



Aplikácia metód zisťovania zásoby dreva v lesných porastoch na Slovensku v období 2001–2010

Application of methods of growing stock estimation in the forests of Slovakia between 2001–2010

Milan Machanský

Národné lesnícke centrum - Ústav hospodárskej úpravy lesov Zvolen, Sokolská 2, SK – 960 52 Zvolen, Slovenská republika

Abstract

The paper analyses the implementation of the growing stock estimation methods in the forests of Slovakia between the years 2001 and 2010. The analysis focuses on mature stands with primary timber production function in more detail. The share of more accurate and costly methods has been continuously decreasing; and since 1993 yield tables have become the most prevalent methods of estimation used in mature stands are. After more than 20 years of their implementation it is important to verify the accuracy of their application, the accuracy of the provided input variables and the methodology behind the growing stock estimation. The paper identifies the cases of their incorrect application, and the risks associated with the quantification of input data, and proposes the measures for their elimination. It stresses the importance of inspection of monitoring the quality of Forest Stewardship Programmes which operates as a specialised task since 2008. Since that time, a positive trend has been observed in mature stands of timber production forests in which mathematical-statistical sampling methods are gaining on importance.

Keywords: forest planning; forest stand; forest survey; growing stock; methods

Abstrakt

Práca analyzuje používanie metód zisťovania zásoby dreva v lesných porastoch na Slovensku v období rokov 2001–2010. Podrobnejšie je orientovaná na rubné porasty s drevoprodukčnou funkciou lesa. Podiel presnejších, finančne nákladných metód neustále klesá, a od roku 1993 dominujú v rubných porastoch metódy odhadu – rastové tabuľky. Po takmer 20 rokoch ich používania, je potrebné preveriť správnosť ich aplikácie, správnosť zisťovania vstupných veličín, ako aj metodický postup výpočtu zásoby. Práca poukazuje na prípady nesprávnej aplikácie, riziká pri zisťovaní vstupných veličín a navrhuje opatrenia na ich elimináciu. Zdôrazňuje význam terénnej kontroly pri preberaní prác v rámci vyhotovenia programov starostlivosti o lesy, ktorá funguje ako špecializovaná činnosť v Národnom lesníckom centre od roku 2008. Od tohto obdobia je pri aplikácii metód zaznamenaný pozitívny trend v rubných porastoch drevoprodukčných lesov, kde sa výraznejšie začínajú presadzovať matematicko-štatistické reprezentatívne metódy.

Kľúčové slová: hospodárska úprava lesov; lesný porast; zisťovanie stavu lesa; zásoba dreva; metódy

1. Problematika a cieľ práce

Zisťovanie zásoby dreva v lesných porastoch patrí spolu s lesníckym mapovaním k rozhodujúcim činnostiam potrebným pre hospodársko-úpravnicke a lesnícke plánovanie. Tieto činnosti sú navzájom pevne prepojené pri vyhotovovaní programov starostlivosti o lesy (PSL).

Zásoba dreva v konkrétnom lesnom poraste, vo vlastníckom alebo lesnom celku (LC) je základným údajom, od ktorého sa odvíja celkový objem ťažby dreva. Je to však dynamická veličina, ktorá sa z roka na rok mení. Jej hodnotu ovplyvňuje najmä prírastok (rast stromov, ich konkurencia, stanovište), mortalita (pôsobenie škodlivých činiteľov) a ťažba stromov.

Porastové zásoby sú zisťované s vopred stanovenou požadovanou presnosťou a spoľahlivosťou, ktorá je stanovená vyhláškou č. 453/2006 Z. z. o hospodárskej úprave lesov a ochrane lesa (ďalej „vyhláška“). Slovensko je jedna z mála krajín Európy s tak podrobnou právnou úpravou o zisťovaní zásoby dreva. Legislatíva stanovuje používanie viacerých spôsobov (metód) zisťovania porastových zásob (SZZ), a to

podľa kategórie lesa, hospodárskeho tvaru lesa, hospodárskeho spôsobu a stavu lesného porastu. Metódy s presnosťou $\pm 15\%$ sa používajú v rubných porastoch hospodárskeho lesa s plánovanou obnovnou ťažbou. V porastoch, kde sa plánuje ukončenie obnovy, sa požaduje ešte vyššia presnosť ($\pm 10\%$). Spoľahlivosť zisťovania zásob JPRL je štandardne nastavená na hodnotu 95 %.

Metódy podľa legislatívy (Tabuľka 1) sú doplnené v Pracovných postupoch hospodárskej úpravy lesov 2008 o metódu spočítavania stromov s výberovým meraním na taxačných líniiach (SZZ č. 8), metódu aktualizácie zásoby (SZZ č. 12) a neštandardné štatistické metódy (SZZ č. 10) ako napr. meranie zásoby na inventarizačných plochách, odhad zásoby z leteckých snímok. SZZ sú podrobne popísané v odbornej literatúre, napr. Šmelko 2007.

Metóda zisťovania porastovej zásoby dreva – sama o sebe negarantuje dosiahnutú presnosť a spoľahlivosť. Presnosť a spoľahlivosť je daná správnym použitím metódy a správnym zistením vstupných veličín pre výpočet zásoby (teória o prenášaní chýb). Významný vplyv zohráva aj odbornosť

*Corresponding author. Milan Machanský, e-mail: machansky@nlcsk.org, phone: +421 45 6781114

a skúsenosť merača, počet založených stanovišť, spôsob ich výberu, meracie prístroje a pomôcky.

Usmerňovanie správnej aplikácie metód zisťovania porastových zásob je úlohou kontroly pri preberaní prác v II. etape vyhotovovania PSL, ktorú zabezpečuje Národné lesnícke centrum - Ústav pre hospodársku úpravu lesov (NLC-ÚHÚL) Zvolen od roku 2008. Kontrola PSL sa okrem iného zameriava aj na zisťovanie systematických chýb jednotlivých taxátorov pri meraní stredných porastových veličín a ich odstránenie.

Cieľom práce je analýza používania metód zisťovania zásoby dreva v lesných porastoch na Slovensku, ktorá je podrobnejšie orientovaná na rubné porasty s drevoprodukčnou funkciou lesa. Čiastkovým cieľom práce je na malej vzorke vybraných plôch preveriť dopad zmeny spôsobu zisťovania zásoby dreva na stanovenie zásoby dreva. Práca zároveň rieši alternatívy aplikácie najpoužívanejších metód rastových tabuliek a odpovedá na otázky: O koľko sa zmení pôvodne určená (metódami rastových tabuliek) zásoba dreva a) pri použití rastových tabuliek diferencovaných na dve alebo tri zásobové úrovne hlavných drevín, b) pri použití rastových tabuliek s jednou zásobovou úrovňou drevín pre priemerné pomery Slovenska.

2. Materiál a metodika

V prvej časti práce bol vyhodnotený vývoj v používaní SZZ na Slovensku. Základný súbor údajov pre analýzu tvoria údaje zo všetkých jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL – dielec, čiastková plocha, porastová skupina, etáž) na Slovensku zisťovaných v období rokov 2001–2010. Z analýzy boli vylúčené údaje JPRL, ktoré zisťovala vojenská taxácia v období 2001–2005 a 2007, pretože chýbal údaj o použitej metóde zisťovania zásoby. Z databáz PSL boli využité údaje o strednom veku JPRL a jednotlivých drevín, zastúpení drevín (HSPT – hospodársky súbor porastových typov), zakmenení JPRL, rubnej a obnovnej dobe, resp. veku začatia obnovy, výmere JPRL a o spôsobe zisťovania zásob. Uvádzané roky zisťovania zásob nekorešponujú s rokmi

začiatku platnosti PSL tzn. údaje zisťované napr. v období od apríla do novembra 2010 sú v databázach PSL vedené ako ročník 2011 (ročný posun).

V jednotlivých ročníkoch boli agregované údaje o výmere lesa podľa SZZ a v členení na predrubné a rubné porasty jednotlivých kategórií a tvarov lesa. Pri zhodnotení vývoja v aplikácii metód v období od roku 1989 boli využité výsledky podľa Dezorza (2000).

Pre posúdenie správnosti aplikácie najpoužívanejších metód boli realizované podrobnejšie analýzy v rubných porastoch vysokého lesa s drevoprodukčnou funkciou. Keďže stupeň zásobovej rozrôznosti JPRL, ako základné kritérium pre hodnotenie aplikácie SZZ sa v databázach PSL neuvádza, vybraným kritériom hodnotenia bolo zakmenenie, percentuálne zastúpenie hlavných drevín (smrek, jedľa, borovica, dub, buk) a ostatných drevín v JPRL, a zastúpenie drevín vyjadrené HSPT.

V druhej časti práce boli v 9 JPRL realizované merania zásoby na spolu 19 skusných plochách. Výber JPRL bol zameraný na zisťovanie zásoby predrubných smrečín (LC Paráč – v 2 JPRL po 3 skusné plochy, v 1 JPRL 1 skusná plocha), predrubných bučín (LC Budča – v 3 JPRL po 3 skusné plochy) a rubných agátin (LC Čifáre – v 3 JPRL po 1 skusnej ploche). Výmera skusných plôch bola 0,10 ha (30 × 33,3 m), v prípade agátových porastov 0,05 ha (20 × 25 m). Na plochách bola zisťovaná zásoba priamym meraním všetkých stromov s výpočtom podľa objemových tabuliek, relaskopickou metódou, vzorníkovou metódou, a metódami odhadu pomocou rastových tabuliek pre priemerné pomery Slovenska s odhadom zakmenenia (RT – variant SZZ č. 1), a v bučinách a smrečinách aj metódou rastových tabuliek diferencovaných podľa zásobových úrovní (DRT). Zásoba bola prepočítaná na skutočnú plochu 1 ha. Na jednotlivých plochách sa zisťovalo zakmenenie cez meranú kruhovú základňu (meranie relaskopom, v agátinách výpočet cez počet stromov a kruhovú základňu stredného kmeňa), ktoré mohlo dosiahnuť aj vyššiu hodnotu ako 1,0, a použilo sa pri metóde rastových tabuliek pre priemerné pomery Slovenska (variant SZZ č. 1*). Keďže sa pri metóde rastových tabuliek využívajú v praxi HÚL údaje o zásobe hlavného porastu, pri variante

Tabuľka 1. Spôsoby (metódy) zisťovania zásoby podľa legislatívy, ich označenie v programoch starostlivosti o lesy a ich presnosť pri 95 % spoľahlivosti

Table 1. Methods of growing stock estimation based on legislation, their codes in Forest Stewardship Programmes and their accuracy at 95% confidence level.

Označenie SZZ ¹⁾	Spôsoby (metódy) zisťovania zásoby – SZZ ²⁾	Presnosť SZZ ³⁾ [%]
1	Rastové tabuľky podľa dreviny, bonity a veku ⁴⁾	± 20
2	Rastové tabuľky diferencované podľa zásobových úrovní ⁵⁾	± 15
3	Celoplošné priemerovanie ⁶⁾	± 5
4	Matematicko-štatistické reprezentatívne metódy (pásovú skusnú plochu) ⁷⁾	± 10 – 15
5	Matematicko-štatistické reprezentatívne metódy (kruhovú skusnú plochu) ⁸⁾	± 10 – 15
6	Matematicko-štatistické reprezentatívne metódy (metóda stromových rozstupov) ⁹⁾	± 10 – 15
7	Matematicko-štatistické reprezentatívne metódy (relaskopické skusné plochy) ¹⁰⁾	± 10 – 15
9	Odvodenie z predchádzajúcich ťažbových výsledkov ¹¹⁾	± 20 – 25
10	Neštandardné štatistické metódy ¹²⁾	± 10 – 30
11	Odhad podľa druhu dreviny a kvality stanovišťa ¹³⁾	± 25 – 30
13	Metóda porastového vzorníka podľa počtu stromov na ha a objemu stredného kmeňa ¹⁴⁾	± 15 – 20
14	Podľa § 33 ods. 4 vyhlášky č. 453/2006 o HÚL a ochrane lesa ¹⁵⁾	± 5 – 20

¹⁾MGSE codes, ²⁾Methods of growing stock estimation (MGSE), ³⁾Accuracy level, ⁴⁾Yield tables by tree species, yield class and age, ⁵⁾Yield tables by growing stock level, ⁶⁾Full callipering, ⁷⁾Mathematical-statistical sampling methods (strip sample plots), ⁸⁾Mathematical-statistical sampling methods (circular sample plots), ⁹⁾Mathematical-statistical sampling methods (tree spacing), ¹⁰⁾Mathematical-statistical sampling methods (relascope sample plots), ¹¹⁾Derivation from previous felling figures, ¹²⁾Nonstandard statistical methods, ¹³⁾Estimation by tree species and site quality, ¹⁴⁾Method of a stand sample tree based on a number of trees per ha and diameter of mean stem, ¹⁵⁾Based on § 33 Sec. 4 of Regulation No. 453/2006 on forest planning and forest protection



Obr. 1. Grafické znázornenie výberu v rámci Slovenska
Fig. 1. Graphical visualisation of sample sites in Slovakia.

SZZ č. 1** (metóda rastových tabuliek pre priemerné pomery) sa použili tabuľkové údaje zásoby združeného porastu.

Vo výsledkoch boli vyhodnotené diferencie medzi hektárovou zásobou určenou podľa vybraných metód a hektárovou zásobou zistenou priamym meraním (výpočet podľa objemových tabuliek). Zároveň boli vyhodnotené diferencie medzi hektárovou zásobou určenou podľa variantov SZZ č. 1*, SZZ č. 1** a hektárovou zásobou podľa SZZ č. 1.

V poslednej časti práce bola na výberovej vzorke zodpovedajúcej 1/10 územia Slovenska (Tabuľka 2, Obr. 1) vypočítaná zmena pôvodnej zásoby dreva podľa ďalších dvoch variantov aplikácie rastových tabuliek. Variant A – používanie viacerých (2–3) zásobových úrovní hlavných drevín, vychádza z rozdelenia zásoby hlavných drevín zistenej metódou RT podľa rastových oblastí a stupňov zásobových úrovní (Tabuľka 9). Variant B – používanie jednej priemernej zásobovej úrovne drevín, vychádza z rozdelenia zásoby hlav-

ných drevín zistenej metódou DRT podľa rastových oblastí a stupňov zásobových úrovní (Tabuľka 10). Objem zásoby drevín v jednotlivých JPRL sa pri oboch variantoch prepočíta na základe koeficientov. Prepočítavacie koeficienty drevín pri A variante sú odvodené podľa bonity a veku zo zásobovej úrovne 2,2 (2,9 pri borovici) na zásobovú úroveň 1,5–3,0. Pri B variante – zo zásobovej úrovne 1,5–3,0 na zásobovú úroveň 2,2 (2,9 pri borovici). Priemerné prepočítavacie koeficienty podľa drevín a stupňov zásobovej úrovne sú uvedené v tabuľke 3.

3. Výsledky

Výsledky analýzy (Tabuľka 4) naznačujú súčasné trendy v podrobnom zisťovaní zásob lesných porastov na Slovensku. Za sledované obdobie 2001–2010 sa používanie celoplošného priemerkovania (CP) znížilo priemerne o 55 %, a naopak o 59 % sa zvýšila výmera lesa s aplikáciou relaskopických skusných plôch (porovnanie sumárnych výmer 2001–2005 a 2006–2010). Podiel používania rastových tabuliek sa výrazne nezmenil, avšak badateľný je pokles používania ostatných metód a to až o 70 %. Najmenej používanými sú neštandardné štatistické metódy (SZZ č. 10) a metódy odhadu podľa druhu dreveniny a kvality stanovišťa (SZZ č. 11). V období 2006–2010 sa minimalizuje aj používanie kruhových skusných plôch (SZZ č. 5) a metódy stromových rozstupov (SZZ č. 6).

Tabuľka 2. Zásoba (m^3) a výmera (ha) drevín na reprezentatívnej vzorke
Table 2. Growing stock (m^3) and area of tree species (ha) on a representative sample.

Drevina (% zastúpenie) ¹⁾	Smrek ²⁾ 24 %	Jedľa ³⁾ 2 %	Borovica ⁴⁾ 5 %	Dub ⁵⁾ 11 %	Buk ⁶⁾ 41 %	Ostatné ⁷⁾ 17 %	Spolu ⁸⁾
Rastové tabuľky ⁹⁾ [m^3]	7 551 357	599 978	1 642 813	3 896 921	13 686 466	6 388 544	33 766 079
	81	83	90	91	84	93	86
Ostatné metódy ¹⁰⁾ [m^3]	1 798 423	126 422	175 804	368 052	2 613 168	451 700	5 533 568
	19	17	10	9	16	7	14
Spolu ⁸⁾ [m^3]	9 349 780	726 400	1 818 617	4 264 973	16 299 634	6 840 244	39 299 648
Drevina (% zastúpenie) ¹⁾	Smrek ²⁾ 18 %	Jedľa ³⁾ 2 %	Borovica ⁴⁾ 5 %	Dub ⁵⁾ 13 %	Buk ⁶⁾ 37 %	Ostatné ⁷⁾ 25 %	Spolu ⁸⁾
Rastové tabuľky ⁹⁾ [m^3]	30 462	3 024	9 171	23 869	63 038	45 967	175 531
	89	90	94	94	89	96	92
Ostatné metódy ¹⁰⁾ [m^3]	3 774	326	609	1 479	7 695	1 816	15 699
	11	10	6	6	11	4	8
Spolu ⁸⁾ [m^3]	34 236	3 350	9 780	25 348	70 733	47 783	191 230

¹⁾Tree species, ²⁾Spruce, ³⁾Fir, ⁴⁾Pine, ⁵⁾Oak, ⁶⁾Beech, ⁷⁾Other, ⁸⁾Total, ⁹⁾Yield tables, ¹⁰⁾Other methods

Tabuľka 3. Priemerné prepočítavacie koeficienty zásobových úrovní drevín podľa rastových tabuliek
Table 3. Average conversion coefficients of growing stock levels of tree species based on yield tables.

Drevina ¹⁾	Variant A				Drevina ¹⁾	Variant B			
	Stupeň zásobovej úrovne ²⁾					Stupeň zásobovej úrovne ²⁾			
	1,5	2,0	2,5	3,0		1,5	2,0	2,5	3,0
Smrek ³⁾	0,903	0,974	1,045	—	Smrek ³⁾	1,107	1,027	0,957	—
Jedľa ⁴⁾	0,910	0,975	1,039	—	Jedľa ⁴⁾	1,099	1,026	0,962	—
Borovica ⁵⁾	—	—	0,945	1,013	Borovica ⁵⁾	—	—	1,058	0,987
Dub ⁶⁾	0,919	0,977	1,035	—	Dub ⁶⁾	1,088	1,024	0,966	—
Buk ⁷⁾	0,918	0,977	1,036	—	Buk ⁷⁾	1,089	1,024	0,965	—

¹⁾Tree species, ²⁾Growing stock level, ³⁾Spruce, ⁴⁾Fir, ⁵⁾Pine, ⁶⁾Oak, ⁷⁾Beech

Tabuľka 4. Rozdelenie plochy lesných porastov (ha) podľa použitých metód zisťovania zásob v jednotlivých rokoch
Table 4. Distribution of area of forest stands (ha) by methods used for growing stock estimation in particular years.

SZZ ¹⁾	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2001–2010
1	165 634	163 876	159 349	152 057	143 486	160 972	152 730	172 751	163 283	146 512	1 580 650
2	10 653	17 700	16 151	14 667	12 682	10 966	15 610	18 307	11 520	13 110	141 366
3	5 225	5 453	2 554	1 718	2 029	897	1 865	1 995	1 542	1 312	24 590
4	71	83	23	72	44	46	46	77	48	27	537
5	501	444	246	113	522	27	7	11	0	3	1 874
6	492	0	693	2	5	0	0	0	0	0	1 192
7	7 388	11 206	12 726	11 845	9 627	9 834	14 808	15 154	20 950	23 211	136 749
8	241	46	79	32	67	16	23	69	53	16	642
9	88	73	103	61	404	22	41	0	77	85	954
10	1	14	4	7	17	0	0	4	0	0	47
11	27	6	6	20	33	0	0	1	36	6	135
12	1 642	2 473	1 344	1 311	1 467	585	999	694	276	329	11 120
13	23	17	1 920	1 392	333	137	603	14	303	37	4 779
14	0	44	34	127	100	129	18	138	4	263	857
Hodnotené ²⁾	191 986	201 434	195 231	183 423	170 814	183 632	186 750	209 216	198 091	184 911	1 905 488
Nehodnotené ³⁾	6 267	4 617	6 316	7 304	8 266	0	1 873	0	0	0	34 643
Spolu ⁴⁾	198 254	206 051	201 547	190 727	179 079	183 632	188 623	209 216	198 091	184 911	1 940 131

¹⁾Methods of growing stock estimate (MGSE), ²⁾Assessed, ³⁾Not assessed, ⁴⁾Total

Tabuľka 5. Relatívny plošný podiel použitých metód zisťovania zásob v období 2001–2010
Table 5. Specific area proportion of implemented methods of growing stock estimation in 2001–2010

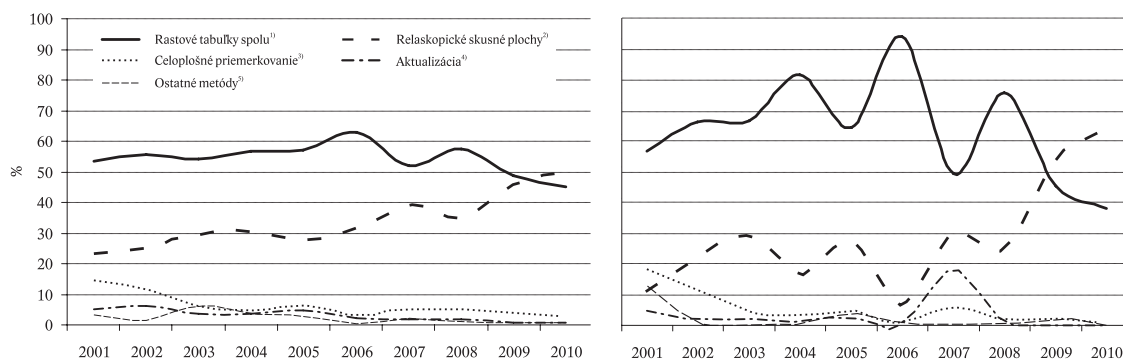
SZZ ¹⁾	Všetky porasty ²⁾		Ochranné lesy ³⁾		Predrubné porasty kategórie H, U ⁴⁾		Rubné porasty kategórie H, U ⁵⁾	
	[%]							
	2001–2010	2010	2001–2010	2010	2001–2010	2010	2001–2010	2010
1 Metóda rastových tabuliek ⁶⁾	83,0	79,2	98,7	98,9	98,0	97,9	19,8	15,9
2 Metóda diferencovaných rastových tabuliek ⁷⁾	7,4	7,1	0,8	0,3	0,7	0,7	35,5	28,5
3 Celoplošné priemerovanie ⁸⁾	1,3	0,7	0,0	0,2	0,1	0,1	6,1	3,0
7 Relaskopické skusné plochy ⁹⁾	7,2	12,6	0,4	0,4	0,9	1,3	33,6	51,0
12 Metóda aktualizácie ¹⁰⁾	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	2,7	0,7
Ostatné metódy ¹¹⁾	0,5	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	2,2	0,9

¹⁾Methods of growing stock estimate (MGSE), ²⁾All stands, ³⁾Protected forests, ⁴⁾Pre-mature production and special purpose stands, ⁵⁾Mature production and special purpose stands, ⁶⁾Yield tables, ⁷⁾Yield tables by growing stock level, ⁸⁾Full callipering, ⁹⁾Relascope sample plots, ¹⁰⁾Update method, ¹¹⁾Other methods

Z priemerných údajov za obdobie 2001–2010 (Tabuľka 5) vyplýva, že zásoba na 90,4 % plochy lesných porastov sa zisťuje metódami rastových tabuliek (z toho DRT sú zastúpené na 7,4 % výmery lesa). V poradí ďalšími najčastejšie používanými metódami sú relaskopické skusné plochy (7,2 %), celoplošné priemerovanie (1,3 %), metóda aktualizácie (0,6 %) a vzorníkové metódy (0,3 %). Ostatné metódy tvoria spolu len 0,3% výmery lesných porastov.

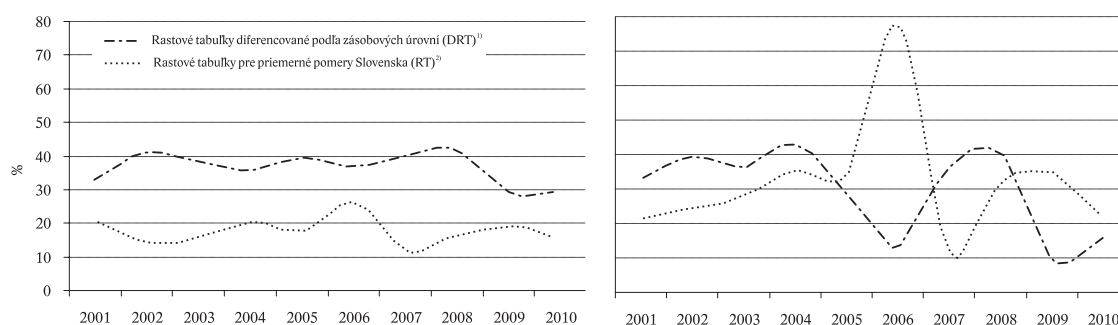
Od roku 2009 bol zaznamenaný pokles metód rastových tabuliek pod 90% a relaskopické skusné plochy prvýkrát prekročili hranicu 10%. Používanie ostatných metód vrátane celoplošného priemerovania pokleslo na úroveň 1,1%.

Výsledky sú diferencované podľa kategórie lesa, vekovej rubnej zrelosti porastov a tvaru lesa. V prípade ochranných lesov (Tabuľka 5), ktoré predstavujú 17,1 % lesov (výmera 331,2 tis. ha), sú najpoužívanejšie metódy odhadu podľa rastových tabuliek (99,2 % výmery).



Obr. 2. Aplikácia metód v rubných porastoch hospodárskych lesov (vľavo) a lesov osobitného určenia (vpravo)
Fig. 2. Application of methods in mature stands of timber production forests (left) and special-purpose forests (right).

¹⁾Yield tables, ²⁾Relascope sample plots, ³⁾Full callipering, ⁴⁾Update method, ⁵⁾Other methods



Obr. 3. Aplikácia metód rastových tabuliek v rubných porastoch hospodárskych lesov (vľavo) a lesov osobitného určenia (vpravo)
Fig. 3. Application of yield tables in mature stands of timber production forests (left) and special-purpose forests (right).

¹⁾Yield tables by growing stock level, ²⁾Yield tables by tree species, yield class and age

V predrubných porastoch hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia (1 233 tis. ha) dominujú taktiež metódy rastových tabuliek (98,7 %), z čoho na výmere 0,7 % sú zastúpené DRT (Tabuľka 5). Z ďalších metód sa presadzujú najmä relaskopické skusné plochy (0,9 %), ktorých podiel v rokoch 2006, 2009 a 2010 prekročil ročne 1 500 ha.

Na základe grafického vyjadrenia aplikácie metód v rubných porastoch hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia (Obr. 2) možno považovať trendy v oboch kategóriách za veľmi podobné.

Najvýraznejšie rozdiely sú v období 2004–2006 pri aplikácii metód rastových tabuliek a metódy relaskopických skusných plôch. V lesoch osobitného určenia sa v porovnaní s hospodárskymi lesmi používali vo väčšom rozsahu metódy RT a DRT, a naopak relaskopické skusné plochy sa aplikovali menej. Medziročne sú zaznamenané vysoké výkyvy podielu týchto metód na zisťovaní zásoby. Jednotlivé kategórie sa odlišujú aj pomerom zastúpenia metód DRT a RT (Obr. 3). Najmä v rokoch 2006 a 2009–2010 dominuje v lesoch osobitného určenia metóda RT, čo vyplýva z možnosti uplatniť túto metódu v homogénnych rubných porastoch s dominantným zastúpením hlavných drevín, kde je plánovaná obnovná ťažba do 20 % zásoby JPRL. Za zmienku stojí aj aplikácia metódy aktualizácie v roku 2007 na výmere takmer 20 % rubných

porastov lesov osobitného určenia. Aj napriek vyššie uvede-
ným rozdielom sa analýza vykonala spolu za obe kategórie (Tabuľka 6). Podiel rubných porastov z celkovej výmery hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia kolíše v jednotlivých rokoch od 19 % (30 tis. ha) do 26 % (42 tis. ha). Výmera rubných porastov (spolu za desaťročie) v rámci týchto dvoch kategórií lesa predstavuje 375,5 tis. ha (23,3 %).

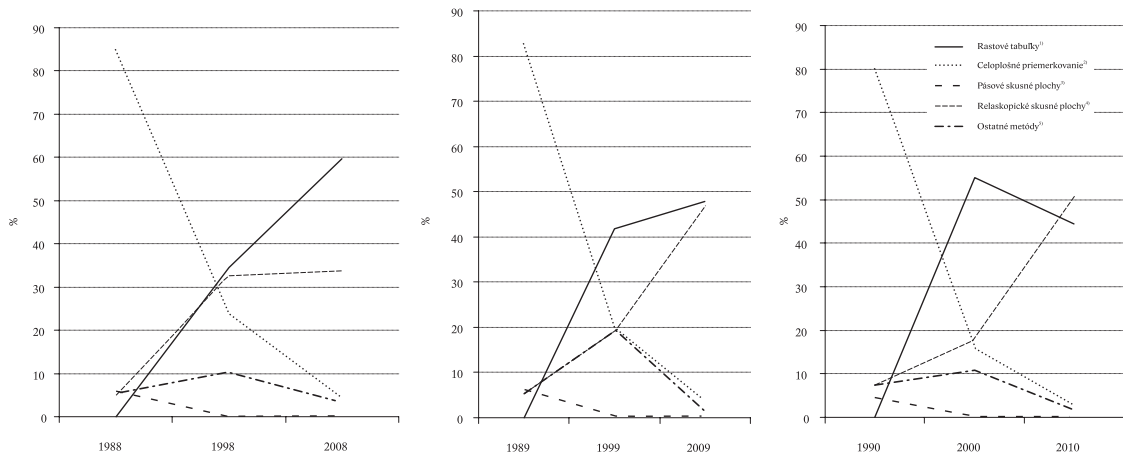
V rubných porastoch kategórie hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia bolo používanie SZZ za sledované desaťročie veľmi rôznorodé (Tabuľky 5 a 6). Najpoužívanejšími metódami boli rastové tabuľky diferencované podľa zásobových úrovní (35,5 %) a rastové tabuľky pre priemerné pomery Slovenska (19,8 %), čo spolu predstavuje viac ako polovicu rubných porastov (55,3 %). Druhou najpoužívanejšou metódou bola metóda relaskopických skusných plôch, ktorá sa uplatňovala na jednej tretine (33,6 %) výmery rubných porastov. Z ďalších metód sa využívalo celoplošné priemerovanie (6,1 %), metóda aktualizácie (2,7 %) a vzorňkové metódy (0,9 %). Ostatné metódy neprekročili jednotlivo ani 0,5 % výmery (spolu 1,4 %). Najmenej používanými sú v období 2006–2010 spomínané SZZ č. 5, 6, 10, 11.

Percentuálny podiel používania oboch metód rastových tabuliek v rubných porastoch sa v jednotlivých rokoch 2001–2010 pohyboval na úrovni medzi 50–60 %. V roku

Tabuľka 6. Rozdelenie plochy rubných porastov (ha) podľa použitých metód zisťovania zásob v jednotlivých rokoch
Table 6. Distribution of area of mature stands (ha) by methods used for growing stock estimation in particular years.

SZZ ¹⁾	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2001–2010
1	6 189	6 447	7 339	8 349	6 929	10 912	4 044	7 655	8 932	6 716	73 512
2	9 849	16 682	15 448	13 617	11 834	10 100	14 341	17 362	10 616	12 070	131 919
3	4 560	4 718	2 458	1 638	1 969	866	1 793	1 919	1 453	1 247	22 621
4	71	74	23	71	44	41	43	68	48	22	505
5	443	410	246	99	462	17	7	0	0	3	1 687
6	429	0	677	0	0	0	0	0	0	0	1 106
7	6 487	10 029	11 899	10 806	8 894	8 235	13 719	14 079	19 166	21 555	124 869
8	235	44	56	21	57	15	10	58	22	13	531
9	78	68	80	45	187	10	17	0	70	82	637
10	0	14	0	0	11	0	0	0	0	0	25
11	26	6	6	10	14	0	0	0	4	0	66
12	1 473	2 197	1 310	1 208	1 331	565	937	669	271	302	10 263
13	16	13	893	1 069	275	131	586	10	247	24	3 264
14	0	38	34	48	84	1	17	119	3	263	607
Hodnotené ²⁾	29 856	40 742	40 468	36 981	32 090	30 893	35 512	41 941	40 832	42 297	371 612
Nehodnotené ³⁾	442	678	698	753	971	0	377	0	0	0	3 919
Spolu ⁴⁾	30 298	41 419	41 166	37 734	33 060	30 893	35 889	41 941	40 832	42 297	375 529

¹⁾Methods of growing stock estimate (MGSE), ²⁾Assessed, ³⁾Non-assessed, ⁴⁾Total



Obr. 4. Aplikácia metód zisťovania zásob v rubných porastoch na rovnakej ploche drevoprodukčných lesov v troch po sebe nasledujúcich obdobiach

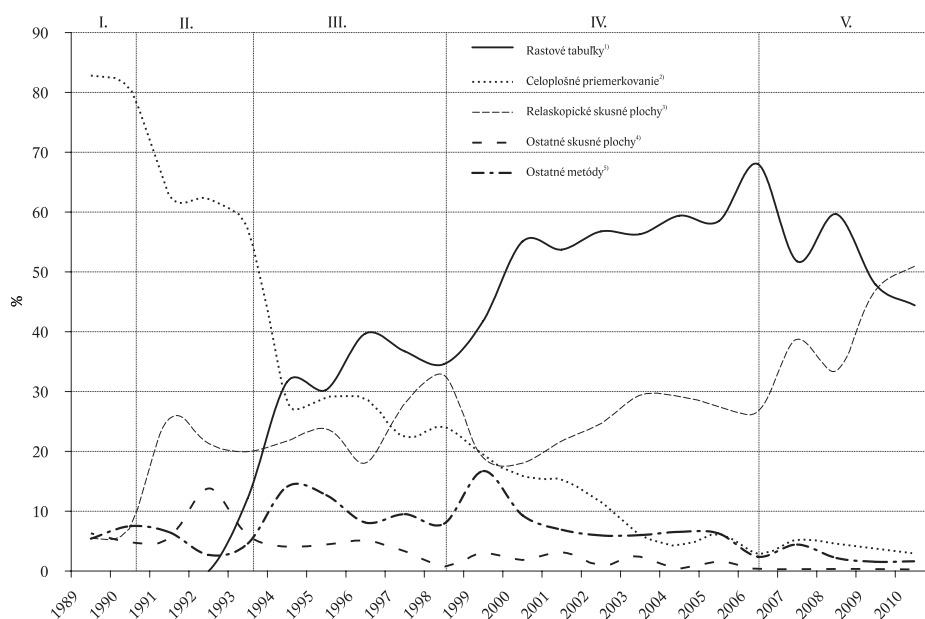
Fig. 4. Application of methods of growing stock estimate in mature stands on the same area of timber production forests in 3 consecutive periods.

¹⁾Yield tables, ²⁾Full callipering, ³⁾Strip sample plots, ⁴⁾Relascope sample plots, ⁵⁾Other methods

2006 však dosiahol maximálnu úroveň za celé obdobie (68 %), čo možno pripísať výraznému využívaniu metódy RT v lesoch osobitného určenia (Obr. 2–3). V absolútnych hodnotách používanie rastových tabuliek v rubných porastoch dosiahlo maximum (25 tis. ha) v roku 2008. Rastové tabuľky boli najpoužívanejšou metódou zisťovania zásob v rubných porastoch od roku 1993. V roku 2010 sa najpoužívanejšou metódou zisťovania zásob v rubných porastoch tak hospodárskych lesov, ako aj lesov osobitného určenia stali relaskopické skusné plochy (Obr. 2). Zlom nastal v roku 2009 (Obr. 2, 4), kedy pokleslo používanie rastových tabuliek v rubných porastoch pod 50 %. Za posledné desaťročie sa výmera, na ktorej sa používali relaskopické skusné plochy v priemere zdvojnásobila na 20 tis. ha ročne (rastové tabuľky spolu len 19 tis. ha) a ich relatívny podiel v roku 2010 bol 51 % (rastové

tabuľky spolu len 44 %). Na úkor týchto dvoch metód výrazne klesol podiel celoplošného priemerkovania (pod 1 500 ha ročne) a ďalších metód (približne 700 ha ročne).

Problematika aplikácie metód pri zisťovaní zásob v hospodárskych nízkych lesoch je vzhľadom na ich výmeru 26,5 tis. ha (2,5 % z hospodárskych lesov) často považovaná za menej dôležitú. Keďže sa vyskytujú lesné majetky s veľmi významným zastúpením rubných porastov hospodárskych nízkych lesov, je potrebné aplikáciu metód zisťovania zásob analyzovať. Výmera rubných porastov je 12,6 tis. ha a dominantné zastúpenie majú agátiny (8 tis. ha). Z ďalších HSPT sú výraznejšie zastúpené ceriny (660 ha), bučiny (670 ha) a dubiny, cerové dubiny, hrabové ceriny, dubové ceriny, hrabiny (spolu 1 100 ha). Zásoba hospodárskych nízkych lesov sa zisťuje prevažne metódou rastových



Obr. 5. Aplikácia metód zisťovania zásob v rubných porastoch drevoprodukčných lesov (1989–2010) na Slovensku

Fig. 5. Application of methods of growing stock estimate in mature stands of timber production forests (1989–2010) of Slovakia.

¹⁾Yield tables, ²⁾Full callipering, ³⁾Relascope sample plots, ⁴⁾Other sample plots, ⁵⁾Other methods

tabuliek (87,8 %). Z ostatných metód sa používajú relaskopické skusné plochy (8,5 %) a metóda ťažbových výsledkov (2,3 %). Ostatné metódy spolu nedosahujú ani 1 %.

Na obrázku 5 je znázornený vývoj v používaní metód zisťovania zásoby dreva v rubných porastoch kategórie hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia od roku 1989. Na analýzu 1989–1999 podľa Dezorza (2000) nadväzujú výsledky tejto práce.

Obdobie od roku 1989 je možné na základe trendov v používaní jednotlivých metód rozdeliť do piatich období: I. obdobie do roku 1990 s dominanciou celoplošného prieskumovania v rubných porastoch, s využitím ďalších metód do 20 % ročnej výmery na Slovensku. II. obdobie 1991–1993 s dominanciou CP, s výraznejším uplatňovaním relaskopických skusných plôch (20–25 %), a aj ostatných reprezentatívnych metód (kruhové a pásové skusné plochy). V tomto období došlo k poklesu CP na úroveň 60 %. III. obdobie 1994–1998 s výrazným poklesom CP pod 30 % ročnej výmery a so začiatkom dominancie rastových tabuliek (30–40 %). Podiel relaskopických skusných plôch sa pohyboval na úrovni 20–30 %. V tomto období boli používané v pomerne veľkom rozsahu aj ostatné metódy (10–20 %). IV. obdobie 1999–2006 s výraznou dominanciou rastových tabuliek na úrovni 50–60 % a s poklesom CP z výmery 20 % až na úroveň 5 %. Rovnaký pokles bol zaznamenaný u ostatných metód. Aplikácia relaskopických skusných plôch bola v tomto období mierne narastajúca (20–30 %). V. obdobie od roku 2007

s dominanciou dvoch metód – relaskopických skusných plôch a rastových tabuliek. Využitie ostatných metód vrátane CP v rubných porastoch postupne kleslo pod 5 % ročnej výmery.

Narastajúci trend používania relaskopických skusných plôch sa prejavil od roku 2007 takmer vo všetkých HSPT. Uplatňujú sa aj v porastových zmesiach, kde je možné uplatniť (pokiaľ je splnená podmienka homogenity a zakmenenia) aj metódu DRT. V období 2006–2010 sa relaskopovalo 15 % smrečín, 32–35% zmesi smrek–buk a smrek–buk–jedľa, 60 % jedlín, 68 % borín, 56–59 % dubín, zmesí buka a duba, bučín.

Podrobnejšia analýza je orientovaná na správnosť aplikácie najčastejších metód – DRT a RT v rubných porastoch vysokého lesa kategórie hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia v období 2006–2010.

Zastúpenie hlavných drevín 80 % a vyššie v JPRL bolo na 90 % výmery rubných porastov s aplikovanou metódou DRT. Na zostávajúcich 10 % výmery lesa bolo zastúpenie hlavných drevín v JPRL nižšie ako 80 % (na 7 % výmery ide o zastúpenie hlavných drevín 60–79 % a na 3 % výmery ide o zastúpenie do 60 %). Zakmenenie JPRL 0,70 a vyššie bolo na 83 % výmery rubných porastov s aplikovanou metódou DRT. Na zostávajúcich 17 % výmery lesa bolo zakmenenie JPRL nižšie ako 0,7 (na 15 % výmery bolo zakmenenie 0,50–0,69 a na 2 % výmery zakmenenie pod 0,50). Metóda DRT sa najviac používala v prípade smrečín a zmesi buk–smrek,

Tabuľka 7. Hektárová zásoba dreva (m^3/ha) určená na skusnej ploche a diferencie (%) voči priamemu meraniu (metóda výpočtu podľa objemových tabuliek)

Table 7. Growing stock per hectare (m^3/ha) estimated on a sample plot and its difference (%) to full calliperling.

Číslo plochy ¹⁾	Vek ²⁾	Drevina ³⁾	Metóda (spôsob) zisťovania zásoby dreva ⁴⁾													
			SZZ č. 1		SZZ č. 2		SZZ č. 3		SZZ č. 7		SZZ č. 13		SZZ č. 1*		SZZ č. 1**	
			m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha
1			206	-7	202	-9	222	213	-4	268	21	210	-5	238	7	
2	30		206	1	202	0	203	198	-2	256	26	214	5	242	19	
3			206	2	202	0	202	188	-7	172	-15	200	-1	225	12	
4			254	-11	248	-14	287	262	-9	304	6	263	-8	282	-2	
5	55	Bučina ⁵⁾	254	-11	248	-13	286	251	-12	321	12	273	-5	293	2	
6			242	-1	238	-3	245	263	7	309	26	270	10	290	18	
7			356	-13	349	-15	411	396	-4	403	-2	401	-2	424	3	
8	70		401	-9	392	-11	442	432	-2	358	-19	436	-1	461	4	
9			432	-11	422	-13	484	454	-6	525	8	466	-4	491	1	
10			365	-4	379	0	380	392	3	388	2	397	4	426	12	
11	45		405	-7	421	-3	434	389	-10	392	-10	397	-9	426	-2	
12			405	-3	421	1	417	381	-9	392	-6	389	-7	418	0	
13		Smrečina ⁶⁾	627	-15	651	-12	737	673	-9	687	-7	690	-6	725	-2	
14	65		564	-12	586	-8	640	626	-2	642	0	627	-2	659	3	
15			627	-13	651	-10	724	673	-7	688	-5	690	-5	725	0	
16			533	-14	553	-11	618	610	-1	660	7	627	1	659	7	
17	60		194	-53			409	392	-4	352	-14	387	-5			
18	55	Agátina ⁷⁾	162	-26			220	214	-3	220	0	225	2			
19	65		177	-36			278	279	1	286	3	298	7			
Bučina ⁵⁾			x	-8	-10				-4		5		-2		6	
			s _x	5	6				5		16		5		7	
Smrečina ⁶⁾			x	-11	-7				-5		-3		-3		2	
			s _x	5	5				5		5		4		5	
Agátina ⁷⁾			x	-41					-2		-5		0			
			s _x	11					2		7		5			

¹⁾Plot number, ²⁾Age, ³⁾Tree species, ⁴⁾Method of growing stock estimation, ⁵⁾Beech forest, ⁶⁾Spruce forest, ⁷⁾Black locust stand

smrek–jedľa–buk na výmere 50 %, bučín, dubín a zmesi buk–dub na výmere 33 %.

Na 64 % výmery rubných porastov s aplikáciou metódy RT bolo zakmenenie 0,70 a vyššie. Na 20 % výmery bolo zakmenenie 0,50–0,69 a na 16 % zakmenenie pod 0,50. Metóda RT sa používala aj v rubných porastoch hospodárskych vysokých lesov so zastúpením hlavných drevín 80 % a vyšším, a to v porastoch smreka (32 % výmery), v porastoch borovice, jedle a ich zmesi (do 6 %), v porastoch buka, duba a ich zmesi (do 3 %). V prípade rubných porastov ostatných drevín sa metóda RT použila na 70 % výmery porastov brezy, jelše, agáta a ich zmesi, a na 40 % výmery porastov hraba, duba cerového a ich zmesi.

Porovnanie vybraných metód s metódou objemových tabuliek (priame meranie všetkých stromov na skusnej ploche), v rámci druhej časti práce, je uvedené v tabuľke 7. Z výsledkov meraní zásoby na jednotlivých skusných plochách v bučinách a smrečinách vyplýva, že metódy rastových tabuliek (SZZ č. 1, SZZ č. 2) v porovnaní s metódou výpočtu zásoby podľa objemových tabuliek (priame meranie všetkých stromov na ploche – SZZ č. 3) vykazovali vo viac ako 90 % prípadoch nižšie hodnoty (od –15 % do +2 %). Spôsobené to bolo najmä subjektívnym výberom stredného kmeňa na ploche s obmedzeným počtom stromov a subjektívnym odhadom zakmenenia do maximálnej hodnoty 1,0. Hodnoty pri SZZ č. 2 sú v porovnaní s hodnotami SZZ č. 1 odlišné o ± 3 %, čo je spôsobené v bučinách nižšou zásobovou úrovňou 2,0 a v smrečinách vyššou zásobovou úrovňou 2,5. Pri SZZ č. 7 (relaskopická metóda) sa rozdiel zásob v porovnaní so SZZ č. 3 pohybuje na úrovni od –12 % do +7 %. Rozdiely môžu byť spôsobené pravdepodobne subjektívnym posúdením hraničných stromov na skusných plochách. Pri SZZ č. 13 (vzorníková metóda) sú diferencie výraznejšie (–19 % do +26 %). Rozhodujúcou je presnosť stanovenia objemu vzorníka vo vzťahu k hrúbkovej a výškovej variabilite stromov na skusných plochách.

Zásoba určená metódami odhadu podľa rastových tabuliek je až na 85 % plôch nižšia ako zásoba vypočítaná podľa objemových tabuliek. Najvýraznejšie rozdiely sú v rubných agátových porastoch, kde diferencie medzi SZZ č. 1 a pri-

mym meraním s výpočtom podľa objemových tabuliek (SZZ č. 3) sú –26 % až –53 %. V prípade SZZ č. 7 a č. 13 nie sú rozdiely také výrazné.

Zavedenie presnejšieho zisťovania zakmenenia pri metóde rastových tabuliek (variant SZZ č. 1*) spôsobilo až v 85 % prípadov „nárast“ zásoby v porovnaní s variantom SZZ č. 1. V priemere došlo k úprave zásob v predrubných bučinách a smrečinách o +7,5 %. Ovplyvnené to bolo najmä zvýšením hodnoty zakmenenia nad úroveň 1,0 (6 prípadov zo 16). Zavedenie presnejšieho zisťovania zásoby s aplikáciou tabuľkovej zásoby združeného porastu pri metóde rastových tabuliek (variant SZZ č. 1**) spôsobilo vo všetkých prípadoch „nárast“ zásoby v porovnaní s variantom SZZ č. 1. V priemere došlo k úprave zásob v predrubných bučinách a smrečinách o +15 %. Výraznejšie diferencie sú spôsobené vyššími hodnotami prepočítavacích koeficientov v predrubných porastoch do 50 rokov (Tabuľka 8).

Priemerná diferencia v zásobe predrubných smrečín a bučín podľa variantu SZZ č. 1* je v porovnaní so zásobou vypočítanou podľa objemových tabuliek –2 až –3 %, a podľa variantu SZZ č. 1** +2 až +6 %. V prípade agátových porastov došlo vplyvom presnejšieho zisťovania zakmenenia k úprave zásoby na úroveň zásoby vypočítanej podľa objemových tabuliek.

Z výsledkov v druhej časti práce vyplýva, že najvýraznejší dopad na zmenu zisťovanej zásoby dreva na Slovensku má metodická úprava metód rastových tabuliek. Aplikáciou tabuľkových údajov združeného porastu pri výpočte zásoby metódou rastových tabuliek dochádza k systematickému nárastu zásob vo všetkých JPRL. Zmenu zásoby možno vyjadriť priemernými prepočítavacími koeficientami jednotlivých drevín, ktoré boli vypočítané z údajov RT hlavných drevín pre priemerné pomery Slovenska (Halaj & Petráš 1990) a sú uvedené po vekových stupňoch v tabuľke 8. Pri ich výpočte bolo zohľadnené reálne zastúpenie drevín (výberová vzorka – Tabuľka 2, Obr. 1) podľa stredného veku a absolútnej bonity. Z tabuľky 8 vyplýva, že prepočet zásoby podľa údajov združeného porastu by spôsobil „navýšenie“ pôvodnej zásoby dreva v priemere o +5,6 %. Tento prepočet sa týka len zásoby dreva určenej metódami rastových tabuliek, čo po

Tabuľka 8. Priemerné prepočítavacie koeficienty zásoby hlavného porastu na zásobu združeného porastu

Table 8. Mean coefficients for the conversion of principal crop growing stock to growing stock of a compound stand.

Vekový stupeň ¹⁾	Drevina ²⁾						Spolu ⁹⁾
	smrek ³⁾	jedľa ⁴⁾	borovica ⁵⁾	dub ⁶⁾	buk ⁷⁾	ostatné ⁸⁾	
2	1,146	1,148	1,121	1,157	1,172	1,131	1,148
3	1,113	1,134	1,105	1,137	1,145	1,116	1,123
4	1,090	1,107	1,091	1,109	1,107	1,100	1,099
5	1,072	1,082	1,073	1,085	1,086	1,084	1,082
6	1,059	1,068	1,059	1,071	1,071	1,069	1,067
7	1,051	1,058	1,050	1,060	1,061	1,059	1,057
8	1,044	1,051	1,043	1,051	1,053	1,051	1,050
9	1,039	1,045	1,037	1,046	1,047	1,045	1,044
10	1,035	1,041	1,033	1,039	1,042	1,040	1,039
11	1,032	1,036	1,030	1,035	1,038	1,036	1,036
12	1,030	1,033	1,027	1,034	1,035	1,034	1,034
13	1,029	1,030	1,025	1,031	1,033	1,031	1,032
14	1,028	1,028	1,024	1,029	1,031	1,029	1,030
15+	1,024	1,026	1,023	1,029	1,028	1,027	1,027
Spolu ⁹⁾	1,052	1,051	1,053	1,053	1,056	1,063	1,056

¹⁾Age class, ²⁾Tree species, ³⁾Spruce, ⁴⁾Fir, ⁵⁾Pine, ⁶⁾Oak, ⁷⁾Beech, ⁸⁾Other, ⁹⁾Total

Tabuľka 9. Zásoba a výmera drevín na reprezentatívnej vzorke s použitou metódou nediferencovaných rastových tabuliek diferencovaná podľa rastových oblastí (vľavo) a zásobových úrovní drevín (vpravo)**Table 9.** Growing stock and area of tree species for a representative sample based on non-differentiated yield tables by yield regions (left) and growing stock levels (right).

Drevina ¹⁾	Rastová oblasť ²⁾	Diferencované podľa rastových oblastí				Drevina ¹⁾	Zásobová úroveň ⁷⁾	Diferencované podľa zásobových úrovní			
		Zásoba dreviny ³⁾ [m ³]	% zo zásoby dreviny ⁴⁾	Výmera dreviny ⁵⁾ [ha]	% z výmery dreviny ⁶⁾			Zásoba dreviny ³⁾ [m ³]	% zo zásoby dreviny ⁴⁾	Výmera dreviny ⁵⁾ [ha]	% z výmery dreviny ⁶⁾
Smrek ⁸⁾	Vysoká ⁹⁾	3 129 252	51	14 220	52	Smrek ⁸⁾	2,5	3 095 654	50	13 931	51
	Priemerná ¹⁰⁾	2 832 282	46	12 789	46		2,0	2 860 728	47	13 042	47
	Nízka ¹¹⁾	176 619	3	533	2		1,5	181 771	3	570	2
	Spolu ¹²⁾	6 138 153	100	27 542	100		Spolu ¹²⁾	6 138 153	100	27 542	100
Jedľa ¹³⁾	Vysoká ⁹⁾	71 501	16	443	17	Jedľa ¹³⁾	2,5	55 744	12	340	13
	Priemerná ¹⁰⁾	334 056	75	2 073	78		2,0	382 420	86	2 274	86
	Nízka ¹¹⁾	41 644	9	125	5		1,5	9 037	2	28	1
	Spolu ¹²⁾	447 201	100	2 642	100		Spolu ¹²⁾	447 201	100	2 642	100
Borovica ¹⁴⁾	Priemerná ¹⁰⁾	1 481 025	100	8 666	100	Borovica ¹⁴⁾	3,0	1 241 060	84	6 895	80
	Spolu ¹²⁾	1 481 025		8 666			2,5	239 964	16	1 771	20
Dub ¹⁵⁾	Vysoká ⁹⁾	1 798 932	49	10 150	44	Dub ¹⁵⁾	Spolu ¹²⁾	1 481 024	100	8 666	100
	Nízka ¹¹⁾	1 847 393	51	12 779	56		2,5	1 285 151	35	6 887	30
	Spolu ¹²⁾	3 646 325	100	22 930	100		2,0	2 051 465	56	12 811	56
Buk ¹⁶⁾	Vysoká ⁹⁾	1 306 371	11	4 659	8	Buk ¹⁶⁾	1,5	309 709	8	3 232	14
	Nízka ¹¹⁾	10 573 975	89	53 400	92		Spolu ¹²⁾	3 646 325	100	22 930	100
	Spolu ¹²⁾	11 880 346	100	58 060	100		2,5	949 186	8	3 759	6
							2,0	9 859 827	83	49 349	85
							1,5	1 071 333	9	4 952	9
							Spolu ¹²⁾	11 880 346	100	58 060	100

¹⁾Tree species, ²⁾Yield region, ³⁾Growing stock of tree species, ⁴⁾% from tree species growing stock, ⁵⁾Tree species area, ⁶⁾% from tree species area, ⁷⁾Growing stock level, ⁸⁾Spruce, ⁹⁾High, ¹⁰⁾Average, ¹¹⁾Low, ¹²⁾Total, ¹³⁾Fir, ¹⁴⁾Pine, ¹⁵⁾Oak, ¹⁶⁾Beech

Tabuľka 10. Zásoba a výmera drevín na reprezentatívnej vzorke s použitou metódou diferencovaných rastových tabuliek diferencovaná podľa rastových oblastí (vľavo) a zásobových úrovní drevín (vpravo)**Table 10.** Growing stock and area of tree species for a representative sample based on differentiated yield tables by yield regions (left) and growing stock levels (right).

Drevina ¹⁾	Rastová oblasť ²⁾	Diferencované podľa rastových oblastí				Drevina ¹⁾	Zásobová úroveň ⁷⁾	Diferencované podľa zásobových úrovní			
		Zásoba dreviny ³⁾ [m ³]	% zo zásoby dreviny ⁴⁾	Výmera dreviny ⁵⁾ [ha]	% z výmery dreviny ⁶⁾			Zásoba dreviny ³⁾ [m ³]	% zo zásoby dreviny ⁴⁾	Výmera dreviny ⁵⁾ [ha]	% z výmery dreviny ⁶⁾
Smrek ⁸⁾	Vysoká ⁹⁾	377 238	27	832	29	Smrek ⁸⁾	2,5	391 729	28	847	29
	Priemerná ¹⁰⁾	988 732	70	1 999	68		2,0	974 241	69	1 984	68
	Nízka ¹¹⁾	47 233	3	89	3		1,5	47 233	3	89	3
	Spolu ¹²⁾	1 413 203	100	2 920	100		Spolu ¹²⁾	1 413 203	100	2 920	100
Jedľa ¹³⁾	Vysoká ⁹⁾	9 975	7	20	5	Jedľa ¹³⁾	2,5	9 191	6	18	5
	Priemerná ¹⁰⁾	125 293	82	319	84		2,0	143 586	94	364	95
	Nízka ¹¹⁾	17 510	11	43	11		1,5	0	0	0	0
	Spolu ¹²⁾	152 777	100	382	100		Spolu ¹²⁾	152 777	100	382	100
Borovica ¹⁴⁾	Priemerná ¹⁰⁾	161 788	100	506	100	Borovica ¹⁴⁾	3,0	150 203	93	462	91
	Spolu ¹²⁾	161 788	100	506	100		2,5	11 585	7	44	9
Dub ¹⁵⁾	Vysoká ⁹⁾	140 518	56	498	53	Dub ¹⁵⁾	Spolu ¹²⁾	161 788	100	506	100
	Priemerná ¹⁰⁾	110 078	44	441	47		2,5	114 172	46	395	42
	Nízka ¹¹⁾	0	0	0	0		2,0	136 424	54	544	58
	Spolu ¹²⁾	250 596	100	939	100		1,5	0	0	0	0
Buk ¹⁶⁾	Vysoká ⁹⁾	88 784	5	196	4	Buk ¹⁶⁾	Spolu ¹²⁾	250 596	100	939	100
	Priemerná ¹⁰⁾	1 717 336	95	4 782	96		2,5	103 199	6	246	5
	Nízka ¹¹⁾	0	0	0	0		2,0	1 698 294	94	4 720	95
	Spolu ¹²⁾	1 806 120	100	4 979	100		1,5	4 627	0	12	0
							Spolu ¹²⁾	1 806 120	100	4 979	100

¹⁾Tree species, ²⁾Yield region, ³⁾Growing stock of tree species, ⁴⁾% from tree species growing stock, ⁵⁾Tree species area, ⁶⁾% from tree species area, ⁷⁾Growing stock level, ⁸⁾Spruce, ⁹⁾High, ¹⁰⁾Average, ¹¹⁾Low, ¹²⁾Total, ¹³⁾Fir, ¹⁴⁾Pine, ¹⁵⁾Oak, ¹⁶⁾Beech

prepočte na celú výmeru predstavuje hodnotu +5 %. Na konkrétnych lesných majetkoch zmena pôvodne určenej zásoby závisí od vekovej štruktúry (predrubné porasty do 50 rokov +10 %, predrubné nad 50 rokov +6 %, rubné +3 %) a rozsahu použitej metódy RT.

Výsledky druhej časti práce sú doplnené v tretej časti práce analýzou zmeny zásoby vplyvom používania viacerých zásobových úrovní drevín alebo priemernej zásobovej úrovne. Pri A variante používania viacerých zásobových úrovní hlavných drevín by došlo k celkovému poklesu pôvodnej zásoby zisťovanej SZZ č. 1 o -1,1 %, konkrétne po drevinách: SM +0,8 %, JD -1,8 %, BO +0,2 %, DB -0,7 %, BK -2,4 %. Pri B variante používania jednej priemernej zásobovej úrovne drevín by došlo k nárastu pôvodnej zásoby zisťovanej SZZ č. 2 o +1,4 %. Keďže zastúpenie rubných porastov so zásobou zistenou SZZ č. 2 predstavuje na reprezentatívnej vzorke len 9,6 % z celového objemu zásoby dreva – celkový efekt bude pomerne malý +0,13 %.

Najvýraznejší vplyv na výpočet zásob podľa variantov A a B má podľa výsledkov práce nízke zastúpenie zásoby SM v stupni zásobovej úrovne 1,5, a nízke zastúpenie zásoby BK v stupni zásobovej úrovne 2,5 (Tabuľky 9–10).

4. Diskusia

Vývoj v používaní metód podrobného zisťovania zásob dreva v lesných porastoch na Slovensku do roku 1999 popisuje Dezorz (2000). Konštatuje, že požadovaná presnosť pri zisťovaní zásob sa postupne znižuje. Ako zlomové roky uvádza roky legislatívnych zmien. V rokoch 1960–1961 bolo stanovené používať v rubných porastoch vysokokmenných rúbaňových lesov metódu CP alebo metódu skusných plôch s presnosťou $\pm 8 \%$, vo vysokokmennom výberkovom lese spravidla metódu CP, vo výmladkovom lese odvodenie z ťažbových výsledkov alebo metódu rastových tabuliek, a v lesoch ochranných aj odhad. Ďalšia významnejšia zmena (1977–1978) bola úprava presnosti metódy skusných plôch na hodnotu $\pm 10 \%$ pri spoľahlivosti 95 %. V roku 1984 sa obmedzilo celoplošné priemerkovanie na veľmi rôznorodé porasty, porasty s nízkym zakmenením (0,4 a menej), porasty s výmerou do 3 ha a porasty s plánovaným ukončením obnovy v desaťročí. V rubných porastoch, kde sa neplánuje obnova, sa používali metódy skusných plôch ($\pm 10 \%$ pri spoľahlivosti 95 %). Dezorz (2000) ďalej uvádza, že významný zlom v používaní metód nastal v roku 1992 – zavedením nových rastových tabuliek diferencovaných podľa zásobových úrovní ($\pm 15 \%$ pri spoľahlivosti 95 %). Ich použitie bolo obmedzené len na homogénne lesné porasty, v ktorých plánovaná obnova nekončí v najbližšom desaťročí. Od roku 1995 došlo k zníženiu požadovanej presnosti pri metódach skusných plôch na $\pm 15 \%$ pri spoľahlivosti 95 % s výnimkou porastov s plánovaným ukončením obnovy ($\pm 10 \%$ pri spoľahlivosti 95 %). V rubných porastoch lesov osobitného určenia, v ktorých sa neplánovala obnovená ťažba, alebo ťažba menšieho rozsahu (do 20 % zásoby) bolo umožnené použiť metódu rastových tabuliek pre priemerné pomery Slovenska ($\pm 20 \%$ pri spoľahlivosti 95 %). Dezorz (2000) konštatuje, že najnovšia právna úprava v roku 1995 išla v trende racionalizácie zisťovania a využitia výsledkov vedy a výskumu v tejto oblasti.

V roku 2006 vyhláška o hospodárskej úprave lesov a o ochrane lesa potvrdzuje dovtedy platnú legislatívnu úpravu v zisťovaní zásob. Dopĺňa spôsoby zisťovania zásob v energetických porastoch, a to odvodením z predchádzajúcich ťažbových výsledkov alebo odhadom podľa druhu dreveniny a kvality stanovišťa.

Aplikácia metód zisťovania zásob je silne previazaná na legislatívu. V prípade, že je umožnené použiť viac metód, taxátor vyberá osvedčené a najmenej nákladné metódy. Z výsledkov práce vyplýva, že podiel presnejších a nákladnejších metód (celoplošné priemerkovanie, pásovité, kruhové skusné plochy) neustále klesá. Tento trend vyplýva zo znižovania finančných prostriedkov na podrobné zisťovanie stavu lesa, s čím súvisí aj zväčšovanie sezónneho normatívu pre 1 taxátora (v priemere 2000 ha lesných pozemkov).

Šmelko (2009) uvádza, že v rámci hospodársko-úpravnickeho zisťovania stavu lesa na úrovni JPRL je na Slovensku vypracovaná ucelená sústava metód. Je veľmi flexibilná a prispôbena konkrétnym štruktúram porastov i nárokom na požadované rámce presnosti. V bežnej praxi sa však z ekonomických dôvodov už takmer výlučne uprednostňuje metóda RT, a to často aj v takých porastových štruktúrach, kde by sa objektívne mala použiť niektorá z metód priameho merania. Metódy rastových tabuliek začali v rubných porastoch dominovať už od roku 1993 a ich používanie kulminuje v roku 2006. Podobne ako uvádza Šmelko (2009), aj na základe výsledkov práce, tento trend nemožno hodnotiť pozitívne, pretože ich aplikácia je v mnohých prípadoch nesprávna.

Od roku 2007 sa vo väčšom rozsahu začínajú v rubných porastoch uplatňovať relaskopické skusné plochy. Narastajúci trend, ktorý súvisí so znižovaním podielu metód rastových tabuliek, je pozitívny, avšak aplikácia relaskopických skusných plôch neznamena automaticky presnejšie zisťovanie zásob. V prípade nesprávne použitej zamernej úsečky môže dôjsť k chybe, tak ako pri nesprávnom odhade zakmenenia pri metódach rastových tabuliek. Trend znižovania podielu rastových tabuliek v rubných porastoch súvisí do určitej miery s odštátnením taxácie (rok 2007) a zavedením špecializovanej kontrolnej činnosti pri preberaní prác PSL. Od roku 2008 je vytvorený väčší priestor na kontrolu správnosti používania metód zisťovania a presnosti zisťovania ich vstupných veličín, ktorú vykonáva Národné lesnícke centrum Zvolen. Na základe Smernice NLC-ÚHÚL Zvolen o postupe pri posudzovaní a preberaní fakturovaných prác v procese vyhotovovania PSL (2008) je kontrolór povinný preveriť v teréne náhodným výberom 5–10 % výmery lesa. V prípade zistených závažných nedostatkov môže byť výber vyšší ako 10 %. Pre jedného kontrolóra to predstavuje pri ročnej výmere lesných pozemkov 25–30 tis. ha, za ktorú zodpovedá, minimálne 1 250 – 1 500 ha. Zo skúseností z praxe došlo v období od roku 2008 k poklesu vnútornej kontroly u vyhotovovateľov PSL, ktorí v prevažnej miere využívajú kontrolu pri preberaní prác na identifikáciu chýb. Bežným javom je, že taxátor odstráni len zistenú chybu zásoby dreva v konkrétnom kontrolovanom poraste, avšak neodstráni chybu systematickú. V mnohých prípadoch argumentuje, že údaje v ostatných porastoch sú správne, a že nie je potrebné ich upravovať. Sú známe aj prípady, keď taxátor požaduje od kontrolórov PSL, konkrétne merania vo väčšom počte porastov ako dôkazy o systematickej chybe a konkrétne postupy

(korekčné koeficienty) na jej odstránenie. Tento fenomén pri preberaní a kontrole prác súvisí so slabou aplikáciou represi voči vyhotovovateľom PSL v prípade vysokej chybovosti diela a slabou podporou kontrolnej činnosti zo strany štátnej správy lesného hospodárstva (ŠSLH). Pozícia kontrolóra PSL sa v súčasnom období zdá byť spoločensky nedocenená, čo je vo vzťahu k transparentnosti vynakladania verejných zdrojov a ku kvalite diela PSL, ťažko pochopiteľné. Objem finančných prostriedkov na kontrolnú činnosť v porovnaní s vysúťaženým objemom finančných prostriedkov na PSL je na úrovni 5 %, čo umožňuje terénne overenie prác na výmere do 5 %. Prípadné znižovanie finančných prostriedkov na PSL môže minimalizovať preberanie prác PSL v teréne až na takú úroveň, že to nebude postačovať na zistenie systematickej chyby taxátora a jej elimináciu pri určení zásoby dreva na lesných majetkoch.

Na základe výsledkov tejto práce je problémovým – používanie metód rastových tabuliek v rubných porastoch a aplikácia § 33 odsek 4 vyhlášky, ktorý v odôvodnených prípadoch umožňuje určiť iný spôsob zisťovania, pokiaľ sa legislatívou určenými metódami nedosiahne požadovaná presnosť a spoľahlivosť.

Používanie RT pre priemerné pomery Slovenska (SZZ 1) dovoľuje vyhláška použiť v rubných porastoch: topolín a vrbin všetkých kategórií, nízkych lesov všetkých kategórií, ochranných lesov, vysokých lesov kategórie osobitného určenia pokiaľ je objem ťažby menší ako 20 %. Legislatívne ustanovenia o používaní metódy RT sú v praxi HÚL s obľubou využívané vo veľkom rozsahu. V mnohých prípadoch sa však presnosť pri 95 % spoľahlivosti zisťovania zásoby dreva v JPRL znižuje pod garantovanú úroveň presnosti ± 20 %. Ide o prípady JPRL so zníženým alebo veľmi nerovnomerným zakmenením, rôznovekých JPRL, alebo pri výmladkovosti v trsoch, netvárnosti kmeňov, nadmernej košatosti korún apod. Obzvlášť závažný je problém dodržania presnosti a spoľahlivosti zásoby stanovenej metódami rastových tabuliek v tvarovo združených lesoch. V prípade veľmi vysokej zásobovej rozrôznenosti by sa mal v praxi uplatniť § 33 ods. 4) vyhlášky s určením iného spôsobu zisťovania zásoby. O jeho určení pre konkrétne typy lesa a tým aj o dosiahnuteľnej presnosti zistenia zásoby dreva na LC rozhoduje ŠSLH v Protokole o výsledkoch prerokovania správy o doterajšom hospodárení a pokynoch na vyhotovenie PSL. Z praktických skúseností možno povedať, že aplikácia § 33 ods. 4) vyhlášky v týchto prípadoch je veľmi zriedkavá.

V tejto súvislosti vzniká potreba informovať obhospodarovateľa, správcu a vlastníka lesa o skutočnej presnosti a spoľahlivosti stanovenej zásoby podľa kategórie a tvaru lesa priamo v schválenom diele PSL.

Na rozdiel od ochranných lesov, ktoré nie sú určené na produkciu dreva, je na lesných majetkoch s významným zastúpením hospodárskych nízkych lesov veľmi dôležitý výber metódy s náležitou presnosťou, a to aspoň na úrovni ± 20 %. V rubných porastoch nízkych (napr. agátových) hospodárskych lesov boli v rámci práce realizované merania na troch skusných plochách. Bolo zistené podhodnotenie zásoby metódou RT s odhadom zakmenenia o 37 % v porovnaní s objemom vyťaženého dreva. Z výsledkov meraní a skúseností z praxe je zrejmé, že metóda rastových tabuliek s odhadom zakmenenia systematicky podhodnocuje

zásoby agátových porastov. Podľa výsledkov analýzy 2001–2010 bola v rubných porastoch nízkych hospodárskych lesov najpoužívanejšia metóda RT (na 87 % výmery). Na základe uvedeného by bolo vhodné uvažovať o určitých legislatívnych zmenách v prípade používania rastových tabuliek v rubných porastoch nízkych lesov kategórie hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia s plánovanou obnovnou ťažbou. Štandardne sa odporúčajú reprezentatívne metódy s presnosťou ± 15 %. V usmernení č. 1/2011 NLC-ÚHÚL Zvolen, zameraného na zisťovanie zásob v porastoch s plánovanou obnovnou ťažbou, boli práve v týchto prípadoch navrhnuté ako vhodné okrem reprezentatívnych metód aj metóda odvodnenia zásoby z predchádzajúcich ťažbových výsledkov (SZZ 9) a metóda porastového vzorníka (SZZ 13).

Pri extenzívnom používaní rastových tabuliek hlavných drevín, ktorých presnosť a spoľahlivosť je overená, sa metóda RT aplikuje aj pri ostatných drevinách (najmä listnatých) ako napr. hrab, dub cerový, javory, jasene, agát, breza, jelše, lípy, domáce topole apod. Objem ich zásoby podľa SLHP 2001–2010 predstavuje 13,6 % a podstatná časť (viac ako 90 %) bola zisťovaná metódami rastových tabuliek. Na mnohých lesných majetkoch pri súčasných spôsoboch obhospodarovania lesa nie je pre ostatné dreviny overená presnosť a spoľahlivosť rastových tabuliek, a tak je ich používanie veľkou neznámou. Ostatné dreviny – ako agát, jelša, breza, domáce topole, výmladkový dub, výmladkový hrab majú vlastné rastové tabulky odvodené z rastových tabuliek iných krajín, a u ostatných tzv. vedľajších drevín rastových tabuliek sa ich zásoba stanovuje podľa existujúcich rastových tabuliek príbuzných drevín. Aj z tohto dôvodu sa v minulosti pri vyhotovení lesných hospodárskych plánov (LHP) používali vo väčšom rozsahu korekčné koeficienty rastových tabuliek napr. v agátinách dosahovali hodnoty 1,3–1,4. Platí to najmä v JPRL hospodárskych vysokých lesov s dominanciou ostatných drevín, v ktorých je plánovaná obnovná ťažba. Súčasná legislatíva v týchto porastoch neuvádza použitie metódy RT. V takýchto porastoch vyhláška ustanovuje matematicko-štatistické metódy (SZZ č. 4–7) s presnosťou ± 10 % alebo ± 15 % alebo iné metódy s touto presnosťou podľa stavu porastu. Paradoxne orgán ŠSLH nad rámec legislatívy povoľuje v týchto prípadoch používanie metódy RT (v Protokole k správe o hospodárení a určení zásad na vyhotovenie PSL). Často ide o drevinové zloženie JPRL (hrabiny, ceriny, agátiny, jelšiny, breziny), pri ktorom je veľmi otáznave dosiahnutie požadovanej presnosti ± 15 %, príp. ± 10 % pri 95 % spoľahlivosti. Tieto opatrenia sú na základe požiadavky vyhotovovateľa PSL skôr zamerané na uľahčenie prác pri vyhotovovaní PSL a nie sú v súlade s § 33 ods. 4. Z výsledkov analýzy vyplýva, že na výmere 40 % rubných porastov hospodárskych vysokých lesov hrabín, cerín a ich zmesí, a na 75 % výmery rubných porastov hospodárskych lesov brezín, jelšín, agátin sa v období 2007–2011 použila metóda RT. Pre využitie metódy RT s odhadom zakmenenia podľa § 33 ods. 4 je potrebné najprv overiť presnosť, či už s údajmi lesnej hospodárskej evidencie alebo s údajmi zo skusných plôch, a odvodiť korekčný koeficient. V súčasnosti sa korekčné koeficienty pri SZZ č. 9 využívajú v minimálnom rozsahu.

Pri hodnotení správnej aplikácie metód RT prichádza do úvahy aj zámena metódy DRT metódou RT. Výsledky práce

tento trend nepotvrdili okrem smrečín (až 32 % výmery rubných smrečín). Na lesných majetkoch s vyššou zásobovou úrovňou smreka môže dôjsť použitím metódy RT k podhodnoteniu zásoby rubných porastov približne o 4 %. Negatívnym trendom je aj používanie metód rastových tabuliek pri nižších zakmeneniach ako 0,7. Výsledky práce tento trend potvrdili na 36 % výmery lesa s použitou metódou RT a na 17 % výmery lesa s použitou metódou DRT. So znižovaním zakmenenia klesá aj presnosť okulárneho odhadu zakmenenia a tým aj zásoby JPRL.

Šmelko (2009) zdôrazňuje potrebu zlepšiť vypovedaciu hodnotu výsledkov hospodársko-úpravnickeho zisťovania. Na základe analýz, v ktorých sa zhodnotil obsahly pokusný materiál z doterajšieho vlastného výskumu inventarizačných metód, navrhuje pri metóde RT – primeranú úpravu určovania vstupných porastových veličín. Za jedno z najdôležitejších opatrení považuje zobjektívnenie odhadu zakmenenia relaskopovaním. Zistené poznatky pri okulárnom odhade potvrdili systematické vychýlenie o –6,4 % z priemernej hodnoty. Z ďalších opatrení uvádza: zobjektívnenie odhadu zastúpenia drevín relaskopovaním, nahradenie strednej výšky a hrúbky – hornou výškou a hrúbkou, zavedenie bonitácie drevín s nahradením veku hrúbkou, preverenie súladu veličín rastových tabuliek so skutočným stavom porastov.

Niektoré uvedené opatrenia sú zamerané priamo na konštrukciu slovenských rastových tabuliek, a sú viazané na aplikovaný výskum a jeho realizačné výstupy pre pomery Slovenska. Pri systémových inováciách je však potrebné zohľadniť nielen jednu, ale viaceré súvislosti ako napr. v prípade zmeny bonitačného systému lesných pozemkov je pri odstránení časových údajov veľmi otázne hodnotenie kvality stanovišť.

Najzávažnejším problémom v praxi HÚL pri používaní RT je už spomínaný odhad zakmenenia, ktorý má zo vstupných porastových veličín pravdepodobne najväčší vplyv na systematickú chybu určenej zásoby. Potvrdzujú to aj mnohé terénne kontroly pri preberaní prác PSL. Na základe výsledkov druhej časti práce bol priemerný rozdiel zásoby predrubných smrekových a bukových porastov stanovenej metódou rastových tabuliek s odhadom zakmenenia v porovnaní s priamym meraním zakmenenia –7,5 %. Odhad zakmenenia pri metóde RT negatívne ovplyvnila maximálna hodnota zakmenenia 1,0 používaná pri výpočte zásoby až do roku 2010. Mnohí taxátori dlhodobu odhadujú zakmenenie okulárne na základe počtu stromov na skusnej ploche, no používanie presnejších metód určovania zakmenenia s uvádzaním hodnôt vyšších ako 1,0 sa zdá byť pre niektorých neprekonateľnou bariérou. Ďalším významným faktorom, ktorý nemožno podceňovať, pri správnom zistení zásoby je chyba určenia bonity drevín, vyplývajúca z chyby stredného veku a strednej výšky (Tabuľka 11). Pri kontrole PSL sa u niektorých vyhotovovateľov PSL potvrdila aj systematická chyba určovania bonít drevín, ktorá mala celkovo väčší vplyv na systematickú chybu zásoby ako chyba odhadu zakmenenia. Z praxe HÚL sú známe prípady kumulácie chyby zakmenenia a chyby bonity s podhodnotením zásoby JPRL o 30–50 %.

Dôležitým opatrením NLC-ÚHÚL Zvolen bolo usmerenie č. 1/2011 okrem iného zamerané aj na presnejšie zisťovanie zakmenenia najmä v porastoch hospodárskych lesov s plánovanou obnovou. Od roku 2011 je možné používať vo výpočte podľa metód rastových tabuliek aj zakmenenie vyš-

šie ako 1,0 (aplikované priamo do programového riešenia LHPTAX, ktorý sa štandardne používa pri vyhotovení PSL). Doplnením merania zakmenenia (napr. cez relaskopické meranie kruhovej základne) pri aplikácii RT už nemožno považovať túto metódu v pravom slova zmysle za metódu odhadu, pretože presnejším určením zakmenenia sa koriguje, napr. diferenciu skutočnej strednej hrúbky od strednej hrúbky podľa RT alebo odlišnú zásobovú úroveň drevín.

Tabuľka 11. Vplyv chyby určenia stredného veku a strednej výšky na určenie hektárovej zásoby (Šmelko 1989)

Table 11. Impact of mean age bias and height bias on the estimation of per hectare growing stock (Šmelko 1989).

Vek porastu ¹⁾		40 r. ²⁾	80 r. ²⁾	100 r. ²⁾
		%		
Vplyv chyby stredného veku (o 5 rokov) ³⁾	Smrek ⁴⁾	14	4	3
	Buk ⁵⁾	20	6	3
Vplyv chyby strednej výšky (o 2 metre) ⁶⁾	Smrek ⁴⁾	12	11	11
	Buk ⁵⁾	14	11	10

¹⁾Stand age, ²⁾Years, ³⁾Impact of median age bias (by 5 years), ⁴⁾Spruce, ⁵⁾Beech, ⁶⁾Impact of median height bias (by 2 meters)

Keďže objem plánovaných ťažieb na Slovensku je dlhodobu nižší ako zodpovedajúci objem podružných porastov podľa rastových tabuliek a teoreticky dochádza ku kumulácii časti podružných porastov v zostávajúcom (hlavnom) poraste, je po metodologickej stránke, po 20 rokoch používania nových rastových tabuliek, potrebné prehodnotiť používanie údajov zásoby hlavného porastu pri metóde rastových tabuliek. Vzhľadom na skutočný stav porastov je podľa výsledkov práce vhodnejšie používať údaje zásoby združeného porastu. Tento fakt umožní objektívne naplánovať výchovnú alebo obnovnú ťažbu, a to najmä v porastoch s dlhodobu poddimenzovanou výchovnou ťažbou.

Uvedené opatrenia a návrhy sú reakciou na zistený trend podhodnocovania zásob. Z výstupov národnej inventarizácie a monitoringu lesov (NIML) 2005–2006 vyplýva, že celková zásoba dreva (hrubiny bez kôry) na Slovensku je podhodnotená o –23 %, čo by v príslušnom období mohlo teoreticky predstavovať nezrovnalosť na celkovej zásobe dreva približne 100 mil. m³ dreva a nezrovnalosť na priemernej ročnej plánovanej ťažbe v objeme asi 2 mil. m³ dreva. Šmelko (2009) uvádza, že aj keď táto diferenciu sa podľa vykonaných analýz dá čiastočne vysvetliť niektorými známymi príčinami (rozdielnou metodikou zisťovania, započítaním združeného porastu, nižšou registračnou hranicou hrúbok v NIL), ďalšiu časť (asi 1/3) spôsobujú s veľkou pravdepodobnosťou buď systematicky vychýlené odhady vstupných veličín, alebo skutočnosť, že RT od doby kedy sa získal experimentálny materiál na ich konštrukciu (počas 30–50 rokov) stratili na aktuálnosti a súčasný stav lesa podhodnocujú. Z toho celkom logicky vyplýva potreba buď naše RT inovovať (čo je však dlhý a nákladný proces), alebo hľadať jednoduchšie riešenie.

V práci sú riešené aj dopady alternatívnych riešení používania jednej alebo viacerých zásobových úrovní drevín (pri metóde rastových tabuliek) na zmenu pôvodne určenej zásoby. Problematika zásobových úrovní je pomerne náročná. Zásobová úroveň predstavuje mieru absolútnej hustoty porastu tzn. že pri plnom zakmenení, rovnakej bonite drevín a ich stredných hrúbok – môže byť kruhová

základňa a zásoba porastov odlišná. Závisí to od viacerých faktorov. Podľa Halaj & Řehák (1979) sú to stanovištné faktory, spôsob pestovania lesa, rastová oblasť a ďalšie známe aj neznáme faktory. Ich účinok na zásobovú úroveň sa prelína, kombinuje, kumuluje, alebo kompenzuje. Neexistuje žiaden taký faktor, ktorý by sám o sebe charakterizoval ostré rozdiferencovanie zásobovej úrovne. Účinok týchto faktorov sa preto nedá hodnotiť izolovane, nedá sa odlišiť, lebo sa prejavuje kumulatívne. Základným argumentom opodstatnenosti zásobových úrovní sú výsledky výskumu, kde rozdelením lesných porastov podľa stupňov zásobových úrovní sa variabilita zásoby, ale aj všetkých hektárových veličín vrátane celkovej objemovej produkcie znížila na asi $\pm 15\%$ a presnosť celého modelu zvýšila.

Pre určovanie zásobovej úrovne na Slovensku sa v praxi HÚL využívajú stanovištné pomery a rastová oblasť. Vplyv ďalších faktorov je potrebné zohľadniť praktickým stanovením zásobovej úrovne v konkrétnej JPRL. Pri oprave hodnoty zásobovej úrovne, stanovenej na základe stanovišťa a rastovej oblasti, sú potrebné v JPRL merania kruhovej základne drevín, počtu stromov, strednej hrúbky a bonity. Z pozorovaní hodnôt údajov o zásobovej úrovni – len v ojedinelých prípadoch dochádza k úprave stupňa zásobovej úrovne. Taxátori, ktorí zisťujú zásobu JPRL, overovaniu správnosti zásobovej úrovne takmer nevenujú pozornosť a pre stanovenie využívajú len údaje: drevena, lesný hospodársky celok (LHC), hospodársky súbor lesných typov (HSLT).

V období 2001–2010 sa v rubných porastoch s drevoprodukčnou funkciou používajú rastové tabuľky diferencované podľa zásobových úrovní na výmere viac ako 1/3 (35 %). Takmer 20 rokov po ich zavedení do praxe HÚL je potrebné aktualizovať, resp. prehodnotiť rastové oblasti drevín podľa LHC, ako aj zásobové úrovne podľa HSLT s doplnením relevantných údajov o zásobovej úrovni do medzičasom novovzniknutých HSLT. Inak vzniká riziko, že údaje o zásobách v konkrétnych lesných porastoch zisťovaných metódou DRT dosiahnu nižšiu spoľahlivosť ako pri metóde RT pre priemerné pomery Slovenska.

Celoplošné zavedenie DRT do praxe HÚL môže mať preto v súčasnosti horšiu vypovedaciu hodnotu ako sa teoreticky očakáva, a preto je potrebný najprv aktuálny aplikovaný výskum, ktorý môže byť však finančne veľmi nákladný. Z výsledkov práce vyplýva, že zavedením DRT (A variant) by na výbere 1/10 územia nedošlo k výraznej zmene pôvodne zistenej zásoby metódami RT. Vzhľadom na výberový dizajn vo vzťahu k rastovým oblastiam, stanovištným jednotkám a rozsahu použitej metódy môže byť táto hodnota na celom území iná. Možno však predpokladať „zníženie“ pôvodného objemu zásoby dreva na Slovensku o približne 0,5 %, príp. až o 1,0 %. Najväčší vplyv na túto hodnotu bude mať pravdepodobne vysoké zastúpenie dreviny BK v zásobovej úrovni 2,0.

V prípade znižovania finančných prostriedkov na podrobné zisťovanie stavu lesa skôr prichádza do úvahy zavedenie priemernej zásobovej úrovne (B variant). Ide o najjednoduchší variant, ktorý nerieši stanovištné jednotky, rastové oblasti a ani spôsoby pestovania rovnovekých lesov, a v kombinácii so spresnením merania zakmenenia, napr. cez kruhovú základňu sa javí veľmi efektívnym aj v rubných porastoch, pretože hodnota zakmenenia, ktorá môže byť vyššia ako 1,0 eliminuje zásobovú úroveň dreviny. Na základe

výsledkov práce na 1/10 územia možno predpokladať veľmi malé „navýšenie“ pôvodného objemu zásoby dreva na Slovensku o asi +0,1 %.

Metódy rastových tabuliek možno pri súčasnom objeme finančných prostriedkov na vyhotovenie PSL aj naďalej považovať za veľmi perspektívne – pokiaľ budú správne aplikované.

Na základe analýz, realizovaných pokusov tejto práce a odporúčania expertov na problematiku zisťovania stavu lesa (napr. Šmelko 2009; Šmelko & Šebeň 2010) sú z hľadiska odstraňovania systematickej chyby na zistenom objeme zásoby dreva na Slovensku potrebné pri aplikácii metód rastových tabuliek nasledujúce opatrenia:

1. Spresniť zisťovanie zakmenenia lesných porastov s možnosťou výpočtu aj so zakmenením vyšším ako 1,0. Zaviesť povinnosť v rubných porastoch, vrátane spresneného merania zastúpenia drevín.
2. Sledovať kontinuitu zistených údajov stredných výšok s údajmi minulého LHP (PSL) a eliminovať chybu bonít.
3. Prejsť na výpočet s tabuľkovou zásobou združeného porastu.
4. Odstrániť príp. znížiť prípady nedovoleného použitia metód rastových tabuliek napr. v porastoch so skutočným zakmenením nižším ako 0,7, v zásobovo nehomogénnych rubných porastoch drevoprodukčných lesov, alebo s nízkym zastúpením hlavných drevín rastových tabuliek apod. V tejto súvislosti zaviesť do PSL údaj o zásobovej rozrôznosti porastu.
5. Overiť a používať korekčné koeficienty rastových tabuliek pre konkrétne druhy drevín v stanovených rastových oblastiach.
6. Upraviť v legislatíve a v praxi HÚL používanie metód zisťovania zásob v rubných porastoch nízkych drevoprodukčných lesov a lesov v prevode na vysoký les.
7. Vytvoriť možnosť pri výpočte zásoby, napr. pri nerovnomernej vyspelosti lesných porastov – pre použitie viacerých rastových modelov rovnakej dreviny v JPRL.

Uvedenými opatreniami možno predpokladať úpravu pôvodne určenej zásoby dreva v období 2001–2010 o +10 %. Dôležité je najmä väčší dôraz terénnej kontroly pri preberaní prác PSL, vykonávanej NLC - ÚHÚL Zvolen. V rámci 1. fázy II. etapy preberania prác PSL je potrebné na náhodne vybranej vzorke minimálne 5 opisovaných JPRL u toho istého taxátora preveriť systematickú chybu na zásobe. V rámci ďalších fáz II. etapy je potrebné merania v ďalších 3–5 JPRL u toho istého taxátora ešte jedenkrát zopakovať.

Na túto skutočnosť upozorňuje Šmelko (2012) a zdôrazňuje potrebu zvyšovať kvalitu informácií získavaných o lese a krajine, a to overením správnosti existujúcich údajov pomocou malého rozsahu kontrolného výberového zisťovania. Pri zistení systematickej chyby navrhuje korigovať údaje všetkých JPRL tak, aby bola chyba odstránená a zároveň dodržaná požadovaná presnosť a spoľahlivosť údajov.

Obmedzenie terénnej kontroly, vyplývajúce v poslednom období zo znižovania finančných prostriedkov na túto činnosť, môže nepriamo vyvolať opačný efekt – „únik zásob“ a v konečnom dôsledku skresľovanie hospodárskych výsledkov v ťažbe dreva.

5. Záver

Hospodárska úprava lesov na Slovensku má k dispozícii pri zisťovaní zásob dreva v rôznych typoch lesných porastov dostatočné množstvo metód s presnosťou od $\pm 5\%$ do $\pm 30\%$ pri 95 % spoľahlivosti. Aplikácia metód zisťovania zásob má bohatú históriu a v jednotlivých obdobiach je ovplyvnená legislatívnymi ustanoveniami. V priebehu posledných 50 rokov sa požadovaná presnosť zisťovania zásoby postupne znižovala. Aj napriek tomu, že po roku 1995 sa situácia stabilizovala (bez výrazných legislatívnych zmien), vývoj v aplikácii metód znamenal pomerne významné zmeny, ktoré súviseli najmä so znižovaním finančných prostriedkov na podrobné zisťovanie stavu lesa. V praxi HÚL sa postupne presadzovali časovo a finančne menej nákladné metódy rastových tabuliek, ktorých používanie kulminuje v roku 2006 a to na úrovni 94 % (v rubných porastoch drevoprodukčných lesov 68 %). Použitie celoplošného priemerkovania, kruhových, pásových skusných plôch sa postupne znižovalo a v roku 2010 predstavoval 0,7 % (v rubných porastoch drevoprodukčných lesov 3 %).

Po 20 rokoch používania metód rastových tabuliek je potrebné preveriť správnosť ich aplikácie, správnosť zisťovania vstupných veličín, ako aj metodický postup výpočtu zásoby. Podľa výsledkov práce a skúseností z kontroly pri preberaní prác PSL má zásadný vplyv na určenie zásoby okulárny odhad zakmenenia JPRL, a to najmä v porastoch so zakmenením vyšším ako 0,9, ako aj odhad absolútnej výskovej bonity drevín v JPRL. Na mnohých lesných majetkoch mohlo z týchto dôvodov dôjsť k významnej systematickej chybe na celkovej zásobe dreva.

V mnohých európskych krajinách je známy trend podhodnocovania zásob, ktorý je potvrdený národnými inventarizáciami lesa. Podľa výsledkov NIML 2005–2006 (Šmelko et al. 2008) Slovensko nie je výnimkou. Bez ohľadu na rozsah meraní pri NIML je povinnosťou HÚL reagovať na tieto výsledky, odstrániť existujúcu systematickú chybu a eliminovať možnosť jej vzniku v ďalšom období. Je to však dlhodobý proces, ktorý v sebe zahŕňa prijatie viacerých opatrení. Jedným z nich je aj usmernenie č. 1/2011 NLC-ÚHÚL Zvolen, zamerané na správnosť aplikácie metód v lesných porastoch s plánovanou obnovou. Jeho súčasťou bolo zavedenie (do praxe HÚL) spresneného merania zakmenenia pri metódach rastových tabuliek s možnosťou používať pri výpočte aj zakmenenie vyššie ako 1,0. V súvislosti s nedostatočným výchovným programom lesov na Slovensku, ktorý spôsobuje, že v zostávajúcom hlavnom poraste sa kumuluje časť zásoby podružných porastov podľa RT, je opodstatnené začať používať pri metóde RT – údaje pre združený porast.

Z výsledkov práce vyplýva nárast používania relaxopiských skusných plôch v rubných porastoch hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia v období 2007–2010. Ich podiel v roku 2010 predstavuje 51 % výmery, pričom použitie rastových tabuliek pokleslo na úroveň 44 %. Z podrobných analýz vyplýva, že od roku 2008 sa postupne zvyšuje správnosť použitia metód zisťovania zásob a zlepšuje sa zisťovanie vstupných veličín drevoprodukčných lesov, čo pozitívne ovplyvňujú kontroly pri preberaní prác PSL. Pre zachovanie tohto trendu je potrebná väčšia podpora terénnej kontroly PSL vykonávanej NLC-ÚHÚL Zvolen, súčinnosť orgánov

ŠSLH pri represívnych opatreniach voči vyhotovovateľom PSL s nízkou kvalitou diel a ďalší rozvoj finančne menej nákladných metód zisťovania zásob dreva v lesných porastoch, ktoré zabezpečia požadovanú presnosť zásob v JPRL bez systematickej chyby na celkovej zásobe. Prvoradým predpokladom je však dostatočný objem finančných prostriedkov na podrobné zisťovanie stavu lesa.

Zásoba dreva v lesných porastoch je veľmi dôležitá pre plánovanie výchovnej a obnovnej ťažby, a preto jej správne určenie by malo byť prioritou nielen pre vyhotovovateľa PSL a obhospodarovateľa lesa, ale predovšetkým pre vlastníka (ako aj štát), ktorého lesný majetok je v správe alebo prenájme.

Podakovanie

Kolegom z NLC-ÚHÚL Zvolen ďakujem za spoluprácu pri zakladaní skusných plôch a meraní. Kolegom z NLC-ÚLZI Zvolen ďakujem za poskytnutie vybraných údajov z databáz PSL.

Literatúra

- Bavliš, J. a kol., 2009: Pracovné postupy HÚL 2008. Zvolen, Národné lesnícke centrum - Ústav pre hospodársku úpravu lesov Zvolen, 147 p.
- Dezorz, M., 2000: Vývoj v aplikácii metód zisťovania zásob rubných porastov v rokoch 1989–1999. In: Zborník referátov: Perspektívy rozvoja hospodárskej úpravy lesov v SR, medzinárodné sympóziu 21.–22. jún 2000, Technická univerzita vo Zvolene, p. 147–152.
- Halaj, J., Řehák, R., 1979: Vyhodenie rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. Lesnícke štúdie. Bratislava, Príroda, 174 p.
- Halaj, J., Petráš, R., 1998: Rastové tabuľky hlavných drevín. Bratislava, SAP, 325 p.
- Šmelko, Š., 1989: Výskum metód zisťovania zásob porastov a ich uplatnenie v pracovných postupoch HÚL. Výsledky výskumu hospodárskej úpravy lesov na VÚLH a ich realizácia v praxi. VÚLH vo Zvolene, s. 36–44.
- Šmelko, Š., 2007: Dendrometria, Zvolen, Vydavateľstvo TU Zvolen, 401 p.
- Šmelko, Š., 2009: Námety pre inováciu obsahu a metodiky zisťovania stavu lesa v rámci HÚL. In: Sborník příspěvků z konference Současná role a pozice hospodářské úpravy lesů v českém a slovenském lesním hospodářství, Kostelec nad Černými lesy, 13.11. 2008. Česká zemědělská univerzita v Praze, 7 p.
- Šmelko, Š., 2012: Biometrické postupy vhodné na objektivizáciu údajov o lese, overené počítačovými simuláciami na digitálnych modeloch lesných. Lesnícky časopis - Forestry Journal 58:21–34.
- Šmelko, Š. a kol., 2008: Národná inventarizácia a monitoring lesov SR 2005–2006. Základná koncepcia a výber zo súhrnných informácií. Príloha Les/Slovenské lesokruhy č. 5–6/2008, 15 p.
- Šmelko, Š., Šebeň, V., 2010: Nové trendy v metódach zisťovania stavu lesa a potreba ich uplatnenia v HÚL na Slovensku. In: Zborník príspevkov z odborného seminára. Súčasný a budúcnosť hospodárskej úpravy lesov na Slovensku, Zvolen, NLC, p. 27–35.
- Vyhľadka MP SR č. 453/2006 Z. z. o hospodárskej úprave lesov a o ochrane lesa.

Resumé

Slovak forest planners have access to a wide range of methods of growing stock estimation applicable in various types of forest stands with $\pm 5\%$ to $\pm 30\%$ accuracy at 95% confidence level. The application of the methods of growing stock estimation has a rich history and in particular periods was affected by various legislative acts. During the last 50 years the required accuracy of growing stock estimate has been gradually decreasing.

Despite the fact that the situation has stabilised since 1995 (no major legislative changes), further development of the methods has undergone major changes primarily associated with continually decreasing funding for detailed survey of forest condition. There is a gradual trend in forest planning to promote methods that are time and cost less demanding. These methods are based on yield tables, the use of which culminated at a level of 94% (68% in mature stands of timber production forests) in 2006. The implementation of other methods, such as full callipering, circular and strip sample plots, has been gradually decreasing to represent only 0.7% (3% in mature stands of timber production forests) in 2010.

After 20 years of implementing the methods of yield tables it is necessary to verify the correctness of their application, the accuracy of the provided input variables and the methodology behind the growing stock estimation. According to the results and practical experience from the inspections of FSP procedure, the estimate of growing stock is decidedly impacted by ocular estimation of stand density, especially in stands with density above 0.9, and by the estimate of absolute height yield class. Due to this, there is a real possibility of systematic bias of total growing stock estimate in many forest enterprises.

In many European countries, the underestimation of growing stock has been recorded and confirmed by national forest inventories and Slovakia is not an exception to this trend.

Forest planning must consider the results of national forest inventory, correct existing systematic bias and eliminate conditions for its occurrence in the following period. This is nevertheless a long-term process requiring the introduction of a number of measures. One of them is the NFC regulation (2011) on correct application of methods in forest stands with planned regeneration. Among other things it is the introduction of more accurate methods of stand density estimation (e.g. using measured basal area) when yield tables are used with an option to use density higher than 1.0 in calculation.

The results of this paper revealed the increase in using relascope sample plots in mature stands of timber production and special-purpose forests between the years 2007–2010. Their proportion grew to 51% in 2010; at the same time, the estimation based on yield tables dropped to 44%. From 2008 onwards a gradual increase in the correctness of the application of growing stock estimation methods and in the accuracy of the input variables has been observed. Field inspections linked to growing stock estimation in particular stands have also played a positive role in the process.

In order to preserve this trend, a stronger support of field inspections is needed, that ensures timely intervention of state bodies in repressive measures against forest planners (mensurationists) who provide outputs of low quality; and further development of financially viable methods of growing stock estimation in forest stands with the desired accuracy of growing stock estimate and minimum risk of systemic bias on the total growing stock should be promoted.

Figures on growing stock in forest stands are instrumental for planning of intermediate and regeneration felling and thus their correct estimation should be of priority not only for forest planners (mensurationists) and forest managers but mainly for forest owners (state) whose forest property is managed by other subjects or is tenured.