

## TRENDY VÝVOJA PRODUKCIE LESOV SR ODVODENÉ Z VÝBEROVÉHO SÚBORU

IVAN HERICH

*Národné lesnícke centrum – Ústav lesných zdrojov a informatiky, ul. Sokolská 2,  
SK – 960 52 Zvolen, e-mail: herich@nlc.sk.org*

HERICH I.: Trends of forest production development in Slovakia derived from sampling data set. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **56**(2): 109 – 127, 2010, 9 fig., tab. 8, ref. 8. Original paper. ISSN 0323 – 10468

The paper includes results of the forest production development study in SR for last three decades. The database includes two sampling sets of forest management plans (FMP) with the same effect and validity period. The analysis in particular focuses on quantification and statistical comparison of the production in time levels for purpose of:

- Development of average production characteristics of dominant tree species in sampling sets of forests,
- Development of aggregate production characteristics of the age classes in sampling sets of forests.

The achieved results expressed by trends lead to progressive increase of mean heights, mean diameters, stocking, absolute height classes, growing stock and planned cut. Important finding is that real mean heights and diameters development, associated with higher absolute height classes, and consequently with higher growing stock per 1 ha, has in the studied period statistically significant growing trend in the whole age interval.

**Key words:** *forest management plan, information bank, forest production, development, trends*

V práci sú prezentované výsledky štúdie analyzujúcej vývoj produkcie lesov SR za posledné tri decéniá. Údajovú bázu tvoria dva výberové súbory LHP s rovnakým začiatkom a s rovnakou dobou platnosti LHP. Predmetom analýzy je kvantifikácia a štatistické porovnanie produkcie v časových hladinách so zameraním na:

- vývoj priemerných produkčných charakteristík prevládajúcich drevín vo výberových súboroch porastov,
- vývoj agregovaných produkčných charakteristík vo vekových stupňoch vo výberových súboroch porastov.

Dosiahnuté výsledky v podobe trendov vývoja produkcie, vedú k postupnému zvyšovaniu stredných výšok, stredných hrúbok, zakmenenia, absolútnych výškových bonít, zásob a plánovaných ťažieb. Dôležitý je poznatok, že skutočný vývoj stredných výšok a stredných hrúbok, ktorý sa premieta do zvyšovania bonít a následne hektárových zásob, má v sledovanom období štatisticky významný rastúci trend v celom vekovom rozpätí.

## 1. Problematika

V príspevku sú prezentované vybrané výsledky štúdie stavu a vývoja lesov na základe údajov LHP s rovnakým začiatkom a dobou platnosti v období troch decínií. Predchádzajúca štúdia (HERICH 2008) obsahuje analýzu agregovaných informácií výberového súboru LHP so začiatkom platnosti LHP v 1987, 1997 a 2007 roku. Signifikantné zvyšovanie produkcie v sledovanom období kvantifikované na tomto výberovom súbore LHP bolo dôvodom pre detailnejšie preskúmanie odvodených trendov vývoja produkcie lesov na ďalšom výberovom súbore LHP so začiatkom platnosti LHP v 1988, 1998 a 2008 roku, ktorý bol medzičasom archivovaný v informačnej banke. V záujme identifikácie príčin zvyšovania produkcie sa na rozdiel od uvedenej štúdie pri analyzovaní tohto výberového súboru LHP hlavná pozornosť venovala nie agregovaným, ale podrobným produkčným charakteristikám drevín v lesných porastoch a zároveň boli porovnané výsledky oboch výberových súborov (HERICH 2009).

Do výberového súboru LHP so začiatkom platnosti LHP v 1987, 1997 a 2007 roku patria LHP postupne obnovované v pôvodných hraniciach týchto 27 LHC:

FAČKOV, FIĽAKOVO, HABOVKA, HABOVKA\_TANAP, HRABUŠICE, JESKENSKE, KOSTOLIŠTE, LIPTOVSKÝ.MIKULÁŠ, LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ\_TANAP, ĽADOVÁ, LOZORNO, MORAVSKÝ JÁN, ORAVICE, ORAVICE\_TANAP, PIENINY, RAČKOVÁ, RAJEC, RAJECKÉ TEPLICE, RATKOVÁ, RIM.SOBOTA, SIRK, SMIŽANY, SOLOŠNICA, STÁRŇA, TEPLÝ VRCH, VYSOKÉ TATRY, ŠAFÁRIKOVO.

Do výberového súboru LHP so začiatkom platnosti LHP v 1988, 1998 a 2008 roku patria LHP postupne obnovované v pôvodných hraniciach týchto 28 LHC:

HLOHOVEC, ŠAŠTÍN, GBELY, HOLÍČ, JALNÁ, HLINÍK, ŽARNOVICA, BREHY, NOVÁ BAŇA, BROD, HRABIČOV, DEMĀNOVÁ, PART.LUPČA, LIPT. TEPLÁ, BIELY POTOK, LIPT.OSADA, RAKYTOV, KYSIHÝBEL, MYJAVA, KOČOVCE, LEVOČA, GIRALTOVCE, KAPIŠOVÁ, KRAJNÁ POĽANA, OKRÚHLE, HAVAJ, HANUŠOVCE, SEDLISKÁ.

## 2. Metodika

Podkladový materiál tvoria:

- výsledky analýzy výberového súboru LHP so začiatkom platnosti LHP v 1987, 1997 a 2007 roku (HERICH 2008),
- výberový súbor LHP so začiatkom platnosti v 1988, 1998 a 2008 roku, ktorý tvoria 3 súbory lesných porastov v 3 časových hladinách. Z každého súboru boli ďalším triedením podľa kritéria drevena vytvorené 2 súbory porastov (spolu 6 súborov), jeden so zastúpením smreka a druhý so zastúpením buka (tab. 1).

Cieľom analýzy je riešenie dvoch problémových okruhov:

- A. Kvantifikácia a analýza vývoja produkčných charakteristík prevládajúcich drevín vo výberovom súbore so začiatkom platnosti LHP v rokoch 1988, 1998, 2008. Vychádza zo vzájomného štatistického porovnania podsúborov údajov o drevinách v lesných porastoch.

Tabuľka 1. Rozsah výberových súborov

Table 1. Range of the sampling sets

Časová hladina <sup>1)</sup>	Počet porastov <sup>2)</sup>	Drevina <sup>3)</sup>	Počet porastov <sup>2)</sup>	Holina skutočná <sup>4)</sup>	Plocha skutočná <sup>5)</sup>	Spolu <sup>6)</sup> %
				ha		
1988	33 155	SM <sup>7)</sup>	13 400	2 248	163 395	100,0
		BK <sup>8)</sup>	19 734			
1998	37 821	SM <sup>7)</sup>	15 707	831	166 065	100,8
		BK <sup>8)</sup>	24 069			
2008	42 042	SM <sup>7)</sup>	17 249	324	166 315	100,6
		BK <sup>8)</sup>	27 976			

<sup>1)</sup>Time horizon, <sup>2)</sup>Number of forests, <sup>3)</sup>Tree species, <sup>4)</sup>Actual non-stocked forest land, <sup>5)</sup>Actual area, <sup>6)</sup>Total, <sup>7)</sup>Spruce, <sup>8)</sup>Beech

B. Analýza a porovnanie produkčných charakteristík agregovaných v rámci dvoch výberových súborov so začiatkom platnosti LHP v rokoch 1988, 1998, 2008 a so začiatkom platnosti LHP v rokoch 1987, 1997, 2007.

Problematika riešená pod bodom A je zameraná na produkčné charakteristiky porastov pre dve najviac zastúpené hlavné dreviny smrek a buk. V bode B sú analyzované informácie agregované do vekových stupňov na úrovni výberových súborov LHP podľa štandardného softvéru pre vyhotovenie LHP. Štruktúru tabuliek podľa pracovných postupov HÚL (KOLEKTÍV 2008) tvoria dreviny a vekové stupne.

Z databáz LHP pre jednotlivé LHC sa pre tri časové hladiny zlúčením vytvorili databázy o celom záujmovom území (výberový súbor), ktoré majú jednotnú pôvodnú štruktúru uloženia databáz LHP v informačnej banke. V priebehu sledovaného obdobia došlo aj k zmenám technologických postupov vyhotovenia LHP aj k zmenám výmer LHC. Preto boli vytvorené databázy následne unifikované uplatnením jednotných číselníkov a technických jednotiek (skratky drevín, bonity, kódy porastových typov, kódy funkčných typov a i.). Ako vidno z tabuľky 1 rozdiely vo výmerách výberových súborov medzi časovými hladinami nie sú významné.

Vstupy do analýzy boli získané triedením, štatistickým spracovaním a spracovaním databáz LHP štandardným lesníckym aplikačným softvérom (HERICH 1997). Zahrňujú tieto údaje:

- A. Výberové súbory lesných porastov so zastúpením smreka a buka v jednotlivých časových hladinách pre:
- Analýzu vývoja stredných výšok,
  - Analýzu vývoja stredných hrúbok,
  - Analýzu vývoja zakmenenia,
  - Analýzu vývoja zásoby na 1 ha,
  - Porovnanie priemerného plochového veku výberových súborov,
  - Porovnanie skutočnej plochy drevín,
  - Porovnanie počtu porastov,
  - Porovnanie priemernej výmery porastu,
  - Porovnanie priemerného zastúpenia dreviny v poraste.
- B. Agregované vybrané produkčné charakteristiky LHP v časových hladinách pre:
- Analýzu vývoja zakmenení vo vekových stupňoch,
  - Analýzu vývoja bonít vo vekových stupňoch,
  - Analýzu vývoja zásob vo vekových stupňoch.

**A. Vývoj strednej výšky, strednej hrúbky, zásoby na 1 ha a zakmenenia** vo výberových súborech porastov so zastúpením smreka a vo výberových súborech porastov so zastúpením buka bol v sledovacom období 1988 – 2008 štatisticky vyhodnotený podľa ŠMELKA 1995. Rozsah súboru (počet porastov) zahŕňa len tie porasty, v ktorých je zastúpená príslušná drevina (tab. 1).

Na porovnanie produkčných charakteristík v jednotlivých časových hladinách bol použitý test hypotézy o rovnosti aritmetických priemerov dvoch základných súborov.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \quad [1]$$

kde

$\bar{x}$  – produkčná charakteristika (vážený aritmetický priemer),

$S(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$  – odhad smerodajnej odchýlky rozdielov výberových priemerov produkčných charakteristík v časových hladinách,

$t$  – testovacia charakteristika.

V analýze sa pre každú produkčnú charakteristiku porovnávajú výberové priemery základných súborov vždy v dvoch časových hladinách. V priebehu sledovaného obdobia dochádza k zmene rozdelenia početností porastov vo vekových stupňoch v dôsledku zvyšovania veku ale aj v dôsledku zmien v podrobnom rozdelení lesa a zakladania nových porastov. Exaktne to možno overiť testami hypotéz o rozdelení početností. Zhoda medzi rozdeleniami početností vo vekových stupňoch v časových hladinách (zhoda medzi rozdeleniami základných súborov) sa testuje pomocou  $\chi^2$  testu alebo Kolmogorovým-Smirnovým testom. Pre nerovnaké rozsahy výberu Kolmogorovov-Smirnov test vychádza z najväčšieho rozdielu medzi súčtovými početnosťami  $W_{ni} = n/n$ ,  $W_{mi} = m/m$  porovnávaných výberov s rozsahmi  $n$ ,  $m$ .

$$D_2 = \text{maximum} |W_{ni} - W_{mi}| \quad [2]$$

Testovacia charakteristika

$$\lambda^2 = D_2^2 \cdot \frac{n \cdot m}{n + m} \quad [3]$$

sa porovnáva s kritickými hodnotami  $\lambda_a^2$ .

Rovnosť rozptylov výberových súborov sa overuje testom hypotézy o rozptyle

$$F = \frac{\hat{S}_1^2}{\hat{S}_2^2} \quad [4]$$

kde

$\hat{S}_1^2$ ,  $\hat{S}_2^2$  – bodové odhady smerodajnej odchýlky základného súboru.

Testom sa potvrdila nerovnosť rozptylov produkčných charakteristík v časových hladinách s výnimkou porovnania rozptylov zakmenenia v časových hladinách 1988, 1998.

Odhad smerodajnej odchýlky sa potom vypočíta podľa vzťahu:

$$s_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{s_{x_1}^2 + s_{x_2}^2} \quad [5]$$

Zo vzorcov pre výpočet odhadu smerodajnej odchýlky je však zrejmé, že pri veľkom rozsahu výberových súborov (typických pre predmetnú štúdiu) sú rozdiely vo výpočte smerodajnej odchýlky  $S(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$  pri rovnosti a pri nerovnosti rozptylov nepatrné a majú zanedbateľný vplyv na prijatie resp. zamietnutie hypotézy.

**B. Priemerné produkčné charakteristiky vo vekových stupňoch** medzi časovými hladinami boli štatisticky porovnané metódou párového výberu.

Využíva sa tu skutočnosť, že produkčné charakteristiky vo vekových stupňoch tvoria pri porovnávaní časových hladín dvojice. Rozdiely medzi nimi

$$d_i = x_{2i} - x_{1i} \quad [6]$$

potom slúžia pre výpočet testovacieho kritéria, na základe ktorého sa testuje hypotéza, že rozdiel  $\bar{d} = \bar{x}_2 - \bar{x}_1$  je len náhodne rozdielny od nuly.

$$t = \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} \quad [7]$$

kde

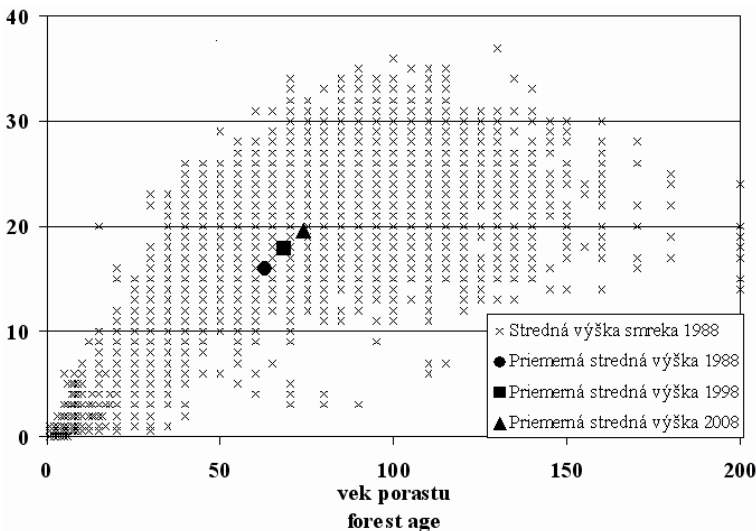
$\bar{d}$  – aritmetický priemer rozdielov produkčných charakteristík vo vekových stupňoch medzi časovými hladinami,

$s_{\bar{d}}$  – odhad smerodajnej odchýlky výberových priemerov produkčných charakteristík.

### 3. Dosiahnuté výsledky

#### 3.1. Porovnanie vývoja produkčných charakteristík drevín

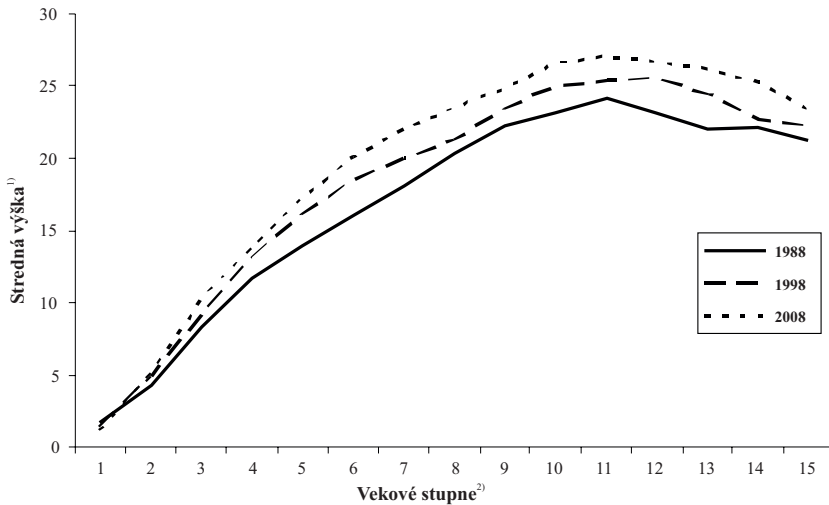
Stredná výška je významným ukazovateľom produkcie. Pre ilustráciu závislosti produkčných charakteristík drevín na veku v jednotlivých časových hladinách výberového súboru porastov preto ako príklad uvádzame bodové pole stredných výšok a vývoj priemerných stredných výšok smreka a buka na obrázkoch 1 a 2. Z obrázkov je zrejmé že:



Obr. 1. Bodové pole stredných výšok smreka 1988

Fig. 1. Point field of the spruce mean heights 1988.

X – spruce mean height, ●■▲ – average mean height



Obr. 2. Priemerné stredné výšky buka vo vekových stupňoch

Fig. 2. Average mean heights of the beech in age classes.

<sup>1)</sup>Mean heighth, <sup>2)</sup>Age classes

- veľký rozptyl stredných výšok a stredných hrúbok je spôsobený rozmanitosťou prírodných podmienok, ktoré sú v LHP vyjadrené absolútnymi bonitami,
- tvar bodového poľa stredných výšok pripomínajúci bonitný vejár svedčí o tom, že vo výberovom súbore porastov je zastúpená väčšina bonít,
- priemerné stredné výšky a hrúbky výberového súboru v časových hladinách majú v priebehu sledovaného obdobia stúpajúci trend,
- priemerné stredné výšky a hrúbky vo vekových stupňoch výberového súboru v časových hladinách majú v priebehu sledovaného obdobia stúpajúci trend v celom vekovom rozpätí.

Výsledky štatistickej analýzy vývoja produkčných charakteristík smreka a buka sú agregované do tabuliek 2 a 3.

Z analýzy možno logicky odvodiť nasledovné závery:

- Zastúpenie smreka vo výberovom súbore LHP postupne klesá (tab. 2), o čom svedčí znižovanie skutočnej plochy smreka a znižovanie priemerného zastúpenia smreka v poraste.
- Zastúpenie buka vo výberovom súbore LHP postupne mierne stúpa (napriek znižovaniu priemerného zastúpenia buka v poraste), o čom svedčí zvyšovanie skutočnej plochy buka (tab. 2).
- Priemerný vek smreka a buka vo výberovom súbore LHP v sledovanom období stúpa. Tento proces najlepšie dokumentuje vývoj početností vo vekových stupňoch (počty porastov so zastúpením dreveniny vo vekových stupňoch). Zatiaľ čo početnosti smreka v 1. vekovom stupni v časových hladinách 1998 a 2008 klesajú (obr. 3), početnosti buka v týchto hladinách naopak stúpajú. Tým možno

Tabuľka 2. Sumárne a priemerné veličiny drevín vo výberovom súbore porastov  
 Table 2. Total and average variables of tree species in sampling set

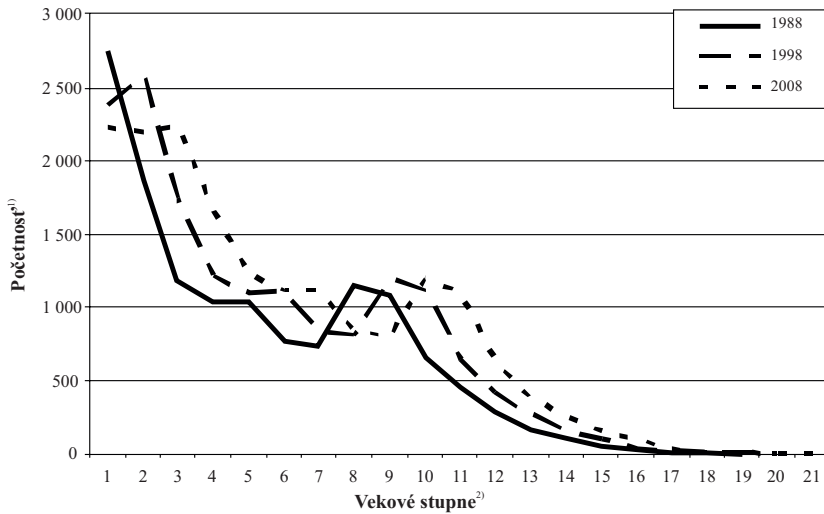
Dreviny <sup>1)</sup>	Smrek <sup>2)</sup>			Buk <sup>3)</sup>		
	1988	1998	2008	1988	1998	2008
Časové hladiny <sup>4)</sup>						
Skutočná plocha v ha <sup>5)</sup>	37 558	36 625	34 647	54 527	54 826	55 176
Počet porastov <sup>6)</sup>	13 400	15 707	17 249	19 734	24 069	27 976
Priemerná výmera porastu <sup>7)</sup>	5,5	4,8	4,4	5,2	4,5	4,0
Priemerný vek <sup>8)</sup>	63	68	74	62	65	68
Priemerné zastúpenie v % <sup>9)</sup>	52	49	47	53	51	49

<sup>1)</sup>Tree species, <sup>2)</sup>Spruce, <sup>3)</sup>Beech, <sup>4)</sup>Time horizons, <sup>5)</sup>Actual area in ha, <sup>6)</sup>Number of forests, <sup>7)</sup>Average forest area, <sup>8)</sup>Average age, <sup>9)</sup>Average ratio in %

Tabuľka 3. Štatistické vyhodnotenie produkčných charakteristík smreka a buka  
 Table 3. Statistical evaluation of spruce and beech production characteristics

Produkčné charakteristiky <sup>1)</sup>	Stredná výška <sup>2)</sup>			Stredná hrúbka <sup>3)</sup>			Zásoba na 1 ha <sup>4)</sup>			Zakmenenie <sup>5)</sup>			
	1988	1998	2008	1988	1998	2008	1988	1998	2008	1988	1998	2008	
Časové hladiny <sup>6)</sup>													
Drevina <sup>7)</sup>	Smrek <sup>8)</sup>												
Vážený aritmetický priemer <sup>9)</sup>	16,0	18,1	20,2	21,5	24,0	26,5	221	267	314	0,76	0,76	0,78	
Smerodajná odchýlka <sup>10)</sup>	10,2	10,7	10,9	14,9	15,2	15,6	176	210	246	0,241	0,248	0,264	
Smerodajná odchýlka výb. pr. <sup>11)</sup>	0,088	0,085	0,083	0,128	0,122	0,119	1,52	1,67	1,87	0,002	0,002	0,002	
Interval spoľahlivosti <sup>12)</sup>	abs.jed. <sup>13)</sup>	0,173	0,167	0,163	0,252	0,238	0,233	2,98	3,28	3,67	0,004	0,004	0,004
	%	1,1	0,9	0,8	1,2	1,0	0,9	1,4	1,2	1,2	0,5	0,5	0,5
Test rovnosti aritmetických priemerov <sup>14)</sup>	hladiny <sup>15)</sup>	88:98	98:08	08:88	88:98	98:08	08:88	88:98	98:08	08:88	88:98	98:08	08:88
	t	17,63	17,19	34,72	14,12	14,38	28,26	20,47	18,84	38,80	1,48	5,06	6,40
Drevina <sup>7)</sup>	Buk <sup>16)</sup>												
Vážený aritmetický priemer <sup>9)</sup>	15,3	17,3	19,1	19,6	21,3	23,7	176	226	262	0,78	0,81	0,83	
Smerodajná odchýlka <sup>10)</sup>	9,1	10,0	10,9	14,4	15,4	16,3	144	181	210	0,286	0,289	0,297	
Smerodajná odchýlka výb. pr. <sup>11)</sup>	0,065	0,064	0,065	0,103	0,099	0,098	1,02	1,17	1,26	0,002	0,002	0,002	
Interval spoľahlivosti <sup>12)</sup>	abs.jed. <sup>13)</sup>	0,127	0,126	0,128	0,201	0,194	0,191	2,01	2,29	2,46	0,004	0,004	0,003
	%	0,83	0,73	0,67	1,03	0,91	0,81	1,14	1,01	0,94	0,51	0,45	0,42
Test rovnosti aritmetických priemerov <sup>14)</sup>	hladiny <sup>15)</sup>	88:98	98:08	08:88	88:98	98:08	08:88	88:98	98:08	08:88	88:98	98:08	08:88
	t	21,4	20,4	41,6	12,3	17,0	29,0	32,4	20,9	53,1	10,3	6,1	16,3

<sup>1)</sup>Production characteristics, <sup>2)</sup>Mean height, <sup>3)</sup>Mean diameter, <sup>4)</sup>Growing stock per 1 ha, <sup>5)</sup>Stocking, <sup>6)</sup>Time horizons, <sup>7)</sup>Tree species, <sup>8)</sup>Spruce, <sup>9)</sup>Weighted arithmetical average, <sup>10)</sup>Standard deviation, <sup>11)</sup>Standard deviation of sampling averages, <sup>12)</sup>Reliability interval, <sup>13)</sup>Absolute units, <sup>14)</sup>Test of arithmetical averages equation, <sup>15)</sup>Horizons, <sup>16)</sup>Beech



Obr. 3. Vývoj počtu porastov so zastúpením smreka

Fig. 3. Development of spruce forests count.

<sup>1)</sup>Frequency, <sup>2)</sup>Age classes

odôvodniť rozdiel vo zvýšení priemerného veku v prospech smreka. Početnosti oboch drevín v ostatných vzájomne si odpovedajúcich vekových stupňoch zaznamenávajú len mierny pokles resp. vzostup. Výsledkom je prakticky identický priebeh rozdelení početností (obr. 3) v časových hladinách, ktorý má potom za následok postupné zvyšovanie priemerného veku smreka o 6 a priemerného veku buka o 3 roky. Čiastočne je to spôsobené aj postupným predlžovaním obnovných dôb v súvislosti s preferovaním podrastového hospodárskeho spôsobu (Zákon o lesoch, 2005). Signifikantné zvyšovanie priemerného veku potvrdzujú aj výsledky testovania zhody rozdelení početností vo vekových stupňoch v časových hladinách (tab. 4):

- Testovacia charakteristika  $\lambda^2$  vysoko prekračuje kritickú hodnotu na 5 % aj 1 % hladine významnosti ( $\lambda_{0,05}^2 = 1,84$  a  $\lambda_{0,01}^2 = 2,65$ ), to znamená, že výberové rozdelenia početností pochádzajú z rozdielnych základných súborov. Vyššie hodnoty

Tabuľka 4. Kolmogorovov-Smirnovov test

Table 4. Test by Kolmogorov-Smirnov

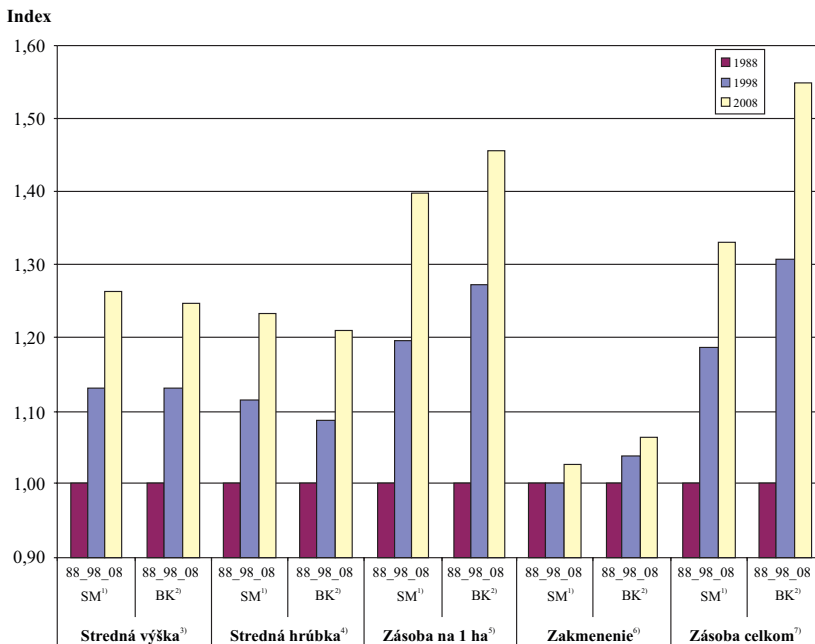
Test. char. <sup>1)</sup>	Drevina <sup>2)</sup>	1988 : 1998	1998 : 2008	1988 : 2008
$\lambda^2$	smrek <sup>3)</sup>	21,3	28,4	58,8
	buk <sup>4)</sup>	11,3	13,8	9,7

<sup>1)</sup>Test characteristic, <sup>2)</sup>Tree specie, <sup>3)</sup>Spruce, <sup>4)</sup>Beech



testovacej charakteristiky u smreka korešponujú s vyššími hodnotami zvýšenia priemerného veku smreka v časových hladinách.

- Vývoj produkčných charakteristík má tiež stúpajúci charakter, čo súvisí aj so zvyšovaním priemerného veku. Približne je to možné interpretovať na základe modelového prírastku z rastových tabuliek prislúchajúcemu priemernému veku, zakmeneniu a bonite dreviny vo výberovom súbore. Napr. šesťročný prírastok zásoby hlavného porastu smreka na 1 ha (HALAJ, PETRÁŠ 1998) vo veku 68 – 74 rokov na priemernej bonite 24 so zakmenením 0,76 je 24 m<sup>3</sup> a rozdiel priemernej skutočnej zásoby na 1 ha (tab. 3) medzi rokom 2008 a 1998 je 47 m<sup>3</sup>. To znamená, že približne polovicu tohto rozdielu možno vysvetliť zvýšením priemerného veku smreka.
- Počet porastov so zastúpením smreka v protiklade so znižovaním skutočnej plochy postupne narastá. Dôvodom je postupné znižovanie priemerného zastúpenia smreka v porastoch výberového súboru (najmä v prvom a druhom vekovom stupni) ako aj postupné znižovanie priemernej výmery porastu (tab. 2).
- Počet porastov so zastúpením buka rastie výraznejšie ako skutočná plocha. Dôvodom je rovnako postupné znižovanie priemerného zastúpenia buka v porastoch výberového súboru (najmä v prvom a druhom vekovom stupni) ako aj postupné znižovanie priemernej výmery porastu (tab. 2).



Obr. 4. Relatívne porovnanie produkčných charakteristík

Fig. 4. Relative comparison of production characteristics.

<sup>1)</sup>Spruce, <sup>2)</sup>Beech, <sup>3)</sup>Mean height, <sup>4)</sup>Mean diameter, <sup>5)</sup>Growing stock/1 ha, <sup>6)</sup>Stocking, <sup>7)</sup>Growing stock

- Smerodajná odchýlka (tab. 3) nadobúda relatívne vysoké hodnoty lebo je vypočítaná z hodnôt produkčnej charakteristiky v celom vekovom rozpätí. Má stúpajúci charakter úmerne so zvyšovaním aritmetického priemeru produkčnej charakteristiky.
- Smerodajná odchýlka výberových priemerov je naopak relatívne veľmi malá. Má mierne klesajúci alebo stúpajúci charakter podľa relácie medzi rozsahom súboru a hodnotou smerodajnej odchýlky.
- Nízka hodnota smerodajnej odchýlky výberových priemerov sa premieta do úzkeho intervalu spoľahlivosti. Už zo skutočnosti, že intervaly spoľahlivosti sú od seba vzdialené a neprekrývajú sa možno dedukovať, že rozdiel medzi produkčnými charakteristikami v jednotlivých časových hladinách je významný. Exaktne to potvrdzuje test hypotézy o rovnosti aritmetických priemerov dvoch základných súborov, kde testovacia charakteristika výrazne prevyšuje kritické hodnoty Studentovho t-rozdelenia. Hypotézu rovnosti produkčných charakteristík v časových hladinách preto zamietame s 99 % istotou.

Jedinou výnimkou je test rozdielu zakmenenia medzi 1988 a 1998 rokom ( $t = 1,48$ ), podľa ktorého sa hypotéza zamietá len na 20 % hladine významnosti.

Vzostupný trend produkcie lesov vo výberovom súbore je zrejмый z relatívneho porovnania produkčných charakteristík v časových hladinách metódou bázičkých indexov (obr. 4).

### **3.2. Analýza vývoja agregovaných produkčných charakteristík výberových súborov LHP**

Agregované produkčné charakteristiky sú obsahom štandardných výstupných zostáv, ktoré sú výsledkom spracovania údajov o jednotlivých porastoch v rámci vyhotovenia LHP. Rozdiel spracovania údajov o porastoch v rámci predmetnej štúdie je v porovnaní s vyhotovením LHP len v podstatne väčšom rozsahu výberového súboru. Pre potreby analýzy boli agregované produkčné charakteristiky vypočítané z celého súboru porastov (výberový súbor LHP 1988 – 2008) osobitne pre každú časovú hladinu (tab. 1, druhý stĺpec) a vybrané agregované produkčné charakteristiky boli následne porovnané s odpovedajúcimi produkčnými charakteristikami výberového súboru LHP 1987 – 2007.

#### **3.2.1. Produkčné charakteristiky**

Porovnávaný je ich vývoj v sledovanom období podľa drevín a podľa vekových stupňov. V prípade vekových stupňov sú porovnávané odpovedajúce vekové stupne v časových hladinách. To znamená, že v rôznych časových hladinách sú agregované a porovnávané produkčné charakteristiky rôznych súborov porastov patriacich do rovnakých vekových stupňov. Produkčné charakteristiky v rovnakých vekových stupňoch v časových hladinách preto nie sú vzájomne závislé. Ich porovnanie je kvantifikované testom hypotézy o rovnosti aritmetických priemerov dvoch základných súborov na základe metódy párového výberu.

## Porovnanie zakmenení

V tabuľke 5 a na obrázku 5 možno pozorovať, že vývoj zakmenenia v súbore LHP 1988 – 2008 je rovnako ako vo výberovom súbore LHP 1987 – 2007, v nepriamej úmere so stúpajúcim vekom. V sledovanom období sa ale zakmenenie v jednotlivých vekových stupňoch zvyšuje. Tento jav korešponduje so významným zvyšovaním váženého aritmetického priemeru zakmenenia porastov výberového súboru so zastúpením smreka a buka v sledovanom období (tab. 3).

Prvý vekový stupeň je potrebné posudzovať osobitne, nakoľko tu v čase taxácie môže byť zalesňovanie v rôznom štádiu a navyše z dôvodu neúspešnej prirodzenej alebo umelej obnovy lesných porastov dochádza k opakovanému zalesňovaniu. Tým je možné vysvetliť nízke hodnoty zakmenenia v prvom vekovom stupni v časových hladinách.

Tabuľka 5. Zakmenenie vo vekových stupňoch

Table 5. Stocking by age classes

Platnosť LHP od <sup>1)</sup>	Vekové stupne <sup>2)</sup>														
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.+
1988	0,86	0,89	0,87	0,82	0,8	0,78	0,75	0,74	0,73	0,71	0,7	0,65	0,61	0,65	0,66
2008	0,92	0,9	0,87	0,85	0,83	0,81	0,8	0,78	0,77	0,77	0,77	0,75	0,72	0,7	0,68
1987	0,82	0,86	0,86	0,82	0,8	0,78	0,75	0,75	0,74	0,73	0,73	0,7	0,69	0,7	0,67
2007	0,74	0,91	0,87	0,84	0,83	0,81	0,81	0,79	0,80	0,78	0,77	0,75	0,75	0,68	0,70

<sup>1)</sup>FMP validity from, <sup>2)</sup>Age classes

Pri porovnávaní vývoja zakmenenia vo výberových súboroch (LHP 1987 – 2007 a LHP 1988 – 2008) si treba uvedomiť, že výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru. Za 1 rok, ktorý uplynul od taxačných prác na LHP 1987 – 2007 sa v lesoch udiali zmeny spôsobené hospodárením, rastovým procesom a náhodnými vplyvmi. Napriek tomu (rozdiel je len 1 rok) na obrázku 5 možno vidieť približne zhodný priebeh zakmenení výberových súborov v časovej hladine 1987 – 1988 a tiež v časovej hladine 2007 – 2008. Pri vzájomnom porovnaní priebehu zakmenenia v týchto časových hladinách je zrejme výrazné zvýšenie zakmenenia v sledovanom období. Osobitne to platí pre najviac zastúpené vekové stupne (2 – 11).

Porovnaním zakmenenia testom párového výberu podľa vzorcov 6, 7 v kapitole 2. hypotézu prijímame keď  $t \leq t_{\alpha,f}$  a zamietame keď  $t \geq t_{\alpha,f}$  ( $f$  – počet stupňov voľnosti ( $n-1$ )).

$$1988 : 2008 \quad \bar{d} = 0,047 \quad s_d = 0,055 \quad s_{\bar{d}} = 0,015 \quad t = 3,17 \quad t_{0,01,f} = 2,977$$

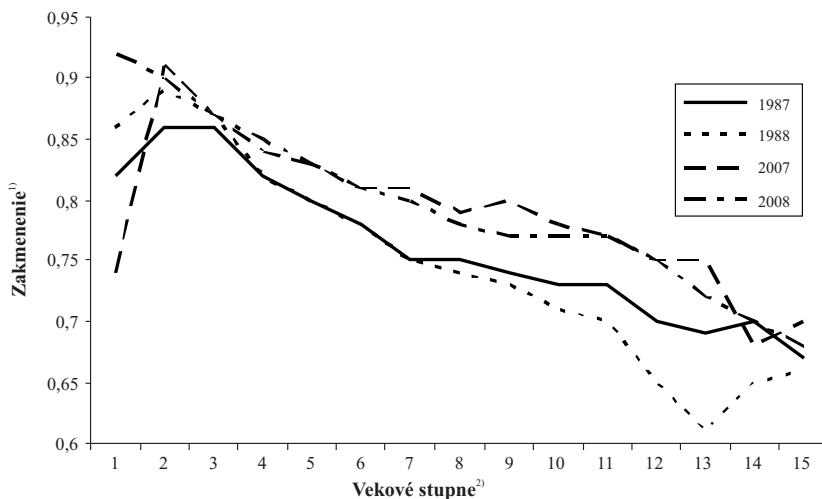
Hodnota testovacieho kritéria  $t$  je väčšia ako kritická hodnota  $t_{0,01,f}$ . To znamená, že hospodárenie v lesoch výberového súboru LHP má v sledovanom období významný vplyv na zvýšenie zakmenenia.

Hypotézu  $H_0$  zamietame na 1% hladine významnosti, priemerné zakmenenie v roku 2008 je s 99% istotou významne väčšie ako v roku 1988. Výsledky testu sú v súlade s výsledkami testovania zakmenenia smreka a buka v tab.3.

**1987 : 1988**  $\bar{d} = 0,012$   $s_d = 0,032$   $s_{\bar{d}} = 0,009$   $t = 1,39$   $t_{0,01,f} = 2,977$

**2007 : 2008**  $\bar{d} = 0,006$   $s_d = 0,049$   $s_{\bar{d}} = 0,013$   $t = 0,46$   $t_{0,01,f} = 2,977$

Hodnoty testovacieho kritéria  $t$  sú menšie ako kritická hodnota  $t_{0,01,f}$ . To znamená, že rozdiely medzi priemerným zakmenením výberových súborov LHP v odpovedajúcich časových hladinách majú na 1% hladine významnosti len náhodný charakter.



Obr.5. Porovnanie zakmenenia vo výberových súboroch

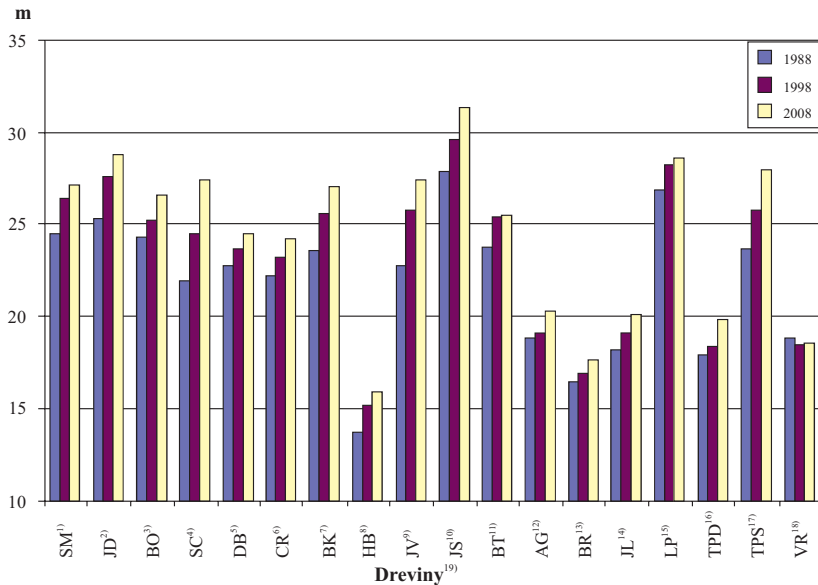
Fig. 5. Comparison of stocking in sample sets.

<sup>1)</sup>Stocking, <sup>2)</sup>Age classes

### Porovnanie priemerných bonít

Podobný stúpajúci trend ako u zakmenenia možno pozorovať aj pri priemerných absolútnych výškových bonitách. Z obrázku 6 je zrejmé, že priemerné absolútne výškové bonity u všetkých drevín stúpajú. Najväčšie zvýšenie priemernej bonity zaznamenáva z ihličnatých drevín smrekovec, z listnatých javor a topoľ šľachtený. Najvyššiu priemernú bonitu dosahuje z ihličnatých drevín jedľa a z listnatých jaseň.

Vo vekových stupňoch sú pre ilustráciu porovnané priemerné bonity pre drevinu smrek. V tabuľke 6 a v pripojenom obrázku 7 vidno, že priemerné bonity smreka v časových hladinách ležia nad sebou a majú približne rovnaký s vekom klesajúci priebeh. Svedčí to o zvyšovaní bonít v priebehu sledovaného obdobia v celom vekovom rozpätí. Tento jav korešponduje so signifikantným zvyšovaním váženého aritmetického priemeru stredných výšok smreka v porastoch výberového súboru v sledovanom období (tab. 3).



Obr. 6. Priemerné absolútne výškové bonity drevín

Fig. 6. Average absolute height classes by 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>Turkey oak, <sup>7)</sup>Beech, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple, <sup>10)</sup>Ash, <sup>11)</sup>Elm, <sup>12)</sup>Robinia, <sup>13)</sup>Birch, <sup>14)</sup>Alder, <sup>15)</sup>Linden, <sup>16)</sup>Native poplar, <sup>17)</sup>Cultivated poplar, <sup>18)</sup>Willow, <sup>19)</sup>Tree species

Tabuľka 6. Priemerné absolútne výškové bonity vo vekových stupňoch

Table 6. Average absolute height classes by tree species

Platnosť LHP od <sup>1)</sup>	Dre-vina <sup>2)</sup>	Vekové stupne <sup>3)</sup>														
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
1988	SM <sup>4)</sup>	18,4	25,0	26,6	26,7	27,4	27,5	26,6	26,0	24,8	21,8	20,8	18,0	16,2	14,9	14,0
2008		27,5	32,5	33,6	29,9	28,5	28,2	28,8	28,4	27,2	26,4	25,1	22,2	20,3	18,5	16,2
1987		18,2	23,8	26,2	26,2	27,3	27,5	26,8	25,6	24,3	23,1	20,5	18,6	16,5	15,8	13,9
2007		27,7	32,0	31,5	29,4	27,8	27,9	28,6	28,5	27,4	26,5	24,9	23,0	20,1	19,6	16,4

<sup>1)</sup>FMP validity from, <sup>2)</sup>Tree species, <sup>3)</sup>Age classes, <sup>4)</sup>Spruce

Porovnanie bonít testom párového výberu podľa vzorcov 6, 7 v kapitole 2:

**smrek 1988 : 2008**  $\bar{d} = 3,906$   $s_d = 4,533$   $s_{\bar{d}} = 1,212$   $t = 3,22$   $t_{0,01,f} = 2,977$

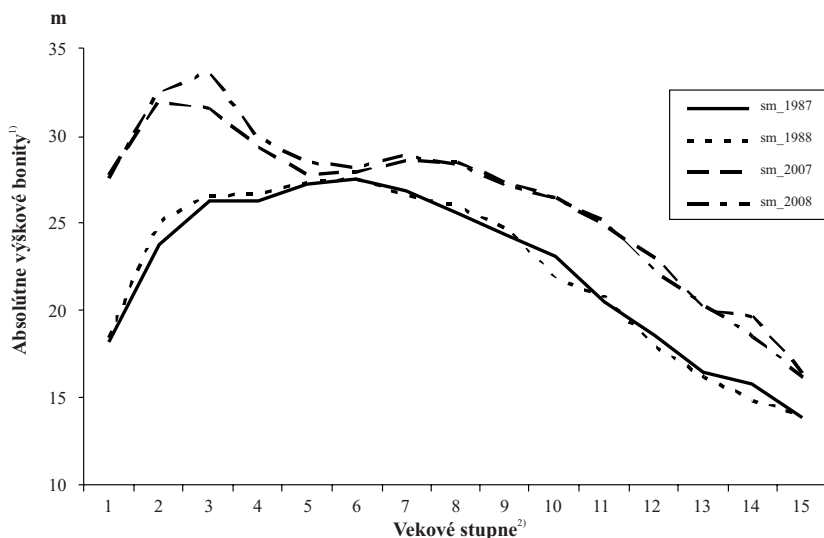
Hodnota testovacieho kritéria  $t$  je väčšia ako kritická hodnota  $t_{0,01,f}$ . To znamená, že hospodárenie v lesoch výberového súboru LHP má v sledovanom období významný vplyv na zvyšovanie bonít smreka. Výsledky testu sú v súlade s výsledkami testovania priemerných stredných výšok smreka v kapitole 3.1 (tab. 3).

Pri porovnávaní vývoja absolútnych výškových bonít smreka vo výberových súbороch LHP 1987 – 2007 a LHP 1988 – 2008 v tabuľke 6 a na obrázku 7 možno vidieť približne zhodný priebeh bonít výberových súborov v časovej hladine 1987 – 1988 a tiež v časovej hladine 2007 – 2008.

**smrek 1987 : 1988**  $\bar{d} = 0,027$   $s_d = 0,600$   $s_{\bar{d}} = 0,160$   $t = 0,17$   $t_{0,01,f} = 2,977$

**smrek 2007 : 2008**  $\bar{d} = 0,133$   $s_d = 0,712$   $s_{\bar{d}} = 0,190$   $t = 0,70$   $t_{0,01,f} = 2,977$

Hodnoty testovacieho kritéria  $t$  sú menšie ako kritická hodnota  $t_{0,01,f}$ . To znamená, že rozdiely medzi priemernými bonitami smreka vo výberových súbороch LHP v odpovedajúcich časových hladinách majú na 1 % hladine významnosti len náhodný charakter.



Obr.7. Porovnanie bonít smreka vo výberových súbороch

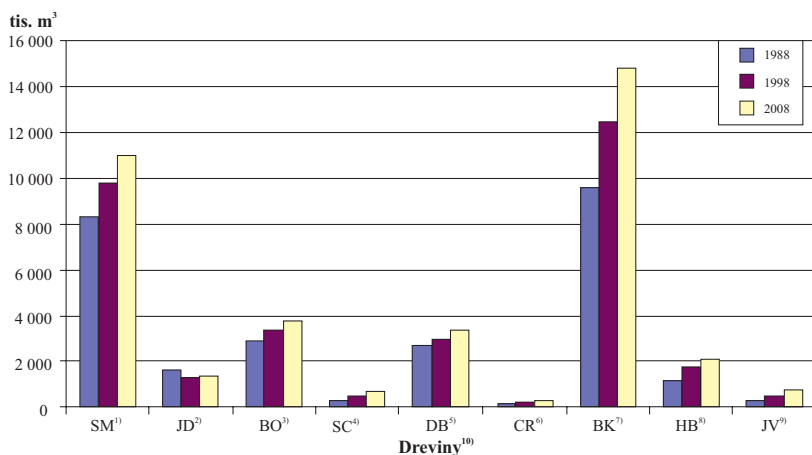
Fig. 7. Comparison of spruce height classes in sampling sets.

<sup>1)</sup>Absolute height classes, <sup>2)</sup>Age classes

### Porovnanie zásob

Zásoby jednotlivých prevládajúcich drevín (obr. 8) s výnimkou stagnujúcej jedle, narastajú. Najväčší nárast v absolútnom vyjadrení majú najviac zastúpené dreviny, z ihličnatých je to smrek a z listnatých buk. Zásoba smreka stúpa aj napriek tomu, že jeho skutočná plocha sa znižuje.

Zvyšovanie zásob je spôsobené nielen vyšším prírastkom z titulu zvyšovania veku, ale je ovplyvnené aj zvyšovaním bonít a zakmenení a je v súlade so významným zvyšovaním produkčných charakteristík smreka a buka vo výberovom súbore LHP 1988 – 2008 v sledovanom období (tab. 3).



Obr. 8. Zásoby podľa prevládajúcich drevín

Fig. 8. Growing stock by dominant 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>Turkey oak, <sup>7)</sup>Beech, <sup>8)</sup>Hornbeam, <sup>9)</sup>Maple, <sup>10)</sup>Tree species

Tabuľka 7. Zásoby na 1 ha vo vekových stupňoch

Table 7. Growing stock by age classes per 1 ha

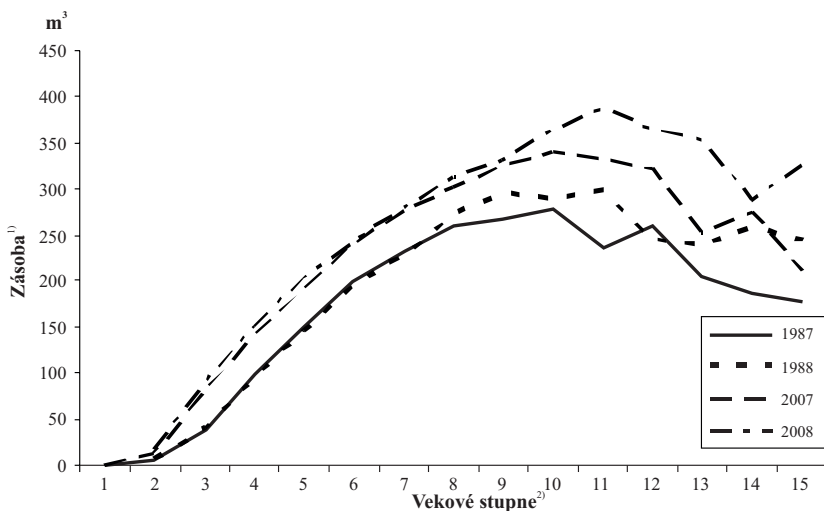
Platnosť LHP od <sup>1)</sup>	Vekové stupne <sup>2)</sup>														Priemer na 1 ha <sup>3)</sup>	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.		15.
1988		7	40	95	148	196	228	273	294	289	297	244	239	257	245	172
2008		16	90	151	202	242	279	313	331	365	388	364	353	287	326	241
1987		7	39	99	151	199	232	259	267	277	236	260	205	187	177	172
2007		14	80	141	190	240	276	301	327	340	333	322	253	275	211	216

<sup>1)</sup>FMP validity from, <sup>2)</sup>Age classes, <sup>3)</sup>Average per 1 ha

Pri vzájomnom porovnaní priebehu zásob na 1 ha v časových hladinách 1988, 2008 je zrejme výrazné zvýšenie zásob na 1 ha v sledovanom období v celom vekovom rozpätí (tab. 7). Väčšia variabilita zásob na 1 ha v rubných vekových stupňoch je spôsobená realizáciou rubných ťažieb.

Porovnanie zásoby na 1 ha testom párového výberu podľa vzorcov 6, 7 v kapitole 2:  
**1988 : 2008**  $\bar{d} = 57,000$   $s_d = 65,946$   $s_{\bar{d}} = 17,624$   $t = 3,23$   $t_{0,01,f} = 2,977$

Hodnota testovacieho kritéria  $t$  je väčšia ako kritická hodnota  $t_{0,01,f}$ . To znamená, že hospodárenie v lesoch výberového súboru LHP má v sledovanom období významný vplyv na zvyšovanie hektárovej zásoby. Hypotézu  $H_0$  zamietame na 1 % hladine významnosti, priemerná zásoba na 1 ha v roku 2008 je s 99 % istotou významne väčšia



Obr. 9. Porovnanie zásob na 1 ha vo výberových súboroch  
 Fig. 9. Comparison of growing stock per 1 ha in sample sets.  
<sup>1)</sup>growing stock, <sup>2)</sup>Age classes

ako v roku 1988. Výsledky testu sú v súlade s výsledkami testovania priemerných hektárových zásob smreka a buka (tab. 3).

Pri porovnávaní vývoja zásob na 1 ha vo výberových súboroch LHP 1987 – 2007 a LHP 1988 – 2008 na obrázku 9 možno vidieť približne zhodný priebeh zásob na 1 ha výberových súborov v časovej hladine 1987 – 1988 a tiež v časovej hladine 2007 – 2008

$$\mathbf{1987 : 1988} \quad \bar{d} = 17,1 \quad s_d = 32,4 \quad s_{\bar{d}} = 8,7 \quad t = 1,98 \quad t_{0,01,f} = 2,977$$

$$\mathbf{2007 : 2008} \quad \bar{d} = 26,9 \quad s_d = 44,2 \quad s_{\bar{d}} = 11,8 \quad t = 2,28 \quad t_{0,01,f} = 2,977$$

Hodnoty testovacieho kritéria  $t$  sú menšie ako kritická hodnota  $t_{0,01,f}$ . To znamená, že rozdiely medzi priemernou hektárovou zásobou výberových súborov LHP v odpovedajúcich časových hladinách majú s 99 % istotou len náhodný charakter.

#### 4. Záver

Téma práce je zameraná na analýzu vývoja produkcie lesov v priebehu troch decínií na základe výberového súboru LHP. Výberový súbor tvoria LHP s rovnakým začiatkom aj obdobím platnosti (10 rokov), ktoré boli obnovované v troch časových hladinách. Údaje o stave lesov sú platné k termínu 1. január 1988, 1998 a 2008. Údaje plánu hospodárskych opatrení sa vzťahujú na tri decenia v období 1988 – 2017.

Analýza výberového súboru LHP obsahuje riešenie dvoch problémových okruhov:

- Kvantifikácia a analýza vývoja produkčných charakteristík prevládajúcich drevín vo výberovom súbore so začiatkom platnosti LHP v rokoch 1988, 1998, 2008.



Tabuľka 8. Porovnanie štruktúry základného a výberového súboru  
Table 8. Comparison of basic set structure and sampling set structure

Vekové stupne <sup>1)</sup>		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Základný súbor <sup>2)</sup>	plochy <sup>3)</sup>	6,7	8,3	7,7	7,2	6,8	9,7	10,4	9,9	9,6	8,5	5,5	3,2	1,9	1,4	2,6
Výberový súbor <sup>4)</sup>	v %	6,4	6,1	8,7	6,9	6,5	9,5	11,4	9,2	7,7	9,1	7,8	3,9	2,2	1,9	2,7
Základný súbor <sup>2)</sup>	zásoby <sup>5)</sup>	1	15	85	149	198	238	276	310	341	366	379	357	349	314	307
Výberový súbor <sup>4)</sup>	na 1 ha <sup>6)</sup>	0	16	90	151	202	242	279	313	331	365	388	364	353	287	326
Index <sup>7)</sup>	plochy <sup>3)</sup>	0,9	0,7	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	0,8	1,1	1,4	1,2	1,1	1,4	1,1
Výber/základ <sup>8)</sup>	zásoby <sup>5)</sup>	0,3	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,1
Dreviny <sup>9)</sup>	SM <sup>10)</sup>	JD <sup>11)</sup>	BO <sup>12)</sup>	SC <sup>13)</sup>	DB <sup>14)</sup>	CR <sup>15)</sup>	BK <sup>16)</sup>	HB <sup>17)</sup>	JV <sup>18)</sup>	JS <sup>19)</sup>	AG <sup>20)</sup>	BR <sup>21)</sup>	JL <sup>22)</sup>	LP <sup>23)</sup>	TPD <sup>24)</sup>	TPS <sup>25)</sup>
Základný súbor <sup>2)</sup>	26,1	4,0	7,2	2,4	10,9	2,5	31,2	5,7	2,0	1,4	1,7	1,4	0,8	0,4	0,4	0,5
Výberový súbor <sup>4)</sup>	20,8	2,5	10,0	2,3	10,3	0,8	35,7	6,6	2,9	1,8	1,3	1,7	0,8	0,7	0,4	0,1

<sup>1)</sup>Age classes, <sup>2)</sup>Basic set, <sup>3)</sup>Of area, <sup>4)</sup>Sampling set, <sup>5)</sup>of growing stock, <sup>6)</sup> per 1 ha, <sup>7)</sup>Index, <sup>8)</sup>Sample/Base, <sup>9)</sup>Tree species, <sup>10)</sup>Spruce, <sup>11)</sup>Fir, <sup>12)</sup>Pine, <sup>13)</sup>Larch, <sup>14)</sup>Oak, <sup>15)</sup>Turkey oak, <sup>16)</sup>Beech, <sup>17)</sup>Hornbeam, <sup>18)</sup>Maple, <sup>19)</sup>Ash, <sup>20)</sup>Robinia, <sup>21)</sup>Elm, <sup>22)</sup>Elm, <sup>23)</sup>Linden, <sup>24)</sup>Native poplar, <sup>25)</sup>Cultivated poplar

- Analýza a porovnanie produkčných charakteristík agregovaných v rámci dvoch výberových súborov so začiatkom platnosti LHP v rokoch 1988, 1998, 2008 a so začiatkom platnosti LHP v rokoch 1987, 1997, 2007 (HERICH 2008).  
V záujme objektívnej interpretácie výsledkov je potrebné uviesť, že podmienky aplikácie štatistických metód v rámci štúdie nemohli byť splnené úplne ideálne nakoľko:
- Územia pre vyhotovenie LHP v príslušných rokoch boli síce z pohľadu zamerania štúdie vybrané náhodne, neplatí to však o výbere porastov. Výberové súbory obsahujú všetky porasty zo záujmového územia, lebo kvôli podmienke rovnakého začiatku a obdobia platnosti LHP nemohli byť náhodne vybrané z celého základného súboru.
- Porovnávané výberové súbory LHP 1987 – 2007 a LHP 1988 – 2008 nepochádzajú z toho istého základného súboru. Za 1 rok, ktorý uplynul od taxačných prác na LHP 1987 – 2007 sa v lesoch udiali zmeny spôsobené hospodárením, rastovým procesom a náhodnými vplyvmi.
- Hodnoty stredných výšok a hrúbok sú v LHP zaokrúhlené na celé číslo a pre účely analýzy sa dodatočne nedajú spresniť bez digitalizácie prvotných zázpisníkov.
- Relatívne veľké rozsahy výberových súborov majú nižšiu štatistickú váhu a vypovedaciu schopnosť práve z dôvodu nedostatočného splnenia podmienok náhodného výberu.

Napriek uvedeným objektívnym skutočnostiam sú štatistické testy natoľko preukazné (hodnoty testovacích kritérií niekoľkonásobne prevyšujú kritické hodnoty), že aj rádovo nižšie rozsahy výberových súborov by generovali rovnaké závery. Repräsentatívnosť výberového súboru so začiatkom platnosti LHP v 1988, 1998 a 2008 roku dokumentuje tab. 8. Tabuľka obsahuje porovnanie zastúpenia drevín, zastúpenia vekových stupňov a hektárových zásob vo vekových stupňoch v základnom (Zelená správa, 2007) a výberovom súbore (časová hladina 2008). Z hľadiska vývoja produkcie sú zvlášť dôležité prakticky identické indexy hektárových zásob.

To znamená, že výsledky analýzy možno zovšeobecniť na základný súbor a odvodíť z nich trendy vývoja produkcie lesov na Slovensku. V sledovanom období možno pozorovať:

- 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 zvyšovanie priemerných produkčných charakteristík (stredná výška, stredná hrúbka, zakmenenie, zásoba na 1 ha).
- Postupné zväčšovanie celkových zásob v dôsledku:
  - zmeny zastúpenia vekových stupňov v prospech vekových stupňov s vyššou zásobou na 1 ha,
  - postupného zvyšovania produkčných charakteristík (tab. 3, 5, 6, 7).

Celkove možno konštatovať, že v priebehu sledovaného obdobia vývoj lesov v oboch výberových súboroch zaznamenal výrazné zlepšenie, ktoré sa prejavilo najmä vo zvýšení produkcie a v optimalizácii drevinovej skladby. Rast produkcie lesov sa prejavil najmä v postupnom zvyšovaní stredných výšok, stredných hrúbok, zakmenenia, ktoré následne implikujú zlepšovanie absolútnych výškových bonít a rast zásob a to aj v prepočte na 1 ha.

## Použitá literatúra

1. BAVLŠÍK J. *a kol.*, 2008: Pracovné postupy HÚL. Zvolen, NLC 147 pp. – 2. HALAJ J., PETRÁŠ R., 1998: Rastové tabuľky hlavných drevín. Bratislava: SAP, 325 pp. – 3. HERICH I., 1997: Informačný systém – nástroj pre sledovanie obhospodarovania lesov. In Zborník referátov z MVK: Trvalosť obhospodarovania v HÚL, plánovaní a lesníckej politike. Zvolen, p. 53–62. – 4. HERICH I., 2008: Hodnotenie stavu a vývoja lesov na výberovom súbore údajov LHP a LHE. Zvolen, NLC, 37 pp. – 5. HERICH I., 2009: Analýza vývoja produkcie lesov SR. Zvolen, NLC, 48 pp. – 6. ŠMELKO Š., 1995: Štatistické metódy v lesníctve. Zvolen, ES TU vo Zvolene, 276 pp. – 7. Zákon o lesoch č. 326/2005 Z. z. – 8. Správa o lesnom hospodárstve v SR 2007. Zelená správa 2007. Bratislava, MP SR, Zvolen, NLC.

## Summary

The input database for the analysis of forests' production development was formed by comparable sets of forest management plans (FMP) with the same effect and validity period. The first set contains FMP data ad 1. January 1987, 1997 and 2007, the second set ad 1. January 1988, 1998 and 2008.

The analysis objective in the studied period is:

- Development of average production characteristics in sampling sets of forests,
- Correlation of real and model average production characteristics development in sampling sets of identical forests,
- Development of aggregate production characteristics of the age classes in sampling sets of forests.

The inputs in analysis were obtained by forests data aggregation according to tree species, age and other criteria. The aggregated data were assessed using tables containing summary, average and other aggregated values at different levels of aggregation, then alignment and bar statistical charts, statistical measures of position and variability, regression and correlation analysis, interval estimations, statistical hypotheses tests as well as time series and indexes. The analysis operated on the principle of generally known links between mensurational parameters.

The analysis resulted in the quantification of the trends of forest production development in SR.

- Gradual increase of average age of forests by dominant age classes movement,
- Gradual increase of average production characteristics (mean height, mean diameter, drop density, growing stock per 1 ha),
- Gradual increase of mean heights in forests, which statistically significantly exceeds model development estimated according to growth tables with improvement effect on average absolute height classes for all age classes,
- Gradual increase of mean diameters in forests, which statistically significantly exceeds model development estimated according to growth tables,
- Gradual growing stock increase as a result of
- Gradual increase of average age of forests,
- Gradual increase of age classes ratio with large growing stock per 1 ha,
- Gradual increase of mean heights, crop density and consequently height classes and growing stocks.
- Gradual decline of forests average area that causes gradual increase of the number of these units.

Presented trends allow alleging that production development of Slovak forests in the studied period improved markedly. The production growth is obvious especially in the gradual increase of mean heights, mean diameters, stocking that consequently implies the gradual increase of average absolute height classes and growing stocks in total as well as per 1 ha.

*Translated by: author  
Revised by: Z. AL-ATTASOVÁ*