



# ANALÝZA AKTUÁLNEHO ZVYŠOVANIA PRODUKCIE LESOV SR NA ZÁKLADE ÚDAJOV LHP

IVAN HERICH

Andreja Hlinku 2317/32, SK – 960 01 Zvolen, e-mail: herichivan@gmail.com

**HERICH, I., 2013:** Analysis of the actual increase of forest production in Slovakia based on the data from forest management plans. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*, **59**(2): 107-119, 2013, 17 fig., tab. 3, ref. 16, ISSN 0323 – 1046. Original paper.

This paper is based on results from assessment of the production characteristics development in sampling sets of forest management plans with the same date of validity and the validity period. Database is generated by basis sets of forest management plans valid from 1983. The aim of the analysis is to quantify and compare the development of production characteristics of the prevailing tree species in time levels and to quantify the impact of increasing growing stock.

We have analysed the variables of the main crop: mean height, mean diameter, absolute yield class, current annual increment, growing stock and crop density.

The result is a progressive, balanced and significant trend of increasing production characteristics, which confirms the results of the selection assessment and indicates increased and fast growth of Slovak forests in the research period.

The analysis showed that increasing total growing stock is caused except increasing mean heights and mean diameters in particular by changes of the age structure that is reflected in increasing average age of the area.

**Key words:** forest management plan, information bank, analysis of increasing production

## 1. Problematika

Dlhodobé sledovanie stavu a vývoja lesov na Slovensku je založené na vyhotovovaní a pravidelnom obnovení lesných hospodárskych plánov (LHP), ktoré sa realizuje prevažne v pravidelnom desaťročnom cykle vždy na približne 1/10 územia ročne. Negatívnym dôsledkom uplatňovania takého režimu z hľadiska celoplošného vyhodnocovania je skutočnosť, že informácie o stave lesov na Slovensku nie sú zisťované jednorázovo v rovnakom čase, ale postupne v rámci decénia.

V zmysle § 45 zákona č. 326/2005 Z. z. o lesoch slúži na zber, spracovanie, archiváciu a distribúciu údajov o lesoch *Informačný systém lesného hospodárstva* (IS LH), v ktorom zaujímajú kľúčové postavenie práve LHP. Priebežná archivácia LHP v informačnej banke nám dnes už umožňuje automatizovane vyhodnotiť vývoj lesov na Slovensku v posledných 3 desaťročiach, v období, v ktorom bol podľa tabuľky 1 zaznamenaný výrazný nárast zásob dreva.

Agregáciou platných lesných hospodárskych plánov na lesnom pôdnom fonde Slovenska sú každoročne spracované súhrnné informácie o lesoch SR (SISL). Okrem údajov z LHP sú v SISL spracované aj údaje o vykonaných hospodárskych opatreniach v aktuálnom roku. Vstupným dokladom je bilančný výkaz lesnej hospodárskej evidencie (L 144), ktorý každoročne vyhotovujú a predkladajú na spracovanie všetci obhospodarovatelia lesov. Tak vznikajú časové rady vývoja produkčných charakteristík lesov Slovenska, pričom pozornosť sa v odvetví aj mimo odvetvia LH všeobecne sústreďuje najmä na vývoj zásob dreva a na s ním súvisiaci vývoj ťažieb dreva.

Informácie o lesoch sa distribujú rôznymi spôsobmi v zmysle platných predpisov v odvetví LH, ale hlavným komunikačným kanálom sa v rámci IS LH stal internetový portál o lesoch Slovenska. Verejne prístupné sú tu aj súhrnné informácie o stave a o vývoji lesov. V tabuľke 1 prevzatej na portál zo Zelenej správy (2007) doplnenej o údaje z roku 2010 možno pozorovať vývoj zá-

**Tabuľka 1.** Vývoj zásob dreva**Table 1.** Growing stock trends

Rok <sup>1)</sup>		1970	1980	1990	2000	2005	2010
Zásoba spolu v mil. m <sup>3</sup> )		313,3	324,0	348,5	410,0	438,9	462,0
Z toho <sup>3)</sup>	Ihličnatá <sup>4)</sup>	169,0	170,0	178,9	199,1	207,4	212,2
	Listnatá <sup>5)</sup>	144,3	154,0	169,6	210,9	231,6	249,8
Na 1 ha v <sup>6)</sup> m <sup>3</sup>		171	174	181	215	229	238

<sup>1)</sup>Year, <sup>2)</sup>Growing stock in mil. m<sup>3</sup>, <sup>3)</sup>Total, <sup>4)</sup>From the total, <sup>5)</sup>Broad-leaved, <sup>6)</sup>Per 1 ha in m<sup>3</sup>

sob od roku 1970. Celkové zásoby majú strmý vzostupný trend s nárastom o viac ako 47 % pôvodného objemu. Podobný trend možno pozorovať u hektárových zásob, kde nárast za obdobie 1970 – 2010 predstavuje až 39 % pôvodného objemu. Trend zvyšovania zásob nebol zatiaľ exaktne preskúmaný a zdôvodnený. Na Slovensku sú známe všeobecné úvahy o vplyve zavedenia nových rastových tabuliek do praxe HÚL a o vplyve postupných zmien vekovej štruktúry lesov (zastúpenia vekových stupňov). V tejto súvislosti je vhodné pripomenúť prácu MORAVČÍKA (2003), ktorý okrem každoročných komentárov k vývoju produkcie lesov v Zelenej správe, v roku 2003 vyhodnotil rozsiahle výberové súbory LHP, v ktorých boli s odstupom decénia uplatnené staré a nové rastové tabuľky. V riešení použil rámcovú metodiku založenú na vyhodnotení súhrnných informácií (vývoj zásob dreva spolu a na ha podľa vekových stupňov a drevín, zakmenenia a bonít). Dospel k názoru, že zvyšovanie zásob dreva je spôsobené v prvom rade postupnými zmenami vekového zloženia. Ako druhú príčinu identifikoval vplyv zvýšených bonít všetkých drevín a zakmenenia, čo pripisoval zavedeniu nových rastových tabuliek z dôvodu rapídneho zvýšenia dynamiky rastu zásob v časovom horizonte zavedenia nových rastových tabuliek do praxe. Nevykonával však komplexné porovnanie starých a nových rastových tabuliek.

Cieľom tohto príspevku je preto určiť dôvody zvyšovania zásob a kvantifikovať mieru ich vplyvu na základe vyhodnotenia vývoja produkčných charakteristík lesov Slovenska v predchádzajúcom období.

## 2. Metodika

Metodika vychádza z výsledkov vyhodnotenia vývoja produkčných charakteristík vo výberových súborech LHP s rovnakým začiatkom platnosti a rovnakou dobou platnosti (HERICH, 2009, 2010, 2012).

Pre tento účel boli vytvorené tri výberové súbory:

- súbor LHP, ktoré boli opakovane obnovované v rokoch 1987, 1997, 2007,
- súbor LHP, ktoré boli opakovane obnovované v rokoch 1988, 1998, 2008,
- súbor LHP, ktoré boli opakovane obnovované v rokoch 1989, 1999, 2009.

Výsledky vyhodnotenia vývoja produkčných charakteristík v týchto výberových súborech LHP na troch ča-

sových hladinách a to tak v súborech porastov ako aj vo vekových stupňoch boli so stanovenou štatistickou presnosťou a spoľahlivosťou vzťahované na základný súbor, to znamená na všetky lesy SR (s výnimkou vojenských lesov) v uvedených časových hladinách. Vzhľadom k desaťročnému cyklu obnov LHP k zmieneným výberovým súbore neexistuje však reálny základný súbor údajov, ale len základný súbor hypotetický (fiktívny).

Výsledky dosiahnuté vyhodnotením výberových súborov sú analogické, vykazujú rovnaké trendy a boli z nich odvodené nasledovné závery:

- Postupný presun zásob z prevládajúcich stredných (predrubných) vekových stupňov do rubných vekových stupňov.
- Pokles zastúpenia ihličnatých drevín a rast zastúpenia listnatých drevín.
- Znižovanie priemernej výmery základnej jednotky rozdelenia lesa a tým zvyšovanie počtu týchto jednotiek.
- Postupné zvyšovanie priemerného veku lesov.
- Postupné štatisticky významné zvyšovanie priemernej produkčných charakteristík najviac zastúpených drevín (stredná výška, stredná hrúbka, zakmenenie, zásoba na 1 ha pre dreviny smrek a buk).
- Postupné zväčšovanie celkových zásob.
- Štatisticky významný rozdiel medzi skutočnými a modelovými produkčnými charakteristikami smreka a buka (medzi skutočnou priemernou strednou výškou, hrúbkou a modelovou priemernou strednou výškou, hrúbkou vypočítanou na základe výškového a hrúbkového prírastku z rastových tabuliek (1998)).
- Zväčšovanie skutočných stredných výšok v porastoch signifikantne preyšujúce modelový vývoj vypočítaný podľa rastových tabuliek má za následok postupné zlepšovanie priemerných absolútnych výškových bonít smreka a buka.

Nakoľko štatisticky významné zvyšovanie produkcie bolo kvantifikované a potvrdené vo všetkých výberových súborech, možno tento jav zovšeobecniť na všetky LHP a na všetky roky začiatku platnosti LHP v tomto desaťročnom cykle. Logickou konzekvenciou tejto úvahy je možnosť analýzy vývoja produkcie bez ohľadu na začiatok platnosti LHP, čo dovoľuje hypotetický základný súbor nahradit základným súborom platných LHP na území SR k zvolenej časovej hladine.

**Tabuľka 2.** Rozsah základného súboru platných LHP  
**Table 2.** Basic set of valid forest management plan

Časová hladina <sup>1)</sup>	Počet porastov <sup>2)</sup>	Drevina <sup>3)</sup>	Počet porastov <sup>2)</sup>	Holina <sup>4)</sup>	Plocha <sup>5)</sup>	
				skutočná v <sup>6)</sup>	skutočná v <sup>6)</sup>	skutočná v <sup>6)</sup>
				ha		%
1992	348 032	SM <sup>8)</sup>	188 181	24 702	1 808 262	100,0
		BK <sup>9)</sup>	196 236			
1995	367 711	SM <sup>8)</sup>	202 792	18 281	1 824 640	100,9
		BK <sup>9)</sup>	213 071			
2000	398 755	SM <sup>8)</sup>	223 045	11 609	1 838 593	101,7
		BK <sup>9)</sup>	238 223			
2005	436 470	SM <sup>8)</sup>	242 922	11 050	1 851 043	102,4
		BK <sup>9)</sup>	268 632			
2010	457 848	SM <sup>8)</sup>	262 289	8 918	1 862 332	103,0
		BK <sup>9)</sup>	295 230			

<sup>1)</sup>Time level, <sup>2)</sup>Number of stands, <sup>3)</sup>Tree species, <sup>4)</sup>Clear-cut area, <sup>5)</sup>Area, <sup>6)</sup>Actual, <sup>8)</sup>Spruce, <sup>9)</sup>Beech

Po prvýkrát boli súhrnné informácie o lesoch SR automatizovane spracované z archivovaných databáz LHP na osobných počítačoch v roku 1992. Do spracovania boli zahrnuté LHP v prvom až desiatom roku platnosti s rokom začiatku platnosti 1983 – 1992. Od vtedy boli postupne v informačnej banke LH archivované databázy LHP platné ku každému ďalšiemu roku to znamená k rokom 1993, 1994, ....., 2010. Pre analýzu vývoja produkcie lesov SR bolo teda v čase spracovania údajov pre tento príspevok k dispozícii 19 súborov LHP platných k danému roku spracovania súhrnných informácií. Z toho u 80 % LHP prebehli tri a u 20 % len dve obnovy LHP.

Na rozdiel od výberových súborov sa v tejto analýze produkcie už nepracuje s odhadmi parametrov základného súboru, ale so skutočnými absolútnymi a relatívnymi veličinami vypočítanými zo súboru LHP platných pre všetky lesy SR s výnimkou vojenských lesov a lesov s inou ako 10-ročnou platnosťou LHP.

Napriek objektívnej neúplnosti tohto súboru možno ho s ohľadom na rozsah považovať za súbor základný a tento termín je používaný aj v ďalšom texte. Porastová pôda SR v roku 2010 zaberá 1 938 904 ha, to znamená, že základný súbor v roku 2010 (tab. 2) tvorí 96 % tejto výmery.

Na časovej osi bol zvolený kompromisný 5-ročný interval (perióda), v rámci ktorého sa síce obnovuje len 50 % LHP, ale na druhej strane hodnovernejšie a plynulejšie zachytáva kontinuitu a rovnomernosť vývoja produkcie ako interval 10-ročný, čo je dôležité zvlášť v období zavádzania nových rastových tabuliek. Výnimkou je rok 1992 limitovaný dostupnosťou databáz LHP v digitálnej forme. V dôsledku uplatňovania 5-ročného intervalu sa vývoj produkcie lesov vyhodnocuje v časových hladinách 1992, 1995, 2000, 2005, 2010. Tabuľka 2 obsahuje rozsahy súborov LHP platných v jednotlivých časových hladinách.

Základný súbor platných LHP slúži na vyhodnotenie vývoja týchto produkčných charakteristík:

- stredná výška,
- stredná hrúbka,
- absolútna výšková bonita,
- bežný a priemerný prírastok,
- zakmenenie,
- zásoba na 1 ha a zásoba celkom.

Vývoj produkčných charakteristík sa vyhodnocuje v závislosti:

- a) na veku kde vek je vyjadrený stredom vekového stupňa vek.st. = 1, 2, 3, ....., 15,
- b) na čase kde čas je vyjadrený kalendárnym rokom v jednotlivých časových hladinách t = 1992, 1995, 2000, 2005, 2010,
- c) na drevine kde sú výsledky vyhodnotenia kvôli prehľadnosti prezentované len pre dreviny s min. 2 % plochovým zastúpením.

Vývoj strednej výšky, strednej hrúbky, absolútnej výškovkej bonity a zásoby na 1 ha v závislosti na veku a čase bol vyhodnotený pre najviac zastúpené dreviny smrek a buk. Výsledky vyhodnotenia vývoja zakmenenia a zásoby celkom na veku a čase sú uvedené pre všetky dreviny spolu.

- Algoritmy výpočtu priemerných produkčných charakteristík (výška, hrúbka, bonita) vo vekových stupňoch a pre dreviny sú definované vzťahom pre výpočet váženého aritmetického priemeru, kde váhou je redukovaná plocha.

$$\overline{PCH}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m_j} PR_{ij} \cdot PCH_{ij}}{\sum_{i=1}^{m_j} PR_{ij}} \quad \text{pre } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad [1]$$

$$\overline{PCH} = \frac{\sum_{j=1}^n PR_j \cdot \overline{PCH}_j}{\sum_{j=1}^n PR_j} \quad [2]$$

kde

$PR_{ij}$  – plocha redukovaná dreviny v  $i$ -tom poraste a  $j$ -tom vekovom stupni,

$PCH_{ij}$  – produkčná charakteristika dreviny v  $i$ -tom poraste a  $j$ -tom vekovom stupni,

$PR_j$  – plocha redukovaná dreviny v  $j$ -tom vekovom stupni ( $\sum_{i=1}^{m_j} PR_{ij}$ ),

$\overline{PCH}_j$  – priemerná produkčná charakteristika dreviny v  $j$ -tom vekovom stupni,

$\overline{PCH}$  – priemerná produkčná charakteristika dreviny,

$n$  – počet vekových stupňov 15,

$m_j$  – počet porastov zo zastúpením príslušnej dreviny v  $j$ -tom vekovom stupni.

Priemerný plochový vek drevín a aj celého súboru bol vypočítaný ako vážený aritmetický priemer na základe stredov vekových stupňov (5, 15, 25.....) a redukovaných plôch vo vekových stupňoch.

$$\bar{t} = \frac{\sum_{j=1}^n PR_j \cdot t_j}{\sum_{j=1}^n PR_j} \quad [3]$$

kde

$PR_j$  – plocha redukovaná dreviny alebo celého súboru porastov v  $j$ -tom vekovom stupni,

$t_j$  – vek stredy  $j$ -teho vekového stupňa,

$\bar{t}$  – priemerný plochový vek dreviny alebo celého súboru porastov.

Priemerná hektárová zásoba dreviny alebo celého súboru vo vekových stupňoch a priemerná hektárová zásoba dreviny alebo celého súboru bola vypočítaná zo vzťahov

$$\bar{V}_{1ha_j} = \frac{\sum_{i=1}^{m_j} V_{ij}}{\sum_{i=1}^{m_j} PS_{ij}} \quad \text{pre } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad [4]$$

$$\bar{V}_{1ha} = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{V}_{1ha_j} \cdot PS_j}{\sum_{j=1}^n PS_j} \quad [5]$$

kde

$PS_{ij}$  – plocha skutočná dreviny v  $i$ -tom poraste a  $j$ -tom vekovom stupni,

$V_{ij}$  – zásoba dreviny v  $i$ -tom poraste a  $j$ -tom vekovom stupni,

$PS_j$  – plocha skutočná dreviny v  $j$ -tom vekovom stupni ( $\sum_{i=1}^{m_j} PS_{ij}$ ),

$\bar{V}_{1ha_j}$  – priemerná zásoba na 1 ha dreviny alebo celého súboru v  $j$ -tom vekovom stupni,

$\bar{V}_{1ha}$  – priemerná zásoba na 1 ha dreviny alebo celého súboru,

$n$  – počet vekových stupňov 15,

$m_j$  – počet porastov zo zastúpením príslušnej dreviny alebo celého súboru v  $j$ -tom vekovom stupni.

Celkový priemerný prírastok (CPP), priemerný rubný prírastok (PRP) a celkový bežný prírastok (CBP) boli vypočítané z matematického modelu rastových tabuliek na základe závislosti celkovej objemovej produkcie (COP) na veku ( $t$ ) a bonite ( $b$ )

$$COP = f(t, b)$$

a ďalej štandardným postupom podľa Pracovných postupov HÚL (BAVLŠÍK *a kol.*, 2008).

Zmeny priestorového rozdelenia lesa pri obnovách LHP a postupné zväčšovanie výmery porastovej pôdy v sledovanom období do značnej miery znemožňujú identifikáciu tých istých porastov v rôznych časových hladinách. Práca sa preto nezameriava na štatistickú analýzu variability rozdielov hodnôt produkčných charakteristík medzi časovými hladinami. Podrobné štatistické vyhodnotenie relatívne homogénnych výberových súborov obsahujú práce (2009, 2010, 2012).

### 3. Dosiahnuté výsledky

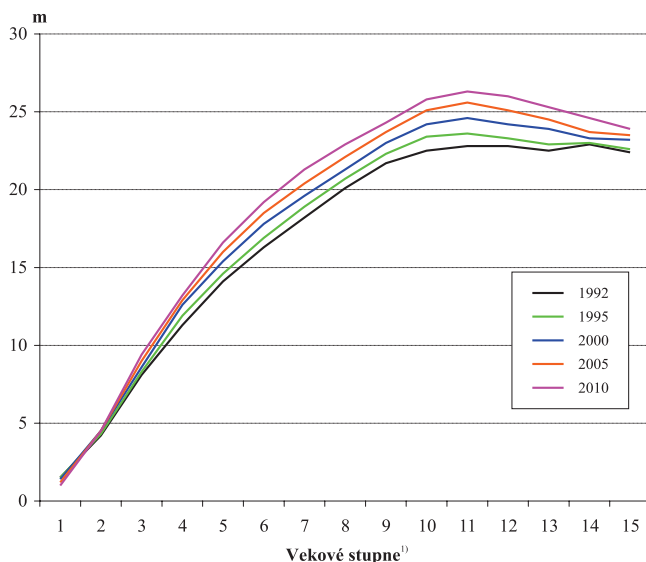
V príspevku sú s ohľadom na jeho obmedzený rozsah uvedené len vybrané informácie z predmetnej analýzy. Podrobný vývoj produkčných charakteristík v sledovanom období vo vekových stupňoch bol analyzovaný len pre dreviny smrek a buk, pričom je u týchto drevín veľmi podobný. S veľkou pravdepodobnosťou to platí aj o ostatných drevinách o čom svedčí vývoj priemerných produkčných charakteristík drevín na obrázkoch 2, 4, 6, 8, 9, 11. Preto je komentár k vývoju podrobných produkčných charakteristík v sledovanom období vo vekových stupňoch primárne zameraný na najviac zastúpenú drevinu buk. Kvôli prehľadnosti a stručnosti je vývoj produkčných charakteristík prezentovaný prevažne v grafoch bez uvedenia tabuliek. Analýza vývoja produkčných charakteristík sa v ďalšom premieta do výsledkov identifikácie a kvantifikácie príčin zvyšovania zásob.

#### 3.1. Vývoj produkčných charakteristík

##### Stredné výšky a hrúbky

Vývoj strednej výšky tesne koreluje s vývojom zásoby, preto je stredná výška základným parametrom pre určenie absolútnej výškovej bonity a má teda významné postavenie v analýze vývoja produkcie lesov. Jej prednosťou je, že sa vypočíta na základe priameho merania výšok v rámci vonkajších prác pri vyhotovení LHP.

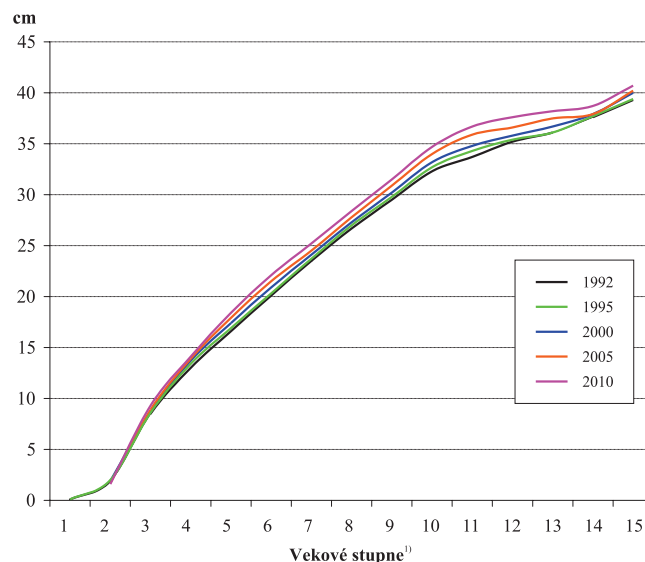
Priebeh priemerných stredných výšok buka vo vekových stupňoch (obr. 1) je podobný vo všetkých časových hladinách. Menšie vybočenie z plynulosti priebehu je len v časových hladinách 1992, 1995 vo vekových stupňoch 14 a 15, to znamená v súbore prevažne prestarnutých porastov. Napriek tomu ležia štádiové krivky priemerných stredných výšok v celom rozsahu vekových stupňov v časových hladinách v pomerne pravidelnom odstupe nad sebou. To znamená, že v priebehu sledova-



**Obr. 1.** Vývoj priemerných stredných výšok buka v sledovanom období podľa vekových stupňov

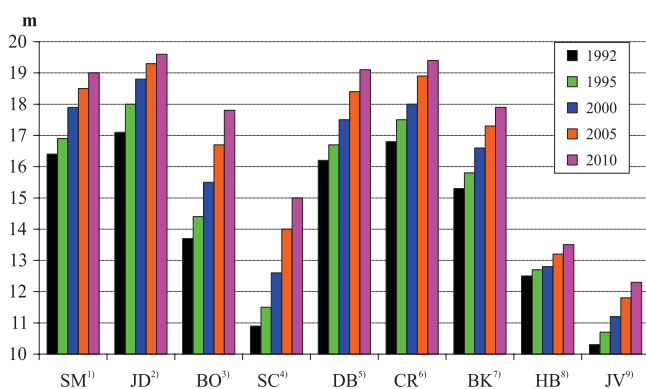
**Fig. 1.** Trend of average mean heights of beech in the research period by age classes

<sup>1)</sup>Age classes



**Obr. 3.** Vývoj priemerných stredných hrúbok buka v sledovanom období podľa vekových stupňov

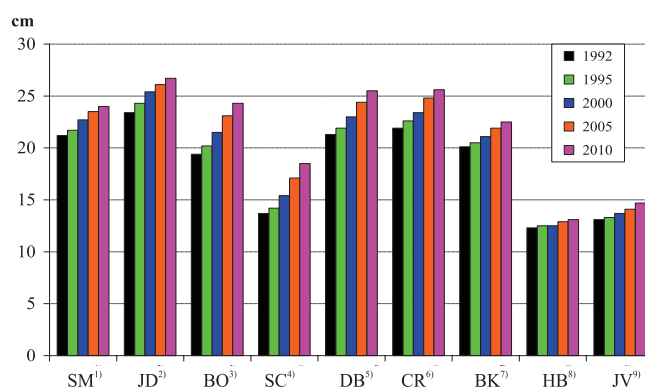
**Fig. 3.** Trend of average mean diameters of beech in the research period by age classes



**Obr. 2.** Vývoj priemerných stredných výšok drevín

**Fig. 2.** Trend of average mean heights of tree species

<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Fir, <sup>3)</sup>Pine, <sup>4)</sup>Larch, <sup>5)</sup>Oak, <sup>6)</sup>Beech, <sup>7)</sup>Hornbeam, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple



**Obr. 4.** Vývoj priemerných stredných hrúbok drevín

**Fig. 4.** Trend of average mean diameters of tree species

<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Fir, <sup>3)</sup>Pine, <sup>4)</sup>Larch, <sup>5)</sup>Oak, <sup>6)</sup>Beech, <sup>7)</sup>Hornbeam, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple

ného obdobia rovnomerne stúpajú. Vo vekových stupňoch s rozhodujúcim vplyvom na veľkosť zásoby dosahuje zvýšenie priemerných stredných výšok v sledovanom období 3 – 3,5 m. Kulminácia vývoja priemerných stredných výšok vo vekových stupňoch na konci sledovaného obdobia a teda absolútne najvyššia priemerná stredná výška je v 11-tom vekovom stupni, kde sa zvýšila približne z pôvodných 23 m na 26,5 m. Zvýšenie priemernej strednej výšky v tomto vekovom stupni dosahuje za 5-ročnú periódu až 1 m.

Vývoj priemerných stredných výšok drevín v časových hladinách (obr. 2) má logicky tiež charakter rovnomerného zvyšovania. Absolútne hodnoty priemerných stredných výšok jednotlivých drevín v časových hladinách nie sú vzájomne priamo porovnateľné nakoľ-

ko sú ovplyvnené zastúpením drevín vo vekových stupňoch [vzorec 3], čo sa následne premieta do priemerného plochového veku drevín. Rovnako zvýšenie priemerných stredných výšok drevín v časových hladinách je nielen výsledkom ich zvyšovania vo vekových stupňoch, ale je ovplyvnené aj zmenou práve tohto priemerného plochového veku drevín, ktorý sa v sledovanom období tiež rovnomerne zvyšuje (obr. 7). Pri uvedení si uvedených skutočností možno konštatovať maximálnu hodnotu priemernej strednej výšky 19,6 m pri jedli, minimálnu 12,2 m pri javore, maximálne zvýšenie priemernej strednej výšky v sledovanom období približne 4 m pri borovici a smrekovci, minimálne 1 m pri hrabe.

Stredná hrúbka rovnako ako stredná výška je výsledkom priameho merania hrúbok v rámci vonkajších prác

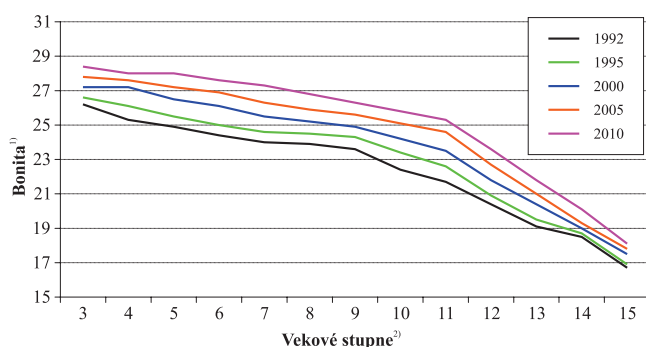
pri vyhotovení LHP. Vývoj priemerných stredných hrúbok buka v sledovanom období vo vekových stupňoch (obr. 3) je podobný ako pri priemerných stredných výškach, ale ich postupné zvyšovanie je miernejšie. Vo vekových stupňoch s rozhodujúcim vplyvom na výšku zásoby dosahuje zvýšenie priemerných stredných hrúbok v sledovanom období 2 – 3 cm. Vývoj má priebežne stúpajúci charakter bez kulminácie s lokálnym maximom zvýšenia priemernej strednej hrúbky v 11-tom vekovom stupni o už uvedené 3 cm počas sledovaného obdobia. Maximálna priemerná stredná hrúbka 40,7 cm sa dosahuje v poslednom 15-tom vekovom stupni na konci sledovaného obdobia.

Vývoj priemerných stredných hrúbok drevín v časových hladinách (obr. 4) má rovnomerne stúpajúci trend a ich zvyšovanie počas sledovaného obdobia je ovplyvňované tak ako pri výškach aj zmenou priemerného plochového veku. Absolútne hodnoty priemerných stredných hrúbok jednotlivých drevín v časových hladinách nie sú vzájomne priamo porovnateľné nakoľko sú ovplyvnené zastúpením drevín vo vekových stupňoch.

Trend vývoja priemerných stredných výšok a hrúbok smrek a vo vekových stupňoch je podobný ako pri buku, ale absolútne hodnoty sú pochopiteľne rozdielne (vyššie).

#### Absolútne výškové bonity

Absolútne výškové bonity drevín v porastoch sú modelové veličiny dané rastovými tabuľkami, ktoré sú priamo závislé na stredných výškach drevín v porastoch. Preto aj vývoj priemerných absolútnych výškových bonít v sledovanom období podľa vekových stupňov (obr. 5) korešponduje s vývojom priemerných stredných výšok. Štádiové krivky priemerných absolútnych výškových bonít buka vo vekových stupňoch majú vo všetkých časových hladinách klesajúci trend s veľmi podobným priebehom. Do kulminácie priemernej strednej výšky v 11-tom vekovom stupni má tento priebeh mier-



**Obr. 5.** Vývoj priemerných absolútnych výškových bonít buka v sledovanom období podľa vekových stupňov

**Fig. 5.** Trend of average absolute yield classes of beech in the research period by age classes

<sup>1)</sup>Yield class, <sup>2)</sup>Age classes

ne klesajúci charakter, po kulminácii klesajú priemerné bonity strmšie. Vo vekových stupňoch s rozhodujúcim vplyvom na veľkosť zásoby dosahuje zvýšenie priemerných absolútnych výškových bonít v sledovanom období 3 – 3,6 m. Počas sledovaného obdobia absolútne výškové bonity vo vekových stupňoch rovnomerne stúpajú, táto rovnomernosť je tak ako pri výškach mierne porušená len v posledných vekových stupňoch (14, 15) v časových hladinách 1992, 1995.

Diferencie medzi hodnotami produkčných charakteristík na začiatku a na konci sledovaného obdobia vo vekových stupňoch sú v priamej úmere k absolútnym hodnotám produkčných charakteristík a tieto absolútne hodnoty sú závislé na veku. Výpočet priemerných diferencií má preto nízku vypovedaciu hodnotu. Výnimkou sú práve absolútne výškové bonity drevín, nakoľko vo vekových stupňoch sú porovnateľné hodnoty stredných výšok vo veku 100 rokov. Do výpočtu diferencií bonít buka neboli zahrnuté prvé dva vekové stupne pretože:

- majú nepatrný vplyv na výšku produkcie,
- rastové tabuľky pre ne neudávajú produkčné charakteristiky,
- bonity v 1. vekovom stupni sú v porovnaní s vyššími vekovými stupňami výrazne podhodnotené.

Priemerná diferencia bonít vo vekových stupňoch sa potom vyjadří vzťahom pre výpočet jednoduchého aritmetického priemeru.

$$\overline{\Delta b} = \frac{\sum_{j=3}^{15} (\bar{b}_j^{2010} - \bar{b}_j^{1992})}{13} = 2,8 \text{ m} \quad [6]$$

kde

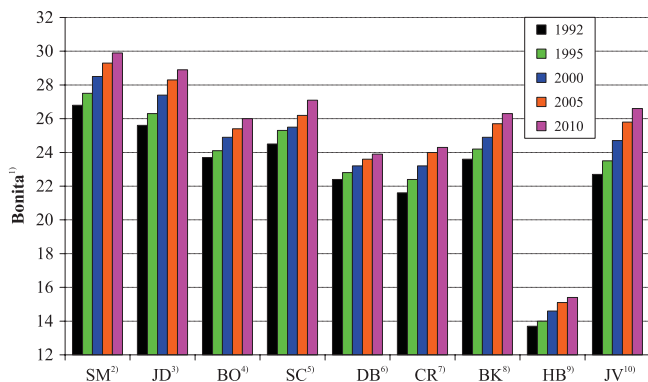
$\bar{b}_j$  – priemerná absolútna výšková bonita v  $j$ -tom vekovom stupni,

$\overline{\Delta b}$  – priemerná diferencia.

Pritom priemernú diferenciu znižujú hodnoty bonity v posledných relatívne málo zastúpených dvoch vekových stupňoch (14 – 1,6 a 15 – 1,4), kde podľa zákonitostí rastu výškový rast už ustáva.

Pre porovnanie je diferencia medzi priemernou bonitou na začiatku a na konci sledovaného obdobia (váhou je redukovaná plocha buka v poraste) približne rovnaká  $\overline{\Delta b} = 2,7 \text{ m}$ , čo v relatívnom vyjadrení predstavuje výrazné zvýšenie pôvodnej priemernej bonity buka v časovej hladine 1992 o 11,4 %.

Priemerné absolútne výškové bonity drevín (obr. 6) majú počas sledovaného obdobia rovnomerný stúpajúci trend. Maximálne zvýšenie má javor približne 4 m, minimálne dub a hrab približne 2 m. Na priemerné absolútne výškové bonity drevín majú vplyv aj zmeny zastúpenia drevín vo vekových stupňoch. Tento vplyv nie je natoľko výrazný a nedá sa porovnávať s ostatnými produkčnými charakteristikami, nakoľko absolútna výšková bonita je modelová výška v 100 rokoch. S ohľadom



**Obr. 6.** Vývoj priemerných absolútnych výškových bonít drevín

**Fig. 6.** Trend of average absolute yield classes of tree species  
<sup>1)</sup>Yield class, <sup>2)</sup>Spruce, <sup>3)</sup>Fir, <sup>4)</sup>Pine, <sup>5)</sup>Larch, <sup>6)</sup>Oak, <sup>8)</sup>Beech, <sup>9)</sup>Hornbeam, <sup>10)</sup>Maple

na klesajúci trend priemerných absolútnych výškových bonít v závislosti na veku a s ohľadom na zmeny vekovej štruktúry v prospech vyšších vekových stupňov môže pôsobiť aj kontraproduktívne.

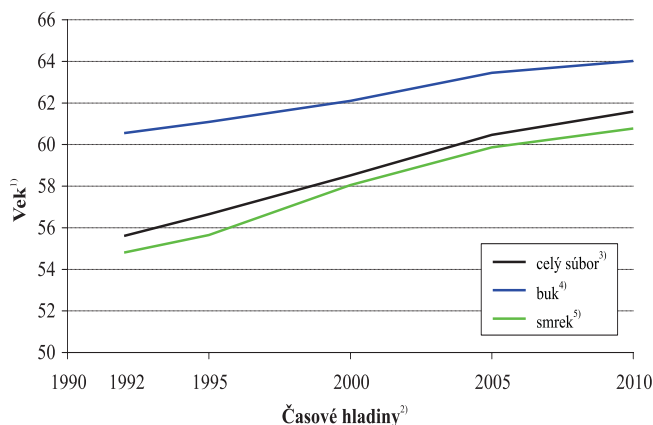
Trend vývoja priemerných absolútnych výškových bonít smreka v sledovanom období podľa vekových stupňov je podobný ako pri buku s tým rozdielom, že celkové rozpätie bonít je väčšie a aj ich klesanie je preto strmšie a to pred kulmináciou aj po kulminácii priemerných stredných výšok v 11-tom vekovom stupni.

#### Priemerný plochový vek

Vývoj priemerného plochového veku je determinovaný zmenami vo vekovej štruktúre základného súboru porastov, konkrétne zmenami v rozdelení redukovanej plochy vo vekových stupňoch [vzorec 3] počas sledovaného obdobia. Toto rozdelenie je na začiatku charakteristické nerovnomerným zastúpením vekových stupňov s vysokým zastúpením stredných (predrubných), ktoré v sledovanom období postupne prechádza do vyšších (rubných) vekových stupňov. Výsledkom tohto procesu je preto postupné zvyšovanie priemerného plochového veku (obr. 7).

Priemerný plochový vek jednotlivých drevín je rôzny tak ako sa líši ich zastúpenie vo vekových stupňoch. Z obrázku 7 je zrejмый stúpajúci trend priemerného plochového veku najviac zastúpených drevín ako aj celého základného súboru. Vývoj priemerného plochového veku je skoro lineárny, len v poslednej časovej hladine sa mierne znižuje a to v dôsledku miernejšej zmeny už spomínanej vekovej štruktúry.

Priemerný plochový vek základného súboru stúpol počas sledovaného obdobia o približne 6 rokov z hodnoty 55,5 roka na začiatku na hodnotu 61,5 roka na konci sledovaného obdobia. Vývoj priemerného plochového veku smreka prakticky kopíruje vývoj priemerného plochového veku základného súboru (zvýšenie o 6 rokov),



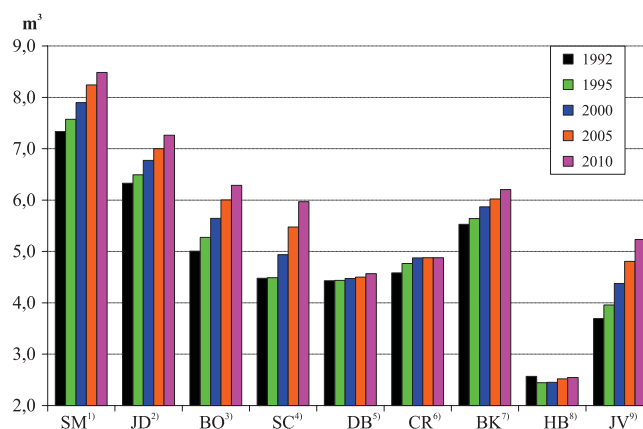
**Obr. 7.** Vývoj priemerného plochového veku

**Fig. 7.** Trend of average age in the area  
<sup>1)</sup>Age, <sup>2)</sup>Time levels, <sup>3)</sup>Entire group, <sup>4)</sup>Beech, <sup>5)</sup>Spruce

ale v absolútnej hodnote je o necelý 1 rok nižší. Vývoj priemerného plochového veku buka vykazuje v porovnaní s celým súborom miernejšie stúpanie (zvýšenie len o 3,5 roka), ale vyššie absolútne hodnoty na začiatku (60,5 roka) aj na konci (64 rokov) sledovaného obdobia. Miernejšie stúpanie priemerného plochového veku buka je dôsledkom zvyšovania plochového zastúpenia buka, čo sa prejavuje najmä v prvých troch vekových stupňoch.

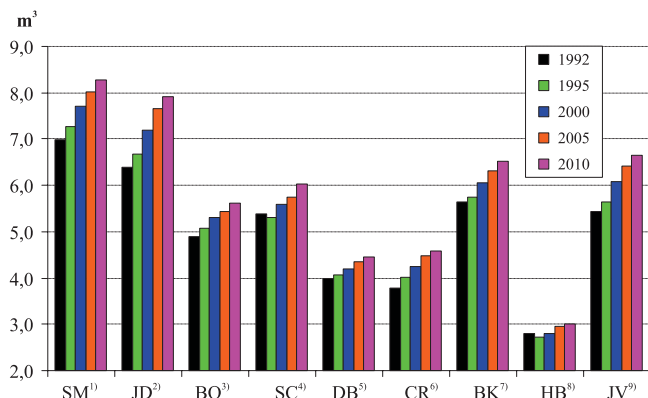
#### Objemové prírastky drevín

Vývoj objemových prírastkov sa odvíja od vývoja celkovej objemovej produkcie, ktorá je stanovená rastovými tabuľkami. Matematický model rastových tabuliek umožňuje na základe známych vstupných parametrov vypočítať bežný aj priemerný prírastok (obr. 8, 9). Pri konštantnom stupni zásobovej úrovne uplatňovanom v praxi HÚL (pri drevinách kde sa stupeň zásobovej úrovne zohľadňuje) sú pre výpočet objemových prírastkov určujúce stredná výška, následne bonita a vek.

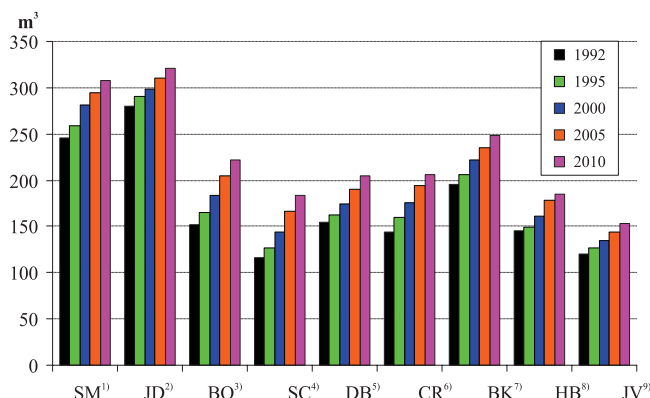


**Obr. 8.** Vývoj celkového bežného prírastku drevín

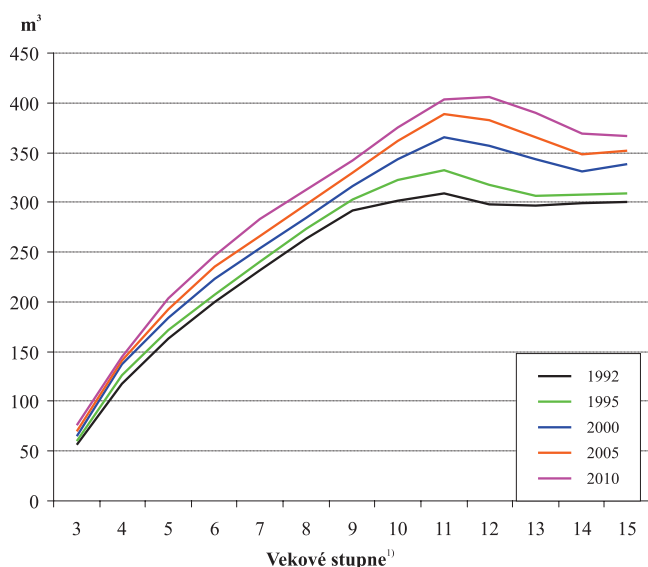
**Fig. 8.** Trend of total current increment of tree species  
<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Fir, <sup>3)</sup>Pine, <sup>4)</sup>Larch, <sup>5)</sup>Oak, <sup>6)</sup>Beech, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple



**Obr. 9.** Vývoj priemerného celkového prírastku drevín  
**Fig. 9.** Trend of average total increment of tree species  
<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Fir, <sup>3)</sup>Pine, <sup>4)</sup>Larch, <sup>5)</sup>Oak, <sup>7)</sup>Beech, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple



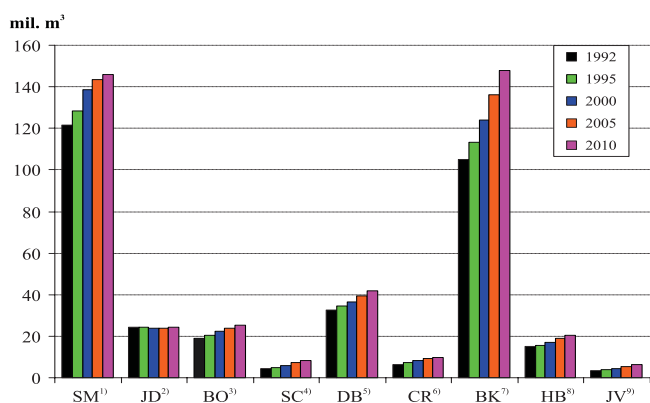
**Obr. 11.** Vývoj hektárových zásob drevín  
**Fig. 11.** Trend of tree species growing stock  
<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Fir, <sup>3)</sup>Pine, <sup>4)</sup>Larch, <sup>5)</sup>Oak, <sup>7)</sup>Beech, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple



**Obr. 10.** Vývoj hektárových zásob buka v sledovanom období podľa vekových stupňov  
**Fig. 10.** Trend of growing stock per ha of beech in the research period by age classes  
<sup>1)</sup>Age classes

Všeobecne možno konštatovať, že vývoj objemových prírastkov má v sledovanom období rovnomerne stúpajúci trend. Tento trend je v súlade s trendom vývoja priemerných stredných výšok, následne s trendom vývoja absolútnych výškových bonít ako aj s trendom vývoja priemerného plochového veku. Výnimky v časovej hladine 1992 pri hrabe a smrekovci sú spôsobené zmenou vekovej štruktúry v prospech vekových stupňov s nižším prírastkom v časovej hladine 1995 (najmä zvýšenie výmery 1. a 2. vekového stupňa).

Neuvádzame priemerný rubný prírastok, ktorý s danou problematikou priamo nesúvisí a relácia medzi priemerným celkovým a priemerným rubným prírastkom zodpovedá relácii medzi priemerným plochovým ve-



**Obr. 12.** Vývoj celkových zásob drevín  
**Fig. 12.** Trend of tree species total growing stock  
<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Fir, <sup>3)</sup>Pine, <sup>4)</sup>Larch, <sup>5)</sup>Oak, <sup>7)</sup>Beech, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple

kom a rubnou dobou jednotlivých drevín, v základnom súbore je jeho hodnota približne 60 % z priemerného celkového prírastku.

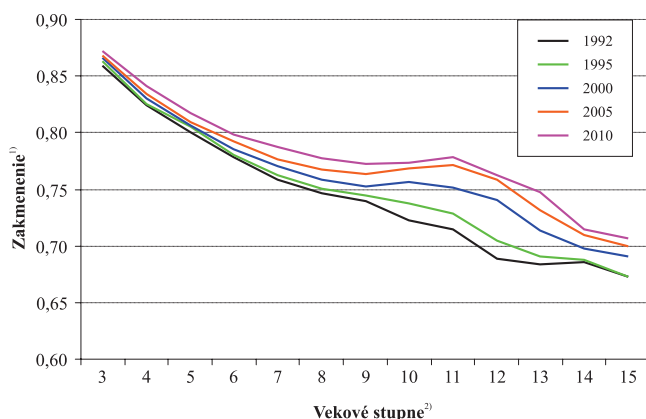
#### Celkové a hektárové zásoby

Vývoj hektárových zásob buka aj smreka podľa vekových stupňov má v sledovanom období rovnomerne stúpajúci trend a zodpovedá vývoju priemerných stredných výšok. Maximálne zvýšenie hektárovej zásoby buka (obr. 10) vo vekových stupňoch je približne 100 m<sup>3</sup>, pri smrekovi je to až 130 m<sup>3</sup> a približne 80 m<sup>3</sup> je maximálne zvýšenie hektárových zásob vypočítaných z celkových zásob.

Hektárové zásoby drevín (obr. 11) majú rovnaký stúpajúci trend, v ktorom sa uplatňuje aj vplyv zvyšovania priemerného plochového veku.

To isté platí o celkových zásobách drevín (obr. 12) s výnimkou stagnujúcej jedle v dôsledku znižovania jej porastovej plochy. Najvyšší rast v absolútnej hodnote vykazujú najviac zastúpené dreviny buk a smrek, pričom dominuje buk, ktorý počas sledovaného obdobia prekročil hodnotu zásoby smreka. Príčinou je klesajúci





**Obr. 13.** Vývoj zakmenenia v sledovanom období podľa vekových stupňov

**Fig. 13.** Trend of crop density in the research period by age classes

<sup>1)</sup>Crop density, <sup>2)</sup>Age classes

trend porastovej plochy smreka a stúpajúci trend porastovej plochy buka v sledovanom období.

#### Vývoj zakmenenia

Priebeh zakmenenia vo vekových stupňoch má vo všetkých časových hladinách klesajúci trend. Vývoj zakmenenia v sledovanom období podľa vekových stupňov je v súlade s vývojom hektárových zásob. Miernejšie sa zvyšuje vo vekových stupňoch, v ktorých sa prevažne odhaduje priamo v teréne. Vo vyšších vekových stupňoch, kde sa prevažne vypočítava, sa zakmenenie zvyšuje výraznejšie v súlade s rastom zásob a následne redukovaných plôch.

### 3.2. Kvantifikácia možných vplyvov na zvyšovanie celkových zásob

#### Porastová plocha

Počas sledovaného obdobia sa porastová plocha základného súboru zväčšila o 3 % (tab. 2), čo predstavuje zaokrúhlene 54 000 hektárov. Prírastky na porastovej ploche nie sú v informačnej banke samostatne archivované a nie je známa ani ich veková štruktúra. Pri vekovej štruktúre prírastkov identickej s pôvodným základným súborom by aj zvýšenie zásoby predstavovalo približne 3 %. V skutočnosti sa však väčšinou jedná o delimitované plochy určené na zalesnenie, ktoré majú malý vplyv na rast zásob. Na základe kvalifikovaného odhadu možno tento vplyv vyjadriť hodnotou do 1 %.

#### Rastové tabuľky

Nové rastové tabuľky (HALAJ, PETRÁŠ, 1998) vypracované pre modelovanie rastu lesov na Slovensku sa začali využívať pri vyhotovení LHP od roku 1993. To znamená, že v období 1993 – 1995 boli zavedené na približne 30 % porastovej plochy, v období 1996 – 2000 na 50 %

porastovej plochy a v období 2001 – 2005 na 20 % porastovej plochy. V informačnej banke nie sú k dispozícii alternatívne databázy pre porovnanie zásob určených podľa starých pôvodne nemeckých rastových tabuliek a zásob určených podľa nových rastových tabuliek. Alternatívne databázy nie je možné ani retrospektívne zrekonštruovať nakoľko v starších databázach chýba informácia o spôsobe zisťovania zásob. Mieru vplyvu nových rastových tabuliek na zvyšovanie zásob možno preto stanoviť len indukčnou metódou.

Ak vychádzame z predpokladu, že zavedením nových rastových tabuliek sa zvyšujú zásoby (v porastoch kde sa zvolí tento spôsob zisťovania zásob), malo by sa toto zvýšenie prejavovať aj vo vývoji hektárových zásob. Z obrázku 14 je však zrejmé, že vývoj priemerných hektárových zásob má v sledovanom období podľa vekových stupňov takmer lineárny priebeh, čo platí najmä v nižších (predrubných) vekových stupňoch, kde sa na zisťovanie zásob prakticky výlučne používajú rastové tabuľky. Vo vývoji priemerných hektárových zásob sa neodráža rozsah zavedenia nových rastových tabuliek k jednotlivým časovým hladinám a čo je osobitne dôležité, v poslednej perióde (2006 – 2010) sa už nové rastové tabuľky nezavádzajú, ale priemerné hektárové zásoby sa rovnomerne zvyšujú aj naďalej v súlade so zvyšovaním stredných výšok a hrúbok. Analogický priebeh majú v sledovanom období aj hektárové zásoby smreka a celkové hektárové zásoby. Vo vyšších vekových stupňoch je to zasa vývoj zakmenenia, v ktorom sa neodrážajú údajne vyššie modelové hektárové zásoby. Tie by totiž znížili redukovanú plochu a tým aj zakmenenie.

Konzekvenciou tohto vývoja je konštatovanie, že indukčná metóda nepotvrdila výrazný vplyv zavádzania nových rastových tabuliek na zvyšovanie zásob.

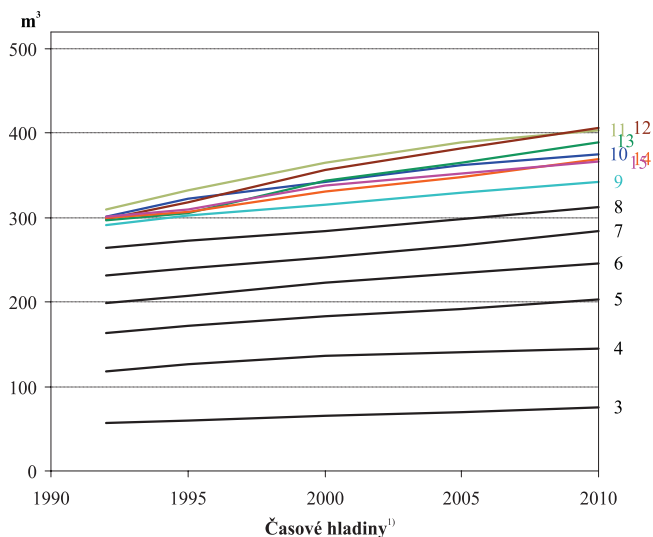
#### Výšky a hrúbky

Zvyšovanie priemerných hektárových zásob je v súlade so zvyšovaním základných produkčných charakteristík (výška, hrúbka), o čom svedčí predovšetkým až nápadná podobnosť vývoja priemerných hektárových zásob na obrázku 14 s vývojom priemerných stredných výšok na obrázku 15 (s výnimkou posledných vekových stupňov, kde priemerná stredná výška už stúpa miernejšie, ale vývoj priemerných hektárových zásob je ešte ovplyvňovaný zvyšovaním priemernej strednej hrúbky).

Vplyv zvyšovania stredných výšok a hrúbok na vývoj celkových zásob sa dá jednoducho vyjadriť prostredníctvom hektárových zásob. Pre tento účel sú ideálne priemerné hektárové zásoby vo vekových stupňoch (tab. 3), u ktorých sa eliminuje vplyv vývoja priemerného plochového veku.

Celkové zásoby na začiatku sledovaného obdobia potom možno vyjadriť vzťahom

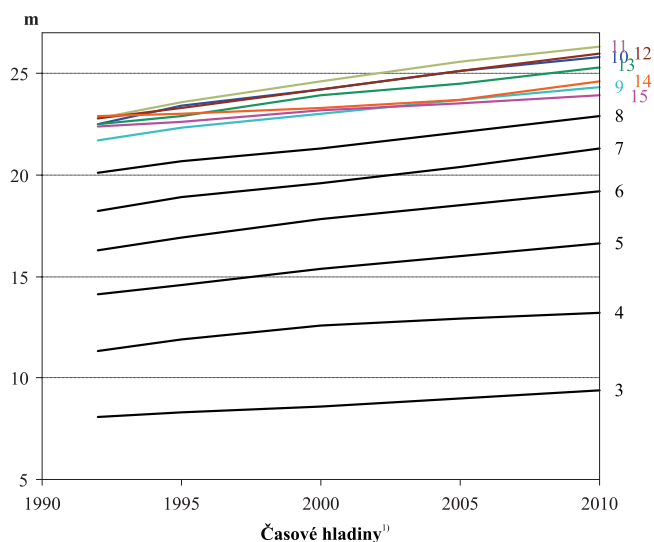
$$V^{1992} = \sum_{j=1}^n V_{1ha_j}^{1992} \cdot PS_j^{1992} = 344,6 \text{ mil. m}^3 \quad [7]$$



**Obr. 14.** Vývoj priemerných hektárových zásob buka v časových hladinách a vo vekových stupňoch

**Fig. 14.** Trend of beech average growing stock per ha in time levels and in age classes

<sup>1)</sup>Time levels



**Obr. 15.** Vývoj priemerných stredných výšok buka v časových hladinách a vo vekových stupňoch

**Fig. 15.** Trend of beech average mean heights in time levels and in age classes

<sup>1)</sup>Time levels

a celkové zásoby na konci sledovaného obdobia vzhľadom

$$V_1^{2010} = \sum_{j=1}^n V_{1ha_j}^{2010} \cdot PS_j^{1992} = 406,9 \text{ mil. } m^3 \quad [8]$$

kde

$V$  – celková zásoba,

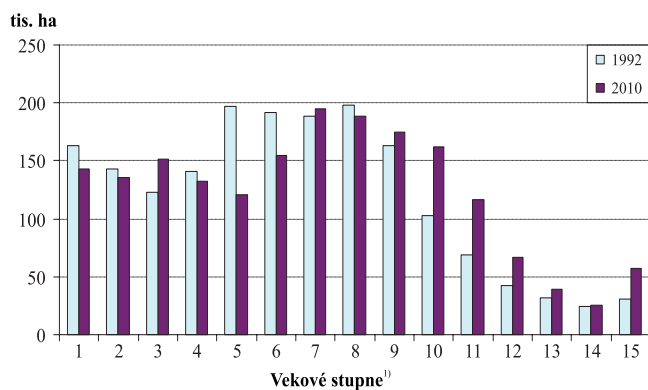
$PS_j$  – plocha skutočná v  $j$ -tom vekovom stupni,

$V_{1ha_j}$  – zásoba na 1 ha v  $j$ -tom vekovom stupni,

$n$  – počet vekových stupňov.

Zvýšenie celkovej zásoby na konci sledovaného obdobia vplyvom zvýšenia priemerných stredných výšok a hrúbok predstavuje rozdiel celkovej zásoby na konci a na začiatku sledovaného obdobia.

$$\Delta V_1 = V_1^{2010} - V_1^{1992} = 62,3 \text{ mil. } m^3 \quad [9]$$



**Obr. 16.** Plochy skutočné vo vekových stupňoch

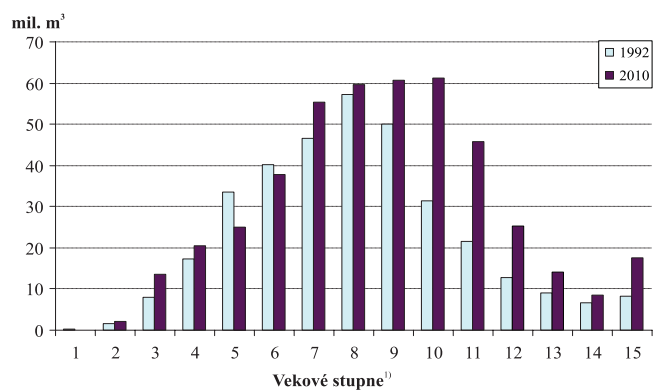
**Fig. 16.** Actual areas in age classes

<sup>1)</sup>Age classes

Aby sa vylúčil vplyv zmeny vekovej štruktúry na celkovú zásobu, pre výpočet celkovej zásoby sa na začiatku aj konci sledovaného obdobia uplatňuje rovnaká veková štruktúra a to tá zo začiatku sledovaného obdobia.

**Vek**

Zmeny vo vekovej štruktúre sú zrejme z porovnania plochového zastúpenia vekových stupňov na začiatku a na konci sledovaného obdobia (tab. 3) a majú za následok zvýšenie priemerného plochového veku (obr. 7), ktorý zasa ovplyvňuje zvyšovanie zásoby. Názorne je plochové zastúpenie vekových stupňov na začiatku a na konci sledovaného obdobia zobrazené na obrázku 16. Z grafu je zrejme výrazné zníženie výmery predrubných



**Obr. 17.** Zásoby vo vekových stupňoch

**Fig. 17.** Growing stock in age classes

<sup>1)</sup>Age classes

**Tabuľka 3.** Plochy skutočné, redukované a zásoby na 1 ha vo vekových stupňoch  
**Table 3.** Actual and reduced areas and growing stock per 1 ha in age classes

Časová hladina <sup>1)</sup>	1992		2010		1992	2010
	Plocha				Zásoba na 1 ha <sup>5)</sup>	
Vekový stupeň <sup>2)</sup>	skutočná <sup>3)</sup>	redukovaná <sup>4)</sup>	skutočná <sup>3)</sup>	redukovaná <sup>4)</sup>		
1	162 669	138 459	143 151	125 889	2	1
2	142 546	126 480	135 549	122 118	12	16
3	123 137	105 738	151 603	132 200	66	90
4	140 789	116 061	132 213	111 223	122	155
5	196 727	157 500	121 207	99 067	171	205
6	191 368	148 984	154 299	123 217	211	246
7	189 028	143 356	194 462	153 086	247	285
8	198 260	148 055	188 241	146 278	288	317
9	162 661	120 274	174 424	134 801	308	348
10	102 268	73 943	161 924	125 300	306	378
11	69 258	49 483	116 067	90 296	310	394
12	42 857	29 507	67 010	51 092	296	375
13	32 147	21 970	39 467	29 516	280	359
14	23 943	16 416	25 811	18 444	275	334
15	30 603	20 595	56 904	40 232	272	308
	Plocha spolu <sup>6)</sup>				Priemerná zásoba na 1 ha <sup>7)</sup>	
	1 808 262	1 416 820	1 862 332	1 502 759	191	240

<sup>1)</sup>Time level, <sup>2)</sup>Age class, <sup>3)</sup>Actual area, <sup>4)</sup>Reduced area, <sup>5)</sup>Growing stock per 1 ha, <sup>6)</sup>Area in total, <sup>7)</sup>Average growing stock per 1 ha

vekových stupňov 5, 6 s relatívne nízkymi hektárovými zásobami a výrazné zvýšenie výmery rubných vekových stupňov 10, 11, 12, 15 s relatívne vysokými hektárovými zásobami. Ešte výraznejšie sa zmena vekovej štruktúry a súčasný rast zásob prejavujú v objemovom zastúpení vekových stupňov v obrázku 17.

Aj pri kvantifikácii vplyvu zvýšenia priemerného plochového veku na rast zásob vychádzame z priemerných hektárových zásob.

Celkové zásoby na konci sledovaného obdobia so zohľadnením zmien v hektárových zásobách aj vo vekovej štruktúre sa vypočítajú podľa vzťahu

$$V_2^{2010} = \sum_{j=1}^n V_{1ha_j}^{2010} \cdot PS_j^{2010} = 447,3 \text{ mil. } m^3 \quad [10]$$

Zvýšenie celkovej zásoby na konci sledovaného obdobia vplyvom zmien vo vekovej štruktúre [vzorec 11], predstavuje potom rozdiel celkovej zásoby na konci sledovaného obdobia [vzorec 10] a celkovej zásoby, v ktorej je eliminovaná zmena zastúpenia vekových stupňov na konci sledovaného obdobia [vzorec 9].

$$\Delta V_2 = V_2^{2010} - V_1^{2010} = 40,4 \text{ mil. } m^3 \quad [11]$$

#### Relatívne vyjadrenie

Základom pre výpočet relatívneho zvýšenia zásoby je rozdiel celkovej zásoby na konci a na začiatku sledovaného obdobia [vzorce 7 a 10]

$$\Delta V = V_2^{2010} - V^{1992} = 102,7 \text{ mil. } m^3 \quad [12]$$

Relatívne zvýšenie zásoby vypočítané z objemu na začiatku sledovaného obdobia je potom

$$\Delta V \% = \frac{\Delta V}{V^{1992}} \cdot 100 = 29,8 \% \quad [13]$$

Relatívny podiel vplyvu zvýšenia stredných výšok a hrúbok na zvýšení zásoby je

$$\Delta V_1 \% = \frac{\Delta V_1}{\Delta V} \cdot 100 = 60,7 \% \quad [14]$$

a relatívny podiel vplyvu zmien vekovej štruktúry na zvýšení zásoby je

$$\Delta V_2 \% = \frac{\Delta V_2}{\Delta V} \cdot 100 = 39,3 \% \quad [15]$$

Hodnoty  $\Delta V_1 \%$  a  $\Delta V_2 \%$  zahrňujú už aj zvýšenie zásoby z titulu zväčšenia porastovej plochy z úvodu tejto podkapitoly, lebo toto zväčšenie sa nepatrne premieňa tak do výpočtu hektárových zásob ako aj do zmeny priemerného plochového veku.

Uvedený algoritmus možno aplikovať detailne aj na zásoby drevín, ale aj na ostatné priemerné produkčné charakteristiky drevín. Vypočítané relatívne hodnoty kolíšu tak ako kolíšu produkčné charakteristiky drevín vo vekových stupňoch a ako kolíšu vekové štruktúry drevín.

#### 4. Záver

Analýza zvyšovania produkcie lesov v základnom súbore je logickým vyústením výberového hodnotenia databáz LHP realizovaného v období rokov 2007 – 2010 a je príkladom komplexného prístupu k zhodnoteniu informačného potenciálu databáz LHP chronologicky archivovaných v informačnej banke.

Výsledky analýzy základného súboru potvrdili v sledovanom období zvyšovanie produkčných charakteristík lesov odvodených z výberového vyhodnotenia databáz LHP (HERICH, 2009, 2010) ako aj zaostávanie modelového rastu a prírastku lesov za rastom a prírastkom skutočným (HERICH, 2012), čo je zrejme najmä z výrazného zvyšovania priemerných bonít drevín (buk o 2,7 m). Tento výsledok bol očakávaný ak si uvedomíme, že primárnym aplikovaným výberovým kritériom vo výberovom vyhodnotení bol rovnaký začiatok a dĺžka platnosti LHP, čo principiálne znamená, že v tomto príspevku pertraktovaný základný súbor sa skladá z 10-tich takých výberových súborov. Získané poznatky sú v súlade s trendom rastu európskych lesov publikovanom autormi SPIECKER – MIELIKAINEN – KOHL – SKOVGAARD (1996) aj s výsledkami národných inventarizácií (ŠMELKO, 2008).

Analýzou produkcie v základnom súbore bolo zistené postupné rovnomerné zvyšovanie produkčných charakteristík a zmeny vekovej štruktúry v sledovanom období. Toto tvrdenie sa menovite vzťahuje na:

- priemerné hodnoty stredných výšok, stredných hrúbok a absolútnych výškových bonít buka a smreka vo vekových stupňoch;
  - priemerné hodnoty hektárových zásob buka a smreka vo vekových stupňoch;
  - priemerné hodnoty zakmenenia vo vekových stupňoch a spolu;
  - priemerný plochový vek buka, smreka a celého základného súboru v časových hladinách;
- a práve zvýšenie priemerného plochového veku sa potom podieľa aj na:
- zvýšení priemerných hodnôt stredných výšok, stredných hrúbok, prírastkov a hektárových zásob prevládajúcich drevín;
  - zvýšení celkových zásob prevládajúcich drevín a celkových zásob spolu.

Počas sledovaného obdobia sa celkové zásoby zvýšili o 30 % pôvodného objemu. Analýzou sa nepotvrdil všeobecne rozšírený a oficiálne proklamovaný argument, že zvyšovanie zásob v sledovanom období vo veľkej miere spôsobilo zavádzanie nových rastových tabuliek.

Naopak, z analýzy vyplynulo, že zvyšovanie celkových zásob je výsledkom pôsobenia najmä dvoch faktorov: zvyšovanie stredných výšok, stredných hrúbok a zvyšovanie priemerného plochového veku. Miera vplyvu uvedených faktorov bola kvantifikovaná na základe priemerných hektárových zásob vo vekových stupňoch a zastúpenia vekových stupňov. Najväčší približne 60 %

vplyv na zvýšenie celkových zásob v sledovanom období má zvýšenie stredných výšok a stredných hrúbok (a to prostredníctvom zvýšenia absolútnych výškových bonít a hektárových zásob). Zvýšenie priemerného plochového veku sa podieľa na zvýšení celkových zásob približne 40 %. Najmenší vplyv má zväčšenie porastovej plochy, ktoré sa podľa kvalifikovaného odhadu na zvyšovanie zásob podieľa hodnotou do 1 %.

Trend zvyšovania produkčných charakteristík počas sledovaného obdobia je natoľko jednoznačný, výrazný a rovnomerný, že v zhode s výsledkami porovnania skutočného a modelového vývoja produkcie vo výberovom súbore (HERICH, 2012) indikuje zvýšenú prirastavosť lesov SR v sledovanom období. Zatiaľ čo vzťahy medzi zásobou a ostatnými produkčnými charakteristikami sú matematicky definované, údaje LHP ale ani údaje neúplnej podrobnej lesnej hospodárskej evidencie (výkaz L 146) neumožňujú stanoviť mieru zvýšenia prirastavosti, nakoľko vývoj stredných výšok a stredných hrúbok môže okrem rastových zákonitostí ovplyvňovať celý rad ďalších objektívnych aj subjektívnych faktorov, z ktorých uvádzame:

- postupy výchovy a postupy obnovy realizované v sledovanom období v rámci uplatňovaných hospodárskych spôsobov, keď sa sledované obdobie prekrýva s obdobím intenzívneho prechodu od holorubného k podrastovému hospodárskemu spôsobu,
- náhodné ťažby, najmä maloplošné, roztrúsené, ktoré ovplyvňujú porastové charakteristiky,
- klimatické zmeny spojené s globálnym otepľovaním,
- zmeny v priestorovom rozdelení lesov (znižovanie priemernej výmery základnej jednotky priestorového rozdelenia lesa a s ním súvisiaci vznik nových jednotiek priestorového rozdelenia lesa (tab. 2)),
- systematické chyby spôsobené pri meraní výšok a hrúbok, do úvahy tu prichádza aj podhodnocovanie, resp. nadhodnocovanie výšok stromov v súvislosti s odvođením plánovanej výšky ťažieb,
- metodicky chybné zaradovanie porastov do vekových stupňov na základe veku porastu zaokrúhleného na 5 rokov (následkom je rozdiel medzi skutočným priemerným vekom porastov vo vekovom stupni a vekom stredu vekového stupňa, s ktorým sa operuje pri spracovaní súhrnných informácií o lesoch SR),
- metodicky chybné používanie veku porastu pre všetky dreviny v poraste aj vo vekove diferencovaných porastoch a i.

Príčiny zvyšovania stredných výšok a stredných hrúbok by mal objasniť samostatný výskum a v jeho rámci najmä opakovaná národná inventarizácia lesov (ŠMELKO *a kol.*, 2004). Prispieť môže aj porovnanie vývoja produkcie na Slovensku a v zahraničí.

Výsledky dosiahnuté vyhodnotením základného súboru možno ďalej spresniť a podrobnejšie zdôvodniť detailnejšou analýzou podsúborov porastov vytvorených zo základného súboru LHP selekciou podľa zvolených kri-

térií, napr. podľa kategórie lesov, podľa hospodárskeho spôsobu, podľa tvaru lesa, podľa rubnej doby, podľa stanovíštných podmienok a v ich rámci podrobne hodnotiť všetky dreviny a pod.

### Použitá literatúra

- BAVLŠÍK, J. *a kol.*, 2008: Pracovné postupy HÚL. Zvolen: NLC, 147 s.
- HALAJ, J., PETRÁŠ, R., 1998: Rastové tabuľky hlavných drevín. Bratislava: SAP, 325 s.
- HERICH, I., 2009: Hodnotenie stavu a vývoja lesov na výberovom súbore lesných hospodárskych plánov v SR. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **55**(5): 317-333.
- , 2010: Trendy vývoja produkcie lesov SR odvodené z výberového súboru. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **56**(2): 109-127.
- , 2012: Porovnanie skutočného a modelového vývoja stredných výšok a hrúbok smreka a buka počas dvoch decénií vo výberových súboroch porastov. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **58**(1-9).
- MORAVČÍK, M., 2003: Príčiny pozorovaného zvyšovania zásob dreva v lesoch SR. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **59**(2): 317-333.
- SPIECKER, H., MIELIKAINEN, K., KOHL, M., SKOVSGAARD, J. P., 1996: Growth trends in european forests. Springer Verlag, 372 pp.
- ŠMELKO, Š. *a kol.*, 1994: Národná inventarizácia a monitoring lesov SR 2005–2006. Zvolen: LVÚ Zvolen.
- , 2008: Národné inventarizácie lesa v krajinách Európy a na Slovensku. Aké sú ich ciele a spôsoby realizácie? Les – Lesokruhy, č. 5–6, s. 28-33.
- Zákon o lesoch č. 326/2005 Z. z.
- Zelená správa 2007 – Správa o lesnom hospodárstve v SR 2007.

### Summary

This paper is based on results from assessment of the production characteristics development in sampling sets of forest management plans with the same date of validity and the validity period. The aim the paper is to identify the causes of increasing growing stock and to quantify the impact rate based on the assessment of the production characteristic development in Slovak forests in the previous period.

Database is generated by basis sets of forest management plans valid in Slovakia in the given year. These were created from forest management plans databases in information bank in a chronological archive.

Basic sets of forest management plan serve to assess the development of the following production characteristics:

- Mean height
  - Mean diameter
  - Absolute yield class
  - Current and average increment
  - Crop density
  - Growing stock per 1 ha and total growing stock
- Development of the production characteristics is evaluated in relation to:
- Age, is it expresses by the mean age class, age class = 1, 2, 3, ....., 15,
  - Time, it is expressed by the year in the time levels  $t = 1992, 1995, 2000, 2005, 2010,$
  - Tree species, assessment results are presented only for tree species with a minimum 2% representation in the area.
- Production analysis of the basic groups showed progressive and balanced increase of production characteristics and changes in the age structure in the research period. This argument refers to:
- average values of mean heights, mean diameters and absolute height qualities,
  - average values of growing stock per ha, increments and total growing stock,
  - average values of crop density,
  - average age in the area.

The analysis showed that increasing total growing stock is particularly the result of two factors. The first and the biggest one (60%) is the increase of mean heights and diameters. The other one (40%) is increase of age in the area. The least impact has increase of the area, effecting growing stock in less than 1%.

The trend of increasing production characteristics during the research period is so clear, significant and balanced that it indicates fast growth of Slovak forests in the research period in accordance with results of comparison of actual and model production development in the sampling sets.

*Translated by J. Lásková*