(0,9096882 \cdot v_{km\ s\ k.}^{1,0193315} \right)^{0,980025} = \\ &= 1,2354162 \cdot v_{km\ s\ k.}^{0,998970} \end{aligned} \quad (13/1)$$

Růstové tabulky borovice pro objem kmenový bez kůry a stejně i pro objem stromový byly tedy přepočteny z tabulek pro základní jednotku (objem kmenový s kůrou) tak, že příslušný objem středního kmene (pro jednotlivé bonity a věkové stupně) se odvodil ze závislosti na objemu středního kmene v objemu kmenovém s kůrou podle rovnic (12), popř. (13); hektarové údaje (zásoby sdruženého, hlavního i podružného porostu a příslušné přírůsty) byly získány vynásobením příslušným počtem stromů.

Poněkud složitější bylo odvození objemu středního kmene hroubí (s kůrou a bez kůry) v závislosti na objemu středního kmene v základní měrné jednotce (na objemu kmenovém s kůrou).

Z Hubačových výrazů pro stanovení objemu stromů v objemu hroubí s kůrou (a bez



5. Zásobové úrovně borovice. Závislost hektarové výčetní základny sdruženého porostu na střední tloušťce sdruženého porostu. — The levels of pine growing stock. A dependence of the per-hectare basal area on the mean diameter of the stand before thinnings

6. Vyrovnání centrálních momentů Pearsonova rozdělení (m_2 , m_3 a m_4) v závislosti na střední výčetní tloušťce. — A smoothing of the central moments of Pearson's distribution (m_2 , m_3 and m_4) in dependence on the mean d. b. h.

kůry) se dá rovněž jednoduchým způsobem vyšetřit závislost objemu hroubí na objemu kmenovém, kterou definuje pro tento účel odvozená lineární regrese

$$v_{7 \text{ s k.}} = 1,0012594 \cdot v_{\text{km s k.}} - 0,00617 \quad (14)$$

Tento vztah však platí pouze tehdy, jde-li o jeden strom, popř. o objem středního kmene v porostu, v němž již všechny stromy dosáhly výčetní tloušťky 7 cm ($d_{1,3} \geq 7$ cm). Aby bylo možno odvodit hledanou závislost i pro případy, kdy určitá část stromů v porostu do této dimenze ještě nedorostla, byl zvolen tento postup. Pomocí Pearsonova rozdělení (I. typu) byly z dosti rozsáhlého empirického materiálu (Halaj 1957) vypočteny křivky relativních tloušťkových četností (v ‰) a bylo zjištěno, že při střední výčetní tloušťce cca 21,5 cm již všechny stromy v porostu vykazují dimenzi hroubí; při střední tloušťce kolem 3 cm ještě žádný strom v porostu nemá výčetní tloušťku 7 cm. V uvedeném rozpětí středních tloušťek se postupně podíl počtu stromů spadajících do hroubí stále zvětšuje (od 0 do 1000 ‰).

Má-li být zjištěn objem středního kmene hroubí u porostů se střední tloušťkou ve vyšetřeném intervalu střední tloušťky (od 3 do 21,5 cm), nelze k jeho výpočtu ze vstupních veličin (střední porostní tloušťky a výšky) použít Hubačova výrazu pro stanovení

V. Koeficienty rovnic regresních přímek pro závislost objemu středního kmene hroubí s kůrou na středním kmeni v objemu kmenovém s kůrou. — The coefficients of the equations of regression lines for a dependence of the volume of derbholz mean stem outside bark on mean stem in stem volume outside bark

AVB	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>r</i>	<i>s</i> ²
12	1,0058471	−0,0063787		
14	1,005103	−0,0063107		
16	1,0049179	−0,0062492	0,9999999	1,371 · 10 ^{−11}
18	1,0038497	−0,0061733	0,9999999	1,623 · 10 ^{−10}
20	1,0032661	−0,0062014	0,9999999	9,499 · 10 ^{−10}
22	1,0027185	−0,0061614	0,9999999	2,521 · 10 ^{−9}
24	1,0021843	−0,0060256	0,9999999	3,663 · 10 ^{−9}
26	1,0019128	−0,0060326	0,9999999	9,215 · 10 ^{−9}
28	1,0016894	−0,0059238	0,9999988	3,000 · 10 ^{−7}
30	1,001476	−0,0060125	0,9999999	3,027 · 10 ^{−8}
32	1,0012837	−0,0059606	0,9999999	4,384 · 10 ^{−8}
34	1,0011358	−0,0059332	0,9999999	6,350 · 10 ^{−8}

objemu hroubí, ani přepočtu z objemu kmenového podle vzorce (14). Platí-li však tento lineární vztah, který lze aplikovat od střední výčetní tloušťky 21,5 cm (kde již všechny stromy dosáhly dimenze hroubí), měl by platit i pro porosty o menší střední výčetní tloušťce (a to počínaje střední tloušťkou větší než 3 cm). Na tomto předpokladu bylo založeno jedno z alternativních řešení k odvození objemu středního kmene hroubí.

Vzhledem k tomu, že u jednotlivých bonit přísluší též střední tloušťce jiná střední výška, bylo třeba odvodit vzájemný vztah mezi objemem středního kmene hroubí (s kůrou) a objemem středního kmene v objemu kmenovém s kůrou diferencovaně podle bonit.

K vyrovnaným hodnotám příslušných dvojic střední výčetní tloušťky (počínaje od 21,5 cm) a odpovídající střední výšky byly pro každou bonitu vypočteny podle Hubačových výrazů objemy středního kmene hroubí (s k.) a středního kmene v objemu kmenovém (s k.). Jejich vzájemný vztah byl interpretován pomocí lineární regrese; parametry získaných rovnic jsou uvedeny v tabulce V.

Za předpokladu, že linearita vztahů platí i mimo rámec vyrovnávaných údajů (tj. při středních tloušťkách menších než 21,5 cm), lze odvozených výrazů použít k extrapolaci do nižších věkových stupňů. S klesající bonitou se však zmenšuje počet věkových stupňů, u nichž střední tloušťka vykazuje hodnotu 21,5 cm a větší; u bonit 12 a 14 pak ani v nejvyšším věku se takové střední tloušťky již nevyskytují, a tak bylo nutno parametry regresních přímek získat z vyrovnání obou konstant odvozených pro ostatní bonity (alometrickými funkcemi).

Pro výpočet objemu středního kmene hroubí bez kůry v závislosti na objemu středního kmene hroubí s kůrou bylo použito Korsuňova vzorce

$$v_{7 \text{ b. k.}} = 0,9098 \cdot v_{7 \text{ s k.}}^{1,0192} \quad (15)$$

(Tento vztah mezi objemem hroubí s kůrou a objemem bez kůry platí i pro objem kmenový a byl ověřen jak na příslušných rovnicích Hubačových, tak i na tabulkách pro objem kmenový s kůrou — Korsuň 1966 (Lesprojekt).)

Druhé alternativní řešení konstrukce růstových tabulek pro objem hroubí (s kůrou a bez kůry) vychází z těchto úvah:

1. Při průměrkování porostů ke stanovení zásoby hroubí se měří pouze stromy, které již dosáhly výčetní tloušťky 7 cm (s kůrou). V případě, že se v porostu vyskytují ještě stromy s menší tloušťkou, nejsou do průměrkování zahrnuty a jejich počet se nezachycuje. Počet stromů s dimenzí hroubí je pak menší než celkový počet stromů v porostu.

2. Střední výčetní tloušťka porostní složky, která je zahrnuta do zásoby hroubí, je vždy větší než 7 cm (tedy vždy větší než střední tloušťka odpovídající všem stromům v porostu, tj. včetně těch, které mají výčetní tloušťku menší než 7 cm).

3. Také střední porostní výška příslušející souboru stromů s výčetní tloušťkou větší než 7 cm musí být v takovém případě větší než střední výška odvozená z celkového počtu stromů (tedy včetně těch, které nedosáhly dimenze hroubí).

Při vyšetření počtu stromů hroubí (majících $d_{1,3} \geq 7$ cm) se vycházelo z relativního rozdělení tloušťkových četností, které závisí na střední porostní tloušťce (bez ohledu na věk a bonitu). Podkladem byly údaje publikované J. Halajem (1957), který pro borovici uvádí relativní počty stromů připadající na střední tloušťky odstupňované po 2 cm intervalech od 8 do 40 cm, a to ve třech variantách rozpětí frekvenčních křivek. Bylo použito středních údajů (P 2), které jsou tabelovány u všech středních tloušťek v uvedeném rozpětí (zatímco pro varianty P 1 a P 3 jen u některých tloušťek). Na těchto modelových porostech byly vypočteny všechny hodnoty potřebné k vyšetření Pearsonova rozdělení (I. typu), především údaje o centrálních momentech: $m_1 (= \bar{d})$, $m_2 (= s^2)$, $m_3 (= A)$, $m_4 (= E)$ a další charakteristiky (k , μ_1 , μ_2 , a_1 , a_2 , P_0 , a_1 , a_2).

Podrobný rozbor získaných údajů ukázal, že všechny centrální momenty lze vyrovnat v závislosti na střední tloušťce, a to podle rovnic:

$$m_1 = 0,9843317 \cdot d_g - 0,2331247 \quad (16)$$

$$(r = 0,99999; \quad s^2 = 0,0000206)$$

$$\log m_2 = 1,5568952 \cdot \log d_g - 0,6791866 \quad (17)$$

$$(r = 0,99907; \quad s^2 = 0,0001919)$$

$$\text{nebo } m_2 = 0,2093213 \cdot d_g^{1,5568952}$$

$$\log m_3 = 2,0124386 \cdot \log d_g - 1,009416 \quad (18)$$

$$(r = 0,99877; \quad s^2 = 0,0004252)$$

$$\text{nebo } m_3 = 0,0978552 \cdot d_g^{2,0124386}$$

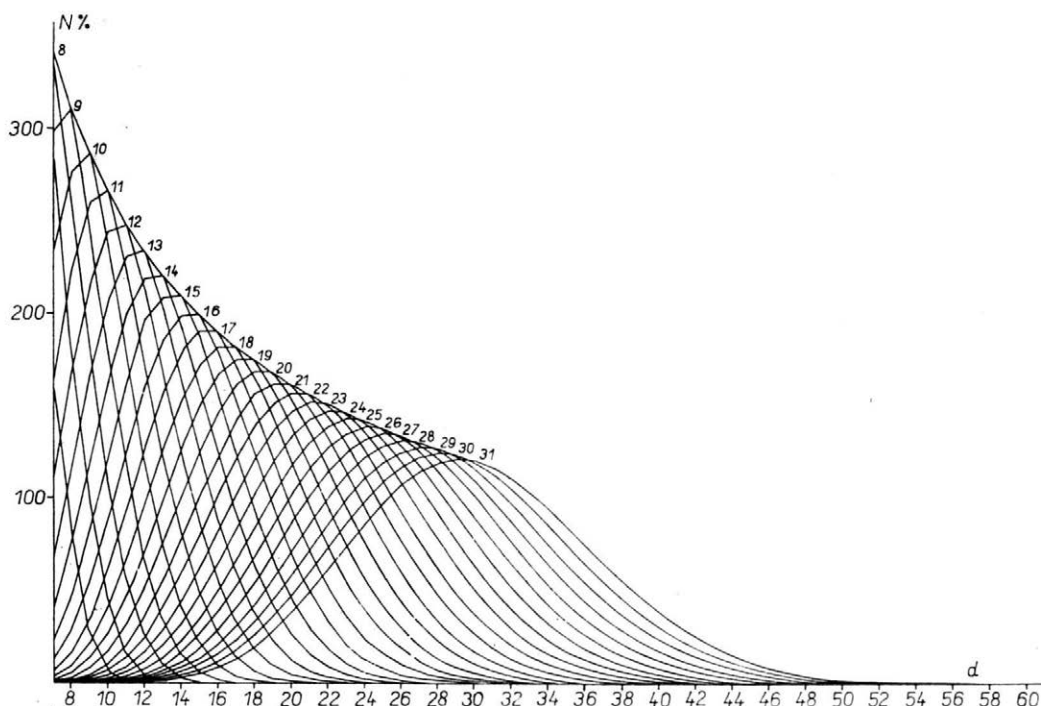
$$\log m_4 = 3,1421876 \cdot \log d_g - 0,9051961 \quad (19)$$

$$(r = 0,99904; \quad s^2 = 0,0008104)$$

$$\text{nebo } m_4 = 0,1243953 \cdot d_g^{3,1421876}$$

Empirické hodnoty momentů m_2 , m_3 a m_4 a vyrovnávací regresní čáry (v logaritmickém znázornění přímky) jsou zachyceny na grafu 6.

Z rovnic pro výpočet vyrovnaných centrálních momentů byly vypočteny (ve Výpočetním ústavu VŠZ v Suchdole) příslušné hodnoty Pearsonova rozdělení I. typu pro střední tloušťky od 2 do 40 cm, a to v intervalech odstupňovaných po 0,1 cm střední tloušťky. Z výsledných tabelogramů vyplývá, že až do střední tloušťky 3 cm nedosahuje žádný strom dimenze $d_{1,3} = 7$ cm. Teprve pro tuto střední tloušťku se objevuje první údaj o relativním zastoupení počtu stromů hroubí, a to 0,001 0/00. U rozdělení četností



7. Relativní rozdělení tloušťkových četností. — The relative distribution of diameter frequencies

pro střední výčetní tloušťku 3,1 cm je podíl počtu stromů hroubí (N_7) 0,05448 ‰ (tzn., že na cca 20 000 stromů na 1 ha by připadl jeden strom s tloušťkou 7 cm; střední výčetní tloušťka hroubí by pak byla také 7 cm). Potom relativní počet stromů hroubí stoupá, nejprve velice zvolna, později stále strměji a nakonec zase povlovněji, po křivce tvaru protáhlého písmene S. Až konečně při střední tloušťce 21,5 cm dosáhne relativní zastoupení počtu stromů hroubí hodnoty 1000 ‰, tedy všechny stromy v porostu již mají dimenzi hroubí. (Tohoto poznatku bylo využito i při prvním, výše popsaném řešení.) Při zaokrouhlení na celá promile to nastane již při střední tloušťce 18,8 cm, u níž podíl počtu stromů hroubí činí již 999,506 ‰ (což postačí k praktickému použití).

Graf na obr. 7 znázorňuje polygony relativních tloušťkových četností vyrovnané podle Pearsonova rozdělení pro střední tloušťky odstupňované po 1 cm od 8 do 31 cm.

Dále bylo třeba vyšetřit hodnoty středních tlouštěk hroubí (d_7 s k.) a odvodit jejich závislost na střední tloušťce příslušející střednímu kmeni v objemu kmenovém (d_{km} s k.). K tomu bylo použito vyrovnaných polygonů relativního rozdělení tloušťkových četností, a to pro střední tloušťky od 3,1 do 18,8 cm. K jednotlivým tloušťkám a odpovídajícím výškám (převzatým z Halajových JVK) byly vypočteny objemy jednotlivých stromů jako objem kmenový (s k.) a hroubí (s k.) a vynásobeny příslušným podílem počtu stromů. Součtem výsledných údajů (pro jednotlivé stupně středních tlouštěk) byla získána zásoba kmenová a hroubí modelových porostů o 1000 stromech; z těch pak vypočten objem středního kmene hroubí a středního kmene v objemové jednotce kmenové (s k.). K těmto středním kmenům byly pak vyšetřeny příslušné dvojice středních tlouštěk (d_{km} a d_7) potřebné k odvození hledané závislosti. (Současně byly získány i hodnoty odpovídajících výšek, h_{km} a h_7 , které byly využity v další etapě řešení.)

Z těchto podkladů byla stanovena rovnice přímky procházející bodem 3/7 a bodem 18,8/18,8 (kde první souřadnice představuje d_{km} a druhá d_7) a vypočteny difference odpovídajících údajů (pro d_7/d_{km}) od příslušné hodnoty na této přímce, jak je znázorněno v horní části grafu 8. Výsledné údaje byly vyrovnány polynommem 4. stupně. Z tohoto polynomu a příslušné přímky byl pak odvozen další polynom, vyjadřující již závislost střední tloušťky hroubí na střední tloušťce kmenové, který má tvar

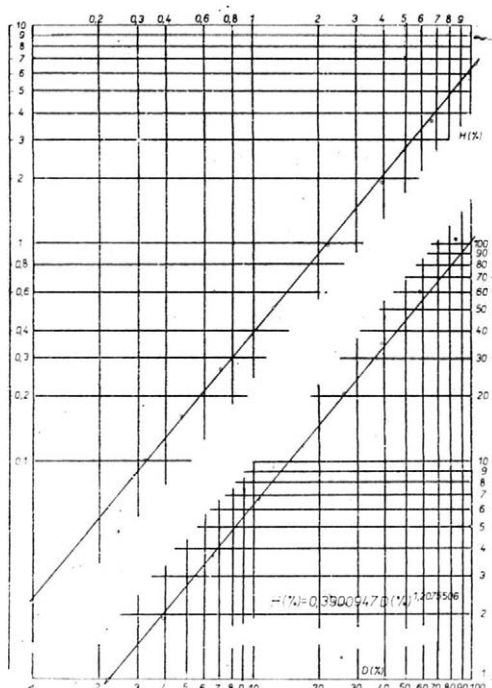
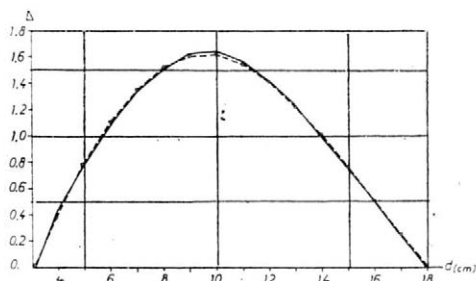
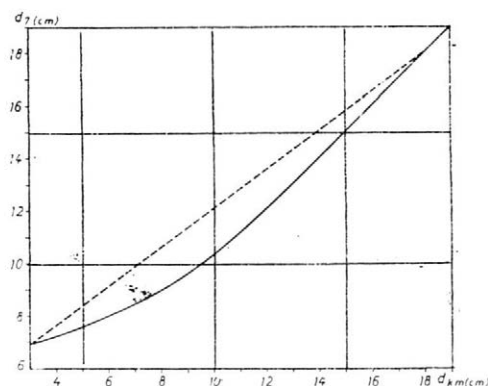
$$d_7 = c_0 + c_1 \cdot d_{km} + c_2 \cdot d_{km}^2 + c_3 \cdot d_{km}^3 + c_4 \cdot d_{km}^4, \quad (20)$$

kde: $c_0 = 6,364660691$,
 $c_1 = 0,154533856$,
 $c_2 = 6,0517465 \cdot 10^{-3}$,
 $c_3 = 2,9450787 \cdot 10^{-3}$,
 $c_4 = -9,80618 \cdot 10^{-5}$.

(Vyrovnání empirických hodnot tímto polynommem znázorňuje spodní část grafu na obr. 8.)

Pro příslušné dvojice středních výčetních tlouštěk (d_7 a d_{km}) bylo dále vypočteno, o kolik procent je střední tloušťka hroubí větší než odpovídající tloušťka kmenová

$$D(\%) = \frac{d_7 - d_{km}}{0,01 \cdot d_{km}}.$$



8. Odvození střední výčetní tloušťky hroubí v závislosti na střední tloušťce kmenové. — The mean d. b. h. of derbholz derived in dependence on the mean stem diameter

9. Odvození střední výšky hroubí pomocí závislosti H (%) na D (%). — The derbholz mean height derived by means of a dependence of H (%) on D (%)

Zatímco z Hubačova výrazu pro stanovení objemu kmenového je možno zpětně (pro známý objem a příslušnou tloušťku) vypočítat hodnotu výšky (h_{km}), nelze výšku hroubí získat podobným způsobem z Hubačova výrazu pro objem hroubí. K vyšetření údajů pro tuto veličinu bylo tedy třeba hledat jiné řešení. Stejně jako tomu bylo u středních tloušťek bylo také z pomocných výpočtů pro modelové porosty odvozeno o kolik procent je střední výška hroubí větší než odpovídající střední výška kmenová, a to podle rovnice

$$H(\%) = \frac{h_7 - h_{km}}{0,01 \cdot h_{km}}.$$

Při různých pokusech o matematickou interpretaci závislosti procenta zvětšení střední výšky hroubí vzhledem ke střední výšce kmenové $H(\%)$ na procentu zvětšení střední tloušťky hroubí vzhledem ke střední tloušťce kmenové $D(\%)$ se ukázalo (jak je znázorněno v grafu na obr. 9), že hledaný vztah je možno definovat dvouparametrovou mocninovou funkcí, která je v logaritmickém tvaru vyjádřena rovnicí přímky

$$\log H(\%) = 1,2075506 \cdot \log D(\%) - 0,408827 \quad (21)$$

$$(r = 0,99985; \quad s^2 = 0,0002042)$$

a po odlogaritmování

$$H(\%) = 0,3900947 \cdot D(\%)^{1,2075506}.$$

Popsaným způsobem byly tedy pro druhé řešení získány základní veličiny potřebné ke konstrukci růstových tabulek v hroubí s kůrou, a to počet stromů hroubí (vyjádřený jako poměrná hodnota z celkového počtu stromů v závislosti na výčetní tloušťce středního kmene v objemu kmenovém s kůrou), a střední tloušťka a střední výška hroubí. Objem středního kmene hroubí s kůrou je pak možno vypočítat pomocí příslušného Hubačova výrazu (ke stanovení objemu hroubí s kůrou) z odvozené střední tloušťky hroubí a střední výšky hroubí; vynásobením příslušným počtem stromů hroubí se získá hektarová zásoba hroubí s kůrou.

Při konstrukci růstových tabulek borovice v objemové jednotce hroubí bez kůry se postupovalo obdobně jako u prvního řešení; pro přepočítání objemu středního kmene hroubí s kůrou na objem středního kmene hroubí bez kůry bylo použito vzorce (15).

K výsledné tabelaci v závěrečné zprávě Konstrukce růstových tabulek borovice druhého vydání (1980) jsem použil pro vyšetření veličin v objemu hroubí druhého z popsání řešení. Především proto, abych upozornil na možnost aplikace Pearsonova rozdělení pro modelování polygonů relativních tloušťkových četností při taxačních pracích i ve výzkumu biometrie lesních porostů. Míra přesnosti výsledků ovšem závisí na spolehlivosti výrazu pro výpočet objemu hroubí, na převzatých schématech tloušťkové struktury (z nichž byly odvozeny a vyrovnány centrální momenty Pearsonova rozdělení) a konečně i na vhodnosti všech dalších početních operací. Hubačův výraz pro objem hroubí bylo nutno pro potřebu konstrukce růstových tabulek borovice určitým způsobem upravit (v závěrečných zprávách z roku 1980 je prozatímni adaptace podrobně popsána).

Ostatní tabulkové veličiny ve všech objemových jednotkách byly získány výpočtem podle dendrometrických vzorců.

Druhé vydání růstových tabulek borovice (stejně jako ostatních hlavních dřevin ČSSR) bylo předáno k přezkoušení organizacím zabývajícím se hospodářskou úpravou lesů. Podle výsledků praktického ověření by bylo možno pravděpodobně v příští pětiletce (1986–1990) zavést tabulky do taxační praxe, pokud se neukáže potřeba nějakých dalších úprav.

Došlo dne 14. 5. 1981

Literatura

1. ELDERTON, P. W.: Frequency curves and correlation. Cambridge Univ. press. London, 3. edition, 1938, 271 s.
2. HALAJ, J.: Matematicko-štatistický prieskum hrúbkovej štruktúry slovenských porastov. Lesnícky časopis, 1957, III, č. 1, s. 39-74
3. HALAJ, J. — ŘEHÁK, J.: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. 1979, Příroda, Bratislava
4. HALAJ, J. — ŘEHÁK, J.: Vyhodenie rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. 1979, Příroda, Bratislava
5. KORF, V.: Příspěvek k matematické definici vzrůstového zákona hmot lesních porostů. Lesnická práce, 1939, č. 18, s. 339-379
6. KORF, V.: Vzrůstový proces lesních porostů a obecná přírůstová rovnice. Lesnictví, 3, 1961, č. 10, s. 231-256.
7. KORF, V.: Růstová funkce, její diferenciální rovnice a výpočet parametrů na samočinném počítači. DZZ: VII-6-6/6, 1970
8. KORSUN, F.: Hmotové tabuľky pro borovici. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 1962, sv. 25, s. 171-204
9. ROD, J.: Návrh konstrukce bonitních výškových křivek. Lesnictví, 1979, č. 10, s. 911-930
10. ŘEHÁK, J.: Rozbor růstových procesů stejnověkých nesmíšených porostů borovice. ZZ k DÚ VI-5-5-1/2, 1980
11. ŘEHÁK, J.: Růstové tabuľky pro borovici druhého vydání. DZZ za úkol R 531-10-01-E 02
12. VOTRUBA, L. — NACHÁZEL, K.: Základy teorie stochastických procesů a jejich aplikace na vodním hospodářství. Skripta ČVUT, 1971

РЖЕГАК, Я. Методические принципы построения второго издания таблиц роста сосны. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 879-896.

Первое издание чехословацких таблиц роста сосны (1975) было основано на обработке экспериментальных площадей, на которых было в основном произведено одно измерение. Для второго издания (1980) на 378 экспериментальных площадях было уже произведено по два, а то и по три обследования. На основе этого материала можно было построить участковые кривые развития, с помощью которых были разработаны новый (уточненный) веер бонитетов и временная характеристика других первичных величин таблицы — среднего диаметра сомкнутого насаждения и сомкнутого погектарного запаса в объеме стволов с корой. Для выравнивания временной характеристики этих первичных величин (и верхних значений) применили функцию роста по Корфу; соответственные параметры приведены в обзорных таблицах.

Таблицы второго издания были составлены для объема стволов с корой, объема стволов без коры, объема деревьев и объема крупной древесины с корой и без коры. При этом исходили из требования, чтобы объем среднего ствола в дальнейших приведенных единицах объема исходил из объема среднего ствола основной единицы (от объема ствола с корой). Для этих зависимостей были установлены аналитические выражения; для вычисления применили уравнения Губача для построения таблиц объемов для всех единиц измерения сосны (при случае уравнения Корсуна для зависимости объема дерева от объема ствола без коры).

Для вычисления среднего ствола крупной древесины с корой были выведены два альтернативных метода. Первый основан на выявлении зависимости этой величины от среднего ствола по объему ствола с корой дифференцированно соответственно бонитету, а второй заключается в выведении числа деревьев крупной древесины и средних высоты и диаметра крупной древесины. Для установления числа деревьев крупной древесины применили разделение I типа по Пирсону, при помощи которого из относительного представительства частот диаметров определили процент числа деревьев в насаждении, достигших диаметра на высоте груди 7 см с корой. Для выведения среднего диаметра крупной древесины и ее средней высоты была разработана собственная новая методика. На основе этих величин затем вычислили объем среднего ствола крупной древесины с корой по выражению Губача для

этой единицы измерения; для определения объема среднего ствола крупной древесины без коры применили формулу Корсуна.

Все остальные величины в таблице для отдельных единиц объема были вычислены обычным способом с использованием дендометрических формул.

биометрия лесохозяйственная; таблицы роста; дендометрия

ŘEHÁK, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Principles of Constructing the Second-Edition Growth Tables for Pine*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 879-896.

The Czechoslovak growth tables for pine were issued for the first time in 1975 using the data on research areas where mostly one measurement had been performed. For the second edition (1980) two or three investigations were conducted on 378 research areas. From the obtained, sectional curves of development could be constructed, on the basis of which a new (exact) pencil of evaluating curves was constructed and the time course of other primary characters — mean diameter of the stand before thinning and per-hectare growing stock before thinnings in stem volume outside bark. Korf's growth function was used to smooth the time course of these primary characters (also dominant heights); the parameters are given in tables.

The characters stem volume outside bark, stem volume inside bark, tree volume and derbholz volume outside and inside bark have been included in the second-edition tables. Mean stem volume expressed in other volume units was derived in dependence on mean stem volume of the basic unit (stem volume outside bark). Analytic expressions were examined for these relations; during the calculations the equations after Hubač were used to construct the volume tables for all characters of pine (or the equation after Korsuň expressing a dependence of tree volume on stem volume inside bark).

Two alternative procedures were derived for calculating the derbholz mean stem outside bark. By the first procedure a dependence of the latter character on mean stem in stem volume outside bark differentiated according to site classes was investigated, by the other a number of derbholz trees and derbholz mean diameter and mean height were derived. To determine the derbholz tree number, Pearson's distribution I was used: a proportion of the number of trees having the d. b. h. of 7 cm outside bark was determined from the relative proportion of diameter frequencies. New original methods were devised for determining derbholz mean diameter and derbholz mean height. Using these characters, derbholz mean stem volume outside bark was calculated according to the expression after Hubač for this character; Korsuň's formula was used for determining the volume of derbholz mean stem inside bark.

All the other values for different volume units were calculated by usual methods using the dendrometric formulas.

forest biometry; growth tables; dendrometry

ŘEHÁK, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Methodische Grundsätze der Konstruktion von Ertragstafeln zweiter Ausgabe für Kiefer*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 879-896.

Die erste Ausgabe tschechoslowakischer Ertragstafeln für Kiefer (1975) war auf einer Bearbeitung von Versuchsflächen begründet, auf denen vorwiegend nur eine Messung verwirklicht wurde. Für die zweite Ausgabe (1980) wurden bereits auf 378 Versuchsflächen zwei, gegebenenfalls auch drei Ermittlungen durchgeführt. Aus diesem Material konnten Abschnittsentwicklungskurven konstruiert werden, mit Hilfe deren ein neuer (genauerer) Bonitätsfächer erarbeitet wurde, sowie auch der zeitliche Verlauf weiterer primären Tabellengrößen — des Mitteldurchmessers des vereinigten Bestandes und des vereinigten Hektarvorrats an Schaftmasse mit Rinde. Zum Ausgleichen des zeitlichen Verlaufs dieser Primärgrößen (auch der Oberhöhen) wurde die Wachstumsfunktion von Korf herangezogen; die bezüglichen Parameter sind in den Übersichtstabellen angeführt.

Die Ertragstafeln der zweiten Ausgabe wurden für Schaftmasse mit Rinde, Schaftmasse ohne Rinde, Baummasse und Derbholzmasse mit Rinde und ohne

Rinde angefertigt. Es wurde dabei von der Forderung ausgegangen, die Masse des Mittelstammes in weiteren angegebenen Masseneinheiten in Abhängigkeit von der Masse des Mittelstammes der Grundeinheit (von der Schaftmasse mit Rinde) abzuleiten. Für diese Beziehungen wurden analytische Ausdrücke untersucht; zur Berechnung wurden die Gleichungen von Hubač zur Konstruktion von Massentafeln für alle Maßeinheiten der Kiefer (gegebenenfalls die Gleichungen von Korsuň für die Abhängigkeit der Baummasse von der Schaftmasse ohne Rinde) angewandt.

Zur Berechnung des Mittelstammes Derbholz mit Rinde wurden zwei alternative Verfahren abgeleitet. Das erste ist auf der Untersuchung der Abhängigkeit dieser Größe vom Mittelstamm in der Schaftmasse mit Rinde differenziert nach den Ertragsklassen begründet, das zweite besteht in der Ableitung der Stammzahl Derbholz und des Mitteldurchmessers und der Mittelhöhe Derbholz. Zur Ermittlung der Anzahl von Bäumen Derbholz wurde die Pearson-Verteilung I. Typs angewandt, mit Hilfe derer aus der relativen Vertretung von Durchmesserhäufigkeiten der Anteil derjenigen Bäume im Bestand ermittelt wurde, die den Brusthöhendurchmesser von 7 cm mit Rinde erreicht haben. Zur Ableitung des Mitteldurchmessers Derbholz und der Mittelhöhe Derbholz wurde eine originelle Methodik entwickelt. Aus diesen Größen wurde dann die Masse des Mittelstammes Derbholz mit Rinde nach der Formel von Hubač für diese Maßeinheit berechnet; zur Ermittlung der Masse des Mittelstammes Derbholz ohne Rinde wurde die Formel von Korsuň angewandt.

Alle übrigen Tabellengrößen für einzelne Maßeinheiten wurden auf übliche Weise nach dendrometrischen Formeln berechnet.

forstliche Biometrie; Ertragstafeln; Dendrometrie

ŘEHÁK, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Les principes méthodiques de la construction des tables de production de pin — seconde édition*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 879-896.

La première édition des tables de production de pin (1975) a été basée sur le traitement des parcelles expérimentales sur lesquelles n'a été réalisée pour la plupart qu'une seule mesure. Pour la seconde édition (1980) on a déjà réalisé sur 378 parcelles expérimentales deux, le cas échéant trois recherches. C'est à partir de ces matériaux qu'on a pu construire des courbes sectorielles de développement, à l'aide desquelles a été construit un nouveau éventail de qualités (précisé) et la marche chronologique des grandeurs primaires tabulaires ultérieures — à savoir du diamètre moyen du peuplement associé et du matériel associé à l'hectare en volume de tige sur écorce. En vue d'équilibrer la marche chronologique de ces grandeurs primaires (et même des hauteurs dominantes) on a utilisé la fonction de croissance de Korf; les paramètres respectifs sont indiqués aux tableaux synoptiques.

Les tables de la seconde édition ont été construites pour le volume de tige sur écorce, pour le volume de tige sous écorce, pour le volume d'arbre et le volume de bois fort sur écorce et sous écorce. En procédant ainsi, on s'inspirait de l'exigence que le volume de la tige moyenne fût dérivé, dans les unités volumétriques mentionnées ultérieures, en fonction du volume de la tige moyenne de l'unité de base (du volume de tige sur écorce). Pour ces rapports on a recherché les expressions analytiques; aux calculs ont été utilisées les équations de Hubač, à la construction des tables de cubage pour toutes les unités spécifiques de pin (le cas échéant l'équation de Korsuň, pour la relation entre le volume d'arbre et le volume de tige sous écorce).

Pour le calcul de la tige moyenne de bois fort sur écorce on a dérivé les deux procédés alternatifs suivants: Le premier est basé sur la recherche de la corrélation entre cette grandeur et la tige moyenne en volume de tige sur écorce, d'une manière différenciée selon les qualités, et le second consiste dans la dérivation du nombre des arbres de bois fort, du diamètre moyen et de la hauteur moyenne de bois fort. À l'identification du nombre des arbres de bois fort on a utilisé la division de Pearson du premier type, à l'aide de laquelle on a déterminé, à partir de la représentation relative des fréquences de diamètres, la part du nombre d'arbres dans les peuplements qui ont atteint le diamètre à hauteur de poitrine de 7 cm sur écorce. Pour la déduction du diamètre moyen du bois fort

et de la hauteur moyenne du bois fort on a développé la méthode initiale. C'est à partir de ces grandeurs qu'on a ensuite calculé le volume de la tige moyenne de bois fort sur écorce, et cela selon l'expression de H u b a č pour cette unité spécifique; pour la détermination du volume de la tige moyenne du bois fort sous écorce on a utilisé la formule de K o r s u ň.

Toutes les autres grandeurs de table pour les unités volumétriques particulières ont été calculées en appliquant le mode usuel, à savoir les formules dendrométriques.

biométrie forestière; tables de production; dendrométrie

Adresa autora:

Dr. Ing. Jaroslav Ř e h á k, CSc., Vědecký lesnický ústav VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

BĚŽNÝ PŘÍRŮST LESNÍCH POROSTŮ A JEHO STANOVENÍ

V. Korf

KORF, V. (Vysoká škola lesnická a drevárská, Zvolen). *Běžný přírůst lesních porostů a jeho stanovení*. Lesnictví, 27, 1981 (10): 897–912.

V práci se v první kapitole pojednává o výzkumu a možnostech využití běžného přírůstu při řízení produkce. Ve druhé kapitole jsou uvedeny některé hlavní metody, jež byly ke stanovení této veličiny uveřejněny po druhé světové válce. Ve třetí kapitole jsou uvedeny základní požadavky kladené na upotřebitelnou metodu stanovení běžného přírůstu. Ve čtvrté kapitole je podána vlastní autorova koncepce přírůstového modelu jako podkladu pro konstrukci přírůstových tabulek. Model je založen na přírůstovém porostním vzorníku a je teoreticky zdůvodněn. Přírůstový vzorník má v daném věku přírůst, který je aritmetickým průměrem přírůstu všech kmenů v porostě. Teoreticky byla vyřešena poloha vzorníku v porostním souboru, vztah běžného přírůstu k objemu vzorníku a věku porostu a rozložení běžného přírůstu v porostě vzhledem k tloušťkové (objemové) struktuře. Pro vyjádření přírůstového procesu v celém věkovém a bonitním rozsahu je běžný přírůst připadající průměrně na jeden kmen $\bar{i}_v$ ve vztahu k objemu přírůstového vzorníku $\bar{v}$, ale také k věku t , takže obecně platí $\bar{i}_v = f(\bar{v}, t)$. Pro tuto závislost byl koncipován přírůstový model ve tvaru $\bar{i}_v = f(\bar{v}, t) = \varphi(t) \cdot \bar{v}^{\psi(t)}$. Při řešení přírůstových tabulek na podkladě tohoto modelu je nutno z empirického materiálu vyřešit parametry $\varphi(t)$, $\psi(t)$.

biometrie lesnická; přírůst; přírůstový model; přírůstové tabulky

Je dobře známo, že řízení produkce a její kontrola by se měla opírat nejen o dokonalou znalost porostních zásob, ale také o běžné přírůsty, a to jak u jednotlivých porostů, tak i u větších hospodářských jednotek. Z toho také vyplývá dlouholeté úsilí výzkumu ve všech státech s intenzivním lesním hospodářstvím o nalezení vhodné a prakticky upotřebitelné metody stanovení běžného přírůstu lesních porostů. Protože jde o složitý problém, jsou návrhy metod na stanovení běžného přírůstu lesních porostů velmi různé koncepce podle daných předpokladů, podmínek a možností. Všechny navrhované metody nesplňují kladené požadavky. Buď dávají přesnější výsledky, potom jsou v provedení složitější, pracnější a nákladnější, nebo jsou jednoduché, avšak často s nejistými výsledky. Metody složité a přesnější jsou použitelné pro studium a sledování běžného přírůstu na výzkumných plochách a jsou těžko přijatelné pro běžnou praxi.

Je nesporné, že běžný přírůst je veličinou primární, jež je ve věkovém součtu porostní zásobou. Při uvažování jeho průběhu jde o veličinu citlivou, závislou na řadě vlivů. Při jeho řešení je třeba si uvědomit konkrétní význam a možnosti jeho využití. Tato otázka není ještě zcela jednoznačně vyjádřena, i když základní úkol lesního hospodářství, tj. zvyšování produkce, předpokládá znalost základního produkčního ukazatele — běžného přírůstu porostů. Úsilí o možnost stanovení této veličiny trvá v podstatě od počátku hospodářské úpravy lesů. Již v roce 1795 napsal J. Ch. Paulsen, že bez přesné znalosti zásoby a jejího přírůstu nelze lesy dokonale hospodářsky upravovat. Od těch dob mnoho vynikajících lesníků zdůrazňovalo ve svých pracích význam běžného přírůstu nejen pro

hospodářskou úpravu lesů, ale i pro jiné lesnické oblasti (G. Baader 1913, 1945 — in Hildebrandt 1967; M. Prodan 1951; A. Richter 1956; G. Hildebrandt 1967; u nás pak zejména R. Haša 1925 aj.).

S problematikou běžného přírůstu a jeho průběhu souvisí význam zásobových a přírůstových periodických kontrol. Jejich význam je zdůrazňován řadou zahraničních, ale také našich autorů (V. Korf 1961; A. Priesol 1961 aj.). Vlastní výzkum běžného přírůstu je zejména po druhé světové válce založen na využití statistických metod; u nás hlavně zásluhou A. Leporského, J. Halaje, Š. Šmelka, J. Wolfa aj.

V této práci stručně pojednáme o základních otázkách týkajících se běžného přírůstu lesních porostů, zejména pak o koncepci nové metody k jeho stanovení, tj.

1. o významu běžného přírůstu lesních porostů při řízení produkce,
2. o hlavních metodách a námětech stanovení běžného přírůstu lesních porostů v zahraničí a u nás,
3. o základních požadavcích kladených na upotřebitelnou metodu pro stanovení běžného přírůstu lesních porostů,
4. o koncepci vlastní metody stanovení běžného přírůstu lesních porostů na podkladě přírůstového vzorníku.

VÝZNAM BĚŽNÉHO PŘÍRŮSTU LESNÍCH POROSTŮ PŘI ŘÍZENÍ LESNÍ PRODUKCE

O možnostech kvantitativního a kvalitativního zvyšování produkce dřevní hmoty bylo napsáno mnoho vědeckých studií a praktických úvah. Zpravidla jde o obecné poznatky a návrhy pěstebních opatření vyplývajících z lokálních zkušeností, jimiž se sleduje zvyšování běžného přírůstu, a to bez konkrétní znalosti jeho časového průběhu a kolísání. Rozbory se někdy opírají o úvahy bez biometrického hodnocení, ačkoliv nechybí v posledních letech ani práce, jež hlouběji analyzují růstový proces lesních porostů.

I když jde o zvyšování celkového běžného přírůstu, je třeba si uvědomit, že jen zčásti přitom jde o usměrnění, resp. o zvětšení této veličiny pomocí hospodářských opatření, neboť kolísání je ovlivňováno řadou vlivů a okolností uplatňujících se bez přičinění člověka (G. Hildebrandt 1967). K rozborům celé přírůstové problematiky mohou být použity jen přesné údaje získané periodickým měřením na výzkumných plochách, resp. účelně založené síti ploch v dané růstové oblasti. To co platí o průběhu celkového běžného přírůstu v jednotlivých porostech, platí ve složitější formě o přírůstu ve větších hospodářských jednotkách s různými stanovištními předpoklady, s různou strukturou dřevin a věkovou strukturou.

Možnost uplatnění celkového běžného přírůstu jako základního ukazatele při řízení produkce je nebo by měla být zaměřena hlavně na výchovu a obnovu porostů.

Pokud jde o výchovu porostů vykonávanou probírkami, je známo, že se jimi má optimalizovat kvantitativní a kvalitativní porostní struktura, aby se přírůstavost zvyšovala a současně byly zajištěny ostatní funkce lesů.

Probírkovou problematikou se zabývá v zahraničí i u nás řada vědeckých pracovníků, dnes již na podkladě biometrického vyhodnocování údajů z periodického měření. U nás jsou v tomto směru známy práce M. Vyskota, J. Pařeza, Š. Korpela, A. Priesola, L. Šebíka, I. Réha, J. Halaje, R. Petráše, L. Štefančíka aj.

J. Halaj (1975) uveřejnil studii o probírkách smrku na podkladě komplexního biometrického vyhodnocení údajů z výzkumných ploch. V práci podal koncepci probírkového matematického modelu v závislosti na věku, bonitě, zakmenění a stupni zásobové úrovně; dále pak model pro stanovení probírkového decenálního procenta v závislosti na věku.

Relativní intenzitu probírek definuje jako procentuální podíl průměrného periodického objemu roční probírky v plánovacím decenniu v m^3 na ha a ročního celkového běžného přírůstu. Vyjadřuje tím vztah mezi objemem roční probírky a celkovým běžným přírůstem na podkladě údajů z výzkumných ploch, a to pro lepší a horší bonity.

Je skutečností, že v době nejvhodnější pro uskutečňování probírek, tj. během II. a III. věkové třídy, dosahuje celkový běžný přírůst všeobecně maximálních hodnot. Tím je také zvýrazněn význam probírek v tomto období a jejich vliv na kvantitativní a kvalitativní strukturu porostu. Vzhledem k dosavadním těžkostem při stanovení celkového běžného přírůstu, zejména v mladším věku, byl pro optimalizaci probírek propracován návrh E. Assmanna (1961), a to na podkladě využití výčetní plochy a jejího průběhu. V tomto směru se předpokládá, že přírůstový průběh orientovaný na výčetní plochu usnadní i řešení optimalizace probírek.

Při úvaze o zvyšování celkového běžného přírůstu je třeba si uvědomit, že toto zvýšení probírkami může být jen důsledkem kvantitativní úpravy porostní struktury, aniž bychom podstatně zlepšovali stanovištní a ostatní podmínky pro zvyšování přírůstu.

Při posuzování plánu obnovy a zařazování mýtních porostů do obnovního plánu na příští decennium se uvažuje řada okolností, jež podmiňuje těžební naléhavost. Přitom se v některých pracích uvádí, že běžný přírůst skoromýtních a mýtních porostů by měl být také uvažován jako kritérium při rozhodování o dalších hospodářských opatřeních. Záleží však jednak na pracnosti dosažení přesnějších výsledků, jednak na nejistotě při použití jednodušších metod, že se běžný přírůst k tomuto posuzování zřídka používá. Proto posuzování přírůstavosti obnovovaných porostů je často omezeno jen na poměrně rychle a snadno zjistitelný současný tloušťkový přírůst.

Pro posuzování produkce, a tím i běžného přírůstu, se stále více zdůrazňuje význam zásobových a přírůstových kontrol v různé formě (G. Hildebrandt 1967; V. Giurgiu 1967; u nás V. Korf 1961; A. Priesol 1961) jako jednoho předpokladu pro prohloubení poznatků o produkci lesů.

Při usměrňování průběhu celkového běžného přírůstu hospodářskými opatřeními by se produkční výnosovost měla nejen udržet, ale postupně zlepšovat. Běžný přírůst je indikátorem odborného vlivu, ale je také ovlivněn dalšími na pěstění nezávislými okolnostmi. Ve skutečném průběhu hospodaření i dobře plánovaná opatření za účelem zlepšování produkčních podmínek jsou často nesplnitelná pro časté a někdy rozsáhlé poškození lesních porostů nejrůznějšími vlivy působícími mimo jiné rušivě na průběh běžného přírůstu, jenž je tím snižován. Proto také úsilí o dosažení nejvyšší produkce ustupuje dnes často zajištění bezpečnosti porostů.

Kromě využití běžného přírůstu při výchově a obnově porostů bylo by možno na podkladě znalosti této veličiny propracovat oceňovací metody např. pro posuzování ztrát, vznikajících různými vlivy na lesních porostech. Stejně tak i produkční prognózy se musí opírat o tuto veličinu.

Pokud jde o význam celkového běžného přírůstu při těžební regulaci, je známo, že v hospodářském způsobu se stejnověkými porosty může být těžebním ukazatelem v případě přibližně normálního plochového zastoupení věkových tříd. Naproti tomu nabyt celkový běžný přírůst v tomto směru zvláštní význam ve výběrném hospodářství v koncepci kontrolních metod.

HLAVNÍ METODY A NÁMĚTY STANOVENÍ BĚŽNÉHO PŘÍRŮSTU LESNÍCH POROSTŮ

Pokud jde o dosavadní metody pro stanovení běžného přírůstu lesních porostů, je třeba uvést, že bylo uveřejněno mnoho metod vycházejících z různých předpokladů a možností. Proto si všímáme ve stručnosti jen hlavních námětů na řešení přírůstové

problematiky po druhé světové válce. Jsou velmi různé koncepce a jsou také různě upotřebitelné prakticky.

Již v roce 1956 na mezinárodním kongresu výzkumných ústavů v Římě byla na programu 25. sekce (Study of Growth and Yield) otázka výzkumu běžného přírůstu a zvláště byla zdůrazněna nutnost nalezení spolehlivé, rychlé a finančně únosné metody stanovení této veličiny. Z přednesených referátů vyplynulo, že způsoby stanovení běžného přírůstu lesních porostů jsou velmi různé. V řadě států se používá k jeho stanovení různých růstových tabulek nebo se konají přírůstová šetření měřením údajů na síti výzkumných ploch. Pro výzkumná šetření se využívá tloušťkový přírůst v aplikaci tarifových metod atd. Ze zástupců evropských států podali na kongresu určité návrhy zejména B. Eklund, F. C. Hummel, I. Breit, Y. Ilvessalo, F. Loetsch.

Zvláštní pozornost se věnuje metodám stanovení běžného přírůstu v SSSR, kde byla po druhé světové válce uveřejněna řada metod. Patří sem především metoda N. P. Anučina (1959) popsána u nás J. Faithem (1960). Je založena na povrchové kmenové ploše bez kůry (plochy kambia). Jejím podrobnějším rozбором se zabýval V. Korf (1974) a Š. Šmelko (1975), a to na podkladě většího množství kmenových analýz ze smrkových a borových porostů. V podstatě na stejném principu uveřejnil metodu v SSSR J. M. Bedin (1961). Informace o metodě V. V. Zagrejeva podal v časopise Les M. Šuška (1962). Metoda je zaměřena na stanovení běžného přírůstu pro větší hospodářské jednotky. Dále M. Šuška (1962) uvádí metodu M. I. Jagorova, jež záleží na převodu průměrného přírůstu na běžný roční přírůst pomocí empiricky vyšetřených koeficientů. Podobnou metodu založenou na závislosti obou přírůstů uveřejnil K. B. Losickij (1960).

V Litevské SSR se zabýval stanovením běžného přírůstu lesních porostů zejména K. E. Nikitin (1964), V. V. Antanajtis (1966), A. N. Patackas (1969), I. I. Kenstavičius (1970) aj. Jde přitom o různé metody přírůstového procenta objemového jako součtu dílčích přírůstových procent.

Poměrně velká pozornost se věnuje metodám stanovení běžného přírůstu lesních porostů v Polsku. Vedle přírůstových šetření T. Trampler a B. Sikory (1956 — in Hildebrandt 1967) se v odborné literatuře uvádí metoda T. Gieruszyňského (1959), J. Grochowského (1961) a M. Borowského (1971).

T. Gieruszyňski vyjadřuje lineární vztah hmotového přírůstu k výčetní ploše. Ke střední výčetní ploše $\bar{g}$ odečte z lineárního hmotového přírůstu střední hmotový přírůst $\bar{i}_v$. Jeho vynásobením počtem stromů dostane přírůst porostu.

Grochowski používá ke stanovení běžného periodního přírůstu porostu hmotových tabulek, výčetní tloušťky na konci období, z nichž se odvodí z vyrovnaných tloušťkových přírůstů výčetní tloušťky na počátku období. Průměrný výškový přírůst za dané období se uvažuje pro všechny tloušťkové stupně stejný. Na základě takto zjištěných veličin se odvodí objemy kmenů na počátku období a z rozdílu objemů na konci a počátku období se pak vypočte objemový přírůst podle tloušťkových stupňů.

Přírůstovým procentem se v Polsku zabýval A. Dudek (1972). M. Borowski vydal tabulky k výpočtu objemového běžného přírůstu starších věkových tříd borových porostů. Vychází přitom z tzv. přírůstové intenzity, což je podle něho poměr objemového přírůstu bez kůry a výčetní plochy v kůře. Tabulky jsou pro 5 nebo 10leté období a k jejich použití je zapotřebí znát výšku, výčetní tloušťku a tloušťkový přírůst v mm.

Běžným objemovým přírůstem a jeho složkami se zabýval v rozsáhlejší práci v Rumunsku V. Giurgiu (1967). Kromě rozboru vztahů jednotlivých složek objemového přírůstu věnuje zvláštní pozornost metodám přírůstového procenta. Základem jeho metody je radiální přírůst i_r a stanovení přírůstového procenta na výtvarnicové výšce p_{hf} . Toto procento na výtvarnicové výšce za období n roků je dáno vztahem $p_{hf} = n\lambda$. Přitom faktor λ je pro jednotlivé dřeviny, věk a bonitu tabelován. K vyšetřenému p_{hf} ,

$d_{1,3}$ a i_r se z další tabulky odvodí objemový běžný přírůst. Pro využití svých tabulek uvádí příklady.

V Bulharsku se zabýval stanovením běžného přírůstu na výzkumných plochách G. Sirakov (1959, 1961 — in Biskupský 1971). Vychází při odvození objemového periodního přírůstu pomocí přírůstu na porostní výtvarnici. Její průměrné hodnoty vypočítal podle délky přírůstového období. Metodu dále přezkoumal K. Krstanov (1971) pomocí výsledků analyzovaných vzorníků na třech borových výzkumných plochách.

V Jugoslávii se zabýval přírůstovými rozborů zejména D. Klepač (1957, 1961 — in Hildebrandt 1967), který vypracoval zvláštní tarif, pro jehož použití doporučuje asi 30 vývrtů z okolí středního kmene a objemový přírůst se pak dá odvodit z tarifu pro všechny tloušťkové stupně. Pro výběrné porosty smrkové, jedlové a bukové sestavil zvláštní přírůstové tabulky V. Matič (1959) a matematicky propracoval teorii tarifů B. Emrovič (1960).

V NSR a v NDR význam běžného přírůstu a také doporučované metody k jeho stanovení mají různou koncepci. Vedle řady vědeckých prací o přírůstové problematice (F. Loetsch 1950—1954; H. Grossmann 1956—1964; A. Kurth 1953—1960; A. Richter 1955—1956 aj.) zabýval se v obsáhlé práci běžným přírůstem zejména G. Hildebrandt (1967). Kromě zdůrazňovaného významu běžného přírůstu jako veličiny důležité při sledování možnosti produkčního zlepšování je v některých případech běžný přírůst uvažován jako kritérium při stanovení mýtní dospělosti, a tím i pro stanovení těžební, resp. obnovní náležitosti. V některých případech se uvádí i jeho význam jako těžebního ukazatele.

Ve většině případů se k odhadu celkového běžného přírůstu používají různé růstové tabulky, a proto se také výzkumně vyšetřuje přesnost jejich tabulkových přírůstových údajů. Růstové tabulky jsou používány zejména ke stanovení sumárního běžného přírůstu v hospodářských skupinách podle zastoupení věkových tříd a jejich taxačních charakteristik. Jinak konstatuje Hildebrandt, že hospodářskoupravnická praxe přistupuje ke stanovení běžného přírůstu — až na výjimky — celkem váhavě. Závažnou příčinou je jistě i to, že výsledky podle navrhovaných metod jsou často nejisté. Pokud jde o zajištění přesnějších výsledků, je nutno použít jen pracnější metody. Hospodářskoupravnická praxe místo zpřesnění sleduje dnes spíše zjednodušení metod.

Pro účely hospodářské úpravy lesů i v lesním provozu se v NSR zdůrazňuje význam sítí trvalých ploch, na nichž se periodickým měřením všech základních taxačních veličin sledují růstové procesy porostů, a tím i průběh celkového běžného přírůstu. Běžný přírůst se na plochách zjišťuje různým způsobem, často pomocí tarifových metod založených na vyhodnoceném tloušťkovém přírůstu. V NDR jsou tato přírůstová šetření na pokusných plochách vázána na stanovištní skupiny. Zvláštní rozbor věnoval G. Hildebrandt zejména stanovení objemového běžného přírůstu pomocí přírůstu tloušťkového. U této veličiny se zabývá vlivem klimatu na tloušťkový přírůst, počtem a orientací potřebných vývrtů, poškozením kmenů vývrty, problematikou vyrovnání tloušťkového přírůstu získaného z vývrtů a vlastním výpočtem objemového přírůstu.

V Rakousku se uvádí podle Hildebrandta metoda zjišťování porostní zásoby a běžného přírůstu na síti kruhových ploch. Z vývrtů na vzornících se zjistí běžný objemový přírůst výpočetní technikou. Jako vstupní údaje pro program strojového vyhodnocení přírůstu vzorníků slouží výčetní tloušťky, tloušťky kůry, tloušťkové přírůsty a výšky.

Ve Švýcarsku se vedle přírůstových rozborů kontrolních metod (A. Kurth 1953, 1954) zabýval zjišťováním běžného přírůstu na síti pokusných ploch P. Schmidt (1963 — in Hildebrandt 1967). Tato metoda je používána také v USA pod názvem Continuous forest inventory.

Možnost využívání růstových tabulek při stanovení jednotlivých taxačních veličin

je spojena s vědomím, že tabulkové údaje jsou hodnoty průměrné — vyrovnané. To platí zejména u odhadu běžného přírůstu, který byl pro tabulky odvozen počtářsky na základě jiných vyrovnaných veličin. Přírůstový rytmus porostů je ovlivňován řadou faktorů, kromě toho je zde i problematika zásobového a přírůstového zakmenění, jak na to upozornil W. Erteld (1957) aj.

Ověřováním růstových tabulek Wiedemannových pro odhad běžného přírůstu smrkových porostů se zabýval H. Petri (1958), v borových porostech K. G. Kern (1958 — in Hildebrandt 1967), v bukových porostech G. Mitscherlich (1957). W. Erteld (1957) vykonal přírůstový výzkum ve smrkových, borových a bukových porostech a podobně jako Mitscherlich sestavil přírůstové tabulky tříděné podle věku, bonity a zakmenění, resp. redukčního přírůstového faktoru. Erteldovy tabulky jsou sestaveny jednak pro porosty s normální výchovou, jednak pro porosty proředěné.

Další teoreticky jednoduchý postup má metoda stanovení objemového přírůstu periodického na podkladě dvou inventarizací zásob a evidované těžby, jež byla během období realizována. Často je tento způsob stanovení celkového běžného přírůstu spojován se švýcarskou kontrolní metodou uplatněnou ve výběrných lesích. Je třeba poznamenat, že tato metoda není vázána na žádný hospodářský způsob a může být uplatněna na trvalých výzkumných plochách založených k výzkumu růstových porostů. Z rozboru chyb vysvětlených v řadě vědeckých prací vyplývají pro praktické využití této metody určité poznatky. Rozborem a významem chyb při stanovení běžného přírůstu touto metodou se zabýval zejména M. Prodan (1951), G. Hildebrandt (1967). U nás zejména A. Priesol (1961), který došel na podkladě svého výzkumu k tomu, že při použití této metody dostáváme příznivější výsledky jen u mladších porostů. Ve starších porostech se dosáhnou použitelné výsledky jen snížením chyby v inventarizovaných zásobách (teoreticky by to také bylo možné prodloužením inventarizačního období).

Při zjišťování běžného objemového přírůstu stejnověkých porostů na podkladě periodických inventarizací porostních zásob vzniká ještě jeden problém. Na podkladě šetření E. Assmanna, Speidela, M. Prodana aj. bylo zjištěno, že výškové a také hmotové křivky a závislosti na $d_{1,3}$ se ve stejnověkem porostu během věku posunují. To znamená, že stejným výčetním tloušťkám přísluší ve vyšším věku větší výšky, čímž nastává i posun hmotové křivky. Také touto problematikou se u nás zabýval A. Priesol (1961).

Problematickou tloušťkového přírůstu a jeho využití pro odvození běžného přírůstu objemového v lesních porostech studovalo mnoho zahraničních autorů (H. A. Meyer, F. Loetsch, K. Krenn, M. Prodan, A. Kurth, G. Hildebrandt aj.), ale také řada našich vědeckých pracovníků (J. Halaj, M. Holubčík, A. Priesol, J. Burgan, J. Faith). Zejména se však celou komplexní problematikou tloušťkového přírůstu zabýval Š. Šmelko (1965). Ve své práci založené na podrobném matematicko-statistickém rozboru řešil všechny základní otázky spojené se zjišťováním a vyhodnocením této veličiny. V porostech navrhuje stanovení tloušťkového přírůstu metodou nahodilého výběru, přitom řeší počet vývrtů, jejich orientaci a rozdělení do tloušťkových tříd. Pro předběžný odhad variačního koeficientu navrhl Šmelko empirickou tabulku pro jehličnaté, listnaté a nestejnověké porosty. Průměrné hodnoty variačního koeficientu pro předběžný odhad tloušťkového přírůstu jsou pro stejnověké jehličnaté porosty 35 %, pro listnaté 30 % a pro nestejnověké 45 %. Také pro odvození potřebného počtu vývrtů s různou požadovanou přesností (± 5 %, $\pm 7,5$ %, ± 10 %) a spolehlivostí 95 % sestavil pro uvedené tři kategorie dřevin zvláštní tabulku s minimálním a maximálním počtem vývrtů. Uvádí též praktický postup při stanovení tloušťkového přírůstu pomocí vývrtů matematicko-statistickou metodou náhodného výběru.

Obvyklé využití vyrovnaných tloušťkových přírůstů k odvození objemového běžného přírůstu je podle tarifových diferencí. J. Halaj (1963) odvodil a sestavil do tabulek

jednotkové hmotové přírůsty v m^3 pro tarify stejnověkých porostů různých dřevin, tabulky jednotkových objemových přírůstů pro JOK, tabulky jednotkových objemových přírůstů pro tarify výběrných porostů (smrk, jedle, buk) a tabulky jednotkových přírůstových procent.

Na podkladě přírůstových procent v tloušťkových stupních se určuje objemový přírůst v každém tloušťkovém stupni nebo ve druhé variantě globálně pro celý porost na podkladě počtu stromů N , jednotkového přírůstového procenta k_v ‰ (z Halajových tabulek) a průměrného tloušťkového přírůstu středního kmene i_{dm} . Rozbor chyb těchto metod přírůstového procenta podal Š. Šmelko (1975).

Vedle prací Šmelkových (1964, 1965) zabýval se zjišťováním tloušťkového přírůstu u nás A. Priesol (1961) a M. Holubčík (1960, 1957). Š. Šmelko prokázal závislost tloušťkového přírůstu na dřevině, výčetní tloušťce a růstové oblasti. Kriticky zhodnotil v praxi používaný způsob zjišťování koeficientu kůry podle Meyera (1942 — in Šmelko 1964) a podal svůj nový vlastní způsob, podle něhož je koeficient kůry definován jako prvá derivace k funkci $K = f(D)$ zvětšené o jednotku

$$k = 1 + \frac{dK}{dD}$$

Odvozené koeficienty kůry pro hlavní dřeviny na Slovensku jsou tabelovány pro růstové oblasti.

Návrhy (metody) na stanovení běžného přírůstu pomocí průměrného přírůstového procenta jsou v přírůstové teorii velmi časté, jak již bylo uvedeno. Zpravidla se přírůstové procento odvozuje pro střední kmen a takto vyšetřené procento se použije k výpočtu absolutní výše běžného přírůstu celého porostu.

Vedle uvedených metod např. některých sovětských autorů a V. Giurgiu odvozujičích objemové přírůstové procento podle rovnice $p_v = p_g + p_{hf}$ se používá k odvození přírůstového procenta upraveného starého vzorce Schneiderova, jako je např. návrh M. Prodana (1951) s vyšetřenými konstantami C (ve vzorci $p_v = \frac{C}{nD}$) pro skupiny dřevin.

Z uvedeného popisu je patrné, že nalezení vhodné a prakticky přijatelné metody stanovení běžného přírůstu lesních porostů je složitý biometrický problém. Přitom je třeba znát i požadavky, jaké bychom kladli v optimálním případě na stanovení této veličiny.

ZÁKLADNÍ POŽADAVKY KLADE NĚ NA UPOTŘEBITELNOU METODU STANOVENÍ BĚŽNÉHO PŘÍRŮSTU LESNÍCH POROSTŮ

Ve vědeckých pracích hlavně v souvislosti s konstrukcí růstových tabulek (J. Halaj, Š. Šmelko, V. Korf, J. Wolf) bylo prokázáno, že v růstových procesech stejnověkých lesních porostů existuje řada zákonitostí. Tyto vztahy jsou často složité a vyžadují ještě další vědecké zpracování, a proto náš biometrický výzkum se jimi intenzivně zabývá.

Pokud jde o běžný přírůst lesních porostů vyplývající z jejich růstového procesu, mohli bychom na metodu stanovení této veličiny položit tyto základní požadavky:

a) Metoda stanovení běžného přírůstu lesních porostů musí vycházet z dosavadních biometrických poznatků o růstových procesech porostů tak, aby měla teoretické zdůvodnění.

b) Má-li být metoda použitelná pro praxi (a to je základní požadavek), musí být jednoduchá, poměrně rychlá a finančně únosná. To znamená, že její praktické využití

by mělo být založeno na údajích, jež se při hospodářské úpravě lesů zjišťují, nebo se z těchto údajů dá běžný přírůst odvodit. Je těžko od praxe žádat, aby pro stanovení běžného přírůstu konala speciální rozsáhlá a nákladná šetření. To je možno uskutečnit jen při výzkumnickém šetření a prověřování navrhovaných metod.

c) Samotný vlastní výpočet běžného přírůstu porostu na podkladě metodou stanovených údajů musí při praktickém použití umožnit využití výpočtové racionalizace podle stanoveného programu.

d) Metoda by měla prokazatelně poskytnout údaje o běžném přírůstu lesních porostů s požadovanou dostatečnou přesností. Přitom jsme si vědomi toho, že půjde vždy o určitou aproximaci stanovené přírůstové veličiny. Dosažení přesnosti při stanovení běžného přírůstu v mezích $\pm 10-20\%$ by vyhovovalo i poměrně náročným požadavkům a účelům, pro něž tuto veličinu potřebujeme.

e) Metoda by měla být v podstatě použitelná nejen v porostech průměrkovaných naplno, ale i v porostech, kde je možno podkladové základní údaje získat výběrovými metodami.

f) Metoda by měla umožnit stanovení běžného přírůstu nejen v globální výši celých porostů, ale i jeho složek, ve stejnověkových porostech obvykle podle tloušťkové struktury (tloušťkových stupňů), u smíšených porostů parciální přírůstové podíly podle dřevin.

g) Při sledování přírůstových rozborů a produkčních prognóz je důležité, aby princip stanovení běžného přírůstu zůstal zachován a praktický postup v dalších věkových etapách byl stále stejný.

Uvedené požadavky kladené na vhodnou a upotřebitelnou metodu pro stanovení běžného přírůstu lesních porostů jsou tedy v podstatě velmi náročné. Přitom by bylo účelné propracovat metodu, která by k daným současným veličinám poskytla odhad celkového běžného přírůstu v každém věku porostu, a to jak pro porost sdružený (před probírkou), tak i pro porost hlavní (po probírce). Pokud jde o jednoduchost metody, tedy půjde v současné etapě především pravděpodobně o metodu, jejímž výsledkem budou přírůstové tabulky udávající běžný přírůst k daným vstupním údajům buď v absolutních hodnotách (m^3), nebo v tabelovaném přírůstovém procentu.

VLASTNÍ KONCEPCE NOVÉ METODY STANOVENÍ BĚŽNÉHO PŘÍRŮSTU POROSTŮ NA PODKLADĚ PŘÍRŮSTOVÉHO VZORNÍKU

Z uvedených požadavků, které jsou kladeny na metodu stanovení běžného přírůstu porostů, vyplývá náročnost prací spojených se zjišťováním této primární produkční veličiny. I když je navržena určitá metoda a má konkrétní teoretický základ, zůstává další poměrně náročný požadavek, tj. její praktické prověření na dostatečně rozsáhlém materiálu v různých růstových podmínkách. Toto ověřování je nutno konat na podkladě kmenových analýz a podrobného vyšetření všech základních taxačních veličin s nejširším využitím matematicko-statistických metod. Stejně vývoj metod pro stanovení běžného přírůstu porostů není ani zdaleka ukončen — platí zde „cura posterior“, jak uvádí G. Hildebrandt (1967) a V. Giurgiu (1967).

Řada dílčích otázek souvisejících s problematikou objemového běžného přírůstu byla biometricky objasněna vědeckými pracovníky zahraničními i našimi. Jsou to např. regresní vztahy tloušťkového přírůstu k jiným veličinám apod., přesto však zůstává ještě mnoho dalších otázek k výzkumnickému vysvětlení.

Při souhrnném pohledu na dosavadní vývoj metod stanovení běžného přírůstu se zdá, že řešení vhodného přírůstového modelu pro konstrukci přírůstových tabulek je pro praxi vhodné. Řada metod a návrhů k sestavení různých přírůstových tabulek byla

také vypracována. Tyto přírůstové tabulky udávající běžný přírůst buď v absolutních hodnotách (m^3), nebo pro přírůstové procento hmotové jsou více méně ověřeny v lokálních podmínkách.

Přitom si uvědomujeme, že každý přírůstový model je výsledkem regresních vztahů běžného přírůstu k jiným základním taxačním veličinám. To znamená, že při stanovení této veličiny v daném konkrétním porostě vznikají u odvozených nebo tabulkových hodnot větší nebo menší odchylky od „skutečného“ přírůstu. Jde o to, aby tyto odchylky byly povahy nahodilé a v přijatelných mezích.

Také v nově navrhované metodě jde o zpracování matematického přírůstového modelu, na jehož podkladě budou sestaveny přírůstové tabulky.

Při koncepci našeho přírůstového modelu (pro stejnověkové porosty) byly řešeny tyto základní stěžejní otázky, jejichž vyřešením byly stanoveny potřebné teoretické podklady. Jsou to:

- Obecné odvození polohy přírůstového vzorníku, tj. kmene, jehož přírůst v daném věku porostu je aritmetickým průměrem přírůstu všech kmenů v porostě.
- Regresní vyjádření běžného přírůstu příslušného vzorníku vzhledem k objemu tohoto vzorníku a k věku porostu.
- Rozložení přírůstu v porostě vzhledem k tloušťkové objemové struktuře.

ODVOZENÍ POLOHY PŘÍRŮSTOVÉHO VZORNÍKU

Za přírůstový vzorník, který je v daném věku reprezentantem přírůstů všech stromů v porostě o N kmenech, byl dosud v přírůstové teorii zpravidla považován kmen, jehož výčetní plocha je aritmetickým průměrem výčetních ploch všech stromů. Tedy při skupinovém rozdělení stromových četností jde o kmen s výčetní plochou $\bar{g}$

$$\bar{g} = \frac{1}{N} G = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^l n_j g_j$$

při uvažovaném počtu l skupin stromových četností. Teoreticky se tento přírůstový vzorník nezdůvodňuje, ale dosti často používá (M. Prodan, T. Gieruszyński aj.). Z toho vyplývá vztah, podle něhož aritmetický průměr přírůstů objemových $i_{\bar{v}}$ je

$$i_{\bar{v}} = f(\bar{g}).$$

V našich úvahách jsme se zaměřili na přírůstový vzorník objemový, neboť existuje vždy poměrně těsná závislost mezi přírůstem a objemem ve stejnověkovém porostě stejně tak, jako bylo dokázáno, že existuje těsná závislost mezi objemovým přírůstem a plochou kambia (N. P. Anučin, V. Korf, Š. Šmelko — jak již bylo uvedeno). Předpokládáme tedy obecně, že každému objemu kmene v porostě odpovídá objemový přírůst podle závislosti

$$i_{vj} = f(v_j).$$

Při rozboru jsme matematicky řešili vztah mezi aritmetickým průměrem přírůstu $i_{\bar{v}}$ a objemem středního kmene $\bar{v}$, přičemž

$$i_{\bar{v}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^l n_j i_{vj}; \quad \bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^l n_j v_j,$$

za účelem vyjádření vztahu mezi i_{vj} a $\bar{v}$ rovnici $i_{vj} = f(v_j)$ rozvineme ji v Taylorovu řadu kolem aritmetického průměru $\bar{v}$, takže

$$i_{vj} = f(\bar{v}) + \frac{f'(\bar{v})}{1!} (v_j - \bar{v}) + \frac{f''(\bar{v})}{2!} (v_j - \bar{v})^2 + \frac{f'''(\bar{v})}{3!} (v_j - \bar{v})^3 + \dots$$

Na základě tohoto rozvoje je pak možno přírůst porostu I_v vyjádřit v součtu rovnic

$$I_v = f(\bar{v}) \cdot N + \frac{f'(\bar{v})}{1!} \sum_{j=1}^l n_j (v_j - \bar{v}) + \frac{f''(\bar{v})}{2!} \sum_{j=1}^l n_j (v_j - \bar{v})^2 + \dots$$

a z ní pak aritmetický průměr přírůstu všech kmenů

$$i_{\bar{v}} = \frac{I_v}{N} = f(\bar{v}) + \frac{f'(\bar{v})}{1!N} \sum_{j=1}^l n_j (v_j - \bar{v}) + \frac{f''(\bar{v})}{2!N} \sum_{j=1}^l n_j (v_j - \bar{v})^2 + \dots$$

Je patrné, že výraz ve druhém členu řady na pravé straně rovnice

$$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^l n_j (v_j - \bar{v})$$

je prvním momentem kolem aritmetického průměru (označme m_1) a je statisticky roven 0. Podobně výraz ve třetím členu řady

$$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^l n_j (v_j - \bar{v})^2$$

je druhým momentem (označme m_2), který se rovná rozptylu s^2 . Podobně v dalších členech řady jsou momenty $m_3, m_4, \dots$, takže aritmetický průměr všech přírůstů je pak dán obecně rovnicí za předpokladu, že $m_1 = 0$:

$$i_{\bar{v}} = f(\bar{v}) + \frac{f''(\bar{v})}{2!} m_2 + \frac{f'''(\bar{v})}{3!} m_3 + \dots$$

Tento vztah mezi aritmetickým průměrem přírůstu $i_{\bar{v}}$ všech N kmenů a porostním vzor-níkem $\bar{v}$ je zcela obecný a jeho konkrétní vyjádření závisí na rovnici vyjadřující vztah

$$i_{vj} = f(v_j) .$$

Závislost přírůstu kmenů k jejich objemu byla vyšetřována u některých dřevin (V. Korf, 1961, 1965; Š. Šmelko, 1967, 1972) a došlo se přitom k závěru, že tento vztah ve stejno-věkové porostě u jednotlivých dřevin je lineární a teoreticky by bylo zdůvodněno, aby vyrovnávací přímka procházela počátkem, to znamená, že pak platí regresní vztah

$$i_{vj} = kv_j, \text{ kde } k \text{ je směrnici regresní přímky}$$

a také pro aritmetický průměr přírůstů $i_{\bar{v}} = k\bar{v}$.

Při daném empirickém materiálu nemusí vždy vyrovnávací přímka procházet po-čátkem, takže je pak $i_{vj} = kv_j + a$.

Přírůst celého porostu o N kmenech je v daném věku

$$I_v = Nk\bar{v}.$$

Tím bylo dokázáno, že aritmetický průměr přírůstů všech N stromů $i_{\bar{v}}$ je v daném věku porostu v jednoduchém vztahu k porostnímu vzorníku $\bar{v}$, že tedy vzorník porostní zásoby (střední objemový kmen) je možno považovat za přírůstový vzorník.

REGRESNÍ VYJÁDRĚNÍ BĚŽNÉHO PŘÍRŮSTU VZORNÍKU VZHLEDEM K OBJEMU A VĚKU

Pro přírůstový proces v celém věkovém a bonitním rozsahu je nutno závislost $i_{\bar{v}}$ rozšířit o druhou neodvisle proměnnou, tj. věk porostu t , takže pak je obecně

$$i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t).$$

Při hledání této regresní závislosti se dvěma neodvisle proměnnými použil Korf (1961) tvaru

$$i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t) = \varphi(t)\bar{v}^{\psi(t)}.$$

Dílčí funkce $\varphi(t)$, $\psi(t)$ v první koncepci přírůstového modelu řešil na základě používaných německých růstových tabulek Schwappachových a pro dub Wimmenauerových. Pro tyto tabulky byly vyšetřeny parametry $\varphi(t)$, $\psi(t)$ a pomocí nich pak vyjádřeny rovnice běžných přírůstů jednotlivých dřevin a bonit. Při podrobném matematicko-statistickém rozboru provedeném Šmelkem (1975) se ukázalo, že přírůstové rovnice odvozené z uvedených tabulek dávají pro naše poměry značné chyby. Přitom jako prověřovacího materiálu bylo použito výsledků z kmenových analýz. Hlavní příčina těchto chyb se vysvětluje tím, že růstové a přírůstové procesy v uvedených německých růstových tabulkách neodpovídají našim poměrům, jak je to také obecně známo.

Proto byl další výzkum tohoto problému založen na první koncepci našich čs. růstových tabulek (J. Halaj, J. Řehák), o nichž se oprávněně předpokládá, že budou ve všech veličinách dávat reálnější výsledky. Přitom však i v těchto tabulkách je běžný přírůst (CBP) veličinou vypočítanou (tedy vyšetřenou nepřímou) na podkladě jiných vyrovnaných veličin. I když jde o primární veličinu, musíme se spokojit zatím s tím, že její jiné odvození v růstových tabulkách je nemožné.

Nové čs. tabulky jsou založeny na třech hlavních porostních veličinách — věku, absolutní výškové bonitě a zásobové úrovni. Bylo tedy nutno provést širší matematicko-statistický rozbor na podkladě tabulkových veličin se zřetelem na tři stupně zásobové úrovně a jejich vliv na $i_{\bar{v}}$ a tudíž na základní přírůstovou rovnici

$$i_{\bar{v}} = \varphi(t) \cdot \bar{v}^{\psi(t)}.$$

Oba parametry $\varphi(t)$, $\psi(t)$ vykazují těsnou korelaci s rostoucím věkem a jejich vyrovnaní bylo nejsložitějším problémem celé konstrukce přírůstového modelu.

ROZLOŽENÍ BĚŽNÉHO PŘÍRŮSTU V POROSTĚ VZHLEDEM K TLOUŠŤKOVÉ STRUKTUŘE

Jedním z požadavků kladených na metodu pro stanovení běžného přírůstu je, aby umožňovala stanovení I_v nejen globálně pro celý porost, ale i podle tloušťkových stupňů. Tento problém se dá řešit podle zákonitosti vyjadřující vztah mezi aritmetickým průměrem přírůstů $i_{\bar{v}}$ a objemem přírůstového vzorníku $\bar{v}$. Vztah byl odvozen Korfem

(1961), prověřen Šmelkem (1967, 1972) a podle něho, jak již bylo uvedeno, je závislost mezi veličinami i_v a $\bar{v}$ lineární. Za předpokladu, že vyrovnávací přímka prochází počátkem, což je teoreticky zdůvodněno, je její rovnice

$$i_v = k\bar{v} \text{ neboli směrnice této přímky je } k = \frac{i_v}{\bar{v}}.$$

Přírůst kmene např. v j -tém tloušťkovém stupni bude $i_{vj} = \frac{i_v}{\bar{v}} \cdot v_j$ a celého tloušťkového stupně o n_j kmenech $n_j i_{vj} = \frac{i_v}{\bar{v}} n_j v_j$.

To znamená, že přírůst j -tého tloušťkového stupně bude odvozen na podkladě objemu tloušťkového stupně ($n_j v_j$), jenž se násobí směrnicí $\frac{i_v}{\bar{v}}$. Přírůst i_v se vezme z přírůstových tabulek.

Faktor $\frac{i_v}{\bar{v}}$ je setinou přírůstového procenta. Pro celý porost o l tloušťkových stupních je přírůst

$$I_v = \frac{i_v}{\bar{v}} \sum_{j=1}^l n_j v_j.$$

Když se vrátíme ke kapitole, v níž se pojednává o základních požadavcích kladených na metodu pro stanovení běžného přírůstu, je patrné, že námi odvozená metoda vyhovuje v podstatě všem stanoveným požadavkům. Jen pokud jde o přesnost metody, je nutno jí věnovat ještě další pozornost a prověřit ji. Přitom je třeba konstatovat, že jde o metodu původní, k jejíž koncepci nebylo použito žádných cizích vzorů. Její odvození je založeno na dlouholetém výzkumu, při němž byly teoreticky propracovány jednotlivé dílčí otázky, jež byly ověřovány oběma autory na empirickém materiálu z konkrétních porostů.

Došlo dne 27. 5. 1981

Literatura

1. ANTANAJTIS, V. V.: Opredelenije tekuščego prirosta sovokupnosti nasaždenij. Les. žurnal, 1966, č. 1, s. 18-21
2. ANTANAJTIS, V. V.: Tablici taksacii tekuščego prirosta otdelnych nasaždenij. Les. žurnal, 1968, s. 3-7
3. ANUČIN, N. P.: Novyj metod opredelenija tekuščego prirosta nasaždenij. Les. chozjaj., 1959, č. 1
4. ASSMANN, E.: Waldertragskunde. BVL Verlagsgesellschaft München — Bonn — Wien, 1961
5. BEDIN, V. N.: Naš metod opredelenija tekuščego prirosta. Les. chozjaj., 1961, s. 16-17
6. BISKUPSKÝ, V. a kol.: Metódy zisťovania prírastku, zásob a kvality porastov. SAV — Bratislava, 1971
7. BOROWSKI, M.: Tablice przyrostu miazozcosti strzal sosny starzsyh klas wieku. Folia Forestalia Polonica, Seria A, Lesnictwo — Warszawa, 1971, PWN
8. BOROWSKI, M.: Przyrost drzew i drzewostanow. Panstwowe wydawnictwo rolnicze i lesne Warszawa, 1974, s. 354
9. BURGAN, J.: Zisťovanie a výpočet bežného prírastku. Les, 1954
10. BURNS, P. I.: Growth and Yield of Oak Stands in the Central USA. 1953
11. DUDEK, A.: Ocena niektórych przybliżonych sposobów określania procentu przyrostu miazszności. Sylwan, 1972, č. 10, s. 23-33
12. EMROVIČ, B.: Die Ermittlung der Massenzuwachspröcente mit Hilfe der Tarifdifferenzverfahren. Schw. Z. f. F., 1960, s. 182-188

13. ERTELD, W.: Grundflächenschluß und Zuwachs bei Kiefer, Fichte und Buche. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 1957, s. 179
14. FAITH, J.: Stanovenie bežného prírastku lesných porastov a jeho využitie v hospodárskej úprave lesov. Záverečná správa, 1960
15. FERGUSON, I. H. A.: Summary of Growth and Yield Studies. Canada, 1953
16. GIERUSZYNSKI, T.: Pomiar drzew i drzewostanow. Warszawa, 1959
17. GIURGIU, V.: Studiul cresterilor la arborete (Auxometrie cu elemente de auxologie). Editura Agro-Silvica-Bucuresti, 1967, s. 320
18. GROCHOWSKI, I.: O nových způsobach okreslania biežacego przyrostu miazsości drzewostanu. Sylwan, 1961, č. 6, s. 1-7
19. HALAJ, J.: Prebierky smrekových porastov ČSSR. Příroda, Bratislava, 1975, s. 123
20. HALAJ, J.: Tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov. Bratislava, 1963, s. 323
21. HALAJ, J.: Výskum konštrukcie rastových tabuliek pre hlavné dreviny ČSSR. 1975, VÚLH Zvolen
22. HALAJ, J. — HOLUBČÍK — BOROTA — KORPEL — BISKUPSKÝ: Matematicko-štatistické metódy v hospodárskej úprave a pestovaní lesov. SAV Bratislava, 1960
23. HARRISON, I. D. B.: Summary of Growth and Yield Studies in Canada, 1953
24. HAŠA, R.: Lesní zařízení a jeho poměr k lesní tvorbě. Les. práce, 1925
25. HILDEBRANDT, G.: Der laufende Zuwachs in der Forsteinrichtung. B. L., 1967, München, Basel, Wien, s. 201
26. HOLUBČÍK, M.: O meraní a výpočte bežného prírastku interpolačnou metódou. Les, 1957
27. HUMMEL, F. C. — BREIT, J.: A Simple Method of Estimating Volume Increment in Stands of Young Conifers. 1953
28. ILVESSALO, Y.: Growth and Yield and Forest Management. 1953
29. ILVESSALO, Y.: Some Figures on the Relationship between the Present and Possible Growth in Finnish Forests. 1953
30. ILVESSALO, Y.: Some Efforts of the Rapid Determination of Growth in Finnish Forests. 1953
31. KENSTAVIČJUS, I. I.: Novij praktičeskij metod opredelenija tekuščego prirosta po zapasu nasaždenij. Les. chozjaj., 1970, č. 3, s. 50-54
32. KORF, V.: Výpočet celkového bežného prírastu. Les, 1944
33. KORF, V.: O prírůstové porostní kontrole. Lesnictví, 1959, s. 75-86
34. KORF, V.: Příspěvek k poznání růstového procesu lesních porostů se zaměřením na stanovení jejich celkového bežného prírastu. Disert. práce VŠZ Praha, 1961
35. KORF, V.: Vyrůstový proces lesních porostů a obecná prírůstová rovnice. Lesnictví 1961, s. 231-256
36. KORF, V.: Dosavadní výsledky výzkumu stanovení bežného prírastu lesních porostů a jeho význam v hospodářské úpravě lesů. Lesnictví, 1962, s. 75-86
37. KORF, V.: Beitrag zur Lösung der Problematik des Zuwachspröbestammes. A. i. F., 1965, s. 305-311
38. KORF, V.: Analysis and Pattern of Forest Stand Increment. Lesnictví, 1972, s. 525-603
39. KORF, V.: Některé závislosti mezi prírůstem a základními taxačními veličinami. Lesnictví, 1974, s. 697-716
40. KRSTANOV, K.: Metod opredelenija tekuščego prirosta massy drevesiny na postojanných opytных probnych ploščadjach v nasaždenijach sosny obyknovno pri pomošči vidovich čisel prirosta. Metódy zisťovania prírastku, zásob a kvality porastov, SAV, 1971
41. LEPORSKÝ, A.: Některé otázky dendrometrické týkající se inventarizace zásob porostu. SVÚZ, 1932
42. LOETSCH, F.: Die Bedeutung des Merkmals „Kronengüterklasse“ bei Holzvorrats- und Zuwachsinventuren. 1953
43. LOSICKIJ, K. B.: Opredelenija veličiny tekuščego prirosta v lesach SSSR. Les. chozjaj., 1960
44. MATIČ, V.: Taksacioni elementi prebornich šuma jele, smrče i bukve na području. Bose-Sarajevo 1959, s. 159
45. MITSCHERLICH, G.: Untersuchungen der Preußischen Versuchsanstalt über Ertragstafelfragen. A. F. u I., 1939
46. MITSCHERLICH, G.: Das Wachstum der Fichte in Baden. A. F. u I., 1957

47. NIKITIN, K. E.: Prilizenij sposob taksaciji tekušćego prirosta drevostoja po zapasu. Lesnoj žurnal, 1964, č. 3, s. 21-27
48. PATACKAS, A. N.: Analitičeskij metod opredelenija tekušćego prirosta drevostoja po zapasu. Lesn. žurnal, 1969, č. 2, s. 21-25
49. PRIESOL, A.: Základy kontroly produkcie v rámci hospodárskej úpravy lesov. Bratislava SAV, 1961, s. 131
50. PRODAN, M.: Messung der Waldbestände. Frankfurt, 1951
51. PRODAN, M.: Holzmeßlehre. Frankfurt, 1965
52. RICHTER — GROSSMANN — THIELE: Zur Frage der Zuwachsermittlung mit Hilfe von Bohrspaltenproben. A. f. F., 1956
53. RICHTER a kol.: Entwurf einer vorläufigen Anweisung zur Zuwachsermittlung. A. f. F., 1956
54. ŘEHÁK, J.: Návrh růstových tabulek pro borovici. 1975, VÚLHM Strnady
55. SETTEN, G. G. K.: A Summary Description of Increment Sample Plot Methods in Malaya. 1953
56. SMITH, J. H. G.: Study of Growth and Yield in British Columbia. 1953
57. ŠMELKO, Š.: Základy určovania hrúbkového prírastku stromov a porastov. SAV, Bratislava, 1965
58. ŠMELKO, Š.: Prieskum tvorby hrúbkového prírastku stromov v závislosti od svahu terénu. Les. časopis, 1965, s. 35-44
49. ŠMELKO, Š.: Vzťah medzi hmotovým prírastkom a hmotou smreka v rovnovekých porastoch. Lesníctví, 1967, s. 47-52
60. ŠMELKO, Š.: Vzťah medzi hmotovým prírastkom a hmotou stromov v bukových porastoch. Lesníctví, 1975, s. 859-877
61. ŠMELKO, Š.: Stanovenie koeficientov kôry pre hlavné dreviny na Slovensku. Zborník les. fakulty VŠLD, 1964, s. 67-84
62. ŠMELKO, Š.: Štúdium rastu a prírastku lesných stromov a porastov — časť I., 1972, VŠLD Zvolen
63. ŠMELKO, Š.: Zur Problematik des Zuwachspröbestammes im Bestande. In: Beiträge zur Forsteinrichtung IUFRO, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, 108, 1974, s. 37-43
64. ŠMELKO, Š.: Štatistické metódy v lesníctve. VŠLD Zvolen, 1974
65. ŠMELKO, Š.: Štúdium rastu a prírastku lesných stromov a porastov, časť II. VŠLD Zvolen, 1975
66. ŠMELKO, Š.: Biometrické zákonitosti rastu a prírastku lesných stromov a porastov (doktorská dizertačná práca). VŠLD Zvolen, 1975
67. SUŠKA, M.: Niektoré nové metódy určovania bežného prírastku v SSSR a možnosti ich použitia u nás. Les, 1962, s. 342-346
68. VYSKOT, M. a kol.: Základy růstu a produkce lesů. SZN Praha, 1971
69. WOLF, J.: Zjišťování běžného přírůstu stejnověkých porostů (Teorie metody toátlního diferencálu). Sborník VŠZ Brno, 1969
70. WOLF, J.: Příspěvek k teorii stanovení běžného přírůstu stejnověkých porostů. Les. časopis, 1963

КОРФ, В. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Текущий прирост лесонасаждений и его определение. Lesníctví, 27, 1981 (10): 897-912.

Стремление найти подходящий, достаточно точный и на практике применимый метод определения текущего прироста лесонасаждений в сущности продолжается от начала лесостроительства. Во всех странах с интенсивным лесным хозяйством научное исследование занимается проблематикой текущего прироста, как об этом свидетельствует большое множество биометрических разработок приростов. В сущности это, следовательно, представляет собой всемирную научно-исследовательскую лесоводческую проблему.

В статье коротко в первой главе рассматриваются научное исследование текущего прироста и возможности его использования при управлении производством. Во второй главе приведены некоторые главные методы, которые были для определения этой величины опубликованы после второй мировой войны. В третьей главе приведены основные требования, предъявляемые к применимому методу для определения текущего прироста. И, наконец, в четвертой главе представлена собственная авторская концепция модели прироста как основы для составления таблиц прироста. Модель построена на среднем стволе насаждения по приросту и теоретически обоснована. Средний ствол по приросту содержит в данном возрасте прирост, являющийся арифметическим средним прироста всех стволов в насаждении. Теоретически были решены положение модельного дерева в совокупности насаждения,

затем зависимость между текущим приростом, массой модельного дерева и возрастом насаждения и, наконец, разверстка текущего прироста в насаждении с учетом структуры диаметра (объема).

Для выражения процесса прироста во всем возрастном и бонитетном диапазоне текущий прирост, приходящийся в среднем на один ствол $i_{\bar{v}}$, находится в отношении к объему среднего ствола по приросту $\bar{v}$, но также и к возрасту t , так что действительна формула $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t)$.

Для этой зависимости была составлена модель прироста в виде $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t) = \varphi(t) \cdot \bar{v} \psi(t)$.

При решении таблиц прироста по этой модели нужно из эмпирического материала решить параметры $\varphi(t)$, $\psi(t)$.

лесная биометрия; прирост; модель прироста; таблицы прироста

KORF, V. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Current Increment of Forest Stands and its Determining*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 897-912.

Efforts to find a suitable, exact enough and practically applicable method of determining the current increment of forest stands have been taken since the very beginnings of forest management. In all countries with intensive forest management forest researchers study the problems of current increment, and a great number of increment biometrical studies is edited. The problem is a worldwide forest research task.

In the first chapter, the research and possibilities of utilizing the current increment in the course of the control and management of production are treated. In the second chapter, several main methods are given dealing with determining this character and published after World War II. In the third chapter basic requirements on the applicable method of determining the current increment are presented. Finally in the last — fourth chapter the author's own conception of an increment model is given; it makes a basis of constructing increment tables. The model works with an increment sample tree of the forest stand and is theoretically founded. The increment sample tree comprises at the given age an increment which is the arithmetical mean of increments of all trees in the forest stand. The position of the sample tree in the stand population was solved theoretically, the relationship of the current increment and sample tree volume and stand age, and eventually the distribution of the current increment in the stand in relation to the diameter (volume) structure.

To express the increment process for the whole age and quality range, the current increment on the average per 1 stem $i_{\bar{v}}$ relates to the volume of increment sample tree $\bar{v}$, and to the age t , therefore it holds good $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t)$.

For the above relationship the increment model was stated: $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t) = \varphi(t) \cdot \bar{v} \psi(t)$.

To construct the increment tables using this model, the parameters $\varphi(t)$, $\psi(t)$ must be calculated from the empirical material.

forest biometry; increment; increment model; increment tables

KORF, V. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Laufender Zuwachs von Waldbeständen und seine Bestimmung*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 897-912.

Das Bestreben, eine geeignete, ausreichend genaue und praktisch brauchbare Methode zur Ermittlung des laufenden Zuwachses von Waldbeständen zu finden dauert im wesentlichen seit den Anfängen der Forsteinrichtung. In allen Staaten mit intensiver Forstwirtschaft befaßt sich die Forschung mit der Problematik des laufenden Zuwachses, wie die lange Reihe biometrischer Zuwachsstudien zeigt. Es handelt sich also im wesentlichen um ein forstliches Forschungsproblem von weltumfassender Bedeutung.

Im ersten Kapitel des Artikels werden kurz die Erforschung und die Möglichkeiten der Ausnützung des laufenden Zuwachses bei der Produktionslenkung behandelt. Im zweiten Kapitel werden einige von den wichtigsten Methoden angeführt, die zur Ermittlung dieser Größe nach dem Zweiten Weltkrieg veröffentlicht wurden. Im dritten Kapitel werden die wichtigsten Anforderungen angegeben, die auf eine brauchbare Methode zur Ermittlung des laufenden Zuwachses gestellt werden.

Im vierten Kapitel schließlich wird die eigene Auffassung des Verfassers hinsichtlich des Zuwachsmodells als Grundlage zur Konstruktion von Zuwachstafeln gebracht. Das Modell ist auf dem Zuwachspröbestamm des Bestandes gegründet und ist theoretisch begründet. Der Zuwachspröbestamm enthält im gegebenen Alter den Zuwachs, der das arithmetische Mittel des Zuwachses aller Stämme im Bestand darstellt. Theoretisch wurde die Lage des Pröbestammes in der Bestandesgesamtheit gelöst, ferner die Beziehung des laufenden Zuwachses zur Masse des Pröbestammes und zum Bestandesalter und schließlich die Verteilung des laufenden Zuwachses im Bestand in bezug auf die Durchmesser-(Volumen-) Struktur.

Für die Darstellung des Zuwachsprozesses im ganzen Alters- und Bonitätsausmaß steht der durchschnittlich auf einen Stamm entfallende laufende Zuwachs $i_{\bar{v}}$ im Verhältnis zum Volumen des Zuwachspröbestammes $\bar{v}$, aber auch zum Alter t , so daß allgemein gilt $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t)$.

Für diese Abhängigkeit wurde das Zuwachsmodell konzipiert, und zwar in der Form $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t) = \varphi(t) \cdot \bar{v}^{\psi(t)}$.

Bei der Lösung von Zuwachstafeln aufgrund dieses Modells ist es notwendig aus dem empirischen Material die Parameter $\varphi(t)$, $\psi(t)$ zu lösen.

forstliche Biometrie; Zuwachs; Zuwachsmodell; Zuwachstafeln

KORF, V. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *L'accroissement normal des peuplements forestiers et sa détermination*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 897-912.

L'effort de trouver une méthode convenable, suffisamment précise et pratiquement utilisable pour déterminer l'accroissement courant des peuplements forestiers dure en principe dès le début de l'aménagement forestier. Dans tous les Etats, dont le niveau de l'économie forestière est intensif, la recherche s'occupe de la problématique relative à l'accroissement courant, comme il en témoigne une grande série d'études biométriques concernant l'accroissement. Il s'agit en principe d'un problème mondial portant sur la recherche forestière.

Dans l'article on traite sommairement dans le premier chapitre de la recherche et des possibilités d'utilisation de l'accroissement courant pour la gestion de la production. Dans le second chapitre sont indiquées plusieurs méthodes principales qui ont été publiées pour la détermination de cette grandeur après la seconde guerre mondiale. Dans le troisième chapitre sont citées les exigences principales posées sur la méthode utilisable pour la détermination de l'accroissement courant. Dans le quatrième chapitre est présentée la conception propre de l'auteur, relative au modèle d'accroissement, en tant que base pour la construction des tables d'accroissement. Le modèle est établi sur l'arbre modèle d'accroissement, étant théoriquement justifié. L'arbre modèle d'accroissement comprend, à un âge donné, l'accroissement qui est le diamètre arithmétique de l'accroissement de toutes les tiges dans le peuplement. Théoriquement on a trouvé la solution de la position de l'arbre modèle dans la population de peuplement, puis le rapport entre l'accroissement courant et le volume de l'arbre modèle et l'âge du peuplement et enfin celle de la répartition de l'accroissement courant dans le peuplement par rapport à la structure en diamètre (volumétrique).

Pour exprimer le processus d'accroissement dans sa totalité, par rapport à l'âge et à la qualité, l'accroissement courant revenant en moyenne à une tige $i_{\bar{v}}$ est en rapport avec le volume de l'arbre modèle d'accroissement $\bar{v}$, mais aussi avec l'âge t , de sorte que généralement s'applique l'équation $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t)$.

Pour cette corrélation on a conçu un modèle d'accroissement en forme de: $i_{\bar{v}} = f(\bar{v}, t) = \varphi(t) \cdot \bar{v}^{\psi(t)}$.

En cherchant la solution des tables d'accroissement sur la base de ce modèle, il est nécessaire de trouver, à partir du matériel empirique, la solution des paramètres $\varphi(t)$, $\psi(t)$.

biométrie forestière; accroissement; modèle d'accroissement; tables d'accroissement

Adresa autora:

Prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

BIOMETRICKÉ VZŤAHY PRE PRÍRASTKOVÉ TABULKY SMREKA ZALOŽENÉ NA TEÓRII PRÍRASTKOVÉHO VZORNÍKA

Š. Šmelko

ŠMELKO, Š. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Biometrické vzťahy pre prírastkové tabuľky smreka založené na teórii prírastkového vzorníka*. Lesníctví, 27, 1981 (10): 913–928.

Práca obsahuje odvodenie regresných vzťahov pre určovanie celkového bežného prírastku na zásobe porastov metódou prírastkového vzorníka, ktorú teoreticky rozpracoval Korf (1961) a experimentálne overil Šmelko (1967, 1973). Na podklade údajov rastových tabuliek ČSSR bola pre smrek v nižších polohách (Halaj 1975, 1980) vyjadrená závislosť objemového prírastku pripadajúceho priemerne na 1 strom $i_{\bar{v}}$ od objemu stredného kmeňa $\bar{v}$ pre 5-ročné vekové intervaly pomocou mocnínovej funkcie $i_{\bar{v}} = k \cdot \bar{v}^n$. Koefficienty k, n boli ďalej vyrovnané v závislosti od veku porastu t , čím sa získal výsledný prírastkový model $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ pre celý rastový obor veku a bonít. Prírastkový model I založený na údajoch rastových tabuliek z roku 1975 reprezentujú regresné rovnice (9–11) a model II odvodený z rastových tabuliek 1980 reprezentuje rovnica (15). Regresné vzťahy sú veľmi tesné a zobrazené sú na obr. 1–6. Príslušné prírastkové tabuľky sú zostavené v tabuľke I. Rozbory ukázali, že skutočné prírastkové pomery rovnovekých smrekových porastov ČSSR lepšie vystihuje model II, a preto sa v praxi pre určovanie celkového objemového prírastku porastov odporúča používať základný vzťah $I_v = N \cdot i_{\bar{v}}$. Počet stromov N sa stanoví priemerovaním naplno, alebo reprezentatívnou metódou a prírastok stredného kmeňa $i_{\bar{v}}$ z odvodeného modelu II alebo prírastkových tabuliek.

biometria lesnícka; smrek; prírastkové tabuľky

Problematika zisťovania bežného objemového prírastku porastov a jeho využitia v hospodárskej úprave a pestovaní lesov je pre svoju dôležitosť a zložitosť stále v popredí záujmu celosvetového lesníckeho výskumu. V ČSSR boli v tomto smere za posledné dve desaťročia vykonané rozsiahle šetrenia. Vypracované boli viaceré metódy na stanovenie objemového prírastku založené na priamom meraní hrúbkového prírastku pomocou vývrtov (Wolf, Priesol, Halaj, Šmelko a i.). Napriek dobrým výsledkom, ktoré sa týmito metódami dosiahli v poloprevádzke, nenašli v lesníckej praxi širšie uplatnenie; používajú sa iba pri hospodárskej úprave výberkových lesov a iných objektov s účelovým poslaním. Príčinou toho je predovšetkým okolnosť, že v našich pestrých prírodných podmienkach (veľká variabilita stanovištných pomerov, rozmanitá drevinová skladba porastov) je potrebné pre prakticky požadovanú presnosť určenia prírastku (± 10 až 12%) odobrať pomerne veľký počet (30 až 100) vývrtov, s čím súvisia značné pracovné a finančné náklady a do úvahy prichádza aj poškodzovanie stojacich stromov navrtávaním.

Preto sa hľadali ďalšie spôsoby, ktoré by uvedené nedostatky odstránili a umožnili by určiť bežný prírastok na zásobe porastu bez navrtávania na základe biometrických vzťahov medzi jednoduchšie merateľnými taxačnými veličinami. V roku 1961 navrhol takúto metódu prof. Korf.

Metóda vychádza z teórie prírastkového vzorníka, ktorú vypracoval Korf (1961) a experimentálne overil Šmelko (1967, 1973). Podľa nej je v rovnovekých porastoch

vzorník porastovej zásoby (stredný objemový kmeň) súčasne aj prírastkovým vzorníkom, pretože závislosť objemového prírastku od objemu stromov je v podstate lineárna. Vlastné určenie bežného prírastku na zásobe porastu a konštrukcia zodpovedajúcich prírastkových tabuliek sa zakladá na regresnom vzťahu medzi aritmetickým priemerom objemového prírastku $i_{\bar{v}}$ a objemom stredného kmeňa $\bar{v}$ hlavného porastu. Tento vzťah

$$i_{\bar{v}} = f(t) \quad (1)$$

možno odvodiť z rastových tabuliek pre jednotlivé päťročné, resp. 10-ročné vekové intervaly t . Keď sa parametre funkcie (1) vyjadria ako funkcia veku porastu t , získa sa regresná rovnica

$$i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t), \quad (2)$$

ktorá udáva bežný objemový prírastok pripadajúci priemerne na jeden strom $i_{\bar{v}}$ v závislosti od stredného objemu $\bar{v}$ a od veku porastu t . Pre celý porast s počtom stromov N je potom bežný ročný prírastok na zásobe daný vzťahom

$$i_V = N \cdot i_{\bar{v}} = N \cdot F(\bar{v}, t). \quad (3)$$

V posledných rokoch boli u nás zostrojené prvé domáce československé rastové tabuľky pre päť hlavných drevín (smrek pre nižšie a horské polohy, jedľa, borovica, buk a dub), ktoré poskytujú vhodný základ pre odvodenie potrebných biometrických vzťahov pri určovaní prírastku na zásobe porastov opísanou metódou.

V predkladanom príspevku podávame výsledky odvodenia týchto vzťahov a príklad prírastkových tabuliek pre drevinu smrek (v nižších polohách) na podklade prvého a druhého vydania rastových tabuliek ČSSR z roku 1975 a 1980 spolu s posúdením možnosti ich praktického použitia.

PODKLADOVÉ ÚDAJE

Podkladové údaje sme odvodili z rastových tabuliek ČSSR pre smrek v nižších plochách. Použili sme jednako prvé vydanie (Halaj 1975; Halaj, Řehák 1979), jednako druhé vydanie (Halaj 1980) týchto tabuliek. Ako je známe, nové čs. rastové tabuľky sú odvodené z rozsiahleho experimentálneho materiálu z územia celej republiky a sú založené na troch hlavných porastových veličinách — veku, bonite a zásobovej úrovni. Bonita je udaná absolútnou strednou výškou porastu vo veku 100 rokov odstupňovaná po 2 metroch (12, 14 ... 42 m). Zásobová úroveň má tri stupne a vyjadruje rozdiely v absolútnej hustote, t. j. v počte stromov, kruhovej základni a zásobe porastov v rámci rovnakej bonity a veku pri plnom relatívnom zakmenení. Tieto rozdiely sú spôsobené predovšetkým stanovištnými činiteľmi, rastovou oblasťou, spôsobom založenia a výchovy porastov. V konkrétnom poraste sa stupeň zásobovej úrovne stanoví buď dendrometricky meraním príslušných taxačných veličín, alebo jednoduchšie na základe stanovištných ukazateľov. Stupeň zásobovej úrovne 3 je najvyšší, stupeň 1 najnižší a stupeň 2 stredný. Princíp zostavenia prvého i druhého vydania rastových tabuliek je v podstate rovnaký. Pre druhé vydanie bol však použitý rozsiahlejší pokusný materiál (ďalšie opakované merania výskumných plôch) a nové, spresnené metodické postupy. V dôsledku toho sa výsledné údaje o porastových veličinách značne líšia. V druhom vydaní tabuliek sú pri rovnakom veku, bonite a zásobovej úrovni, napr. zásoba, prebierka a celkový bežný prírastok všeobecne vyššie ako v prvom vydaní.

Z údajov prvého vydania rastových tabuliek boli pre všetky vyskytujúce sa vekové intervaly, bonitné stupne a zásobové úrovne vypočítané priemerné hodnoty objemového prírastku $i_{\bar{v}}$ a objemu $\bar{v}$ a boli priradené k stredom príslušných 5-ročných vekových

intervalov $(t + 5) : 2$. Hodnoty $i_{\bar{v}}$ a $\bar{v}$ sa odvodili takto:

$$i_{\bar{v}} = [(V_{t+5} + P_{t+5} - V_t) : 5] : N_t \quad (4)$$

$$\bar{v} = [(V_{t+5} + P_{t+5} + V_t) : 2] : N_t \quad (5)$$

kde: V_t, V_{t+5} = tabuľková zásoba hlavného porastu v príslušnom veku t a $(t+5)$,
 P_{t+5} = objem prebierok II na konci prírastkovej periódy (vo veku $t+5$),
 N_t = počet stromov hlavného porastu na začiatku prírastkovej periódy (vo veku t),
 ktorý je cez celú periódu stály a je nositeľom prírastku $i_{\bar{v}}$.

Z údajov druhého vydania rastových tabuliek boli hodnoty $i_{\bar{v}}$, $\bar{v}$ odvodené rovnakým postupom, ale prepočítané boli zo stredov 5-ročných intervalov (32,5 – 37,5 – 42,5 ...) na okružle 5-ročné vekové okamžiky (35 – 40 – 45) ako jednoduché aritmetické priemery dvoch susedných hodnôt. Rozdiel bol aj v tom, že výpočty sa obmedzili iba na prostredný stupeň zásobovej úrovne. Predchádzajúcim rozborom (Šmelko, 1980) sa totiž zistilo, že rozdiely v prírastku $i_{\bar{v}}$ stredného kmeňa medzi stupňami zásobovej úrovne 1 – 2 – 3 sú síce štatisticky signifikantné ($i_{\bar{v}}$ pri zásobovej úrovni 3 je priemerne o 0,8 % menší a pri zásobovej úrovni 1 o 1,1 % väčší ako pri zásobovej úrovni 2), avšak vo vzťahu (1) k objemu stredného kmeňa ich možno zanedbať. Použitím iba jedného (prostredného) stupňa zásobovej úrovne namiesto troch stupňov sa stredná chyba regresného vzťahu (2) pre celé rozpätie veku a bonít zväčšila iba nepatrne, o 0,1 až 0,2 %.

Ďalej budeme preto zhodnocovať údaje $i_{\bar{v}}$ a $\bar{v}$ odvodené v rámci jednotlivých vekových intervalov a bonít iba pre 2. stupeň zásobovej úrovne. Hodnoty $i_{\bar{v}}$, $\bar{v}$ sú vyjadrené v jednotkách kmeňového objemu s kôrou, pretože aj pri konštrukcii rastových tabuliek bola táto objemová jednotka zvolená za primárnu a údaje pre ďalšie objemové jednotky boli stanovené prepočtom na základe použitia príslušných regresných rovníc.

ODVODENIE REGRESNÉHO VZŤAHU $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ V MATEMATICKEJ A TABUĽKOVEJ FORME

Uvedený vzťah odvodíme najprv z údajov prvého vydania rastových tabuliek. K dispozícii sú hodnoty priemerného prírastu $i_{\bar{v}}$ a objemu $\bar{v}$ v 5-ročných vekových intervaloch od 20 do 120 rokov pre bonitné stupne 12, 14 ... 40 a zásobovú úroveň 2. Vynešením zodpovedajúcich si dvojíc hodnôt $[i_{\bar{v}}, \bar{v}]$ v rámci konštantných vekov t získame rad bodov znázorňujúcich závislosť $i_{\bar{v}} = f(\bar{v})$ pre vekové úrovne 20 – 25, 25 – 30 ... 115 – 120 rokov na obr. 1 (kvôli prehľadnosti sú v ňom narysované údaje iba pre každý druhý vekový interval). Myslené spojnice týchto bodov vytvárajú sústavu čiar, ktoré majú vyrovnaný a zákonitý priebeh; sú buď lineárne, alebo majú veľmi malú krivosť a ich strmlosť sa s vekom porastu výrazne znižuje.

Základnou otázkou pre matematické vyjadrenie týchto závislostí je voľba vhodného typu regresnej rovnice. Do úvahy prichádzajú tieto tri najjednoduchšie funkcie:

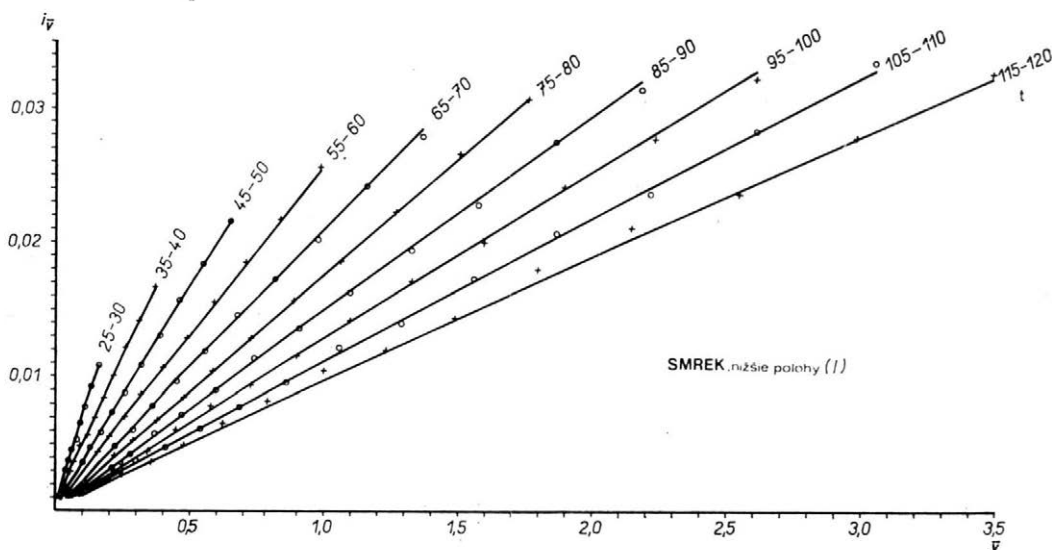
$$\text{priamka nepredchádzajúca počiatkom súradníc } \hat{i}_{\bar{v}} = a + b \cdot \bar{v} \quad (6a)$$

$$\text{priamka predchádzajúca počiatkom súradníc } \hat{i}_{\bar{v}} = c \cdot \bar{v} \quad (6b)$$

$$\text{mocninová funkcia } \hat{i}_{\bar{v}} = k \cdot \bar{v}^n \quad (6c)$$

Jednoduchým okulárnym posúdením grafov závislostí nemožno rozhodnúť, ktorá z nich je najvhodnejšia. Preto výber funkcie urobíme na základe porovnania stredných chýb uvedených regresných rovníc

$$s_{i_{\bar{v}}}, \bar{v} \% = \frac{\sqrt{\frac{\sum (i_{\bar{v}} - \hat{i}_{\bar{v}})^2}{n}}}{\bar{i}_{\bar{v}}} \cdot 100, \quad (7)$$



1. Závislosť objemového prírastku $i_{\bar{v}}$ (m^3) od objemu $\bar{v}$ (m^3) stredného kmeňa pre jednotlivé veky porastu t odvodená z prvého vydania rastových tabuliek ČSSR (1975). — A dependence of volume increment $i_{\bar{v}}$ (m^3) on mean stem volume $\bar{v}$ (m^3) for different stand age t derived from the first-edition growth tables for the CSSR (1975)

ktoré charakterizujú rozptyl pôvodných hodnôt $i_{\bar{v}}$ okolo vyrovnaných hodnôt $\hat{i}_{\bar{v}}$. Výpočty ukázali, že stredné chyby sú najväčšie pri použití priamky predchádzajúcej počiatkom súradníc (6b); kolíšu v rozpätí od 9 do 6,9 % v závislosti od veku, v stredných vekových intervaloch sú podstatne menšie, v krajných väčšie, ich priemerná hodnota je 3,3 %. Spôsobené je to tým, že strmosť vyrovnávajúcej priamky, keďže prechádza počiatkom súradníc, nezodpovedá vo väčšine prípadov skutočnému priebehu závislosti. Naproti tomu rovnice (6a, 6c) poskytli v podstate lepšie a vzájomne veľmi blízke výsledky. Hodnoty stredných chýb kolíšu v rozmedzí 1,1 až 3,6 % (priemer 1,9 %), resp. 1,4 až 3,3 % (priemer 2,0 %). To znamená, že vzťahy $i_{\bar{v}} = f(\bar{v})$ by bolo možné pri určitom zjednodušení vyrovnať priamkou nepredchádzajúcou počiatkom súradníc. Nebola by však splnená dôležitá podmienka, aby

$$\text{pre } \bar{v} = 0 \quad \text{aj} \quad i_{\bar{v}} = 0.$$

Preto sme sa rozhodli použiť alometrickú funkciu (6c), ktorá uvedenú podmienku splňuje, má tiež iba dva parametre, jej výpočet nie je komplikovaný a ako vidieť z obr. 1, vyrovnávajúce čiary vložené do bodového poľa pôvodných hodnôt $i_{\bar{v}}$ vystihujú priebeh závislosti veľmi dobre. Odchýlky ($i_{\bar{v}} - \hat{i}_{\bar{v}}$) sú skutočne malé a sú rozdelené náhodne po oboch stranách kriviek v celom obore hodnôt $\bar{v}$.

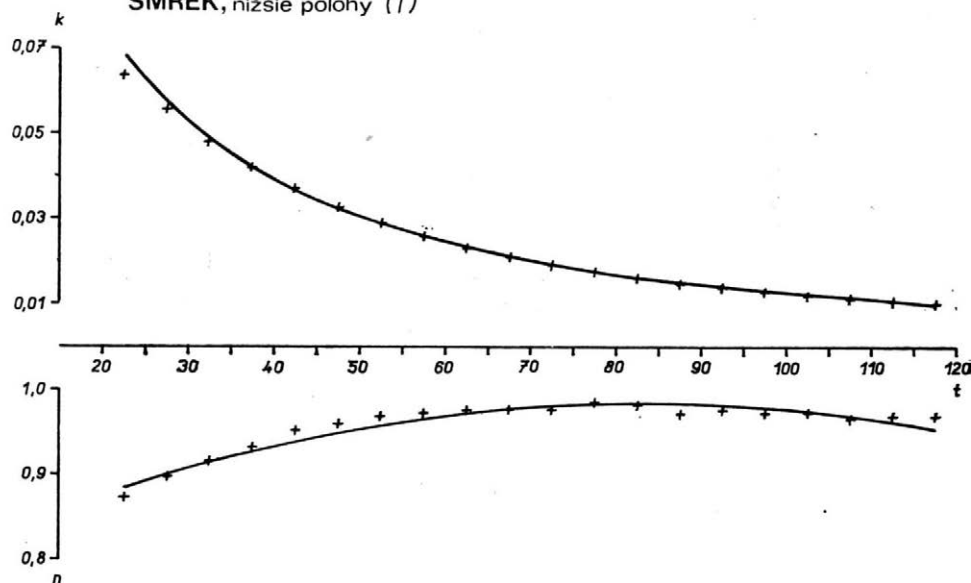
Z individuálnych závislostí $i_{\bar{v}} = f(\bar{v})$ získaných pre jednotlivé vekové intervaly prejdeme na závislosť $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ platnú pre celý rastový obor tak, že vypočítané koeficienty rovnice (6c) k, n vyjadríme ako funkciu veku t .

Z obr. 2 vidieť, že násobná konštanta k nadobúda hodnoty 0,064 až 0,011 a s rastúcim vekom porastu hyperbolicky klesá. Exponent n kolíše v rozpätí 0,87 až 0,98 s vekom porastu naopak stúpa podľa paraboly. Obidve sú veľmi tesné, ale ich vyrovnanie, čiže odvodenie vzťahov

$$k = \varphi(t) \quad n = \psi(t) \quad (8)$$

je metodicky dosť komplikované, pretože v modeli (2) sú obidva koeficienty vzájomne viazané a aj malé odchýlky z titulu ich individuálneho (separátneho) vyrovnaní sa

SMREK, nižšie polohy (I)



2. Závislosť koeficientov k , n rovnice (6c) od veku porastu t pre prírastkový model I. — A dependence of the coefficients k , n of equation (6c) on stand age t for increment model I

vo vzájomnej kombinácii nepriaznivo prejavujú v presnosti celého modelu. Pre daný prípad sme uspokojivé výsledky získali až po dvojnásobnom viazanom vyrovnaní koeficientov k , n . Najprv sme vyrovnali koeficient k a pomocou týchto vyrovnaných hodnôt $\hat{k}$ sme prepočítali znovu všetky závislosti $\hat{i}_v = f(\bar{v})$, čím sme získali nové upravené hodnoty exponenta $\hat{n}_1$. Podobne sme druhým viazaným vyrovnaním upravili aj hodnoty koeficientu $\hat{k}_1$. Výsledné rovnice tohto vyrovnaní majú tento tvar:

$$k = \varphi(t) = e^{-1,789088 + 0,291986 \ln t - 0,186513 \ln^2 t} \quad (9)$$

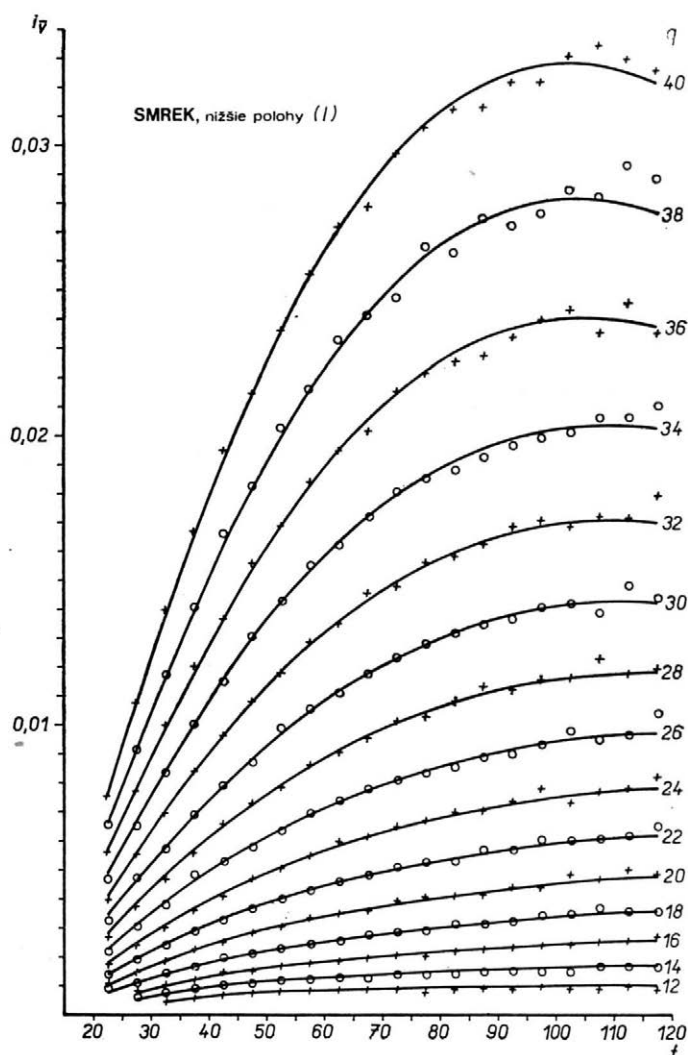
$$n = \varphi(t) = 0,800925 + 0,00434967 t - 0,0000261037 t^2 \quad (10)$$

Keď tieto rovnice (9 a 10) dosadíme do vzťahu (6c), dostaneme výsledný prírastkový model

$$i_v(\bar{v}, t) = \varphi(t) \cdot \bar{v}^{\psi(t)}, \quad (11)$$

ktorý vyjadruje závislosť objemového prírastku i_v od objemu $\bar{v}$ stredného kmeňa a od veku porastu t pre všetky vyskytujúce sa bonity a zásobové úrovne rovnovekých smrekových porastov ČSSR v nižších polohách. Z obr. 3 sa možno presvedčiť, že odvodený model veľmi dobre vystihuje priebeh prírastku i_v v závislosti od veku a bonity a aj štatistické charakteristiky odchýlek skutočných hodnôt i_v od modelových hodnôt sú veľmi priaznivé. Index korelácie celého vzťahu (11) je až 0,99978 a stredná chyba $s_{i_v}/\bar{v}$, t sa rovná $\pm 2,83$ %.

Podobným metodickým postupom bol odvodený prírastkový model aj z údajov druhého vydania rastových tabuliek pre veku $t = 20, 25 \dots 155$, bonity $q = 12, 14 \dots 42$ a zásobovú úroveň 2. Základné vzťahy $i_v = f(\bar{v})$ pre konštantné veku t sú zobrazené na obr. 4. Charakterizované sú malou krivosťou a veľmi vysokým stupňom korelácie (indexy korelácie sú veľmi blízke jednotke a kolíšu od 0,99996 do 0,99999). Priebeh koeficientov k , n rovníc (6c) v závislosti od veku na obr. 5 je však trochu iný ako v pred-



3. Skutočné a vyrovnané hodnoty prírastku i_v podľa modelu I v závislosti od veku t a bonity q . — The actual and smoothed values of increment i_v according to model I in dependence on age t and site class q

chádzajúcom prípade. Závislosť $k = \varphi(t)$ bolo možné vyjadriť jednoduchšou hyperbolicou funkciou

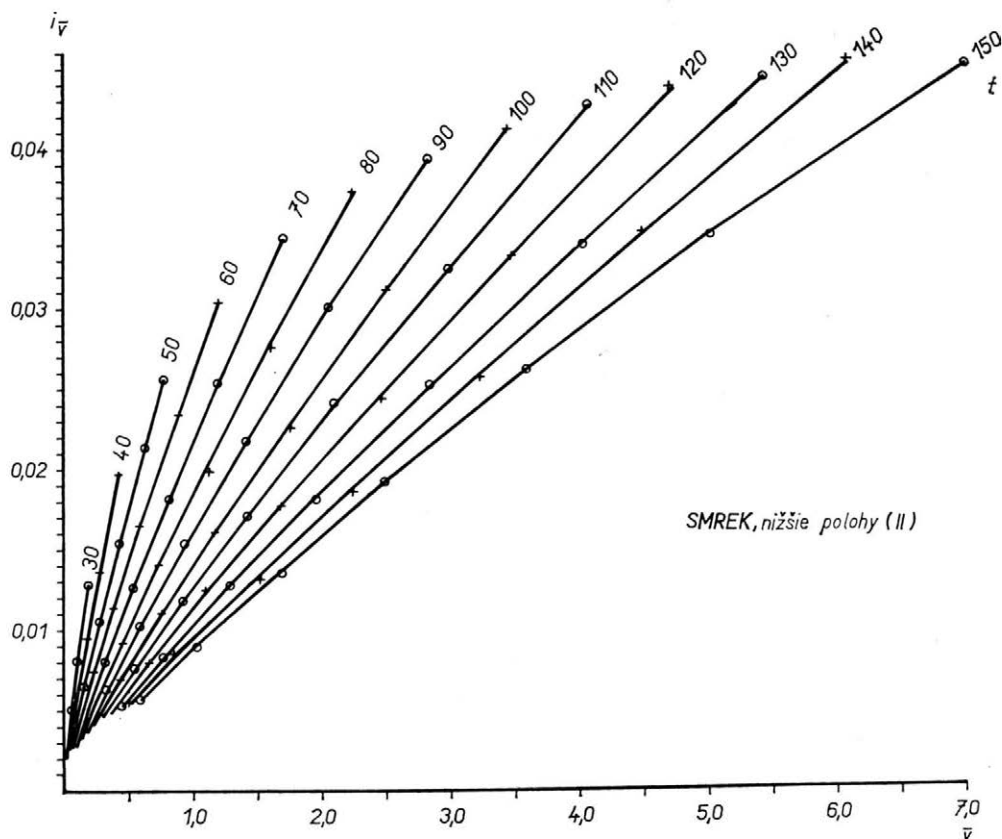
$$k = \varphi(t) = a_1 + \frac{a_2}{t} \quad (12)$$

$$a_1 = -0,00282572, \quad a_2 = 1,725298, \quad \text{index korelácie } I_{kt} = 0,9995$$

Priebeh hodnôt exponenta n s vekom t sme považovali za konštantný, pretože jednotlivé hodnoty (0,845 až 0,867) oscilujú okolo priemeru

$$\bar{n} = 0,857904 \quad (13)$$

so smerodajnou odchýlkou $s_n = +0,00372$ a variačným koeficientom $s_n \% = 0,43 \%$.



4. Závislosť objemového prírastku $i_{\bar{v}}$ (m^3), od objemu $\bar{v}$ (m^3) stredného kmeňa pre jednotlivé veku porastu t odvodené z druhého vydania rastových tabuliek ČSSR (1980). — A dependence of volume increment $i_{\bar{v}}$ (m^3) on mean stem volume $\bar{v}$ (m^3) for different stand age derived from the second-edition growth tables for the CSSR (1980)

Dosadením závislosti koeficientov k , n od veku t do vzťahu (6c) sme odvodili tvar regresnej funkcie

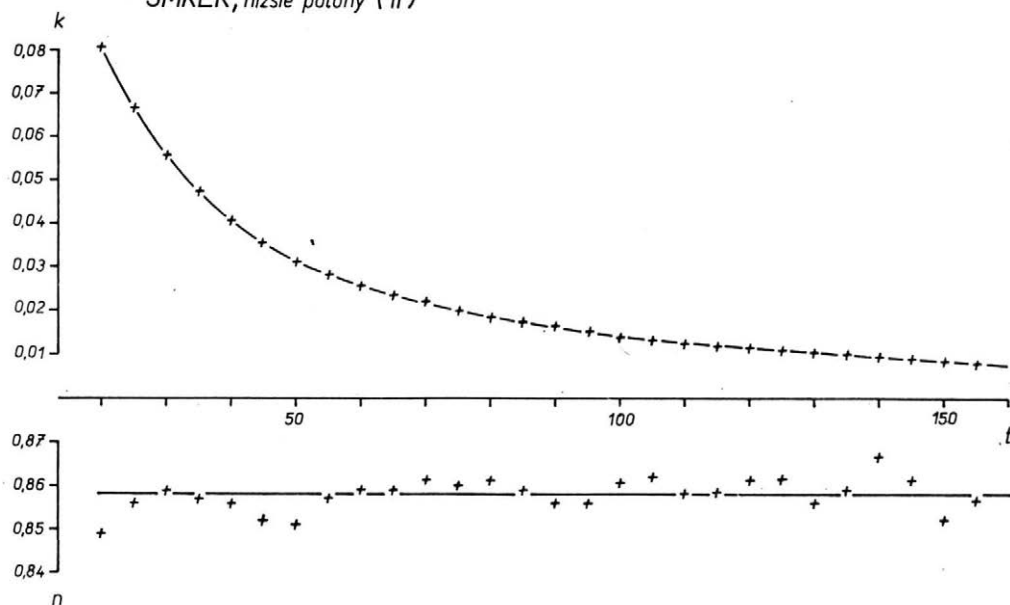
$$i_{\bar{v}}(\bar{v}, t) = \left(a_1 + \frac{a_2}{t} \right) \bar{v}^{a_3}, \quad (14)$$

ktorá umožňuje matematicky vyjadriť závislosť prírastku stredného kmeňa $i_{\bar{v}}$ od objemu stredného kmeňa $\bar{v}$ a veku porastu t . Z priameho vyrovnanie podkladových údajov $[i_{\bar{v}}, \bar{v}, t]$ podľa vzťahu (14) kvôli vzájomnému zviazaní koeficientov a_1 , a_2 , a_3 sme potom získali konečnú regresnú rovnicu pre prírastkový model

$$i_{\bar{v}}(\bar{v}, t) = \left(-0,00258622 + \frac{1,698488}{t} \right) \bar{v}^{0,852917}. \quad (15)$$

Štatistické charakteristiky tesnosti modelu (15) sú: index korelácie $I_{i_{\bar{v}}/\bar{v}, t} = 0,99985$ a stredná chyba $s_{i_{\bar{v}}/\bar{v}, t} = \pm 0,0002019 \text{ m}^3$, resp. $\pm 0,81 \%$. Veľmi dobrú priliehavosť modelu na pokusný materiál potvrdzuje aj grafické znázornenie prírastku $i_{\bar{v}}$ ako funkcie veku t a bonity q na obr. 6.

SMREK, nižšie polohy (II)



5. Závislosť koeficientov k , n rovnice (6c) od veku porastu t pre prírastkový model II. — A dependence of the coefficients k , n of equation (6c) on stand age t for increment model II

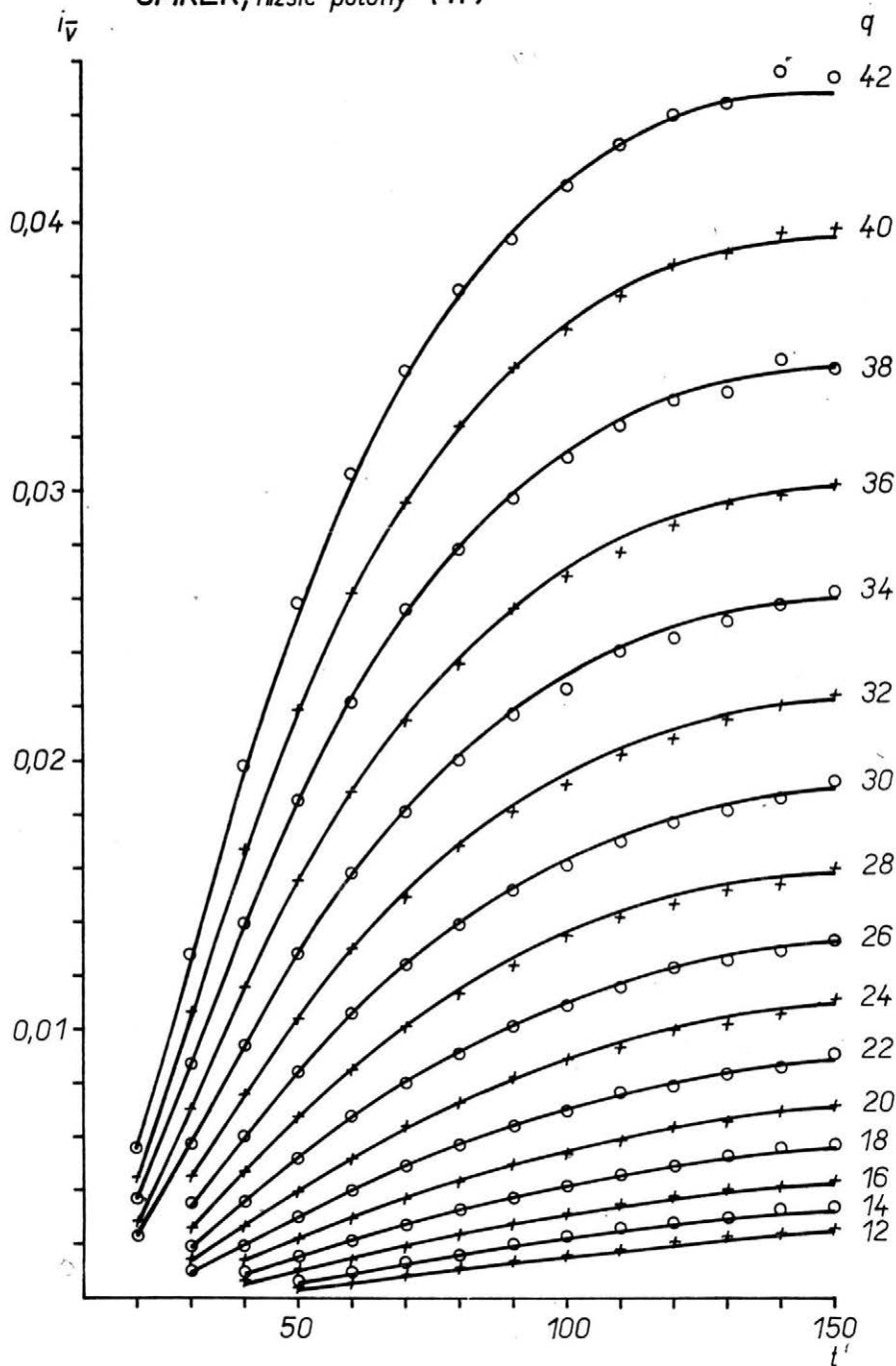
K obidvom odvodeným regresným rovniciam (11 a 15), ktoré vyjadrujú prírastkový model $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ v matematickej forme, sú v tabuľke I zostavené prislúchajúce prírastkové tabuľky. Kvôli ľahšej interpolácii sú vstupné veličiny odstupňované takto: vek t po 10 rokoch a objem stredného kmeňa $\bar{v}$ po 0,01, resp. 0,1 m³; objemový prírastok $i_{\bar{v}}$ je udaný v 0,00001 m³ na 2 až 4 platné číslice, pričom prvý údaj sa týka modelu odvodeného z prvého vydania rastových tabuliek (1975) a druhý údaj modelu odvodeného z druhého vydania rastových tabuliek (1980). Obor hodnôt $i_{\bar{v}}$ je v smere veku t a objemu $\bar{v}$ prispôsobený skutočne sa vyskytujúcim kombináciám hodnôt t , $\bar{v}$ podľa experimentálneho materiálu (rastových tabuliek) s malým rozšírením pre prípadnú extrapoláciu. Tabuľky sú zostavené pre stupeň zásobovej úrovne 2, ale vzhľadom na skutočnosť uvedené v stati 2 platia všeobecne pre všetky tri zásobové úrovne.

Všetky výpočty regresných vzťahov i prírastkových tabuliek boli vykonané automatizovane na počítači TESLA 260 v Ústave aplikovanej kybernetiky a výpočtovej techniky VŠLD Zvolen. Výpočtové algoritmy a programy vyhotovili spolupracovníci autora — Ing. K. Burgan a prom. mat. F. Pánek, CsC.

POUŽITELNOST' ODVODENÝ REGRESNÝCH VZŤAHOV A TABULIEK

Odvodené prírastkové modely umožňujú určovať celkový bežný prírastok na zásobe porastu podľa základného vzťahu (3). Pritom objemový prírastok $i_{\bar{v}}$ pripadajúci priemerne na jeden strom porastu (prírastkový vzorník) sa môže stanoviť dvojakým spôsobom: pomocou odvodených regresných rovníc (11 alebo 15), ak sa výpočet vykonáva automatizovane na samočinnom počítači; pomocou prírastkových tabuliek s príslušnou interpoláciou, ak sa výpočet robí neautomatizovane.

SMREK, nižšie polohy (II)



6. Skutočné a vyrovnané hodnoty prírastku i_v podľa modelu II v závislosti od veku t a bonity q . — The actual and smoothed values of increment i_v according to model II in dependence on age t and site class q

I. Prírastkové tabuľky pre rovnoveké smrekové porasty (nižšie polohy). Udávajú objemový prírastok stredného kmeňa $i_{\bar{v}}$ (0,00001 m³) ako funkciu objemu stredného kmeňa $\bar{v}$ (m³) a veku t porastu podľa modelu odvodeného z I. (prvý údaj) a z II. vydania (druhý údaj) rastových tabuliek. Hodnoty $\bar{v}$, $i_{\bar{v}}$ sú v kmeňovom objeme s kôrou. — The increment tables for coeval spruce stands (at low altitudes). The mean stem volume increment $i_{\bar{v}}$ (0.00001 m³) is given as a function of mean stem volume $\bar{v}$ (m³) and stand age t according to the model derived from the first (first data) and second (second data) edition of the growth tables. The values $\bar{v}$, $i_{\bar{v}}$ are expressed in stem volume outside bark

$t \backslash \bar{v}$	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	$\bar{v} \backslash t$
20	72	132	242	346	445	542	636	728	818	908	20
	90	162	293	414	529	640	747	852	955	1056	
30	42	79	149	216	280	343	405	466	526	585	30
	59	106	192	271	347	420	490	559	627	693	
40		53	100	147	192	236	280	324	367	409	40
		79	142	200	256	310	362	413	463	511	
50		37	72	106	140	173	206	239	271	303	50
		62	112	158	202	244	285	325	364	403	
60			55	81	107	133	159	184	210	235	60
			91	129	165	200	233	266	298	330	
70				64	85	106	127	148	168	189	70
				109	139	168	197	224	251	278	
80						88	105	122	139	157	80
						145	169	193	216	239	
90						75	90	104	119	134	90
						127	148	169	189	209	
100						66	79	91	104	117	100
						112	131	149	167	185	
110							71	82	93	105	110
							117	133	148	165	
120							65	75	86	96	120
							105	120	134	149	
130								—	—	—	130
								108	122	134	
140									—	—	140
									111	122	
150										—	150
										112	

$t \backslash \bar{v}$	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	$\bar{v} \backslash t$
20	996 1155										20
30	644 758	1208 1369									30
40	451 560	862 1011	1259 1428	1648 1825							40
50	335 440	649 795	956 1124	1258 1436	1557 1738	1853 2030	2146 2315				50
60	260 361	509 652	754 921	997 1177	1238 1424	1477 1664	1715 1898	1952 2126	2188 2351	2423 2572	60
70	209 304	413 549	614 776	813 992	1012 1200	1209 1402	1406 1599	1603 1792	1798 1981	1994 2168	70
80	174 262	343 473	512 668	679 853	846 1032	1012 1206	1177 1375	1343 1541	1508 1704	1672 1864	80
90	148 229	293 413	436 583	579 745	721 902	862 1053	1003 1201	1144 1346	1284 1489	1424 1629	90
100	130 202	255 365	379 516	502 659	624 797	745 931	867 1062	987 1190	1108 1316	1228 1440	100
110	116 180	226 326	335 460	442 588	548 712	653 831	758 948	863 1063	966 1175	1070 1285	110
120	106 162	204 293	300 414	394 529	487 640	579 748	671 853	761 956	851 1057	941 1157	120
130	— 147	— 266	— 375	— 480	— 580	— 678	— 773	— 866	— 958	— 1048	130
140	— 134	— 242	— 342	— 437	— 529	— 617	— 704	— 789	— 873	— 955	140
150	— 123	— 221	— 313	— 400	— 484	— 565	— 645	— 722	— 799	— 874	150

$t \backslash \bar{v}$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	$\bar{v} / t$
70	2189 2351	2383 2533	2578 2711	2772 2888	— 3063	— 3237	— 3409	— 3579			70
80	1836 2022	2001 2178	2164 2332	2328 2484	2491 2635	2655 2784	2818 2932	2981 3078	— 3223	— 3368	80
90	1564 1767	1703 1903	1843 2037	1982 2170	2121 2301	2260 2432	2399 2561	2537 2689	2676 2816	2814 2914	90
100	1348 1562	1467 1682	1587 1801	1706 1918	1825 2035	1943 2150	2062 2264	2180 2377	2298 2489	2417 2601	100
110	1173 1394	1276 1502	1379 1608	1481 1713	1583 1817	1685 1919	1786 2021	1888 2122	1989 2322	2090 2322	110
120	1030 1255	1119 1351	1207 1447	1295 1541	1383 1635	1470 1727	1557 1819	1644 1910	1731 2000	1817 2089	120
130	— 1137	— 1224	— 1311	— 1396	— 1481	— 1565	— 1648	— 1730	— 1812	— 1893	130
140	— 1035	— 1115	— 1194	— 1272	— 1349	— 1425	— 1501	— 1576	— 1650	— 1724	140
150	— 948	— 1021	— 1093	— 1164	— 1235	— 1305	— 1374	— 1442	— 1510	— 1578	150
$t \backslash \bar{v}$	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	$\bar{v} / t$
90	2952 3066	3090 3191	— 3314	— 3436	— 3558	— 3679	— 3800	— 3919	—	—	90
100	2535 2711	2652 2821	2770 2930	2888 3038	3005 3146	3123 3253	3240 3359	— 3465	— 3570	— 3675	100
110	2191 2420	2291 2518	2392 2616	2492 2712	2592 2808	2692 2904	2792 2999	2892 3093	2992 3187	3091 3281	110
120	1903 2178	1989 2266	2075 2354	2160 2441	2246 2527	2331 2613	2416 2699	2501 2784	2585 2868	2670 2953	120
130	— 1973	— 2053	— 2132	— 2211	— 2289	— 2367	— 2445	— 2522	— 2598	— 2675	130
140	— 1797	— 1870	— 1942	— 2014	— 2086	— 2157	— 2227	— 2297	— 2367	— 2436	140
150	— 1645	— 1712	— 1778	— 1844	— 1909	— 1974	— 2038	— 2103	— 2166	— 2230	150

$t \backslash \bar{v}$	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	$\bar{v} / t$
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
	3779	3883	3986	4089	4191	4293	4305	—	—	—	
110	3191	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110
	3374	3467	3559	3651	3742	3833	3924	4014	4104	4193	
120	2754	2839	2923	3007	3091	3175	—	—	—	—	120
	3036	3120	3203	3285	3367	3449	3531	3612	3693	3774	
130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130
	2751	2826	2901	2976	3050	3125	3199	3272	3345	3418	
140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140
	2506	2574	2643	2711	2779	2846	2914	2981	3048	3114	
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150
	2293	2356	2419	2481	2543	2605	2667	2728	2789	2850	

Pokračovanie tabuľky I (i_8 len z modelu II. vydania RT)

$t \backslash \bar{v}$	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	$\bar{v} / t$
110	4283	4372	4460	—	—	—	—	—	—	—	110
120	3854	3934	4014	4093	4172	4251	4330	4409	4487	4565	120
130	3491	3564	3636	3708	3780	3851	3923	3994	4064	4135	130
140	3180	3246	3246	3378	3443	3508	3573	3638	3702	3767	140
150	2911	2971	3032	3092	3151	3211	3270	3330	3389	3448	150

Pokračovanie tabuľky I (i_8 len z modelu II. vydania RT)

$t \backslash \bar{v}$	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	$\bar{v} / t$
130	4206	4276	4346	4416	4485	—	—	—	—	—	130
140	3831	3895	3959	4022	4086	4149	4212	4275	4338	4401	140
150	3506	3565	3623	3682	3740	3798	3855	3913	3970	4028	150

Vstupnými veličinami pre určenie CBP sú v oboch prípadoch počet stromov porastu, objem stredného kmeňa $\bar{v}$ a vek porastu t . Tieto sa pre praktické potreby môžu určiť postupmi bežne používanými v hospodárskoúpravníckej praxi, napr. priemerko- vaním naplnu alebo vhodnou reprezentatívnou metódou.

Otázkou je, ktorý z odvodených modelov, resp. tabuliek používať, pretože porovnaním údajov v tabuľke 1 vidieť, že hodnoty prírastku i_8 stanovené v modeli (15) na podklade druhého vydania čs. rastových tabuliek sú v celom obore veku t a objemu stredného

kmeňa $\bar{v}$ značne väčšie ako prírastky $i_{\bar{v}}$ z modelu (11), ktorý zodpovedá prvému vydaniu rastových tabuliek. Diferencie so zvyšovaním veku v rámci rovnakého objemu $\bar{v}$ rastu a dosahujú hodnoty pri $\bar{v} = 0,1 \text{ m}^3 + 16$ až 53 %, pri $\bar{v} = 3 \text{ m}^3 + 6$ až 10 %; v rámci rovnakého veku s rastom objemu $\bar{v}$ klesajú a ich veľkosť je priemerne +60 až 10 %. Experimentálne overenie modelu I, ktoré sme vykonali na troch skupinách pokusného materiálu ukázalo, že tento model dáva skutočne systematicky nižšie výsledky prírastku $i_{\bar{v}}$, a to priemerne pri 23 trvalých výskumných plochách zo SSR o 14,8 %, pri 414 trvalých výskumných plochách z NDR o 30,5 %, pri 40 súboroch analyzovaných kmeňov zo SSR o 6,5 %.

Overovanie obidvoch modelov naďalej pokračuje na rozsiahlejšom pokusnom materiáli spresneným matematickým postupom. Uvedené predbežné výsledky sú dostatočným dôkazom toho, že prírastkový model (15) založený na druhom vydaní rastových tabuliek sa viac približuje k prírastkovým pomerom skutočných porastov a môže zabezpečiť nevychýlené odhady prírastku na zásobe porastov (bez záporných systematických chýb).

Opísaný variant určovania celkového bežného prírastku na zásobe porastov založený na teórii prírastkového vzorníka predstavuje určitý prechod medzi metódou priameho merania a metódou rastových tabuliek. Jeho výhodou je, že prírastok stredného kmeňa $i_{\bar{v}}$ určuje z tesného biometrického vzťahu medzi priemerným objemovým prírastkom a objemom stromov v porastoch, ktorý je odvodený z domácich rastových tabuliek; počet stromov zisťuje priamo v poraste;

v dôsledku toho presnosť stanovenia celkového bežného prírastku bude s veľkou pravdepodobnosťou vyššia ako pri klasickej metóde rastových tabuliek;

pre stanovenie prírastku využíva tie veličiny, ktoré sa bežne zisťujú v rámci hospodárskej úpravy lesov ($N, \bar{v}, t$), nevyžaduje ďalšie dodatočné merania;

vďaka matematickému vyjadreniu vzťahu $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ možno výpočty vykonávať automatizovane na samočinnom počítači.

Došlo dne 20. 5. 1981

Literatura

1. HALAJ, J.: Výskum konštrukcie rastových tabuliek pre hlavné dreviny ČSSR. Záverečná správa, VÚLH Zvolen, 1975
2. HALAJ, J. — ŘEHÁK, J.: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Příroda, Bratislava, 1979, 352 s.
3. HALAJ, J. a kol.: Výskum a konštrukcia rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. Záverečná správa, VÚLH Zvolen, 1980, 241 s.
4. KORF, V.: Příspěvek k poznání růstového procesu lesních porostů se zaměřením na stanovení jejich celkového běžného přírůstu. Disert. práce, Praha, 1961
5. KORF, V.: Vyrůstový proces lesních porostů a obecná přírůstová rovnice. Lesnictví, 1961, s. 231-256
6. KORF, V.: Beitrag zur Lösung der Problematik des Zuwachsprobestammes. A. f. F., 1965, s. 305-311
7. ŠMELKO, Š.: Vzťah medzi hmotovým prírastkom a hmotou smreka v rovnových porastoch. Lesnictví, 1967, s. 47-52
8. ŠMELKO, Š.: Zur Problematik des Zuwachsprobestammes im Bestande, In: Beiträge zur Forsteinrichtung IUFRO, Mitteilungen der forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien 108, 1974, s. 37-43
9. ŠMELKO, Š.: Vplyv zásobovej úrovne na prírastok a objem stredného kmeňa porastu v nových rastových tabuľkách ČSSR. Lesnícky časopis, 26, 1980, č. 2, s. 105-114

ШМЕЛКО, Ш. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Биометрические отношения для таблиц прироста ели, основанные на теории среднего ствола по приросту. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 913-928.

Работа содержит выведение регрессионных зависимостей для определения общего текущего прироста от запаса насаждений методом среднего ствола по приросту, который теоретически разработал Корф (1961) и экспериментально проверил Шмелко (1967, 1973). На основе данных таблиц роста ЧССР для ели в низменных местоположениях (Галай 1975, 1980) была выражена зависимость прироста объема, приходящегося в среднем на 1 дерево $i_{\bar{v}}$ от объема среднего ствола $\bar{v}$ для 5-летних возрастных интервалов при помощи степенной функции $i_{\bar{v}} = k \cdot \bar{v}^n$.

Коэффициенты k , n были далее выравненными в зависимости от возраста насаждения t , в результате чего была получена результирующая модель прироста $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ для всего ростового комплекса возраста и бонитетов. Модель прироста I, основанная на данных таблиц роста с 1975 года, представляют регрессионные уравнения (9-11), а приросты представляют модель II, выведенную из таблиц роста 1980, уравнение (15). Регрессионные зависимости очень тесны и изображены на рис. № 1-6. Соответствующие таблицы приростов составлены в табл. I. Анализы показали, что фактические отношения приростов одновозрастных еловых насаждений в ЧССР лучше отображает модель II, в связи с чем на практике для определения общего объемного прироста насаждений применяется основное отношение $I_v = N \cdot i_{\bar{v}}$.

Число деревьев N определяется путем полного перечета, или же репрезентативным методом, а прирост среднего ствола $i_{\bar{v}}$ из выведенной модели II или таблиц прироста.

биометрия лесная; ель; таблицы прироста

ŠMELKO, Š. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Biometric Relations for Spruce Increment Tables Derived according to the Theory of Increment Sample Tree*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 913-928.

Regression relations have been derived for determining the total current increment in the growing stock of the forest stand; the method of increment sample tree was used which was elaborated theoretically by Korf (1961) and tested experimentally by Šmelko (1967, 1973). Using the data of the growth tables for the CSSR, a dependence was expressed of the volume increment per 1 tree on the average $i_{\bar{v}}$ on the mean stem volume $\bar{v}$ over 5-year intervals for spruce at localities of low altitudes (Halaj 1975, 1980) by an exponential function $i_{\bar{v}} = k \cdot \bar{v}^n$.

The coefficients k , n were smoothed in dependence on stand age t , from which the final increment model $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ was obtained for the whole growth region of age and site classes. Increment model I elaborated on the basis of the data of the growth tables from the year 1975 is represented by regression equations (9-11) and increments are expressed by model II derived from the 1980 growth tables and given by equations (15). The regression relations are close and are represented in Figs. 1-6. The increment tables are given in Tab. I. It was demonstrated by the analyses that the actual increments of coeval spruce stand in the CSSR are given in a better way by model II, and therefore for practically determining the total volume increment the relation $I_v = N \cdot i_{\bar{v}}$ is used. The tree number N is determined by full enumeration or by a representative method and mean stem increment $i_{\bar{v}}$ is stated from model II or from the increment tables.

forest biometry; spruce; increment tables

ŠMELKO, Š. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Biometrische Beziehungen der auf der Theorie des Zuwachspobestammes begründeten Zuwachstafeln für Fichte*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 913-928.

Die Arbeit enthält eine Ableitung von Regressionsbeziehungen zur Bestimmung des laufenden Gesamtzuwachses an Vorrat von Beständen mit Hilfe der Methode des Zuwachspobestammes, die theoretisch von Korf (1961) ausgearbeitet wurde und die von Šmelko (1967, 1973) experimentell überprüft wurde. Aufgrund der Angaben der Ertragstafeln der CSSR für Fichte in tieferen Lagen (Halaj 1975, 1980) wurde die Abhängigkeit des durchschnittlich auf einen Baum entfallenden Massenzuwachses $i_{\bar{v}}$ von der Masse des Mittelstammes $\bar{v}$ für 5jährige

Altersintervalle mit Hilfe der Exponentialfunktion $i_{\bar{v}} = k \cdot \bar{v}^n$ ausgedrückt. Die Koeffizienten k , n wurden weiter nicht in Abhängigkeit vom Bestandesalter t ausgeglichen, wodurch als Ergebnis das Zuwachsmode $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ für den gesamten Wachstumsbereich des Alters und der Ertragsklassen gewonnen wurde. Das Zuwachsmode I, das auf den Angaben der Ertragstafeln aus dem Jahre 1975 begründet ist, wird durch die Regressionsgleichungen (9–11) und das Zuwachsmode II, das von den Ertragstafeln aus dem Jahre 1980 abgeleitet wurde, durch die Gleichung (15) repräsentiert. Die Regressionsbeziehungen sind sehr eng und werden auf den Abb. 1–6 wiedergegeben. Die entsprechenden Ertragstafeln sind in der Tabelle I zusammengestellt. Analysen haben gezeigt, daß tatsächliche Zuwachsverhältnisse gleichaltriger Fichtenreinbestände der ČSSR besser durch das Mode II charakterisiert werden und deswegen wird in der Praxis zur Ermittlung des Gesamtmassezuwachses von Beständen die Grundbeziehung $I_v = N \cdot i_{\bar{v}}$ angewandt. Die Baumzahl N wird durch das Vollkluppen oder mit Hilfe der repräsentativen Methode ermittelt und der Zuwachs des Mittelstammes $i_{\bar{v}}$ aus dem abgeleiteten Mode II oder aus den Ertragstafeln.

forstliche Biometrie; Fichte; Ertragstafeln

ŠMELKO, Š. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Les rapports biométriques pour les tables d'accroissement de l'épicéa, basées sur la théorie de l'arbre modèle d'accroissement*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 913–928.

Le travail comprend la déduction des rapports de régression destinés à la détermination de l'accroissement courant total sur le matériel sur pied des peuplements, en appliquant la méthode de l'arbre modèle d'accroissement qui a été théoriquement entamée par Korf (1961) et expérimentalement vérifiée par Šmelko (1967, 1973). Sur la base des données des tables tchécoslovaques de production on a exprimé pour l'épicéa à des altitudes inférieures (Halaš 1975, 1980) l'interdépendance de l'accroissement en volume revenant en moyenne à l'arbre $i_{\bar{v}}$ et du volume de la tige moyenne $\bar{v}$ pour les intervalles d'âge de 5 ans, à l'aide d'une fonction en puissance $i_{\bar{v}} = k \cdot \bar{v}^n$.

Les coefficients k , n ont été équilibrés dans la suite, en fonction de l'âge du peuplement t , ce qui a eu pour conséquence qu'on a obtenu le mode d'accroissement final $i_{\bar{v}} = F(\bar{v}, t)$ pour tout le domaine de croissance concernant l'âge et les classes de fertilités. Le mode I d'accroissement, basé sur les données des tables de production de 1975, est représenté par les équations de régression (9–11), et les accroissements du mode II, déduit des tables de production 1980, est représenté par l'équation (15). Les rapports de régression sont très étroits et sont représentés sur les figures 1–6. Les tables d'accroissement respectives sont dressées au tableau I. Les analyses ont montré que c'est le mode II qui saisit mieux les rapports réels de l'accroissement des peuplements d'épicéa équinnes en Tchécoslovaquie et c'est pour cela qu'on utilise en pratique, pour la détermination de l'accroissement en volume total des peuplements, le rapport principal $I_v = N \cdot i_{\bar{v}}$.

Le nombre des arbres N est établi par le comptage total, ou par la méthode représentative et l'accroissement de la tige moyenne $i_{\bar{v}}$, à partir du mode II déduit ou à partir des tables d'accroissement.

biométrie forestière; épicéa; tables d'accroissement

Adresa autora:

Prof. Ing. Štefan Šmelko, DrSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

PROMĚNLIVOST TLOUŠTKOVÉHO RŮSTU VYBRANÝCH JEHLIČNATÝCH DŘEVIN

B. Vinš

VINŠ, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Proměnlivost tloušťkového růstu vybraných jehličnatých dřevin v ČSR*. Lesnictví, 27, 1981 (10): 929–946.

Předložená práce shrnuje výsledky základního hodnocení proměnlivosti šířek letokruhů smrku, borovice, douglasky a vejmutovky na základě zpracování letokruhových analýz rozsáhlých souborů empirického přírůstového materiálu. Z výsledků rozborů tloušťkového přírůstu souborů vzorníků jednotlivých dřevin v časové řadě 60 let (období 1907–1966) bylo možno odvodit tyto závěry: Relativní tloušťkový přírůst kolísá v časové řadě od poměrně malých výchylek ± 10 – 20 % až po roční nebo krátkodobé výkyvy dosahující ± 60 – 70 % normálu. Průběh kolísání tloušťkového přírůstu je charakterizován obdobími s výrazným střídáním maxim a minim přírůstu v několikaletých cyklech vedle období s méně výrazným víceméně ročním kolísáním přírůstu. V průběhu standardních křivek letokruhových indexů u srovnávaných dřevin se projevuje zásadní shoda v přírůstové reakci na vnější vlivy jednotlivých let nebo jejich seskupení. Rozdíly v přírůstové reakci na vnější vlivy u jednotlivých dřevin se projevují jednak ve výši relativního přírůstu dosaženého v jednotlivých obdobích s výraznými výkyvy přírůstu, jednak v časovém posunu výskytu extrémů kolísání přírůstu v těchto obdobích. Získané standardní série relativního tloušťkového přírůstu srovnávaných dřevin pro jednotlivé geografické oblasti (Vinš, 1981) umožňují spolehlivé datování při verifikaci letokruhových analýz a poskytují spolehlivý srovnávací materiál pro rekonstrukci přírůstu v minulosti. Verifikovaná data z rozsáhlé sítě pokusných výzkumných ploch poskytují podklady pro další podrobný výzkum příčin kolísání tloušťkového růstu v čase a pro hodnocení přírůstových změn v lesních porostech, vyvolávaných změnami ekologických faktorů. hospodářská úprava lesů; tloušťkový růst; jehličnany; dendrochronologie

Využití letokruhových analýz nachází v lesnickém výzkumu stále větší uplatnění. Jejich aplikace se vedle tradičního určení věku stromů a stanovení běžného přírůstu soustřeďuje především na hodnocení přírůstových změn, ke kterým v lesních porostech dochází v důsledku změn v působení ekologických faktorů. Tato produkčně ekologická problematika zasahuje především do vysoce aktuální oblasti hodnocení negativních účinků deteriorizace prostředí na lesní hospodářství, tj. při kvantifikaci produkčních ztrát v imisních oblastech. Uplatňuje se však stejně ve výzkumu růstových procesů hospodářsky významných dřevin a při produkčním hodnocení záměrných hospodářských opatření, jako při hodnocení negativních důsledků škodlivých biotických a abiotických vlivů na produkci. Také rozvoj dendroklimatologie a dendrochronologie se širším zaměřením do dalších oborů vyžaduje rozšíření a prohloubení letokruhových analýz na vzorcích dřev různého původu.

Teoretickými předpoklady všech těchto aplikací letokruhových analýz jsou co nejpodrobnější poznatky o proměnlivosti tloušťkového růstu stromů a o faktorech, které tuto proměnlivost ovlivňují. Praktickými podklady jsou pak rozsáhlé soubory dat o přírůstu

jednotlivých dřevin v časových řadách, pocházejících z různých oblastí a stanovištních podmínek, spolehlivě datovaných a biometricky charakterizovaných jako srovnávacích standardů (etalonů) pro datování i interpretaci letokruhových analýz. K dosažení tohoto cíle je zaměřeno i první orientační hodnocení rozsáhlého přírůstového materiálu ze sítě poloprovozních výzkumných ploch hlavních hospodářských dřevin v našich podmínkách.

MATERIÁL A METODIKA

Základem pro hodnocení proměnlivosti tloušťkového růstu v předložené práci jsou letokruhově analýzy na vývrtech vzorníků středního kmene z poloprovozních výzkumných ploch, zakládáných pod metodickým vedením Komise pro vypracování růstových tabulek hlavních dřevin ČSSR pracovníky jednotlivých poboček ÚHÚL.

Podle metodických pokynů byly při zakládání PVP odebrány z 15 vzorníků odpovídajících střednímu kmeni, vyhledaných v okrajovém pásu plochy, vývrty přírůstovým nebo zezem do středu kmene. Odebrané vzorky byly zaslány k analýzám do dendroekologické laboratoře VÚLHM. Laboratorní letokruhově analýzy poskytly podklady pro zpřesnění stanovení věku porostu a určení běžného radiálního přírůstu poslední pětileté a desetileté periody. Tyto výsledky byly po zpracování letokruhových analýz předány jednotlivým pobočkám ÚHÚL, které PVP založily a zaslaly vzorky k analýzám.

Při postupném zpracovávání letokruhových analýz jsme po ověření správnosti datování jednotlivých šířek letokruhů z jednotlivých vzorníků vypočítali průměrnou letokruhovou sérii pro každou PVP. Časová řada průměrných šířek letokruhů ze souboru 10 vzorníků na každé PVP (letokruhově série) byla vynesena graficky v podobě letokruhově křivky (polygonu průměrných šířek letokruhů v jednotlivých letech), znázorňující velikost a vývoj tloušťkového přírůstu v závislosti na bonitě a stárnutí porostu a kolísání tloušťkového přírůstu v jednotlivých letech v závislosti na vlivu proměnlivých vnějších faktorů.

Jako podklad dalšího hodnocení byly tímto způsobem zpracovávány všechny soubory k letokruhovým analýzám zaslanych vzorků z PVP smrku, borovice a jedle, starších 50 let, založených v českých zemích v letech 1966–1973. Základní topografické stanovištní a taxační údaje o poloprovozních výzkumných plochách byly převzaty z evidence Lesprojektu. Celkový přehled o počtu analyzovaných PVP podle dřevin, geografických a lesních oblastí je zachycen v tabulce I.

Díleč výsledky, vyplývající ze zpracování letokruhových analýz PVP z jednotlivých zájmových oblastí byly použity jako srovnávací podkladový materiál při hodnocení vnějších vlivů, vyvolávajících změny tloušťkového přírůstu lesních porostů (zejména při hodnocení kouřových škod v imisních oblastech). Při postupném zpracovávání letokruhových analýz se projevovala nápadná shoda v průběhu letokruhových křivek u PVP, pocházejících z blízkých lokalit (též nebo sousedních lesních závodů) a často výrazné rozdíly v průběhu kolísání přírůstu u PVP, pocházejících z různých geograficky vzdálených oblastí.

Pro modelové hodnocení proměnlivosti tloušťkového růstu jsme použili dvě hlavní lesní dřeviny: smrk a borovici, dostatečně reprezentované soubory analyzovaných PVP. Pro srovnání s těmito domácími dřevinami jsme využili výsledky letokruhových analýz vzorků ze vzorníků středního kmene douglasky a vejmutovky z trvalých výzkumných ploch, založených VÚLHM pro hodnocení růstových vlastností obou introdukovaných dřevin.

Pro letokruhově analýzy byly použity základní metodické postupy, rozpracované a ověřené v dendroekologické laboratoři VÚLHM. Měření šířek letokruhů na vývrtech se uskutečnilo na měřicím mikroskopu s automatickou registrací – zpočátku digitální a grafickou, později doplněnou i automatickým děrováním děrné pásky pro přímý vstup dat do elektronického počítače (Vinš, 1973).

Grafickou synchronizaci jednotlivých letokruhových křivek mezi sebou a na zvolený standard bylo podle průběhu kolísání tloušťkového přírůstu ověřováno jejich správné datování a případný výskyt poruch v tvorbě letokruhů nebo chyb při měření.

Po verifikaci výsledků měření grafickou synchronizací následovala početní verifikace spolu s výpočtem průměrné série šířek letokruhů z 10 vývrťů pro každou PVP. Ze základního souboru 15 vývrťů byly vyloučeny vývrty poškozené, výrazně mimostředné, s nepravidelnostmi v tvorbě letokruhů, popř. s oběma krajními extrémy v časové řadě šířek letokruhů. Princip početní verifikace záleží ve výpočtu tzv. procenta protiběžnosti každé individuální série šířek letokruhů na průměrnou sérii a na zvolený standard a ověření výskytu přírůstu v typických rocích. Procento protiběžnosti vyjadřuje nesouhlas v ročním trendu přírůstu (vzestup, pokles) dvou srovnávaných časových řad tloušťkového přírůstu. Stagnace alespoň u jedné ze srovnávaných sérií je uvažována jako souhlasný trend. Pro výpočet byl sestaven vlastní program pro elektronické počítače (Cellatron 8206 a Minsk 22).

I. Četnost pokusných výzkumných ploch v geografických a lesních oblastech. — The frequency of the experimental research areas in the geographical and forest areas

Četnost PVP v geografických a lesních oblastech				Počet PVP			
Geografická oblast		Lesní oblast		Smrk		Bor	
				LO	GO	LO	GO
A	Krušnohorská oblast	1 2 3	Krušné hory Podkrušnohorské pánve Karlovarská vrchovina	24 1 30	 55	5 3 4	 12
C	Západočeská pahork.	6	Západočeská pahork.	14	14	49	49
D	Brdská vrchovina	7	Brdská vrchovina	6	6	3	3
E	Křivoklátská pahork.	8 9	Křivoklátská pahork. Rakov. - Kladen. pahork.	7 3	 10	7 16	 23
F	Středočeská pahork.	10	Středočeská pahork.	57	57	24	24
G	Šumavská oblast	11 12 13 14	Český les Předhoří Šumavy Šumava Novohradské hory	16 10 40 10	 76	9 15 — —	 24
H	Jihočeské pánve	15	Jihočeské pánve	17	17	34	34
I	Českomorav. vrchov.	16	Českomorav. vrchovina	59	59	5	5
J	Polabí	17	Polabí	—	—	22	22
K	Pískovcová oblast	18 19	Severočes. písk. ploš. Lužická písk. vrchov.	 7	 7	21 3	 24
L	Západní Sudety	20 21 22 23	Lužická pahorkatina Jizerské hory Krkonoše Podkrkonoší	9 30 24 1	 64	— 3 — 5	 8
M	Střední Sudety	24 25 26	Sudetské mezihoří Orlické hory Předhoří Orlických hor	10 5 5	 20	2 — —	 2
N	Východní Sudety	27 28 29	Hrubý Jeseník Předhoří Hrub. Jeseníku Nízký Jeseník	29 13 16	 58	— 4 3	 7
O	Drahan. Vrchovina Českomor. mezihoří	30 31	Drahan. vrchovina Českomor. mezihoří	3 20	 23	2 6	 8
P	Přechody (Karp.)	33	Předhoří Českomor. vrch.	7	7	—	—
R	Moravské úvaly	35	Jihomoravské úvaly	—	—	5	5
T	Západobeskydské Karpaty	39 40	Beskydská pahorkatina Beskydy	4 19	 23	— —	 —
Celkem				496	496	250	250

Průměrné série šířek letokruhů pro jednotlivé PVP slouží za základ výpočtu relativního tloušťkového přírůstu — tzv. letokruhových indexů podle vzorce

$$Li \% = \frac{100 \cdot r_i}{r_i'},$$

kde: Li — letokruhový index v %,
 r_i — naměřená hodnota šířky letokruhu,
 r_i' — vyrovnaná hodnota šířky letokruhu.

Pro vyrovnání trendu stárnutí jsme použili hyperbolickou regresní funkci. Výpočet aproximace metodou nejmenších čtverců na základě funkce hyperboly

$$y = a + \frac{b}{x + c},$$

kde: y — vyrovnaná šířka letokruhů,
 x — věk porostu,
 a, b — parametry funkce,
 c — konstanta pro korekci věku podle polohy vrcholení růstu,

se uskutečnil podle samostatného programu na počítači Minsk 22.

Pro testování průběhu relativního přírůstu v časové řadě u jednotlivých ploch a jejich seskupení v souborech podle zvolených kritérií jsme použili výpočtu procenta protiběžnosti a korelačního koeficientu každé z těchto sérií na standardní sérii příslušné dřeviny. Jako standardní série sloužila průměrná série letokruhových indexů celého souboru 75 PVP, použitých pro hodnocení geografické proměnlivosti.

Pro vyjádření míry proměnlivosti tloušťkového přírůstu v časové řadě jsme použili koeficient citlivosti (Fritts, 1976), převedený na procenta podle vzorce:

$$ms_x \% = \frac{100}{n-1} \cdot \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(x_{t+1} - x_t)}{x_{t+1} + x_t} \right|,$$

kde: ms_x — koeficient citlivosti v %,
 x_t — hodnota tloušťkového přírůstu v roce t ,
 n — počet let v časové řadě.

Kromě tohoto specifického dendroklimatologického ukazatele byly u průměrných sérií letokruhových indexů v šedesátileté řadě vypočítány běžné statistické charakteristiky proměnlivosti relativního tloušťkového přírůstu (reprezentované variačním koeficientem).

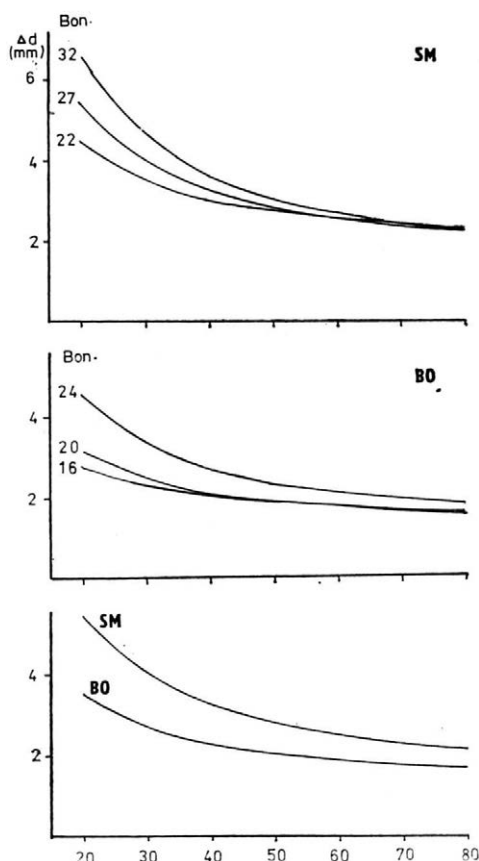
VÝSLEDKY

TREND STÁRNUTÍ

V průběhu průměrných letokruhových křivek podle jednotlivých ploch je především zachycen diferencovaný vývoj tloušťkového růstu v mládí, charakterizovaný tzv. přírůstovým trendem stárnutí. Značná individuální proměnlivost vývoje přírůstu souborů vzorků středního kmene na jednotlivých plochách je zřejmě podmíněna způsobem založení a počátečním vývojem mladých porostů. Přesto se projevují určité rozdíly v průběhu přírůstu v mládí podle stanovištních podmínek. Na obr. 1 je zachycen vývoj běžného tloušťkového přírůstu periodního se stárnutím v závislosti na bonitě porostu, vypočítaný vždy jako průměr z 10 ploch smrku a borovice v ekologicky odlišných podmínkách.

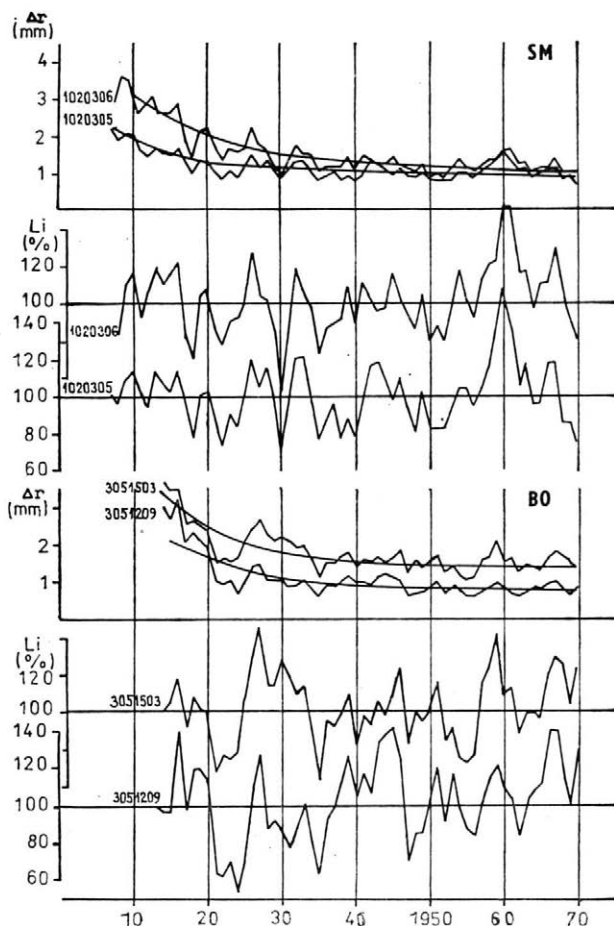
Ze znázornění je patrná výrazná diferenciacie tloušťkového růstu podle bonity. Na bohatých stanovištích je tloušťkový přírůst v mládí výrazně vyšší než na chudších stanovištích, dochází zde však k rychlejšímu poklesu šířek letokruhů se stárnutím. V pozdějším věku se šířka letokruhů vyrovnává a pohybuje se víceméně na stejné úrovni s malými rozdíly podle bonity porostu.

1. Trend poklesu tloušťkového přírůstu se stárnutím u smrku a borovice v závislosti na bonitě. — A trend of decrease in diameter increment accompanying the ageing of spruce and pine in dependence on the site class



RELATIVNÍ TLOUŠŤKOVÝ PŘÍRŮST

Proměnlivost tloušťkového přírůstu v časové řadě se vedle absolutní výše a postupného poklesu se stárnutím projevuje zejména v ročním, resp. krátkodobém kolísání šířek letokruhů. Výrazné kolísání šířek letokruhů rok od roku, popř. v kratších časových obdobích, názorně zachycené v průběhu průměrných letokruhových křivek souborů vzorníků středního kmene na jednotlivých plochách, vyjadřuje přírůstovou reakci dřeviny na proměnlivé vnější faktory. Vzájemné srovnávání přírůstové reakce vzorníků z jednotlivých ploch je však ztíženo rozdíly, které se v průběhu letokruhových křivek neboli v absolutních hodnotách tloušťkového přírůstu projevují v důsledku stárnutí a stanovištní bonity. Pro charakteristiku působení proměnlivých vnějších faktorů na tloušťkový přírůst je proto vhodné použít převodu šířek letokruhů na relativní přírůstové hodnoty ve vztahu k dlouhodobě vyrovnanému normálu. Dlouhodobý normál představuje v podstatě průměrný tloušťkový přírůst v jednotlivých obdobích vývoje porostu a je zachycen v trendu poklesu běžného tloušťkového přírůstu se stárnutím. Vyrovnání růstové křivky trendem stárnutí pomocí hyperbolické regresní funkce proto sloužilo za základ výpočtu letokruhových indexů. V nich je vyjádřen proměnlivý vliv souboru vnějších faktorů především povětrnostních, nezávisle na věku porostu a jeho bonitě. Na obr. 2 je uveden příklad průměrných letokruhových křivek vždy na dvou PVP smrku a borovice s výrazně odlišným trendem stárnutí a odpovídající křivky letokruhových indexů.



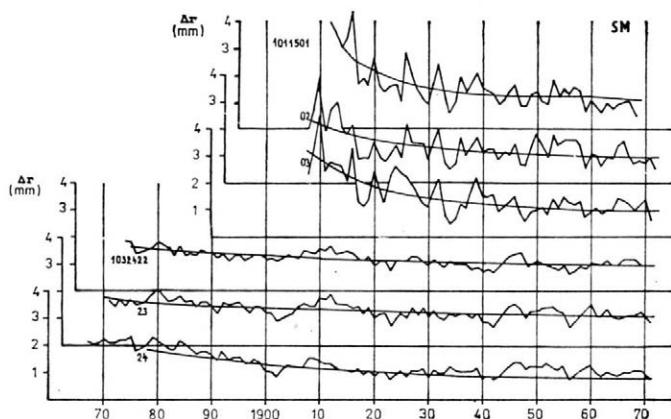
2. Průměrné letokruhové křivky jednotlivých poloprovoz. výzkumných ploch a odpovídající křivky letokruhových indexů smrku (nahore) a borovice (dole). — The average annual-ring curves of the experimental research areas and the corresponding curves of the annual-ring indexes in spruce (upper part) and pine (lower part)

PROMĚNLIVOST TLOUŠŤKOVÉHO PŘÍRŮSTU PODLE DŘEVIN

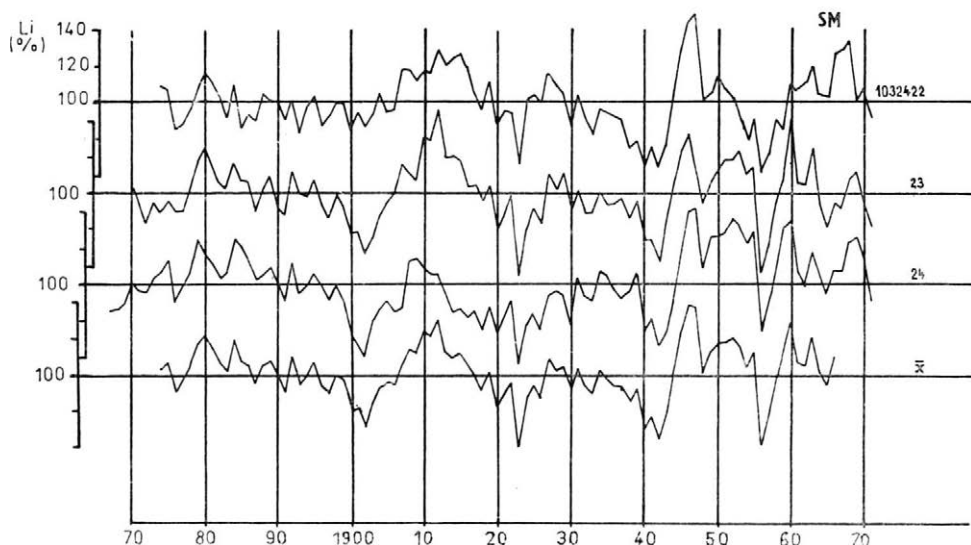
Proměnlivost tloušťkového přírůstu v časové řadě, vyjádřená v ročním nebo krátkodobém kolísání šířek letokruhů, popř. letokruhových indexů, dosahuje u jednotlivých dřevin v různých podmínkách značně rozdílných hodnot (obr. 3). U průměrných sérií souborů vzorků z jednotlivých ploch vedle poměrně malých výkyvů v šířkách letokruhů $\pm 10\%$, obecně známých zejména v horských smrkových porostech (obr. 4), dosahuje kolísání přírůstu v průměru $\pm 40-50\%$ a u porostů s extrémním kolísáním tloušťkového růstu může dosahovat až $\pm 60-70\%$ (např. smrkové porosty u LZ Krivoklát — obr. 5). Rozdíly v průměrné šířce letokruhů v letech s minimálním a maximálním přírůstem, následujících za sebou v časové řadě zpravidla v odstupu několika málo let (ve tří až šestiletých periodách, výjimečně v sousedních rocích) mohou tedy dosahovat 100 i více procent průměrné šířky letokruhů delšího časového období, popř. hyperbolic-kou funkcí aproximovaného dlouhodobého normálu.

Přirůstovou reakci dřevin na vnější vlivy jsme hodnotili v časové řadě 60 let v období 1907—1966. Grafické znázornění průměrných křivek letokruhových indexů podle dřevin, reprezentujících celou oblast jejich výskytu v ČSR, je zachyceno na obr. 6. Křivky letokruhových indexů smrku a borovice jsou představovány souborem pěti geografických

3. Průměrné letokruhové křivky a odpovídající vyrovnávací křivky přírůstového trendu stárnutí jednotlivých polo-provozních výzkumných ploch smrku z oblasti LZ Křivoklát (PVP 1011501-3) a LZ Nejdek (PVP 1032422-24). — The average annual-ring curves and the corresponding smoothing curves of the increasing trend of ageing of the experimental research areas of spruce in the area of the Křivoklát forest enterprise (ERA 1011501-3) and Nejdek forest enterprise (ERA 1032422-24)



SM - přestárlé porosty - LZ Nejdek 7 K 1 (1313)

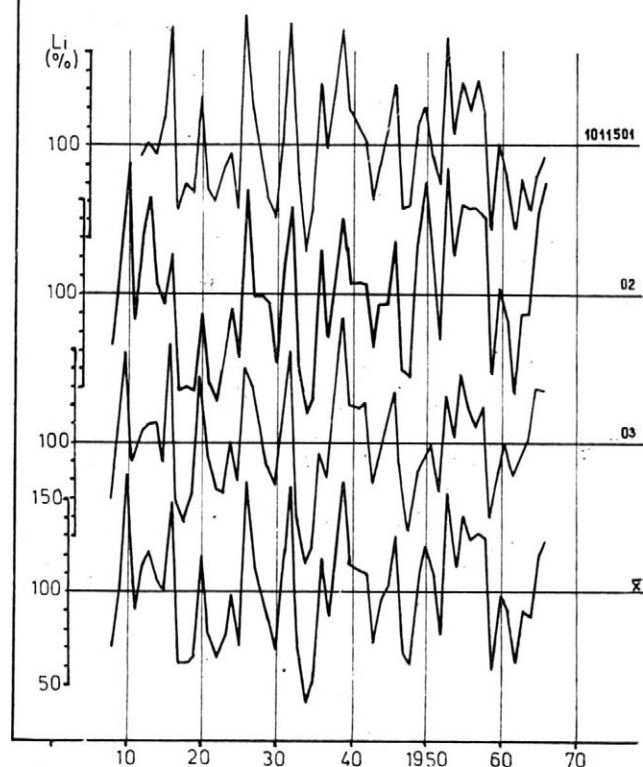


4. Křivky letokruhových indexů jednotlivých poloprovoz. výzkumných ploch smrku z oblasti LZ Nejdek a odpovídající průměrná křivka (dole). — The curves of the annual-ring indexes of the experimental research areas of spruce in the area of the Nejdek forest enterprise and the corresponding average curve (lower part)

oblastí o celkovém rozsahu 75 PVP (tj. 750 vývrtů) pro dřevinu. Tyto časové řady průměrných letokruhových indexů jsme současně použili jako porovnávací standard pro verifikaci letokruhových analýz a testování příbuznosti dílčích výběrových souborů ploch podle geografických oblastí a stanovištních podmínek.

Pro srovnání jsou na obrázku vyneseny průměrné křivky letokruhových indexů dvou introdukovaných jehličnatých dřevin — douglasky a vejmutovky — zpracované letokruhovými analýzami v dřívějších pracích (Šika, Vinš 1971; Šika, Vinš 1978).

SM- extrémny - LZ Křivoklát 3 S 1 (1322)



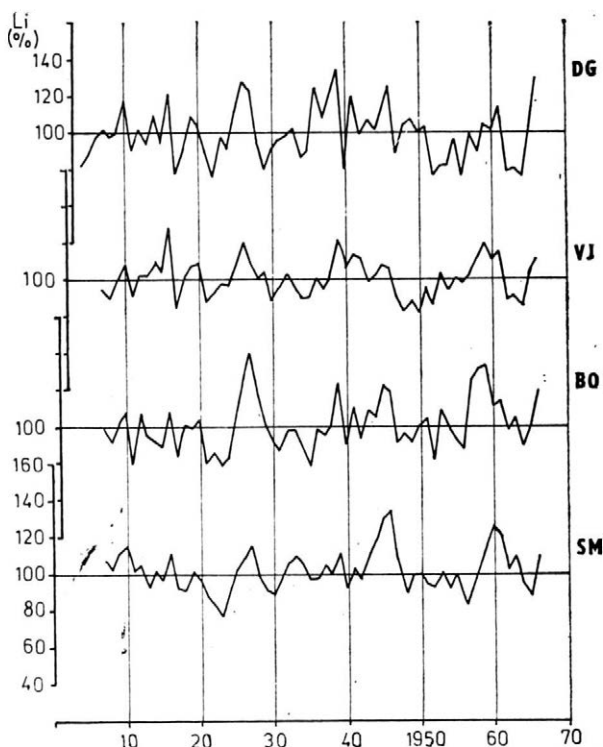
5. Křivky letokruhových indexů jednotlivých poloprovoz. výzkumných ploch smrku z oblasti LZ Křivoklát a odpovídající průměrná křivka (dole). — The curves of the annual-ring indexes of the experimental research areas of spruce in the area of the Křivoklát forest enterprise and the corresponding average curve (lower part)

Také tyto dřeviny jsou reprezentovány dostatečným počtem trvalých výzkumných ploch (54 u vejmutovky a 47 u douglasky). Průměrné křivky letokruhových indexů jsou odvozeny z výběrových souborů 540 vzorníků horních středních kmenů u vejmutovky, resp. 470 vzorníků u douglasky.

V průběhu křivek všech srovnávaných dřevin se projevuje zásadní shoda v přírůstové reakci na vnější vlivy jednotlivých let nebo jejich seskupení. U všech dřevin vystupují výrazná minima a maxima přírůstu. U smrku se tyto výkyvy v tloušťkovém přírůstu pohybují v rozmezí $\pm 20\%$ a jen v pěti letech šedesátileté řady překračují tuto hranici; u borovice je kolísání průměrných letokruhových indexů výraznější a zhruba ve 12 případech překračuje hranici $\pm 20\%$. V extrémním maximu roku 1927 dosahuje relativní tloušťkový přírůst borovice průměrné hodnoty 140 %. Nejvyšší kolísání letokruhových indexů je zaznamenáno u průměrné křivky douglasky, zatímco vejmutovka je v průběhu kolísání vyrovnanější než borovice.

Okulárnímu hodnocení letokruhových křivek odpovídá i výpočet koeficientu citlivosti, který je u smrku nejnižší (9,1 %) ze všech dřevin, vejmutovka (12,0 %) se blíží borovici (13,0 %) a nejvyšší citlivost vykazuje douglaska (15,6 %). Výběrový průměr šedesátileté řady se pohybuje u všech dřevin těsně kolem hodnoty 100 %, což svědčí o vhodném určení dlouhodobého normálu individuálním vyrovnáním růstového trendu podle jednotlivých ploch. Variační křivka relativního přírůstu v jednotlivých letech se liší podle dřevin a shodně s koeficientem citlivosti je směrodatná odchylka nejmenší

6. Průměrné křivky letokruhových indexů podle dřevin.
— The average curves of the annual-ring indexes according to tree species



u smrku (11,17) a největší u douglasky (14,99). U borovice a vejmutovky se blíží spíše douglasce než smrku (14,28, 13,16).

Při porovnání průběhu průměrných křivek letokruhových indexů jednotlivých dřevin vystupuje podobnost jejich kolísání zejména v některých obdobích časové řady. Celkovou podobnost v přírůstové reakci na vnější vlivy je možné hodnotit korelačním koeficientem, vyjadřujícím vzájemný vztah hodnot letokruhových indexů v jednotlivých letech sledované řady. Mezi smrkem a borovicí je těsnost vztahu vyjádřena hodnotou korelačního koeficientu $r = 0,583$, která při 58 stupních volnosti daleko překračuje kritickou hodnotu významnosti na hladině 99% pravděpodobnosti. Také mezi ostatními dřevinami existuje statisticky vysoce významný vztah mezi hodnotami relativního přírůstu v jednotlivých letech. Největší příbuznost je podle tohoto kritéria mezi borovicí a vejmutovkou ($r = 0,666$) a mezi vejmutovkou a douglaskou ($r = 0,625$). Smrk má těsnější vztah k douglasce ($r = 0,547$) než k vejmutovce ($r = 0,445$), zatímco borovice má těsnější vztah k vejmutovce ($r = 0,666$) než k douglasce ($r = 0,557$). Podobný obraz o příbuznosti jednotlivých ploch z hlediska přírůstové reakce poskytuje i neparametrický test procenta protiběžnosti, určujícího podobnost v trendu kolísání přírůstu rok od roku bez ohledu na absolutní hodnoty postupných rozdílů (tabulka II). Čím menší procento proti-

II. Procento protiběžnosti průměrných sérií letokruhových indexů jednotlivých dřevin mezi sebou. — Per-cent counter-action of the average series of the annual-ring indexes of different tree species

Dřevina	Bo	Dg	Vj
Sm	28,8	27,1	28,8
Bo	—	27,1	25,4
Dg	—	—	20,3

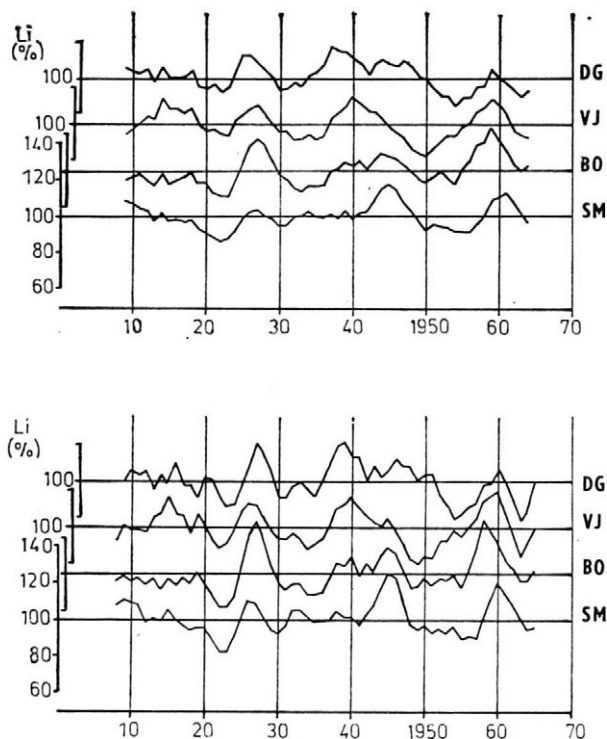
běžnosti, tím větší shoda v průběhu kolísání srovnávaných křivek. I podle tohoto kritéria vykazuje smrk největší rozdíly ke všem ostatním dřevinám, zatímco největší shoda v trendu kolísání přírůstu je mezi duglaskou a vejmutovkou. Tato podobnost v přírůstové reakci jednotlivých dřevin je zřejmě podmíněna jak druhovou příbuzností v ekologických nárocích, tak podobností stanovištních podmínek v oblastech rozšíření porovnávaných dřevin.

Z celkové podobnosti průběhu tloušťkového přírůstu srovnávaných dřevin v celém rozsahu jejich rozšíření je možné usuzovat na výrazné působení souboru makroklimatických faktorů, vytvářejících v jednotlivých obdobích více méně vhodné podmínky pro tloušťkový růst všech dřevin. Působení makroklimatických faktorů je pak modifikováno jednak rozdíly ve stanovištních podmínkách podle převažujícího rozšíření jednotlivých dřevin v jednotlivých lesních, resp. geografických oblastech a stupních, jednak rozdíly v přírůstové reakci těchto dřevin na vnější vlivy. Při podrobnější charakteristice jednotlivých roků a popř. kratších období několika let se tyto modifikace promítají v rozdílech v dosažené výši relativního přírůstu u jednotlivých dřevin. Výrazná období s maximem růstu je možno u smrku i borovice zaznamenat v letech 1926—1927, 1945—1947 a na konci padesátých let. Nápadný rozdíl mezi oběma dřevinami je však ve výši relativního přírůstu v těchto obdobích: u smrku je výrazně nejvyšší v letech 1945—1946 v poměru k ostatním periodám, zatímco u borovice maximum v letech 1926—1927 a 1958—1959 výrazně převyšuje maximum v letech 1945—1946. Nápadné je také vzájemné posunutí let s maximem přírůstu v posledním období: u smrku je zaznamenáno maximum relativního přírůstu v letech 1959—1961 s vrcholem v roce 1960, u borovice se maximální přírůst projevil o dva roky dříve v letech 1957—1959 s vrcholem v roce 1959 a výrazným poklesem v roce 1960.

Podobné rozdíly můžeme sledovat také u přírůstových depresí, projevujících se od počátku sledovaného období v letech 1911—1918, 1921—1924, kolem roku 1930, 1935, v roce 1940 a 1942, v období padesátých let a v letech 1964—1965. Vzhledem k významu roků s minimem přírůstu pro dendrochronologické datování testovali jsme vybrané roky s přírůstovou depresí také četností výskytu minim podle jednotlivých ploch. Vedle ukazatele průměrné hodnoty letokruhového indexu, vyjadřujícího velikost přírůstové deprese, je proto možno porovnat i relativní četnost výskytu minim v jednotlivých rocích.

Výrazná minima zaznamenaná u borovice i obou introdukovaných dřevin v letech 1911 a 1917 jsou u smrku nahrazena minimem v roce 1913 a rozšířením deprese v roce 1917 i na rok 1918. Podobně v období 1921—1924 je výrazné minimum u smrku v roce 1923 zaznamenané u borovice již v roce 1921 (s vyšší četností výskytu minim než v roce 1923). V přírůstové depresi v období na rozhraní dvacátých a třicátých let je minimum u smrku a vejmutovky v roce 1930 posunuto u borovice o jeden rok později (1931), zatímco u duglasky se výrazně projevilo již v roce 1929. K podobným posunům dochází i u další méně výrazné přírůstové deprese v letech 1934—1936. Typické minimum zaznamenané u všech dřevin s nejvyšší četností výskytu u jednotlivých ploch je v roce 1940. Toto minimum je výraznější u borovice (a duglasky) než u smrku (a vejmutovky). Kolem tohoto roku se vytváří charakteristické seskupení šířek letokruhů, představované tzv. W-signaturou s vyšším přírůstem v letech 1939, 1941 a 1943, ohraničujícím minima v letech 1940 a 1942. Druhé minimum v roce 1942 je méně výrazné (s nižší četností výskytu), projevuje se však také u naprosté většiny výběrových souborů. Rozdíl mezi smrkem a borovicí se projevil i u dalších minim v padesátých letech. Zatímco u borovice je výraznější minimum jak co do velikosti deprese, tak co do četnosti výskytu v roce 1952 než v roce 1956, u smrku je tomu naopak. Také přírůstová deprese, počínající v roce 1963, se projevuje výrazným minimem v roce 1964 u většiny ploch borovice a u obou

7. Průměrné křivky letokruhových indexů podle dřevin vyrovnané pomocí klouzavých průměrů s 5letou (nahore) a 3letou periodou (dole). — The average curves of the annual-ring indexes according to tree species smoothed by moving average with a five-year (upper part) and three-year period (lower part)



introdukovaných dřevin, zatímco u smrku je toto minimum zaznamenáno u většiny ploch až v roce 1965.

Vedle období s víceméně ročním kolísáním přírůstu (úseky křivek tzv. pilovitého charakteru), které je možno u většiny souborů zaznamenat v letech 1910—1920, 1936 až 1943 a 1948—1955, projevuje se v průběhu křivek letokruhových indexů kolísání v kratších nebo delších obdobích, představovaných několikaletými většinou 3—5letými periodami. Při vyrovnání ročního kolísání použitím klouzavých průměrů s délkou periody 3, resp. 5 let vynikne názorně trend kolísání tloušťkového přírůstu v kratších nebo delších periodách (obr. 7). Shodně u obou dřevin je možno období 1907—1920 pokládat z přírůstového hlediska za normální (u borovice slabě podnormální). Následující pětiletá perioda je u obou dřevin vyznačena výraznou depresí o téměř 20 % přírůstového normálu. V dalším období téměř dvou decenníí se obě dřeviny vzájemně liší. Zatímco u smrku se projevila jen mírná oscilace na počátku tohoto období kolem normálu s výkyvy pod 10 % a v decenniu 1934—1943 se přírůst prakticky vyrovnává na úrovni 100 %, je u borovice zaznamenáno výrazné kolísání od maximálního přírůstu v periodě 1925 až 1930 k přírůstové depresi v následující periodě 1931—1935 a postupnému vzestupu přírůstu k maximum v periodě 1943—1948. V této periodě dochází k maximálnímu přírůstu i u smrku, jeho zvýšení proti borovici je však téměř dvojnásobné. V dalším období let 1948—1956 je přírůst obou dřevin mírně podnormální, u borovice pak dochází k prudkému vzestupu s vrcholením přírůstu v pětileté periodě 1957—1961, zatímco u smrku je vzestup i vrcholení přírůstu o dva roky posunut. Při vzájemném srovnání všech dřevin lze zaznamenat v celkovém průběhu růstu ve sledovaném období tři výrazné cykly s délkou intervalu kolem 12—20 let, mezi nimiž probíhá kolísání přírůstu s menší oscilací a v kratších intervalech (s frekvencí 3—6 let).

Problematicke tvorby růstových vrstev dřeva (letokruhů) a jejich analýzám z různých hledisek je věnována obsáhlá literatura. Velký počet zejména anglo-amerických prací je soustředěn v periodiku *Tree-Ring Bulletin* (vydavatel *Tree-Ring Society* v Tusconu). Anotovanou bibliografií za období 1950–1962 shrnuje Agerterová, Glock (1965) a za období 1900–1970 publikoval Sitnikaité (1978) dendroklimatologickou bibliografií s více než 2000 odkazů. Další přehled je uveden ve sborníku z konference o letokruhových analýzách ve Vancouveru (Smith, Worrall 1970), ve sborníku z dendrochronologického sympozia v Reinbeku (Bauch, Eckstein, Liese 1970) a ve sborníku sympozia o biologických základech dendrochronologie v Leningradě (Bitvinskas 1975). Z hlediska výnosového (produkčně ekologického) rozebírá problematiku Assmann (1961), z hlediska dendrometrického Prodan (1961), Šmelko (1965), Hildebrandt (1967) aj. Současnou problematiku dendroklimatologickou a dendrochronologickou monograficky zpracoval Bitvinskas (1974) a Fritts (1976).

Využití letokruhových analýz k výzkumu růstových procesů bylo u nás omezeno na ojedinělé práce (většinou pro stanovení běžného přírůstu a jen výjimečně z dendroklimatologického hlediska). Teprve zpracováním metodických otázek a využitím letokruhových analýz k řešení některých specifických úkolů (Výzkum struktury a vývoje přirozených porostů, Použití LA k průkazu kouřových škod) v dendroekologické laboratoři VÚLHM se dostává tato metoda do popředí zájmu (Vinš 1973, 1976).

Podkladem pro širokou aplikaci metody letokruhových analýz jsou co nejpodrobnější poznatky o proměnlivosti tloušťkového růstu stromů v našich podmínkách. Proměnlivost šířek letokruhů v časové řadě u jednotlivých dřevin z různých oblastí má zásadní význam zejména pro dendrochronologické datování. Jak vyplývá z vyhodnocení proměnlivosti tloušťkového přírůstu v předloženém modelu, charakteristické kolísání přírůstu a především výskyt přírůstových depresí, projevujících se v typických tvarech letokruhové křivky (tzv. signaturách), se u jednotlivých dřevin v různých oblastech více méně liší (Vinš 1981). Použití odpovídajících standardů při synchronizaci letokruhových křivek je proto předpokladem spolehlivého datování jednotlivých úseků časových řad letokruhů. Získané podklady modelového vyhodnocení vývrtového materiálu ze široké sítě PVP představují spolehlivý srovnávací materiál pro verifikaci letokruhových analýz a dendrochronologické datování recentního přírůstového materiálu.

V intenzitě kolísání šířek letokruhů je zachycena jak přírůstová reakce dřevin na vnější vlivy, tak proměnlivost souboru vnějších faktorů, působících na přírůst v daných podmínkách. Koeficient citlivosti, používaný jako ukazatel pro vyjádření intenzity kolísání tloušťkového růstu, proto vyjadřuje jak citlivost přírůstové reakce dřeviny na soubor vnějších vlivů, tak proměnlivost souboru vnějších podmínek příslušné dřeviny na dané lokalitě. V užším slova smyslu je možno posuzovat „citlivost“ dřeviny jen vzájemným porovnáním různých dřevin v těchto stanovištních podmínkách. V širším slova smyslu je však možné za určitých předpokladů (srovnatelný a dostatečně velký rozsah výběrových souborů pro biometrickou charakteristiku průměrné šířky letokruhů, shodná časová řada srovnávaných souborů) použít koeficient citlivosti pro posouzení přírůstové reakce dřeviny na vnější vlivy s tím, že je jím současně vyjádřena i proměnlivost těchto vnějších faktorů působících na přírůst v dané oblasti rozšíření dřeviny.

Proměnlivost tloušťkového přírůstu v časové řadě je zpravidla vysvětlována závislostí růstu na hlavních povětrnostních faktorech — teplotě a srážkách. V našich podmínkách však jde o velmi složité příčinné vztahy přírůstu k souborům povětrnostních a dalších faktorů. Obecnou složitost těchto vlivů ilustrují např. modely účinků základních povětrnostních prvků (teploty a srážek) na fyziologické procesy lesních dřevin (Fritts 1976).

Ekologická interpretace příčin přírůstových výkyvů a změn je ve své komplexnosti nesmírně složitá a vyžaduje především dostatek spolehlivých srovnávacích podkladů pro řešení jednotlivých otázek. Předložené hodnocení proměnlivosti tloušťkového přírůstu v časových řadách u našich hlavních hospodářských dřevin poskytuje tyto podklady pro další výzkum a praktické využití při hodnocení přírůstových změn v lesních porostech, vyvolávaných změnami ekologických podmínek růstu.

ZÁVĚRY

Tloušťkový přírůst stromů v lesních porostech závisí na druhu dřeviny, na stanovištních podmínkách, na struktuře a vývoji porostu a na dalších proměnlivých vnějších faktorech, ovlivňujících intenzitu fyziologických procesů, a tím i sekundárního tloustnutí stromů. Predispoziční stanovištní faktory, struktura a vývoj porostu spolu s druhem dřeviny určují úroveň přírůstu v jednotlivých obdobích života, vyjádřenou v absolutních hodnotách šířek letokruhů a v jejich všeobecném poklesu se stárnutím stromů. Proměnlivé vnější faktory, především povětrnostní, vyvolávají kolísání šířek letokruhů rok od roku, popř. v kratších nebo delších periodách kolem dlouhodobého normálu, určeného trendem stárnutí.

Proměnlivost tloušťkového přírůstu v časové řadě je nejvhodněji vyjádřena v relativních hodnotách tzv. letokruhových indexů, vyjadřujících přírůstovou reakci stromů na proměnlivé vnější faktory. Podobnost v průběhu kolísání křivek letokruhových indexů lze vedle okulárního hodnocení v grafickém vyjádření posoudit neparametrickým testem procenta protiběžnosti, popř. testem těsnosti vztahu dvou sérií letokruhových indexů v časové řadě pomocí korelačního koeficientu. Míru proměnlivosti tloušťkového přírůstu v časové řadě vyjadřuje koeficient citlivosti, popř. z běžných statistických charakteristik variační koeficient. Tímto způsobem byla hodnocena vzájemná příbuznost (afinita) v průběhu přírůstu mezi vybranými jehličnatými dřevinami. Z výsledku rozborů tloušťkového přírůstu souborů vzorníků jednotlivých dřevin vyplynuly tyto závěry:

1. Relativní tloušťkový přírůst kolísá v časové řadě od poměrně malých výkyvů $\pm 10-20\%$ až po roční nebo krátkodobé výkyvy, dosahující $\pm 60-70\%$ normálu. Hodnoty koeficientu citlivosti, vyjadřující míru kolísání průměrného relativního přírůstu v šedesátileté řadě pozorování (v základních souborech o rozsahu 30 vzorníků ze tří PVP) se v průměru pohybují kolem $14,5\%$ u smrku (s rozmezím od $9-22\%$) a kolem $15,9\%$ u borovice (s rozmezím od $12-21\%$), v extrémních případech velmi citlivé přírůstové reakce byly u smrku zjištěny hodnoty koeficientu citlivosti, překračující 30% . Statistické charakteristiky proměnlivosti letokruhových indexů v časové řadě, vyjádřené hodnotami variačního koeficientu, se pohybují kolem $18,2\%$ u smrku (s rozmezím $11,8-27,1\%$) a $19,3\%$ u borovice (s rozmezím $11,9-32,7\%$).

2. Průběh kolísání tloušťkového přírůstu je charakterizován obdobími s výrazným střídáním maxim a minim přírůstu většinou v několikaletých cyklech vedle období s méně výrazným víceméně ročním kolísáním přírůstu. Vedle toho se projevují výrazné deprese nebo i maxima přírůstu i v jednotlivých letech, vytvářející typické signatury v průběhu křivek letokruhových indexů.

3. V průběhu standardních křivek letokruhových indexů u srovnávaných dřevin se projevuje zásadní shoda v přírůstové reakci na vnější vlivy jednotlivých let nebo jejich seskupení. Svědčí o převažujícím vlivu makroklimaticky působících činitelů vytvářejících příznivé nebo nepříznivé podmínky pro růst. Působení makroklimatických faktorů je modifikováno jednak rozdíly ve stanovištních podmínkách podle převažujícího rozšíření jednotlivých dřevin, jednak rozdíly v přírůstové reakci těchto dřevin na vnější vlivy. Největší podobnost v přírůstové reakci vykazuje borovice s vejmutovkou a vejmutovka

s duglaskou. Smrk ukazuje menší příbuznost s borovicí i oběma introdukovanými dřevinami (větší s duglaskou než s vejmutovkou).

4. Rozdíly v přírůstové reakci na vnější vlivy u jednotlivých dřevin se projevují jednak ve výši relativního přírůstu dosaženého v jednotlivých obdobích s výraznými výkyvy přírůstu, jednak v časovém posunu výskytů extrémů kolísání přírůstu v těchto obdobích. Typická minima (s četností výskytu nad 70 %) se u smrku projevila v roce 1940, 1956 a 1965, zatímco u borovice v roce 1911, 1917, 1940 a 1952. Zvláště výrazný u všech dřevin je výskyt minima v roce 1940 s typickou W-signaturou.

5. Modelové vyhodnocení proměnlivosti relativního tloušťkového přírůstu v časové řadě u hlavních hospodářských dřevin — smrku a borovice — a u obou srovnávaných introdukovaných dřevin — duglasky a vejmutovky — poskytuje základní informace o rozsahu proměnlivosti a diferenciaci přírůstové reakce těchto dřevin v převažujících podmínkách jejich rozšíření v našich hospodářských lesích. Získané standardní série relativního tloušťkového přírůstu srovnávaných dřevin pro jednotlivé geografické oblasti (také Vinš 1981) umožňují spolehlivé datování při verifikaci letokruhových analýz a poskytují spolehlivý srovnávací materiál pro rekonstrukci průběhu přírůstu v minulosti. Verifikovaná data z rozsáhlé sítě PVP poskytují podklady pro další podrobný výzkum příčin kolísání tloušťkového přírůstu v čase a pro hodnocení přírůstových změn v lesních porostech vyvolávaných změnami ekologických faktorů.

Došlo dne 1. 6. 1981

Literatura

1. AGERTER, S. R. — GLOCK, W. S.: An Annotated Bibliography of Tree Growth and Growth Rings 1950—1962. The Univ. of Arizona Press, Tucson, 1965, 180 s.
2. ANONYM: Metodika zakládání a vyhodnocování výzkumných ploch pro vypracování růstových tabulek hlavních dřevin ČSSR. Komise pro vypracování růst. tabulek pro hlav. dřeviny ČSSR, Praha, 1972, 76 s.
3. ASSMANN, E.: Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft München-Bonn-Wien, 1961, 490 s.
4. BAUCH, J. — ECKSTEIN, D. — LIESE, W. (edit.): Dendrochronologie in Norddeutschland an Objekten der Archeologie, Architektur- u. Kunstgeschichte. Mitt. d. Bundesforschungsanst. f. Forst- u. Holzwirtschaft., Reinbek b. Hamburg, 1970, 77, 89 s.
5. BITVINSKAS, T. T.: Dendroklimateškosij issledovanija. Gidrometeoizdat Leningrad, 1974, 172 s.
6. BITVINSKAS, T. T. (edit.): Bioekologičeskije osnovy dendrochronologiji. Inst. Bot. AN Litev. SSR, Vilnius, Leningrad, 1975, 90 s.
7. BÜSGEN, M. — MÜNCH, E.: Bau und Leben unserer Waldbäume. Gustav Fischer Verl., Jena, 1927, 426 s.
8. FRITTS, H. C.: Tree Rings and Climate. Academic Press, London, New York, San Francisco, 1976, 567 s.
9. HILDEBRANDT, C.: Der laufende Zuwachs in der Forsteinrichtung. Schrift. d. Forstl. Abt. der Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg, 1976, 6, 201 s.
10. KOZŁOWSKI, T. T.: Tree growth. The Ronald Press Comp., New York, 1962, 442 s.
11. PLÍVA, K. — PRŮŠA, E.: Typologické podklady pěstování lesů. SZN Praha, 1969, 405 s.
12. PRODAN, M.: Forstliche Biometrie. BLV Verlagsgesellschaft München, Bonn, Wien, 1961
13. SITNIKAITĖ, A.: Dendroklimatechronologija 1900—1970. Lietuvos TSR Mokslu Akad. Centrine biblioteka, Vilnius, 1978, 284 s.
14. SMITH, J. H. G. — WORALL, J. (edit.): Tree-ring analysis with special re-

ference to Northwest America. The Univ. of Brit. Columbia — Fac. of Forestry, Bull., č. 7, 1970, 125 s.

15. ŠMELKO, Š.: Základy určovania hrúbkového prírastku stromov a porastov. Vyd. SAV, Bratislava, 1965, 174 s.
16. ŠIKA, A. — VINŠ, B.: Růst vejmutovky v lesních porostech v Čechách a na Moravě. Acta musei sil. — Ser. Dendrologia 2, 1971, s. 135-160
17. ŠIKA, A. — VINŠ, B.: Růst douglasky v ČSR. Záv. zpráva VÚLHM Jíloviště - Strnady (rozmnoženo jako rukopis) 1978, 62 s.
18. ŮHŮL: Přehled lesních typů a jejich souborů v ČSR. Tabulka, 1971
19. VINŠ, B.: Metody a využití letokruhových analýz ve VÚLHM. Zprávy lesn. výzkumu 4, 1973, s. 38-42
20. VINŠ, B.: Dendroekologická laboratoř VÚLHM v letech 1971—1975. Zprávy lesn. výzkumu 3, 1976, s. 46-48
21. VINŠ, B.: Registration measuring microscope. Communicationes inst. forestal. Czechosloveniae 8, 1973, s. 247-254
22. VINŠ, B.: Geografická proměnlivost tloušťkového přírůstu smrku a borovice v ČSR. Communicationes inst. forestal. Czechosloveniae 1981 (v tisku)
23. ZIMMERMANN, M. H. (edit.): The Formation of Wood in Forest Trees. Acad. Press. New York, London, 1964, 562 s.

ВИНШ, Б. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). Изменчивость роста в толщину некоторых хвойных пород в ЧСР. Lesnictví, 27, 1981 (10): 929-946.

В настоящей работе подытожены результаты основной оценки изменчивости ширины годовичных колец обеих главных хозяйственных хвойных древесных пород ЧСР — ели и сосны — и двух наиболее распространенных введенных пород — дугласии и сосны веймутовой — на основе обработки анализов годовичных колец обширных совокупностей эмпирического материала прироста. Из результатов анализов прироста в толщину совокупностей модельных деревьев отдельных лесных древесных пород во временном ряду 60 лет (период 1907—1966) можно было вывести следующие заключения:

1. Относительный прирост в толщину во временном ряду колеблется в пределах от сравнительно малых отклонений $\pm 10-20\%$ и вплоть до годовых или краткосрочных отклонений, достигающих $\pm 60-70\%$ нормы. Значения коэффициента чувствительности, выражающие степень колебания среднего относительного прироста в шестидесятилетнем ряде наблюдений (в основных совокупностях, насчитывающих по 30 модельных деревьев с 3 экспериментальных географических площадей) в среднем колеблются около $14,5\%$ у ели (с диапазоном $12-21\%$), в экстремальных случаях очень чувствительной ростовой реакции были у ели были установлены значения коэффициента чувствительности, превышающие 30% . Статистические характеристики изменчивости индексов годовичных колец во временном ряду, выраженные значениями вариационного коэффициента, колеблются около $18,2\%$ у ели (в пределах от $11,9$ до $32,7\%$).

2. Ход колебания прироста в толщину характеризуется периодами с четким чередованием максимумов и минимумов прироста, в большинстве случаев в нескольких циклах наряду с менее отчетливым более или менее годовым колебанием прироста. Кроме того проявляются сильные депрессии но и максимумы прироста также в отдельных годах, образующие типичные сигнатуры в ходе кривых индексов годовичных колец.

3. В ходе стандартных кривых индексов годовичных колец у сравниваемых древесных пород проявляется принципиальное соответствие в реакции прироста на внешние влияния отдельных лет или их группировок. Это свидетельствует о преобладающем влиянии макроклиматически действующих факторов. Наибольшее сходство в реакции прироста проявляют сосна обыкновенная с сосной веймутовой и сосна веймутова с дугласией. Ель проявляет меньшее родство с сосной обыкновенной и с обеими введенными древесными породами.

4. Различия в реакции прироста на внешние влияния у отдельных древесных пород проявляются как в размере относительного прироста, достигнутого за отдельные периоды с отчетливыми колебаниями прироста, так и во временном сдвиге появления экстремальных колебаний прироста в эти периоды. Типичные минимумы (с частотой появления выше 70%) у ели проявились в 1940, 1956 и 1965 годах, тогда как у сосны обыкновенной в 1911, 1917, 1940 и 1952 годах. Особенно отчетливо у всех древесных пород появление минимума в 1940 году с типичной W-сигатурой.

5. Полученные стандартные серии относительного прироста в толщину сравниваемых древесных пород для отдельных географических областей (Винш 1981) позволяют надежное датирование при проверке анализов годичных колец и предоставляют надежный сравнительный материал для реконструкции прироста в прошлом. Засвидетельствованные даты из обширной сети экспериментально-исследовательских площадей служат основой для дальнейшего подробного исследования причин колебания прироста диаметра во времени и для оценки изменений приростов в лесонасаждениях, вызываемых изменениями экологических факторов.

лесоустройство; рост в толщину; хвойные породы; дендрохронология

VINŠ, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Variability of the Diameter Growth of some Coniferous Tree Species in the CSR*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 929-946.

The results are summarized of the basic evaluation of annual-ring widths in both main commercial coniferous tree species in the CSR — spruce and pine — and in the two most widespread introduced tree species — Douglas fir and white pine — based on the annual-ring analyses of large populations of empirical increment material. The conclusions could be drawn from the results of the analyses of diameter increment in the population of sample trees of different species over the time series of 60 years (1907—1966):

1) Relative diameter increment fluctuates over the time series from small variations ± 10 — 20% to yearly or short-time variations reaching ± 60 — 70% of the standard. The values of the sensitivity coefficient expressing the fluctuation rate of the mean relative increment over the sixty-year time series of observations (in basic populations comprising 30 sample trees from three experimental research areas) range on the average around 14.5% in spruce (from 9 to 22%) and around 15.9% in pine (from 12— 21%), in extreme cases of very sensitive increment responses in spruce the values of the sensitivity coefficient were found exceeding 30% . Statistical characteristics of the variability of annual-ring indexes over the time series expressed by the values of the variation coefficient range around 18.2% in spruce (from 11.8 to 27.1%) and around 19.3% in pine (from 11.9 to 32.7%).

2) The course of the fluctuation of diameter increment can be characterized by periods when the maximum and minimum values of increment alternated distinctly in several cycles and by a period with a less expressive yearly fluctuation of increment. Besides, manifest depressions or even maximums of increment can be observed in individual years, forming typical signatures in the course of the curves of annual-ring indexes.

3) The increment response to the external factors of the years or to their groupings is coincident if expressed as the course of the standard curves of annual-ring indexes of the compared tree species. The dominant influence of micro-climatic factors is demonstrated. The greatest similarity of the growth response was observed in pine and white pine, and in white pine and Douglas fir. A lower degree of similarity to pine and both introduced tree species was found in spruce.

4) Differences in the growth response to the external factors in different tree species are indicated by a level of the relative increment over single periods with great fluctuations of increment, and by a time shift of the incidence of the extremes of increment fluctuation in these periods. The typical minimums (frequency of incidence higher than 70%) were recorded in spruce in 1940, 1956 and 1965, in pine it was in the years 1911, 1917, 1940, 1952. The incidence of the minimum in the year 1940 was especially expressive in all tree species, with the typical W-signature.

5) The reliable dating can be made at verifying annual-ring analyses from the obtained standard series of the relative diameter increment of the given tree species for different geographical areas (Vinš 1981) and a reliable comparative material was provided for reconstructing the increment in the past. By the verified data obtained from an extensive network of experimental research areas the material for further intensive research on the fluctuation of the diameter increment in time is given and for evaluating increment changes in the forest stands induced by changes in ecological factors.

forest management; diameter growth; conifers; dendrochronology

VINŠ, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Variabilität des Durchmesserzuwachses ausgewählter Nadelholzarten in der CSR*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 929-946.

Die vorliegende Arbeit faßt die Ergebnisse der Grundeinschätzung der Variabilität von Jahrringbreiten beider wichtigsten Wirtschaftsnadelholzarten der CSR — der Fichte und der Kiefer — und zweier verbreitetsten introduzierten Holzarten — der Douglasie und der Weymouthskiefer — aufgrund der Bearbeitung von Jahrringanalysen ausgedehnter Gesamtheiten des empirischen Zuwachsmaterials zusammen. Aus den Ergebnissen der Analysen des Durchmesserzuwachses von Gesamtheiten der Probestämme einzelner Holzarten in einer zeitlichen Reihe von 60 Jahren (Zeitraum 1907—1966) war es möglich folgende Schlüsse abzuleiten:

1. Der relative Durchmesserzuwachs schwankt in der zeitlichen Reihe von relativ geringen Abweichungen $\pm 10-20\%$ bis zu jährlichen oder kurzfristigen Ausschlägen, die $\pm 60-70\%$ des Normals erreichen. Die Werte des Empfindlichkeitskoeffizienten, die das Maß der Schwankung des durchschnittlichen relativen Zuwachses in der sechzigjährigen Beobachtungsreihe ausdrücken (in Grundgesamtheiten mit einem Umfang von 30 Probestämmen aus 3 PVP) bewegen sich im Durchschnitt um $14,5\%$ bei der Fichte (mit einer Amplitude von $9-22\%$) und um $15,9\%$ bei der Kiefer (mit einer Amplitude von $12-21\%$). In extremen Fällen sehr empfindlicher Zuwachsreaktion wurden bei der Fichte Werte des Empfindlichkeitskoeffizienten festgestellt, die 30% überschreiten. Die durch die Werte des Variationskoeffizienten ausgedrückten statistischen Charakteristiken der Variabilität von Jahrringindizes in der zeitlichen Reihe bewegen sich um $18,2\%$ bei der Fichte (mit einer Amplitude $11,8-27,1\%$) und $19,3\%$ bei der Kiefer (mit einer Amplitude von $11,9-32,7\%$).

2. Der Verlauf der Schwankung des Durchmesserzuwachses ist durch Perioden mit ausgeprägtem Wechsel der Maxima und Minima des Zuwachses meistens in einigen Zyklen von Perioden mit weniger ausgeprägter mehr oder weniger jährlicher Zuwachsschwankung charakterisiert. Daneben äußern sich auch ausgeprägte Depressionen oder auch Maxima des Zuwachses auch in einzelnen Jahren, die typische Signaturen im Verlauf der Kurven von Jahrringindizes bilden.

3. Im Verlauf der Standardkurven von Jahrringindizes zeigt sich bei den verglichenen Holzarten eine grundsätzliche Übereinstimmung in der Zuwachsreaktion auf äußere Einflüsse einzelner Jahre oder ihrer Gruppierungen. Sie zeugt vom überwiegenden Einfluß makroklimatisch wirkender Faktoren. Die größte Ähnlichkeit in der Zuwachsreaktion weisen Kiefer mit Weymouthskiefer und Weymouthskiefer mit der Douglasie auf. Die Fichte weist eine geringere Verwandtschaft mit der Kiefer und mit den beiden introduzierten Holzarten auf.

4. Unterschiede bezüglich der Reaktion auf äußere Einflüsse bei einzelnen Holzarten äußern sich einerseits in der Höhe des in einzelnen Perioden mit ausgeprägten Zuwachsschwankungen erreichten relativen Zuwachses, andererseits in der zeitlichen Verschiebung des Vorkommens von Extremen der Zuwachsschwankung in diesen Perioden. Typische Minima (mit einer Häufigkeit des Vorkommens über 70%) äußerten sich bei der Fichte in den Jahren 1940, 1956 und 1965, während bei der Kiefer im Jahre 1911, 1917, 1940 und 1952. Besonders ausgeprägt ist bei allen Holzarten das Vorkommen des Minimums im Jahre 1940 mit der typischen W-Signatur.

5. Die gewonnenen Standardserien des relativen Durchmesserzuwachses der verglichenen Holzarten für einzelne geographische Gebiete (Vinš 1981) ermöglichen verlässliche Datumsangabe bei der Verifikation von Jahrringanalysen und liefern verlässliches Vergleichsmaterial für die Zuwachsrekonstruktion in der Vergangenheit. Die verifizierten Daten aus einem ausgedehnten Netz von Versuchsflächen liefern Unterlagen für weitere eingehende Erforschung der Ursachen von Schwankungen des Durchmesserzuwachses in Zeit und für die Einschätzung von Zuwachsveränderungen in Waldbeständen, die durch Veränderungen ökologischer Faktoren hervorgerufen werden.

Forsteinrichtung; Durchmesserwachstum; Nadelhölzer; Dendrochronologie

VINŠ, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *La variabilité de la croissance en diamètre des essences résineuses choisies dans la République socialiste tchèque*. Lesnictví, 27, 1981 (10) : 929-946.

Le travail présent résumé des résultats de l'estimation fondamentale de la

variabilité des largeurs des couches annuelles des deux essences résineuses principales dans la République socialiste tchèque — à savoir de l'épicéa et du pin — et de deux essences introduites les plus répandues — c'est-à-dire les sapins douglas et les pins Weymouth — et cela sur la base du traitement des analyses des couches annuelles dans les populations étendues du matériel empirique d'accroissement. A partir des résultats des analyses de l'accroissement en diamètre des populations d'arbres modèles des essences particulières dans une série chronologique de 60 ans (période de 1907 à 1966) il a été possible de déduire les conclusions suivantes:

1. L'accroissement en diamètre relatif varie dans la série chronologique entre les écarts relativement faibles de $\pm 10-20$ p. 100 et les oscillations annuelles ou de courte durée, atteignant $\pm 60-70$ p. 100 de l'état normal. Les valeurs du coefficient de sensibilité, exprimant le taux d'oscillation de l'accroissement moyen relatif dans une série d'observation de soixante ans (dans les populations de base comprenant 30 arbres modèles sur 3 PVP) varient en moyenne à environ 14,5 p. 100 pour l'épicéa (dans les limites de $9-22$ p. 100) et à environ 15,9 p. 100 pour le pin (dans les limites de $12-21$ p. 100), dans les cas extrêmes d'une réaction d'accroissement très sensible on a identifié pour l'épicéa les valeurs du coefficient de sensibilité dépassant 30 p. 100. Les caractéristiques statistiques de variabilité des indices de couches annuelles dans la série chronologique, exprimées par les valeurs du coefficient de variation, varient à environ 18,2 p. 100 pour l'épicéa (dans les limites de $11,8-27,1$ p. 100) et à environ 19,3 p. 100 pour le pin (dans les limites de $11,9-32,7$ p. 100).

2. L'allure de l'oscillation de l'accroissement en diamètre est caractérisée par les périodes comprenant l'alternance marquée des maxima et minima de l'accroissement, pour la plupart dans plusieurs cycles, et par la période accusant une oscillation moins marquée, plus ou moins annuelle, de l'accroissement. En dehors de cela on constate des dépressions marquées, ou même des maxima d'accroissement, même dans les années particulières, formant des signatures caractéristiques dans l'allure des courbes de couches annuelles.

3. Dans l'allure des courbes standard des indices de couches annuelles se manifeste, pour les essences comparées, un accord de principe, quant à la réaction d'accroissement sur les influences extérieures des années particulières ou de leur groupement. Cela témoigne d'une influence prépondérante des facteurs exerçant l'action microclimatique. Dans la réaction d'accroissement c'est le pin avec le pin Weymouth et le pin Weymouth avec le sapin douglas qui accusent la similitude la plus grande. L'épicéa n'accuse qu'une parenté moindre avec le pin et les deux essences introduites.

4. Les différences de la réaction d'accroissement sur les influences extérieures se manifestent, pour les essences particulières, d'une part dans l'importance relative de l'accroissement obtenu dans les périodes particulières dont les oscillations de l'accroissement sont marquées et d'autre part dans le déplacement chronologique de l'apparition des extrêmes d'oscillation de l'accroissement dans ces périodes. Les minima caractéristiques (dont la fréquence d'apparition dépasse 70 p. 100) se sont manifestés pour l'épicéa en 1940, 1956 et 1965, tandis que pour le pin en 1911, 1917, 1940 et 1952. Particulièrement significative pour toutes les essences est l'apparition minima en 1940, accusant la signature W caractéristique.

5. Les séries standard obtenues de l'accroissement en diamètre relatif des essences comparées pour les régions géographiques particulières (Vinš 1981) permettent la datation sûre lors de la vérification des analyses des couches annuelles, tout en offrant un matériel comparatif sûr pour la reconstruction de l'accroissement dans le passé. Les données vérifiées, issues du réseau ample de parcelles expérimentales d'essai, offrent des documents pour la recherche détaillée ultérieure des causes de l'oscillation de l'accroissement en diamètre dans le temps et pour l'estimation des changements de l'accroissement dans les peuplements forestiers, provoqués par les variations des facteurs écologiques.

aménagement des forêts; croissance en diamètre; essences résineuses; dendrochronologie

Adresa autora:

Ing. Bohuslav Vinš, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

STANOVENÍ PŘÍRŮSTOVÉHO PROCENTA VÝČETNÍ ZÁKLADNY POROSTU

J. Wolf

WOLF, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Stanovení přírůstového procenta výčetní základny porostu*. Lesnictví, 27, 1981 (10): 947–954.

Výzkum zákonitostí a rozbor růstového procesu stejnověkých porostů je možno konat netradičním způsobem, ovšem za předpokladu teoretické i praktické znalosti vhodných metod stanovení běžného přírůstu potřebných dendrometrických veličin stromů a porostů. Ukazuje se, že těmito požadavkům vyhovují zejména ty metody stanovení běžného přírůstu, které byly zkráceně označeny názvem metody totálního diferenciálu. V práci se též upozorňuje na dvě podstatně důležité vlastnosti základní Bitterlichovy relaskopické metody, a to na její reprezentativnost a stochastický charakter. Konečně se zde uvádí taková modifikace Bitterlichovy metody, pomocí níž je možno stanovit celkový běžný přírůst a zejména přírůstové procento výčetní základny porostu.

hospodářská úprava lesů; dendrometrie; přírůstové procento; běžný přírůst

Oprávněná kritika některých způsobů konstrukce růstových tabulek (např. proužkové metody Baurovy, metody návodných porostů Th. a R. Hartiga) vedla nakonec k přesvědčení, že jediné spolehlivou cestou k poznání zákonitostí růstového procesu je biometrické vyhodnocení periodicky opakovaných měření ze sítě trvalých výzkumných ploch, založených ve stejnověkých porostech dané dřeviny a vhodně zvolené růstové oblasti (Korf 1979).

V posledních zhruba dvaceti letech se však v našem lesnickém výzkumu objevuje a pozvolna uplatňuje snaha odvodit zákonitosti růstu stejnověkých porostů opačným způsobem, tj. neodvodit (jako první krok výzkumu) růstové zákonitosti a z nich pak (jako druhý krok) zákonitosti přírůstové, ale zvolit naopak postup právě opačný. Je evidentní, že předpokladem k takovému postupu je potřebná nejen teoretická, ale i praktická znalost vhodných metod zjišťování běžného přírůstu důležitých taxačních veličin lesních stromů a porostů.

VYUŽITÍ TĚSNÝCH REGRESNÍCH VZTAHŮ K URČENÍ PŘÍRŮSTU (METODA TOTÁLNÍHO DIFERENCIÁLU)

Jelikož víceargumentové regresní vztahy bývají obvykle velmi těsné, jsou pro tento účel zvláště vhodné. Uvažujme proto např. dvouargumentový vztah

$$H = f(K, Y), \quad (1)$$

kde H je hektarová zásoba stejnověkého porostu dané dřeviny, kdežto K , Y jsou této

zásobě příslušná výčetní základna a porostní výška. Ve vztahu (1) jsou H, K, Y zřejmě veličiny růstové. Stanovme proto k (1) totální diferenciál

$$dH = \frac{\partial f}{\partial K} dK + \frac{\partial f}{\partial Y} dY \quad (2)$$

a nahradíme zde diferenciály dH, dK, dY běžnými přírůsty veličin H, K, Y , tj. veličinami $dH/dt, dK/dt, dY/dt$. Pak tedy

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\partial f}{\partial K} \frac{dK}{dt} + \frac{\partial f}{\partial Y} \frac{dY}{dt} \quad (2a)$$

Metodám založeným na tomto postupu byl dán název metody totálního diferenciálu, a to proto, že název metody derivace těsných regresních vztahů taxačních veličin stromů a porostů se jevil zbytečně dlouhý, i když např. vzhledem k (2a) je obsahově výstižnější. Vztah (2a) má velmi vhodné vlastnosti k tomu, aby se podle něho dal poměrně snadno a dosti přesně stanovit celkový běžný přírůst porostní zásoby H , což lze ukázat takto:

Vztah (1) je regresní vztah a je ho možno poměrně snadno získat regresní analýzou. Jde tedy o prediktor, který však není úplně přesný. Tuto jeho vlastnost můžeme proto jednoduše vyjádřit intervalovým odhadem

$$f(K, Y) = f(k, y)(1 \pm \varepsilon), \quad (1a)$$

kde k, y jsou měření získané střední aproximace veličin K, Y , takže $f(k, y)$ je pak střední aproximace funkce $f(K, Y)$, kdežto $\varepsilon > 0$ je relativní chyba, přesněji řečeno horní hranice relativní chyby prediktoru $f(K, Y)$. Jelikož o vztahu (1) předpokládáme, že jde o vztah značně těsný a tedy i přesný, pak ovšem je $0 < \varepsilon \ll 1$, čímž chceme říci, že chyba ε je řádově menší než číslo jedna. Vzhledem k (1a) a (2a) zavedme proto tato označení:

$$A = \frac{\partial f(K, Y)}{\partial K} = \frac{\partial f(k, y)}{\partial k} (1 \pm \varepsilon) = a(1 \pm \varepsilon),$$

$$C = \frac{\partial f(K, Y)}{\partial Y} = \frac{\partial f(k, y)}{\partial y} (1 \pm \varepsilon) = c(1 \pm \varepsilon),$$

kdežto

$$B = \frac{dK}{dt} = \frac{dk}{dt} (1 \pm \beta) = b(1 \pm \beta),$$

$$D = \frac{dY}{dt} = \frac{dy}{dt} (1 \pm \delta) = d(1 \pm \delta),$$

kde o číslech β, δ rovněž právem předpokládáme $0 < \beta \ll 1, 0 < \delta \ll 1$. Označíme-li ještě $dH/dt = R$, pak tedy

$$\begin{aligned} R = AB + CD &= ab(1 \pm \varepsilon)(1 \pm \beta) + cd(1 \pm \varepsilon)(1 \pm \delta) \\ &= ab[1 \pm (\varepsilon + \beta)] + cd[1 \pm (\varepsilon + \delta)] \end{aligned} \quad (2c)$$

Abychom výrazy (2c) formálně ještě zjednodušili, označme $AB = P, CD = M, ab = p, cd = m, (\varepsilon + \beta) = \pi, (\varepsilon + \delta) = \mu, 0 < \pi \ll 1, 0 < \mu \ll 1$. Pak tedy

$$\begin{aligned}
 R &= P + M = p(1 \pm \pi) + m(1 \pm \mu) \\
 &= (p + m) \left[1 \pm \left(\frac{p}{p+m} \pi + \frac{m}{p+m} \mu \right) \right] \\
 &= r \left[1 \pm \left(\frac{p}{r} \pi + \frac{m}{r} \mu \right) \right] \quad (2d)
 \end{aligned}$$

Jestliže nyní např. $\pi > \mu$, $p > m > 0$, pak tedy relativní chyba metody (2a) je charakterizována výrazem

$$\left(\frac{p}{r} \pi + \frac{m}{r} \mu \right) < \pi = \varepsilon + \beta \leq 2\varepsilon,$$

je-li $\varepsilon \geq \beta$. Jelikož předpoklady, za nichž jsme zde provedli odhad přesnosti metody (2a), jsou v praxi jejího použití téměř vždy splněny, pak je tato metoda zřejmě vhodná ke studiu růstových procesů stejnověkých porostů dříve zmíněným netradičním způsobem.

BITTERLICOVA METODA A JEJÍ STOCHASTICKÝ CHARAKTER

Zvýšenou efektivností zjišťování zásob lesních porostů a dalších jejich taxačních veličin vynikají jak známo tzv. reprezentativní metody. Tyto metody jsou u nás již delší dobu dobře známy a v taxační praxi používány. V naší praxi jde zejména o metody kruhových a pásových zkusných ploch nebo o různé modifikace původní Bitterlichovy myšlenky, kterým se pak stručně říká metody relaskopování.

Myšlenka použít zkusných ploch ke zjištění (správněji odhadu) velikosti porostní zásoby je v celém lesnictví starého data a je prakticky od svého počátku spojena se známým pojmem reprezentativnosti. Zkušený taxátor však ví, že založit zkusnou plochu v porostě nemusí být vždy snadné a že takto založená plocha není prakticky nikdy dokonale reprezentativní. Při použití zkusných ploch se však tato teoreticky úplná reprezentativnost uznává za platnou. Máme-li totiž zjistit potřebné taxační veličiny např. u stejnověkého smrkového porostu, jehož plocha je P , pomocí v něm založené zkusné plochy p , pak vycházíme z toho, že platí relace (poměry)

$$P/p = N/n = K/k = V/v = \dots \quad (3)$$

kde N , K , V znamenají počet stromů, výčetní základnu a zásobu celého porostu, kdežto n , k , v jsou veličinám N , K , V příslušné veličiny zjištěné na ploše $p < P$.

Jednoduchost, avšak geniálnost Bitterlichovy myšlenky pak záleží v tom, že relace (3) upravil takto

$$N/P = n/p, \quad K/P = k/p, \quad V/P = v/p, \quad (3a)$$

přičemž pro odvození své původní optické relaskopické metody vyšel z relace

$$K/P = k/p = k_i/p_i = \text{konst.}, \quad (3b)$$

kde pak k_i je výčetní kruhová plocha i -tého relaskopicky (bitterlichovsky) zaujatého stromu a p_i je takový násobek plochy k_i , aby vždy platilo $k_i/p_i = \text{konst.}$ Jelikož se plochy p_i při relaskopování nevytyčují, ale opticky se posuzuje pouze známá relaskopická zaujatost stromů, označují se plochy p_i názvem fiktivní relaskopické plochy.

Konstantní velikosti poměru k_i/p_i se dosáhne pomocí přístrojů, které mohou opticky vytyčovat stálý (malý) úhel. Jde především o tzv. Bitterlichovu hůl, kolimátor nebo

optický relaskopický klín, popř. Bitterlichův zrcadlový relaskop (technicky velmi zdokonalený kolimátor). V naší taxační praxi se nejčastěji používá výhodných vlastností zmíněného optického klínu.

Opticky vytyčovaný stálý úhel α , použitý k hodnocení známé relaskopické zaujatosti stromů, je malý a může být např. užitím Bitterlichovy hole vyjádřen pomocí zlomku a/b a jelikož přitom číslo $a \ll b$, pak pro takový úhel zřejmě prakticky platí

$$\alpha = \arcsin(a/b) = \arctg(a/b) .$$

Pomocí základní Bitterlichovy relaskopické metody lze ovšem snadno opticky určit výčetní základnu K na ha prakticky v libovolně zvoleném bodě-stanovisku v porostě podle známého vzorce

$$\begin{aligned} K \text{ na ha} &= 10^4(a/2b)^2 M_B m^2 \text{ na ha} \\ &= 2500(a/b)^2 M_B m^2 \text{ na ha} = C M_B m^2 \text{ na ha} , \end{aligned} \quad (4)$$

kde C je tzv. násobný faktor, kdežto M_B je počet relaskopicky (bitterlichovsky) zaujatých stromů v daném bodě-stanovisku taxátora v porostě. Proto se tato metoda v cizině označuje názvem point sampling.

Předchozím textem jsme chtěli jen vyzvednout známou vlastnost reprezentativnosti Bitterlichovy metody. Tato metoda má však též stochastický charakter. Tuto její rovněž známou, avšak méně často uváděnou vlastnost je tedy vhodné zde také vzpomenout.

Nechť proto $\varphi(k)$ je hustota pravděpodobnosti veličiny $k = (\pi/4)x^2$, kde x je výčetní tloušťka stromů v daném porostě, kdežto $\Phi(k)$ je příslušná distribuční funkce veličiny k , tedy funkce, která vyjadřuje pravděpodobnost jevu $K < k$ v tomto porostě, tj. $\text{Prob}(K < k)$. Pak ovšem diferenciál

$$d\Phi(k) = \varphi(k)dk = \text{Prob}(k < K < k + dk)$$

je tzv. element pravděpodobnosti, tj. pravděpodobnost jevu

$$A = (k < K < k + dk) .$$

Pomocí předchozích výrazů lze pak určit střední hodnotu veličiny k , označme ji $\bar{k}$, takto

$$\bar{k} = E(k) = \int_0^{\infty} k\varphi(k)dk = \int_0^{\infty} kd\Phi(k) ,$$

kde E je obvyklé označení matematické naděje neboli střední hodnoty. Nechť nyní N je počet stromů na 1 ha v daném porostě, kdežto $Nd\Phi(k) = N\varphi(k)dk$ je očekávaná četnost (matematická naděje četnosti) jevu A na 1 ha. Pak ovšem

$$K \text{ na ha} = N\bar{k} = N \int_0^{\infty} k\varphi(k)dk = \int_0^{\infty} Nkd\Phi(k) .$$

Jelikož Bitterlichova optická metoda je založena na myšlence $k/p = \text{konst}$, položíme nyní

$$p/k = (2b/a)^2 \Rightarrow p = (2b/a)^2 k .$$

Zde tedy p je relaskopická fiktivní plocha, odpovídající ploše k a známému distančnímu faktoru (b/a) . Pak ovšem

$$d(M_B) = (p/10^4) Nd\Phi(k) = (4(b/a)^2 k/10^4) Nd\Phi(k) ,$$

kde $d(M_B)$ je očekávaná četnost (matematická naděje) jevu A na ploše p (tj. diferenciál četnosti relaskopicky zaujatých kmenů na ploše p), vyjádřené v m^2 . Pak tedy

$$M_B = \int_0^{\infty} d(M_B) = [(b/a)^2/2500] \int_0^{\infty} N k d\Phi(k) \\ = [(b/a)^2/2500] K \text{ na ha ,}$$

z čehož

$$K \text{ na ha} = 2500(a/b)^2 M_B m^2 \text{ na ha} . \quad (4)$$

Podstatnou vlastností základní Bitterlichovy metody je tedy nejen její reprezentativnost, ale též její stochastický charakter.

VYUŽITÍ BITTERLICHOVY METODY KE STANOVENÍ PŘÍRŮSTOVÉHO PROCENTA VÝČETNÍ ZÁKLADNY POROSTU

Jak W. Bitterlich, tak i mnoho lesníků z celého světa přispělo k dalšímu rozšíření a prohloubení základní Bitterlichovy myšlenky, takže v současné době se pod názvem metody relaskopování rozumí řada metod, které byly odvozeny od původní Bitterlichovy metody. Této metody lze použít též ke stanovení přírůstového procenta výčetní základny porostu.

V zájmu stručnosti označme nyní $K \text{ na ha} = K$, takže vzorec (4) bude tvaru $K = C M_B$. Tento vzorec zůstává ovšem správný i pro každý jednotlivý bitterlichovsky zaujatý kmen na daném stanovišti v porostě. Pak ovšem pro i -tý zaujatý kmen, jehož $k = k_i$, obdržíme $K_i = C$ pro každé $i = 1, 2, \dots, M_B$, takže skutečně je

$$K = \sum_{i=1}^{M_B} K_i = \sum_{i=1}^{M_B} C = C M_B .$$

Použijeme-li dále dříve uvedených relací $K_i/P_i = k_i/p_i = \text{konst.}$, pak $K_i \text{ na ha} = K_i$, a proto $P_i = 1 \text{ ha} = 10^4 m^2$ rovněž pro každé $i = 1, 2, \dots, M_B$. Položíme-li $K_i = N_i k_i$, pak předchozí relace budou mít tvar

$$N_i k_i / 10^4 = k_i / p_i \Rightarrow N_i = 10^4 / p_i$$

a vzhledem k tomu, že $p_i = (2b/a)^2 k_i$, pak

$$N_i = 10^4 (a/2b)^2 / k_i = C / k_i .$$

V posledním výrazu znamená N_i počet všech těch stromů na 1 ha, jejichž výčetní plocha je právě rovna k_i , vyjádřená ovšem v m^2 . Pak konečně

$$N = \sum_{i=1}^{M_B} N_i = C \sum_{i=1}^{M_B} 1/k_i , \quad (5)$$

kde N je celkový počet stromů na 1 ha porostní plochy, tj. $N = N \text{ na ha}$.

Tím jsme chtěli jen poukázat na známou možnost využití Bitterlichovy metody ke stanovení počtu stromů $N \text{ na ha}$. O správnosti (5) svědčí rovnost

$$K = \sum_{i=1}^{M_B} N_i k_i = C \sum_{i=1}^{M_B} k_i / k_i = C M_B . \quad (4a)$$

Vzhledem ke sledovanému účelu je však zejména užitečná první z rovností výrazu (4a), tj.

$$K = \sum_{i=1}^{M_B} N_i k_i, \quad (4b)$$

neboť derivujeme-li (4b) podle věku t , dostaneme

$$dK/dt = \sum_{i=1}^{M_B} N_i dk_i/dt = C \sum_{i=1}^{M_B} (1/k_i) dk_i/dt. \quad (6)$$

Ve výrazu (6) je dK/dt celkový běžný přírůst hektarové výčetní základny K , kdežto dk_i/dt jsou běžné přírůsty výčetních ploch relaskopicky zaujatých kmenů na daném relaskopickém stanovisku v porostě. Hodnotu dk_i/dt lze však snadno určit tzv. zdokonalenou metodou vývrtů (Wolf 1967).

Výraz (6) lze pak upravit takto

$$\begin{aligned} \beta_B &= (1/K) dK/dt = (1/M_B) \sum_{i=1}^{M_B} (1/k_i) dk_i/dt \\ &= (1/M_B) \sum \beta_i = \bar{\beta}. \end{aligned} \quad (7)$$

Ve výrazu (7) je ovšem β_K růstová intenzita výčetní základny K , tj. její relativní rychlost růstu, β_i jsou růstové intenzity výčetních ploch bitterlichovsky zaujatých kmenů na daném stanovisku, kdežto $\bar{\beta}$ je jejich aritmetický průměr. Jelikož

$$p_K = 100 \beta_K = 100 \bar{\beta}$$

je přírůstové procento výčetní základny porostu, tj. její procentuální rychlost růstu, pak uvedený postup (7) je zřejmě schopen vyhovět sledovanému účelu, neboť je nejen reprezentativní, ale má též zmíněný stochastický charakter. To se projevuje rovněž v tom, že výraz (6) je závislý na násobném faktoru C , kdežto výraz (7) tento faktor již neobsahuje a je tedy na něm nezávislý.

Došlo dne 17. 3. 1981

Literatura

1. KORF, V.: Biometrický a hospodářskoupravnický výzkum koncem 6. pětiletky. Lesnictví, 25 (LII), 1979, č. 10
2. WOLF, J.: Zjišťování běžného přírůstu výčetní tloušťky a výšky na vzornících pokusných ploch. Sborník VŠZ v Brně, řada C, 1960, č. 1
3. WOLF, J.: Zjišťování běžného přírůstu stejnověkových porostů (Teorie metody totálního diferenciálu). Sborník VŠZ v Brně, řada C, 1960, č. 4
4. WOLF, J.: Návrh metody stanovení běžného přírůstu stejnověkových porostů (Zdokonalená metoda vývrtů). Výzkumná zpráva úkolu č. VII-6-5/207-4/5ch. Lesnická fakulta VŠZ v Brně, 1967
5. WOLF, J.: Návrh metody stanovení běžného přírůstu stejnověkových porostů: Závěrečná zpráva výzkumného úkolu č. VI-5-3/4. Lesnická fakulta VŠZ v Brně, 1975
6. WOLF, J.: Metoda směrového pole v teorii i praxi konstrukce růstových tabulek. Sborník VŠLD Zvolen, (v tisku)

ВОЛЬФ, Я. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Определение процента прироста среднего диаметра ствола насаждения на высоте груди. *Lesnictví*, 27, 1981 (10) : 947-954.

Содержание настоящей публикации стремится обратить внимание на то, что научное исследование закономерности и анализ процесса роста одновозрастных насаждений можно проводить нетрадиционным способом, однако при условии теоретического и практического знания пригодных методов определения текущего прироста необходимых дендрометрических величин деревьев и лесонасаждений. Оказывается, эти требования удовлетворяют, в основном, те методы определения текущего прироста, которые были сокращено обозначены названием метода целого дифференциала.

В работе также обращается внимание на два принципиальных свойства основного реласкопического метода Биттерлиха, а именно на его репрезентативность и стохастический характер. Наконец здесь приводится такая модификация метода Биттерлиха, при помощи которой можно определить текущий прирост и в основном прирост процента среднего диаметра ствола на высоте груди.

хозяйственная регуляция лесов; дендрометрия; процент прироста; текущий прирост

WOLF, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Determination of the Increment Percentage of Stand Basal Area*. *Lesnictví*, 27, 1981 (10) : 947-954.

Attention is drawn to the fact that the research in regularities and the analysis of the growth process of coeval forest stands can be performed in a non-traditional way, provided that suitable methods of determining the current increments of the required dendrometric characters of trees and stands are known both theoretically and practically. This requirement is met mainly by those methods of the determination of current increment which are shortly referred to as methods of total differential.

It is also pointed out that the basic Bitterlich relascope method has two aspects of substantial importance; these are its representativeness and its stochastic nature. Finally, a modification of the Bitterlich method is presented which can be used for determining the total current increment and particularly the increment percentage of stand basal area.

forest management; dendrometry; increment percentage; current increment

WOLF, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Bestimmung des Zuwachsprozents der Bestandesgrundfläche*. *Lesnictví*, 27, 1981 (10) : 947-954.

Der Inhalt dieser Publikation ist bestrebt auf die Tatsache aufmerksam zu machen, daß die Erforschung von Gesetzmäßigkeiten und die Analyse des Wachstumsprozesses gleichaltriger Bestände auf untraditionelle Weise durchgeführt werden können, allerdings unter Voraussetzung theoretischer und praktischer Kenntnis geeigneter Methoden zur Ermittlung des laufenden Zuwachses benötigter dendrometrischer Größen von Bäumen und Beständen. Es zeigt sich, daß diesen Anforderungen vor allem diejenigen Methoden zur Bestimmung des laufenden Zuwachses entsprechen, die verkürzt als Methoden des totalen Differentials bezeichnet werden.

In der Arbeit wird auch auf zwei wesentlich wichtige Eigenschaften der relascopeischen Grundmethode von Bitterlich aufmerksam gemacht, und zwar auf ihren repräsentativen und stochastischen Charakter. Schließlich wird hier eine solche Modifikation der Methode von Bitterlich gebracht, mit Hilfe derer es möglich ist, den laufenden Gesamtzuwachs und vor allem das Zuwachsprozents an Bestandesgrundfläche zu bestimmen.

Forsteinrichtung; Dendrometrie; Zuwachsprozents; laufender Zuwachs

WOLF, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *La détermination du pourcentage d'accroissement de la surface terrière du peuplement*. *Lesnictví*, 27, 1981 (10) : 947-954.

La teneur de cette publication s'efforce d'attirer l'attention sur le fait que la recherche de causalité et l'analyse du processus de croissance des peuplements équiennes peuvent être réalisées en appliquant le mode non traditionnel, sous con-

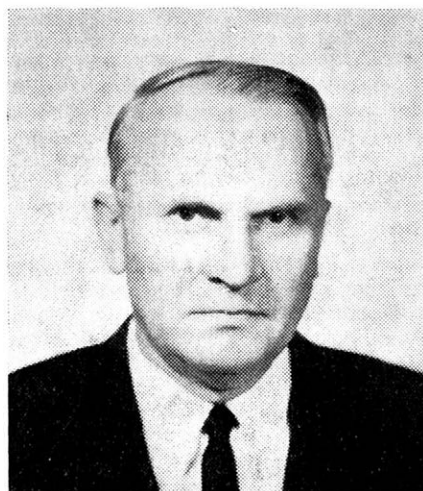
ditions cependant de connaître théoriquement et pratiquement des méthodes convenables pour la détermination de l'accroissement courant des grandeurs dendrométriques nécessaires des arbres et des peuplements. Il apparaît que ce sont notamment les méthodes de détermination de l'accroissement courant qui ont été désignées en abrégé par le nom de différentiel total, qui répondent à ces exigences.

Dans le travail on fait remarquer aussi deux propriétés essentiellement importantes de la méthode relascopique fondamentale de Bitterlich, à savoir son caractère représentatif et stochastique. Enfin on y cite une telle modification de la méthode de Bitterlich à l'aide de laquelle on peut déterminer l'accroissement courant total et surtout le pourcentage d'accroissement de la surface terrière du peuplement.

aménagement des forêts; dendrométrie; pourcentage d'accroissement; accroissement courant

Adresa autora:

Doc. Ing. Jaroslav Wolf, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno



Prof. BOHUMIL DOLEŽAL
SEDMDESÁTNÍKEM

Dne 2. září 1981 se dožil v plném zdraví a svěžesti svých sedmdesátin významný lesnický odborník a vysokoškolský pedagog prof. Dr. Dr. h. c. Ing. Bohumil Doležal, DrSc., rodák z Krnčic na jihozápadní Moravě.

Po absolvování lesnického odboru Vysoké školy zemědělské v Brně a po ročním studiu na École National des Eaux et Forêts v Nancy zahájil v roce 1936 svou praktickou činnost záníceného lesnického odborníka. Bohatá patnáctiletá praxe mu byla východiskem ke stále intenzivnějšímu studiu lesnické teorie, zejména na úseku hospodářské úpravy lesů. Dosažení doktorátu technických věd v roce 1946 a habilitace v roce 1947 pro obor hospodářské úpravy lesů byly jen přirozeným výsledkem jeho erudice, pile a pracovního nadšení.

Na lesnickou fakultu v Brně přišel prof. B. Doležal definitivně v roce 1953, a to nikoliv jako nezkušený začátečník, ale jako lesnický odborník se širokou praxí, několikaletou pedagogickou zkušeností externího učitele a se znalostmi problematiky vědeckovýzkumné práce z předchozího organizování a řízení Sektového výzkumného ústavu pro hospodářskou úpravu lesů v Bratislavě. Po čtyřech letech byl jmenován profesorem pro hospodářskou úpravu lesů a v roce 1962 byl prohlášen doktorem zemědělsko-lesnických věd po obhájení doktorské dizertační práce Pojetí dobové úpravy lesa v socialistickém lesním hospodářství.

Prof. B. Doležal se vždy velmi aktivně podílel na rozvoji lesnické fakulty a čs. lesnictví jako vedoucí katedry, akademický funkcionář a člen řady komisií ustavovaných pro řešení otázek lesního hospodářství. Plodnou spoluprací navázal rovněž s významnými zahraničními lesnickými institucemi, zejména ze socialistických zemí. Jeho publikace, přednášky a expertizní činnost měly v zahraničí příznivou odezvu. Za soubor prací z oblasti plánovitého přizpůsobení lesa nové těžební a soustředovací technice a z oblasti hospodářskoúpravnického plánování včetně strukturálního plánovacího modelu pro podrostní les udělila lesnická fakulta v Tharandtu prof. B. Doležalovi hodnost čestného doktora lesnických věd. Oboustranně prospěšnou spolupráci rozvíjel prof. B. Doležal s jugoslávskými lesníky. O jejím významu svědčí skutečnost, že tato spolupráce pokračuje i dnes, po pěti letech odchodu prof. B. Doležala do důchodu, a svědčí o neutuchajícím zájmu o soudobou lesnickou problematiku a o vysoké pracovní aktivitě jubilanta, proje-

vující se v jeho trvalé publikační činnosti. V roce významného životního jubilea prof. B. Doležala vychází také ve spolupráci s IUFRO jeho pětijazyčný lesnický slovník, kterým přispívá ojedinělým způsobem k rozvoji světové lesnické kultury.

Publikační činnost prof. B. Doležala je obsáhlá. Zahrnuje učebnice, učební texty, knihy, desítky původních vědeckých prací, odborných článků, referátů atd.

Ve své vědecké činnosti se prof. B. Doležal zabýval prakticky všemi úseky hospodářské úpravy lesů. Jeho pobyt ve Francii byl podnětem k vydání knihy pojednávající o kontrolních metodách ve výběrném lese. Předmětem dalších prací v letech 1949—1956 byla problematika vnitřní porostní výstavby a v této souvislosti i otázky přizpůsobení lesních porostů nové těžební a soustředovací technice. V roce 1956 vydal knihu Priestorová úprava lesů, v roce 1958 následuje Hospodářské plánování v lese, v roce 1964 Časová úprava lesů. Řada dalších prací se týká typizace lesních porostů s vyústěním v definování provozních porostních souborů. Značné úsilí věnoval prof. B. Doležal propracování soustavy těžebních ukazatelů. Jednotlivě propracované části shrnuje pak do návrhu vlastní ucelené metody hospodářské úpravy lesů. Velkou pozornost věnuje jubilant v posledním i současném období zásadní problematice přírodovědně technologického pojetí lesa a v něm uplatňovanému hospodářskému systému se všemi jeho charakteristikami.

Za svého působení na lesnické fakultě vychoval prof. B. Doležal řadu lesnických odborníků, kterým poskytl vždy s velkým zaujetím a smyslem pro pokrok vysokoškolský základ k jejich další tvořivé práci v lesním hospodářství.

K životnímu jubileu přejeme prof. B. Doležalovi, aby ho i v dalších letech jeho života provázelo pevné zdraví a radost z vykonané práce.

Doc. Ing. Lubomír Polák, CSc.

BOUDOUX M.: EMPIRICKÉ POROSTNÍ TABULKY PRO PICEA MARIANA, ABIES BALSAMEA A PINUS BANKSIANA V QUÉBECU (TABLES DE RENDEMENT EMPIRIQUES POUR L'ÉPINETTE NOIRE, LE SAPIN BAUMIER ET LE PIN GRIS AU QUÉBEC). 1978, QUÉBEC

Autor vyhotovil roku 1978 pro lesy oblasti Québecu empirické porostní tabulky pro dřeviny *Picea mariana* Mill., *Abies balsamea* (L.) Mill. a *Pinus banksiana* Lamb., které jsou hospodářsky důležité pro tuto část Kanady. Dosavadní tabulky pro uvedené dřeviny, které již byly vyhotoveny, jsou koncipovány na základě normality a podle autorova pojetí jsou užitečné jen pro taxátora, zatímco jejich použitelnost pro lesního hospodáře je značně omezena. Ten se totiž při své práci nesetkává s ideálními porosty, ale s lesy často značně odlišnými od normality. Autor vychází z předpokladu, že sice mezi oběma typy tabulek je určitý vzájemný vztah, avšak odpovídají různému poslání: normální tabulky představují stav, kterého by mělo být v porostech dosaženo, empirické tabulky jsou nástrojem k dosažení tohoto stavu.

Tabulky v tomto pojetí umožňují výpočet zásoby (hroubí) pro porosty, u kterých je znám průměrný věk a výčetní základna, ale neopravňují k představě, že z nich lze odvodit porostní veličiny v další etapě vývoje. Skutečné růstové tabulky autor vyhotoví v dalších etapách. Tabulky jsou sestaveny podle anglosaských měrných jednotek, v připravovaném dalším vydání budou údaje převedeny na jednotky metrické.

Podkladem pro vyhotovení tabulek jsou údaje z asi 10 000 zkusných ploch, uložených v bance experimentálních výsledků Služby pro lesnické inventarizace kanadského ministerstva pro pozemky a lesy (Ministère des Terres et Forêts du Québec). Zkusné plochy o výměře 1/10 akru jsou rozmístěny na celém území Québecu, a to na všech lesních stanovištích, s nimiž je možno se setkat, a zahrnují přiměřené věkové rozpětí porostů.

Inventarizační služba disponuje velkým počtem veličin naměřených na těchto plochách; všechny údaje jsou vztaženy na plochu 1 akru. Pro zpracované tři dřeviny použil autor údaje pro: celkový počet stromů od 1 palce výčetní tloušťky; výčetní základnu vyšetřenou u stromů o tloušťce nad 1 palec všech zastoupených dřevin — jehličnatých i listnatých; počet stromů a výčetní základnu jedinců s tloušťkou od 1 do 3 palců, a to pouze jehličnatých dřevin; počet stromů a výčetní základnu stromů od 4 palců (jehličnatých + listnatých);

„obchodní“ objem stromů (hroubí) od 4 palců (jehličnatých + listnatých); počet stromů a jejich výčetní základnu od 4 palců (jen jehličnatých dřevin); obchodní objem jehličnatých stromů od 4 palců; střední výčetní tloušťku stromů od 4 palců; střední věk ve výčetní výšce (který je pro jednotlivé dřeviny a bonity přepočten na věk odpovídající počtu letokruhů na bázi kmene — pomocí odhadnuté přírůstky); střední výšku dominantní a spoluvládající etáže. Poslední tři údaje byly vypočteny jako aritmetický průměr z hodnot naměřených na jehličnatých vzornících, vybraných uprostřed plochy tak, aby byly pro ni reprezentativní. K uvedeným 13 veličinám byla připojena ještě jedna, a to průměrný index stanoviště (IS), odpovídající střední porostní výšce v 50 letech (pro jeho výpočet bylo použito jednoduchých polynomů převzatých z prací jiných autorů). Pro jednotlivé dřeviny pak byly rozlišeny tři (u bankovky dvě) průměrné stanovištní třídy. Pro výběr ploch k vlastnímu vyhodnocení byla zvolena určitá omezující kritéria, a to: nejméně 75 % výčetní základny musí být tvořeno stromy sledované hlavní dřeviny, průměrný věk plochy nesmí překročit 119 let a plochy musí obsahovat údaje nejméně tří vzorníků uvažované dřeviny.

Pro konstrukci tabulek byly stanoveny tři postupné etapy:

1. nejprve byly sestaveny tabulky zásobové (v podstatě statické) udávající zásobu na 1 akr pro průměrný věk, výčetní základnu a bonitu; pomocí těchto tabulek nelze ovšem odvodit, jaký bude nebo může být další vývoj porostní zásoby; tato etapa je hlavním obsahem recenzované publikace;

2. druhá etapa je zaměřena na kvantifikaci průměrného vývoje jednotlivých porostních veličin v čase;

3. poslední etapa má být věnována vytvoření svazku vývojových křivek a odpovídajících číselných údajů v závislosti na věku od nejmenší k nejvyšší produkci, možné za daných růstových podmínek (tj. na určité kvalitě stanoviště); v této etapě budou vyhotoveny skutečné růstové tabulky v obvyklém pojetí (podle vzoru Assmann - Franz).

Pro vyjádření jednotlivých porostních veličin (zásoby, výčetní základnu, počet stromů a objem středního kmene hrou-

bí a tzv. redukovanou výšku, tj. výtvarnicovou výšku) byly odvozeny analytické výrazy, u nichž vstupními veličinami jsou věk, stanovištní index, popř. výčetní základna.

Publikace obsahuje 101 stran, z toho 19 stran je věnováno metodickým zásadám konstrukce včetně geografického rozmístění zkusných ploch pro jednotlivé dřeviny (3 mapy) a přehledu jejich počtu podle oblastí. Na dalších stranách jsou uvedeny odvozené vzorce a použitá literatura. Počínaje s. 29 je uvedeno 22 grafů a 51 přehledových tabulek s číselnými údaji.

Způsob zpracování, metodické postupy,

vyhodnocování empirického materiálu i celkové pojetí konstrukce těchto tabulek (včetně rozdělení prací na jednotlivé postupné etapy) je podle našeho pojetí neobvyklý. Je ovšem třeba uvážit, že zpracovaný empirický materiál pochází z pokusných ploch založených v porostech převážně smíšených, že také tyto porosty nejsou stejnověké a konečně, že jde o zkusné plochy pouze s jedním měřením. Předpokládá se při tom, že při stejné jakosti stanoviště se průměrná zásoba na plochách stejného průměrného věku bude během příštích pěti let vyvíjet směrem k zásobě mající průměrný věk o pět let vyšší.

Dr. Ing. Jaroslav Řehák, CSc., Vědecký lesnický ústav VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

ZÖHRER F.: INVENTARIZACE LESŮ — VODÍTKO PRO STUDIUM A PRAXI (FORSTINVENTUR — EIN LEITFADEN FÜR STUDIUM UND PRAXIS). 1980, HAMBURG, BERLÍN.

Prof. F. Zöhrer nazval svoji knihu o inventarizaci lesů podtitulem *Vodítko pro studium a praxi*, což je vzhledem k jejímu tématu a obsahu název velmi skromný. Obsahuje totiž nesmírně hutnou látku, která ještě před dvěma nebo třemi desetiletími tvořila náplň učebnic dendrometrie a lesnické taxace, s tím rozdílem, že jsou tyto disciplíny dnes založeny na širokém využití metod matematické statistiky, takže se svým přístupem zásadně liší od dřívějších publikací.

Kniha je neobyčejně přehledná a detailně rozdělena na pět částí:

1. Inventarizace lesů jako věda a část lesnické praxe.

2. Nejdůležitější koncepce výběrového šetření při inventarizaci lesů.

3. Nejdůležitější informace o jejich pozemní zjišťování.

4. Použití leteckých snímků při inventarizaci lesů.

5. Druhy lesnických inventarizací a otázky jejich plánování, organizace a vyhodnocení.

6. Budoucí vývoj inventarizace lesů.

Prvá kapitola pojednává o cílech inventarizace lesů a o jejím vzniku a historickém vývoji — zde jsou významné pasáže o vlivu matematické statistiky, použití leteckých snímků a širokém využití počítačů při inventarizaci.

Teoretickým jádrem knihy je druhá kapitola Nejdůležitější koncepce výběrového šetření při inventarizaci lesů, vysvětlující známé i zcela nové pojmy, metody, jejich principy i použití. Kromě běžných dendrometrických a taxačních otázek, jako jsou zkusné plochy apod., se věnuje dosti pozornosti relaskopové technice, různým druhům náhodného výběru, základním statistickým charakteristikám, zjišťování chyb měření, tvoření bloků, stratifikaci, systematickému výběru, hloučkovému výběru (cluster analysis, Klumpenstichprobe), víceetapovému výběru, výběrovým koncepcím při opakované inventarizaci, náhodnému výběru k zachycení kvalitativních znaků, přesnosti a chybám zjišťování, přenašení chyb. Je to kapitola bohatá po věcné stránce, i pokud jde o příslušnou terminologii v německém jazyce.

Méně teoreticky náročná je kapitola Nejdůležitější informace a jejich pozemní zjišťování, jež se svým obsahem nejvíce blíží dřívějším učebnicím dendrometrie, protože se zde pojednává o zjišťování ploch, stanovení základních dendrometrických informací o jednotlivých stromech a porostech, jejich přírůstu a některých doplňujících šetřeních (etát, těžební možnosti, zmlazení, stanoviště atd.).

Také další kapitola Použití leteckých

snímků při inventarizaci lesů obsahuje odborníkům celkem známé věci, jako je fotogrammetrické vyhodnocování leteckých snímků, zjišťování ploch na snímcích, zjišťování dat o jednotlivých stromech, stanovení dřevních zásob porostů a porostní hmotové tabulky, nové techniky jako barevné snímky, snímky velkých měřítek a automatické vyhodnocování lesnických leteckých snímků.

Některé cenné poznatky jsou obsaženy v části Druhy lesnických inventarizací a otázky jejich plánování, organizace a vyhodnocování, zvláště pokud jde o globální inventarizace, celostátní inventarizace, inventarizace za účelem exploatace lesů, inventarizace za účelem hospodářské úpravy lesů, intenzitu inventarizace lesů, plánování inventarizací, přesnost, náklady a trvání, příklady plánování jednotlivých druhů inventarizací, organizaci, kontrolu a vyhodnocování.

Pro budoucí vývoj inventarizací lesů pokládá autor za základní tři otázky: vypracování optimálních koncepcí ná-

hodného výběru za použití počítačů a simulační techniky, spojení inventarizačních údajů s modely růstu lesních porostů v dokonalé a přizpůsobitelné růstové tabulky, tj. vytvoření uceleného inventarizačně prognostického systému, a posléze integrace inventarizací různého stupně intenzity, tj. využití údajů získaných na menším prostoru v širším rámci a naopak (regionálních inventarizací pro globální apod.).

Jednotlivé kapitoly knihy jsou doprovozeny seznamem základní moderní literatury, takže Zöhrerova kniha poslouží jak pracovníku dobře informovanému o problematice, tak studujícímu k rychlé, obsažné a věcné orientaci v této rychle se rozvíjející a na významu stále nabývající lesnické vědecké disciplíně.

Je to tím významnější, že moderní přístupy k pěstování, obhospodařování, využívání a ochraně lesů a životního prostředí jsou nezbytně založeny na zákonech velkých čísel, tj. širokém a tvůrčím využití matematicko-statistických metod.

Ing. Miroslav Martinů, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha - Suchbátka

LESNICTVÍ č. 11/1981

otiskuje tyto práce:

Šrut G.: Horizontální mobilita technicko-hospodářských pracovníků podniků Státních lesů

Kalousek F.: Vertikální mobilita technicko-hospodářských pracovníků podniků Státních lesů

Králík J.: Vegetativní množení *Sambucus nigra* L. a *S. racemosa* L.

Čapek M.: Vzájemné vztahy lumčíkův (*Hymenoptera*, *Braconidae*) a lesnej entomofauny

Dimitrovský K.: Postup realizace lesnických rekultivací na antropogenních půdách

Aktuality

Weingartl V., Valenta J.: Počátky školení lesních dělníků v Československu

Kříž Z.: Kolektiv: Olše. 1980, Warszawa — Poznaň

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Páv B., Kuf J.: Nomogramy (II. část)

Lesnictví č. 11/1981 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2
Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Podepsáno k tisku 19. 10. 1981

Korf V.: Výzkum biometrie lesních dřevin a hospodářské úpravy lesů v uplynulé pětiletce	865
Halaj J., Pánek F., Petráš R.: Matematický model druhého vydání rastových tabuliek pre smrek, jedlu, dub a buk	867
Řehák J.: Metodické zásady konstrukce růstových tabulek borovice druhého vydání	879
Korf V.: Běžný přírůst lesních porostů a jeho stanovení	897
Šmelko Š.: Biometrické vztahy pre prírastkové tabuľky smreka založené na teórii prírastkového vzorníka	913
Vinš B.: Proměnlivost tloušťkového růstu vybraných jehličnatých dřevin	929
Wolf J.: Stanovení přírůstového procenta výčetní základny porostu	947
Aktuality	
Polák L.: Prof. Bohumil Doležal sedmdesátníkem	955
Řehák J.: Boudoux M.: Empirické porostní tabulky pro <i>Picea mariana</i> , <i>Abies balsamea</i> a <i>Pinus banksiana</i> v Québecu. 1978, Québec	957
Martinů M.: Zöhrer F.: Inventarizace lesů — Vodítko pro studium a praxi. 1980, Hamburg, Berlín	958

СОДЕРЖАНИЕ

Корф В.: Научное исследование биометрии лесных древесных пород и лесоустройства в прошлой пятилетке	865
Галай Я., Панек Ф., Петраш Р.: Математическая модель второго издания таблиц роста древесных пород ели, пихты, дуба, бука	876
Ржегак Я.: Методические принципы построения второго издания таблиц роста сосны	893
Корф В.: Текущий прирост лесонасаждений и его определение	910
Шмелко Ш.: Биометрические отношения для таблиц прироста ели, основанные на теории среднего ствола по приросту	927
Винш Б.: Изменчивость роста в толщину некоторых хвойных пород в ЧСР	943
Вольф Я.: Определение процента прироста среднего диаметра ствола насаждения на высоте груди	953
Новости	
Полак Л.: Семидесятилетие проф. Богумила Долежала	955
Ржегак Я.: Буду М.: Эмпирические таблицы роста для <i>Picea mariana</i> , <i>Abies balsamea</i> и <i>Pinus banksiana</i> в Квебеке. 1978, Квебек	957
Мартину М.: Цёер Ф.: Инвентаризация лесов — Руководство для науки и практики. 1980, Гамбург, Берлин	958

CONTENTS

Korf V.: Research in the Biometry of Forest Tree Species and Forest Management in the Past Five-Year Plan Period	865
Halaj J., Pánek F., Petráš R.: A Mathematical Model of the Second Edition of Yield Tables for Spruce, Fir, Oak and Beech	877
Řehák J.: Principles of Constructing the Second-Edition Growth Tables for Pine	899
Korf V.: Current Increment of Forest Stands and its Determining	911
Šmelko Š.: Biometric Relations for Spruce Increment Tables Derived according to the Theory of Increment Sample Tree	927
Vinš B.: Variability of the Diameter Growth of some Coniferous Tree Species in the CSR	944
Wolf J.: Determination of the Increment Percentage of Stand Basal Area	953
Topical News	
Polák L.: The Seventieth Birthday of Prof. Bohumil Doležal	955
Řehák J.: Boudoux M.: Empirical Stand Tables for <i>Picea mariana</i> , <i>Abies balsamea</i> and <i>Pinus banksiana</i> in Quebec. 1978, Quebec	957
Martinů M.: Zöhrer F.: Forest Inventory — a Guide to Study and to Practice. 1980, Hamburg, Berlin	958

Korf V.: Untersuchung der Biometrie der einzelnen Waldholzarten und der Forsteinrichtung im vergangenen Fünfjahrplan	865
Halaj J., Pánek F., Petráš R.: Mathematische Modell der zweiten Ausgabe der Ertragstafeln für die Holzarten Fichte, Tanne, Eiche, Buche	877
Řehák J.: Methodische Grundsätze der Konstruktion von Ertragstafeln zweiter Ausgabe für Kiefer	894
Korf V.: Laufender Zuwachs von Waldbeständen und seine Bestimmung	911
Šmelko Š.: Biometrische Beziehungen der auf der Theorie des Zuwachspobestammes begründeten Zuwachstafeln für Fichte	927
Vinš B.: Variabilität des Durchmesserzuwachses ausgewählter Nadelholzarten in der CSR	945
Wolf J.: Bestimmung des Zuwachsprozents der Bestandesgrundfläche	953
Aktualitäten	
Polák L.: Prof. Bohumil Doležal siebzig Jahre alt	955
Řehák J.: Boudoux M.: Empirische Bestandstafeln für <i>Picea mariana</i> , <i>Abies balsamea</i> und <i>Pinus banksiana</i> in Québec. 1978, Québec	957
Martinů M.: Zöhrer F.: Forstinventur — Ein Leitfaden für Studium und Praxis. 1980, Hamburg, Berlin	958

TABLE DES MATIÈRES

Korf V.: La recherche portant sur la biométrie des essences forestières et sur l'aménagement des forest dans le plan quinquennal écoulé	865
Halaj J., Pánek F., Petráš R.: Le modèle mathématique de la seconde édition des tables de production pour épicéa, sapin, chêne et hêtre	878
Řehák J.: Les principes méthodiques de la construction des tables de production de pin — seconde édition	895
Korf V.: L'accroissement normal des peuplements forestiers et sa détermination	912
Šmelko Š.: Les rapports biométriques pour les tables d'accroissement de l'épicéa, basées sur la théorie de l'arbre modèle d'accroissement	928
Vinš B.: La variabilité de la croissance en diamètre des essences résineuses choisies dans la République socialiste tchèque	945
Wolf J.: La détermination du pourcentage d'accroissement de la surface terrière du peuplement	953

Actualités

Polák L.: Prof. Bohumil Doležal septuagénaire	955
Řehák J.: Boudoux M.: Tables de rendement empirique pour l'épinette noire, le sapin baumier et le pin gris au Québec. 1978, Québec	957
Martinů M.: Zöhrer F.: L'inventaire des forêts — Guide pour les études et la pratique. 1980, Hambourg, Berlin	958

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MfR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.