



Porovnanie kvalitatívnej produkcie dvoch bukových (*Fagus sylvatica* L.) porastov na kyslom stanovišti

A comparison of qualitative production of two beech
(*Fagus sylvatica* L.) stands growing at acid sites

Igor Štefančík^{1,2}

¹Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, SK – 960 92 Zvolen, Slovenská republika

²Česká zemědělská universita v Praze, Fakulta lesnícká a dřevařská, Kamýčká 129, CZ – 165 21 Praha 6 - Suchbátov, Česká republika

Abstract

In this paper, a beech thinning experiment aimed at qualitative production issues was analysed. Two beech stands (93- and 105-year-old), growing at acid sites with similar ecological conditions were compared. The stands differ in the stand age, when their tending started (at the age of 40 years in one experiment versus 60 years for the second one). In the first stand, the thinning interventions were carried out during last 45 years, while in the second stand a 53-year-long period of investigation was recorded. The research was conducted in four treatment plots: (i) heavy thinning from below (C degree according to the German forest research institutes from 1902), (ii) free crown thinning with thinning intervals of 5 years, (iii) free crown thinning with thinning intervals of 10 years, and (iv) control plot (without thinning). The stand qualitative parameters (stem and crown quality, proportion of the best quality assortment and share of crop trees) were evaluated. From the point of qualitative production, the best results were most frequently obtained at the plots with the free crown thinning followed by heavy thinning from below. The worst parameters were found at the control plot.

Key words: beech; different tending; qualitative production

Abstrakt

Práca analyzuje kvalitatívnu produkciu prebierkového pokusu v bukovom poraste. Porovnali sa 2 bukové porasty (93 a 105 ročný) na kyslom stanovišti s podobnými ekologickými podmienkami. Porasty sa odlišovali vekom, kedy sa začalo s ich výchovou (jeden vo veku 40 rokov a druhý vo veku 60 rokov). V prvom poraste sa zásahy vykonávali počas ostatných 45 rokov, kým v druhom poraste sa sledovalo obdobie 53 rokov. Výskum pozostával zo štyroch sledovaných variant: (i) silná podúrovňová prebierka (C stupeň podľa Nemeckých výskumných ústavov lesníckych z roku 1902), (ii) úrovňová voľná prebierka s intervalom 5 rokov, (iii) úrovňová voľná prebierka s intervalom 10 rokov, (iv) kontrolná plocha (bez prebierok). Hodnotili sa kvalitatívne parametre porastu (kvalita kmeňa a koruny, podiel najkvalitnejších sortimentov a zastúpenie cieľových stromov). Najlepšie výsledky sa z hľadiska kvalitatívnej produkcie dosiahli na plochách s úrovňovou voľnou prebierkou a potom na ploche so silnou podúrovňovou prebierkou. Najhoršia kvalitatívna produkcia sa zistila na kontrolných plochách (bez výchovy).

Kľúčové slová: buk; rozdielna výchova; kvalitatívna produkcia

1. Úvod a problematika

Buku, ako najviac zastúpenej drevine v slovenských lesoch sa venovala v ostatných desaťročiach značná pozornosť z viacerých aspektov. Množstvo prác sa zaoberalo hlavne výchovou bukových porastov a jej účinkov na kvantitatívne parametre a produkciu pri aplikácii rôznych metód a postupov (Réh 1968, 1969; Šebík 1971, 1983; Štefančík 1968, 1974, 1984; Šebík & Polák 1990; Štefančík 2013). Podobne tomu bolo aj v zahraničí, hlavne v Nemecku a Francúzsku (Assmann 1968; Kennel 1972; Polge 1981; Pardé 1981; LeGoff & Ottorini 1993; Dhôte 1997; Pretzsch 2005).

Výchova bukových porastov sa zameriava predovšetkým na vypestovanie dostatočného počtu najkvalitnejších stro-

mov. Tieto predstavujú kvalitatívnu produkciu, ktorá zabezpečuje vysokú hodnotovú produkciu porastov v rubnom veku. Preto značná pozornosť sa venovala tiež sledovaniu vplyvu výchovy na kvalitatívnu produkciu (Réh 1968, 1994; Šebík 1970; Štefančík 1974, 1975, 1976; Keller et al. 1976; Ferrand 1982; Kató & Mulder 1983; Korpel 1988; Mlinsek & Bakker 1990; Hein et al. 2007; Štefančík & Bolvanský 2011; Poljanec & Kadunc 2013). Problematikou zisťovania kvality porastov z hľadiska hospodárskej úpravy lesov sa zaoberali Priesol (1971) a Polák (1971).

Kvalitu (akostný stav) lesných porastov môžeme posudzovať dvoma spôsobmi. Pri prvom hodnotíme akosť kmeňa a koruny pri všetkých stromoch sledovaného porastového súboru, čiže hovoríme o hromadnej kvalite porastu, ktorou

je napr. pestovná a hospodárska kvalita porastu. V druhom prípade, keď sú predmetom hodnotenia len také stromy, ktoré dosahujú vymedzené stupne akosti kmeňa a koruny zase hovoríme o vymedzenej kvalite porastu, ktorú reprezentujú akostné a nádejné (cieľové) stromy, t. z. výberová kvalita porastu (Štefančík 1976).

Vzhľadom k uvedenému je cieľom tohto príspevku zhodnotiť a porovnať kvalitatívnu produkciu (hromadnú i výberovú) na dvoch lokalitách v nezmiešaných bukových porastoch, ktoré sa dlhodobo (45 a 53 rokov) vychovávali rozdielnymi prebiekavými metódami.

2. Materiál a metodika

Objektmi výskumu boli dve série trvalých výskumných plôch (TVP) Zlatá Idka a Cigánka, ktoré vznikli z prirodzenej obnovy, veľkoplošným clonným rubom. Obidve série výskumných plôch majú takmer rovnaké stanovištné a ekologické podmienky, ale rozdielny vek o 20 rokov. Podrobnú charakteristiku plôch uvádza tabuľka 1.

Tabuľka 1. Základné charakteristiky trvalej výskumnej plochy (TVP) Zlatá Idka a Cigánka

Table 1. Basic characteristics of Zlatá Idka and Cigánka permanent research plots (PRP).

Charakteristika ¹⁾	TVP Zlatá Idka	TVP Cigánka
Založenie TVP ²⁾	1959	1967
Vek porastu [roky] ³⁾	40	60
Absolútna bonita ⁴⁾	24	28
Geomorfologický celok ⁵⁾	Volovské vrchy	Stolické vrchy
Expozícia ⁶⁾	SSV ⁷⁾	SZ ⁸⁾
Nadmorská výška [m] ⁹⁾	700	560
Sklon [stupeň] ¹⁰⁾	19	20
Geologický podklad ¹¹⁾	prekremené chloriticko-sericitické fylity ¹²⁾	ortorula (dvojsludná biotitická) ¹³⁾
Pôdny typ ¹⁴⁾	kambizem typická, nenasytená ¹⁵⁾	
Lesný vegetačný stupeň ¹⁶⁾	4. bukový ¹⁷⁾	
Hospodársky súbor lesných typov ¹⁸⁾	405 – kyslé bučiny ¹⁹⁾	
Skupina lesných typov ²⁰⁾	<i>Fagetum abietinum</i> (Fa)	<i>Fagetum pauper</i> (Fp) v.st.
Lesný typ ²¹⁾	4121 metlicová jedľová bučina ²²⁾	4301 chlpaňová bučina v.st. ²³⁾
Priemerná ročná teplota [°C] ²⁴⁾	6,7	5,5
Priemerný ročný úhrn zrážok [mm.rok ⁻¹] ²⁵⁾	780	918

¹⁾Characteristic, ²⁾Establishment of PRP, ³⁾Stand age [years], ⁴⁾Height site index, ⁵⁾Geomorphological unit, ⁶⁾Aspect, ⁷⁾North-north-east, ⁸⁾North-west, ⁹⁾Altitude [m], ¹⁰⁾Slope inclination [degree], ¹¹⁾Parent rock, ¹²⁾Chloritic-sericitic phyllites, ¹³⁾Gneiss (biotitic), ¹⁴⁾Soil type, ¹⁵⁾Haplic Cambisol (Dystric), ¹⁶⁾Forest altitudinal zone, ¹⁷⁾Beech, ¹⁸⁾Management complex of forest types, ¹⁹⁾Acid beech wood, ²⁰⁾Forest type group, ²¹⁾Forest type, ²²⁾Hair-grass fir beech wood, ²³⁾Hairy wood rush beech wood (higher tier), ²⁴⁾Average annual temperature [°C], ²⁵⁾Average annual precipitation total [mm.year⁻¹]

Predmetné série TVP sa skladajú z troch, resp. v prípade TVP Cigánka štyroch čiastkových plôch (C, H, H2, 0), každá s výmerou 0,25 ha. Na ploche (označenej ako C) sa realizuje silná podúrovňová prebiekavka (C – stupeň podľa Nemeckých výskumných ústavov lesníckych z roku 1902). Na plochách označených ako H a H2 sa uskutočňujú zásahy metódou úrovňovej voľnej prebiekavy v zmysle Štefančíka (1984), ktorá sa zameriava na individuálnu výchovu stromov výberovej kvality (nádejné a cieľové stromy). Na ploche H je prebiek-

kový interval 5 rokov, resp. na ploche H2 je 10 rokov. Na obidvoch sériách, resp. plochách (C, H) bol pri prvých troch zásahoch prebiekavý interval 4 roky, neskôr až doteraz sa všade aplikuje 5-ročný interval meraní a v prípade potreby aj zásahov. Plocha s označením 0 je kontrolná, bez zásahov.

Do založenia sérií TVP sa na výskumných plochách nevykonali žiadne úmyselné výchovné zásahy, pričom doteraz sa na nich realizovalo 12 biometrických meraní na TVP Zlatá Idka a 10 meraní na TVP Cigánka. Na všetkých čiastkových plochách sa číslovaním registrovali všetky živé stromy s hrúbkou $d_{1,3}$ 3,6 cm a väčšou. Hodnotili sa znaky kmeňa a koruny, v rámci ktorých sa klasifikovali stromy podľa pestovnej a hospodárskej klasifikácie.

Pestovná klasifikácia zahŕňa:

- a) spoločenské postavenie stromov podľa vzrastových tried (Štefančík 1984);
 1. nadúrovňový strom
 2. úrovňový strom
 3. medziúrovňový strom
 4. podúrovňový strom ustupujúci
 5. podúrovňový strom potlačený
- b) stupeň akosti kmeňa;
 1. tvárny – priamy, veľmi kvalitný kmeň, bez hrčíc
 2. priemerný – priemerne kvalitný kmeň, zakrivený iba v hornej tretine, s malým počtom hrčíc
 3. netvárný – nekvalitný kmeň s veľkým počtom hrčíc, veľmi zakrivený
- c) stupeň akosti koruny: *Podľa typu* (spôsobu vetvenia a tvaru) 1. s priebežnou osou kmeňa k vrcholu stromu; 2. kyticovitú; 3. metlovitú; 4. vidlicovitú. *Podľa veľkosti*: 1. obojstranná, primeranej veľkosti; 2. menšia, stiesnená, ale schopná regenerácie; 3. nadmernej veľkosti; 4. malá, neschopná regenerácie. *Podľa hustoty* (dostatku asimilačných orgánov) 1. veľmi hustá s úplným olistením aj vnútri koruny; 2. dosť hustá, olistenie len v korunovom plášti; 3. redšia, olistenie ešte dobré; 4. veľmi riedka, nedostatočné olistenie.

Pri stromoch v podúrovni porastu (3. až 5. vzrastová trieda) sa hodnotia koruny stromov iba podľa troch stupňov akosti koruny: 1 – dobrá, 2 – priemerná, 3 – zlá.

V rámci hospodárskej klasifikácie sa hodnotil len kmeň po nasadenie koruny, a to osobitne dolná a osobitne horná polovica kmeňa. Akostné triedy: 1 – vysoká (A), 2 – priemerná (B), 3 – horšia akosť, ale úžitkové drevo (C), 4 – palivo (D).

Zo získaných údajov sa vypočítala pestovná kvalita osobitne pre kmeň a korunu ako aritmetický priemer akostných znakov. Zmeny priemernej pestovnej kvality dvoch časových období (pri prvom a poslednom časovom období) sa porovnali indexom „pom“, ktorý vyjadruje dynamické zmeny pestovnej kvality (Štefančík 1974).

$$pom = \frac{Kv}{kv} \cdot 100$$

kde

Kv – priemerná kvalita na začiatku porovnávaného časového obdobia,

kv – priemerná kvalita na konci porovnávaného časového obdobia. Ak sa priemerná kvalita za sledované obdobie zlepšila platí, že hodnota $pom > 100$, resp. ak sa kvalita zhoršila $pom < 100$. Priemerná kvalita kmeňa i koruny bola vypočítaná za celý

porast, a tiež osobitne pre úroveň porastu (1. a 2. vzrastová trieda), resp. podúroveň porastu (3. až 5. vzrastová trieda). Podobný postup bol aj pri hodnotení hospodárskej kvality, pričom podkladový materiál bol spracovaný podľa metodiky Štefančíka (1974, 1976).

Okrem hodnotenia kvalitatívnych znakov sa súčasne vykonávali aj štandardné biometrické merania (hrúbka $d_{1,3}$ s presnosťou na 1 mm, výška stromov a nasadenia koruny s presnosťou na 0,5 m, šírka korún s presnosťou na 0,1 m), resp. technológiou Field-Map sa zisťovali pozície živých stromov v polárnom súradnicovom systéme (x, y).

3. Výsledky

3.1. Pestovná kvalita

Pestovnú kvalitu celého porastu, porastovej úrovne (1. + 2. vzrastová trieda) i podúrovne (3. až 5. vzrastová trieda) na TVP Zlatá Idka aj TVP Cigánka prezentujú tabuľka 2 a 3. Na začiatku výskumu platilo pre všetky plochy oboch porovnávaných sérií zistenie, že kvalita kmeňa i koruny úrovňových stromov bola lepšia ako podúrovňových jedincov. Na TVP Zlatá Idka sa pohybovali priemerné hodnoty celého porastu pre kmeň od 2,52 do 2,79, resp. pre korunu to bolo od 2,25 do 2,38. Na TVP Cigánka sme zistili pre kmeň priemernú kvalitu v rozpätí 2,46 – 2,54, kým pre priemernú kvalitu koruny 2,61 – 2,71. Ak porovnáваме iba úroveň porastu, tak na začiatku výskumu sme lepšie hodnoty zistili na TVP Cigánka, kde kvalita kmeňa dosiahla hodnoty 1,87 – 2,29 a kvalita koruny 1,43 – 2,03. Na TVP Zlatá Idka to bolo pre kmeň 2,20 až 2,62, kým pre kvalitu koruny 1,70 až 1,90.

Tabuľka 2. Pestovná kvalita na TVP Zlatá Idka za obdobie 53 rokov

Table 2. Silvicultural quality at Zlatá Idka PRP during the period of 53 years.

Plocha ¹⁾	Vek ²⁾ [r.]	Pestovná kvalita ³⁾	Úroveň ⁴⁾	Podúroveň ⁵⁾	Celý porast ⁶⁾
0	40	Kmeň ⁷⁾	2,618	2,877	2,790
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Koruna ⁹⁾	1,901	2,626	2,383
		pom ⁸⁾	100	100	100
	93	Kmeň ⁷⁾	2,565	2,806	2,721
		pom ⁸⁾	102,1	102,5	102,5
		Koruna ⁹⁾	1,880	2,918	2,553
		pom ⁸⁾	101,1	90,0	93,3
H	40	Kmeň ⁷⁾	2,197	2,667	2,521
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Koruna ⁹⁾	1,702	2,567	2,300
		pom ⁸⁾	100	100	100
	93	Kmeň ⁷⁾	2,189	2,726	2,456
		pom ⁸⁾	100,4	97,8	102,6
		Koruna ⁹⁾	1,432	2,726	2,075
		pom ⁸⁾	118,9	94,2	110,8
C	40	Kmeň ⁷⁾	2,409	2,819	2,674
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Koruna ⁹⁾	1,735	2,529	2,248
		pom ⁸⁾	100	100	100
	93	Kmeň ⁷⁾	2,458	2,750	2,491
		pom ⁸⁾	98,0	102,5	107,3
		Koruna ⁹⁾	1,896	2,917	2,009
		pom ⁸⁾	91,5	86,7	111,9

0 – kontrolná plocha – control plot, H – plocha s úrovňovou voľnou prebierkou (prebierkový interval 5 rokov) – plot with free crown thinning (thinning interval 5 years), C – plocha so silnou podúrovňovou prebierkou – plot with heavy thinning from below

¹⁾Plot, ²⁾Stand age (years), ³⁾Silvicultural quality, ⁴⁾Crown level of the stand, ⁵⁾Suppressed level of the stand, ⁶⁾Total stand, ⁷⁾Stem, ⁸⁾Index, ⁹⁾Crown

Tabuľka 3. Pestovná kvalita na TVP Cigánka za obdobie 45 rokov
Table 3. Silvicultural quality at Cigánka PRP during the period of 45 years.

Plocha ¹⁾	Vek ²⁾ [r.]	Pestovná kvalita ³⁾	Úroveň ⁴⁾	Podúroveň ⁵⁾	Celý porast ⁶⁾
0	60	Kmeň ⁷⁾	1,955	2,658	2,469
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Koruna ⁹⁾	1,823	2,949	2,628
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Kmeň ⁷⁾	2,514	2,872	2,767
		pom ⁸⁾	77,8	92,5	89,2
	105	Koruna ⁹⁾	2,338	2,989	2,798
		pom ⁸⁾	78,0	98,7	93,9
		Kmeň ⁷⁾	2,288	2,645	2,541
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Koruna ⁹⁾	2,031	2,985	2,708
		pom ⁸⁾	100	100	100
H	60	Kmeň ⁷⁾	2,111	2,843	2,555
		pom ⁸⁾	108,4	93,0	99,5
		Koruna ⁹⁾	1,667	2,675	2,277
		pom ⁸⁾	121,8	111,6	118,9
		Kmeň ⁷⁾	2,250	2,593	2,491
		pom ⁸⁾	100	100	100
	105	Koruna ⁹⁾	1,984	2,980	2,682
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Kmeň ⁷⁾	2,180	2,897	2,693
		pom ⁸⁾	103,2	89,5	92,5
		Koruna ⁹⁾	1,500	2,841	2,460
		pom ⁸⁾	132,3	104,9	109,0
H2	60	Kmeň ⁷⁾	1,873	2,696	2,459
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Koruna ⁹⁾	1,429	2,968	2,612
		pom ⁸⁾	100	100	100
		Kmeň ⁷⁾	2,482	2,750	2,529
		pom ⁸⁾	75,5	98,0	97,2
	105	Koruna ⁹⁾	2,357	3,083	2,485
		pom ⁸⁾	60,6	96,3	105,1

0 – kontrolná plocha – control plot, H – plocha s úrovňovou voľnou prebierkou (prebierkový interval 5 rokov) – plot with free crown thinning (thinning interval 5 years), H2 – plocha s úrovňovou voľnou prebierkou (prebierkový interval 10 rokov) – plot with free crown thinning (thinning interval 10 years), C – plocha so silnou podúrovňovou prebierkou – plot with heavy thinning from below

Vysvetlivky ako pri tabuľke 2 – For explanation of notes see Table 2.

Po dlhodobej výchove, resp. sledovaní (45 rokov na TVP Cigánka a 53 rokov na TVP Zlatá Idka) sa prejavili určité zmeny. Kvalita kmeňa pre celý porast sa na TVP Zlatá Idka zlepšila, pričom o málo viac na ploche C (silná podúrovňová prebierka) ako na kontrolnej ploche a ploche H (úrovňová voľná prebierka), ktoré dosiahli rovnaké zlepšenie. To isté bolo aj zistenie pri kvalite koruny na tejto sérii TVP, keď najväčšie zlepšenie sme zaznamenali na vychovávaných plochách (C a H), kým na kontrolnej ploche došlo k zhoršeniu.

Na TVP Cigánka sa kvalita kmeňa pre celý porast naopak zhoršila, pritom najviac na kontrolnej ploche a najmenej na ploche s úrovňovou prebierkou (5-ročným prebierkovým intervalom), kde sa prakticky za 45 rokov nezmenila. Pri kvalite koruny došlo k zhoršeniu iba na ploche bez výchovy. Najviac sa zlepšila priemerná kvalita koruny na oboch plochách s úrovňovou voľnou prebierkou (plocha H a H2).

Pri porovnaní zmien v rámci porastovej úrovne sme na TVP Zlatá Idka zaregistrovali zhoršenie kvality kmeňa aj koruny iba na ploche s podúrovňovou výchovou, hoci na ostatných dvoch plochách došlo iba k minimálnemu zlepšeniu. Najviac (o 18,5 %) sa zlepšila kvalita korún úrovňo-

vých stromov na ploche s úrovňovou výchovou (plocha H). Na TVP Cigánka v rámci úrovne porastu došlo k zhoršeniu kvality kmeňa na kontrolnej ploche o 22,2 %, resp. na ploche s podúrovňovou výchovou o 24,4 %. Na plochách s úrovňovou voľnou prebierkou (plochy H a H2) sa kvalita kmeňa zvýšila (o 8,4 % a 3,2 %). Čo sa týka kvality koruny, výsledky boli jednoznačne lepšie v prospech plôch s úrovňovou voľnou prebierkou. Na ploche H došlo k zlepšeniu o 21,8 % a na ploche H2 o 32,3 %, kým na ploche kontrolnej sme naopak zistili zhoršenie o 22 % a na ploche s podúrovňovou výchovou dokonca o takmer 40 %.

3.2. Hospodárska kvalita

Hospodársku kvalitu celého porastu, porastovej úrovne (1. + 2. vzrastová trieda) i podúrovne (3. až 5. vzrastová trieda) na TVP Zlatá Idka aj TVP Cigánka uvádzajú tabuľka 4 a 5, pričom osobitne sme vypočítali hospodársku kvalitu pre dolnú a hornú polovicu kmeňa. Na začiatku výskumu pre všetky plochy na oboch sériách platilo, že kvalita kmeňa (dolná aj horná) úrovňových stromov bola lepšia v porovnaní s podúrovňovými jedincami. Na TVP Zlatá Idka boli priemerné hodnoty pre celý porast od 2,01 do 2,36 pre dolnú polovicu kmeňa, resp. pre hornú polovicu kmeňa od 2,56 do 2,96. Na TVP Cigánka to bolo pre dolnú polovicu kmeňa 1,70 – 2,10 a pre hornú polovicu kmeňa 2,35 až 2,52. Ak porovnáme iba úroveň porastu zistíme na začiatku výskumu lepšie hodnoty na TVP Cigánka, a to tak pre dolnú i hornú polovicu kmeňa.

Tabuľka 4. Hospodárska kvalita na TVP Zlatá Idka za obdobie 53 rokov

Table 4. Commercial quality at Zlatá Idka PRP during the period of 53 years.

Plocha ¹⁾	Vek ²⁾ [r.]	Hospodárska kvalita ³⁾	Úroveň ⁴⁾	Podúroveň ⁵⁾	Celý porast ⁶⁾	
0	40	Dolná ⁷⁾	1,888	2,601	2,362	
		pom ⁸⁾	100	100	100	
		Horná ⁹⁾	2,559	3,164	2,962	
		pom ⁸⁾	100	100	100	
	93	Dolná ⁷⁾	1,576	2,282	2,034	
		pom ⁸⁾	119,8	114,0	116,1	
		Horná ⁹⁾	2,467	2,747	2,649	
		pom ⁸⁾	103,7	115,2	111,8	
	H	40	Dolná ⁷⁾	1,403	2,278	2,008
			pom ⁸⁾	100	100	100
			Horná ⁹⁾	2,083	2,780	2,564
			pom ⁸⁾	100	100	100
93		Dolná ⁷⁾	1,122	2,096	1,605	
		pom ⁸⁾	125,0	108,7	125,1	
		Horná ⁹⁾	2,135	2,534	2,333	
		pom ⁸⁾	97,6	109,7	109,9	
C		40	Dolná ⁷⁾	1,478	2,332	2,030
			pom ⁸⁾	100	100	100
			Horná ⁹⁾	2,344	3,138	2,857
			pom ⁸⁾	100	100	100
	93	Dolná ⁷⁾	1,198	1,250	1,204	
		pom ⁸⁾	123,4	186,6	168,6	
		Horná ⁹⁾	2,365	2,667	2,398	
		pom ⁸⁾	99,1	117,7	119,1	

¹⁾Plot, ²⁾Stand age (years), ³⁾Commercial quality, ⁴⁾Crown level of the stand, ⁵⁾Suppressed level of the stand, ⁶⁾Total stand, ⁷⁾Bottom half of the stem, ⁸⁾Index, ⁹⁾Upper half of the stem

Tabuľka 5. Hospodárska kvalita na TVP Cigánka za obdobie 45 rokov

Table 5. Commercial quality at Cigánka PRP during the period of 53 years.

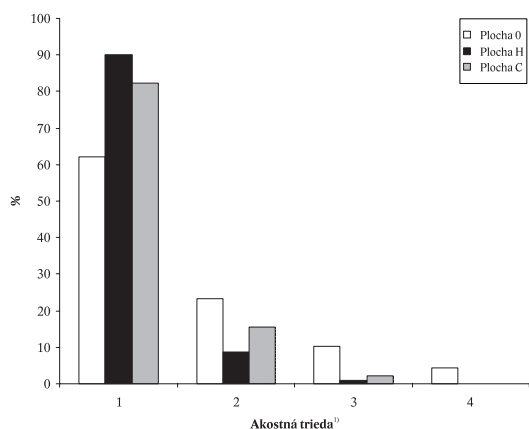
Plocha ¹⁾	Vek ²⁾ [r.]	Hospodárska kvalita ³⁾	Úroveň ⁴⁾	Podúroveň ⁵⁾	Celý porast ⁶⁾	
0	60	Dolná ⁷⁾	1,512	2,331	2,098	
		pom ⁸⁾	100	100	100	
		Horná ⁹⁾	1,938	2,610	2,419	
		pom ⁸⁾	100	100	100	
	105	Dolná ⁷⁾	1,554	2,251	2,047	
		pom ⁸⁾	97,3	103,6	102,5	
		Horná ⁹⁾	2,324	2,654	2,557	
		pom ⁸⁾	83,4	98,3	94,6	
	H	60	Dolná ⁷⁾	1,267	1,904	1,719
			pom ⁸⁾	100	100	100
			Horná ⁹⁾	2,215	2,651	2,524
			pom ⁸⁾	100	100	100
105		Dolná ⁷⁾	1,222	2,337	1,898	
		pom ⁸⁾	103,7	81,5	90,6	
		Horná ⁹⁾	1,852	2,771	2,409	
		pom ⁸⁾	119,6	95,7	104,8	
H2		60	Dolná ⁷⁾	1,297	1,876	1,702
			pom ⁸⁾	100	100	100
			Horná ⁹⁾	2,115	2,453	2,352
			pom ⁸⁾	100	100	100
	105	Dolná ⁷⁾	1,120	2,365	2,011	
		pom ⁸⁾	115,8	79,3	84,6	
		Horná ⁹⁾	2,000	2,817	2,585	
		pom ⁸⁾	105,8	87,1	91,0	
	C	60	Dolná ⁷⁾	1,205	1,983	1,759
			pom ⁸⁾	100	100	100
			Horná ⁹⁾	1,765	2,781	2,489
			pom ⁸⁾	100	100	100
105		Dolná ⁷⁾	1,536	1,667	1,559	
		pom ⁸⁾	78,5	119,0	112,8	
		Horná ⁹⁾	2,321	2,583	2,368	
		pom ⁸⁾	76,0	107,7	105,1	

Vysvetlivky ako pri tabuľke 4 – For explanation of notes see Table 4.

Po 45 rokoch na TVP Cigánka, resp. 53 rokoch na TVP Zlatá Idka sme zistili zlepšenie kvality celého porastu na TVP Zlatá Idka, tak pre dolnú i hornú polovicu kmeňa. Avšak na TVP Cigánka, sme zlepšenie pri dolnej polovici kmeňa zaznamenali iba na ploche kontrolnej a ploche so silnou podúrovňovou prebierkou. Pri hornej polovici kmeňa došlo k zlepšeniu iba na ploche s úrovňovou voľnou prebierkou s 5-ročným prebierkovým intervalom (plocha H) a ploche so silnou podúrovňovou prebierkou.

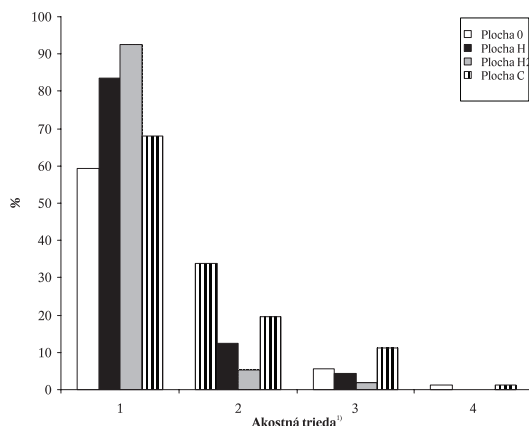
Z hľadiska kvalitatívnej produkcie, resp. následnej sortimentácie je rozhodujúca dolná polovica kmeňa najhrubších stromov, preto bolo zaujímavé porovnať dosiahnuté výsledky pre hospodársku kvalitu dolnej polovice kmeňov úrovne porastu po dlhodobej výchove. Na TVP Zlatá Idka došlo k zlepšeniu kvality v porovnaní so začiatkom výskumu, pritom najviac na ploche s úrovňovou voľnou prebierkou a najmenej na kontrolnej ploche, aj keď rozdiel bol minimálny (5,2 %). Iná bola situácia na TVP Cigánka, kde k zlepšeniu došlo iba na plochách s úrovňovou voľnou prebierkou (plocha H a H2). Najhoršou tu bola plocha so silnou podúrovňovou prebierkou, kde došlo k zhoršeniu o 21,5 % oproti východiskovému stavu.

V rámci analýzy sme tiež zistovali, že akým percentom sa podieľa iba dolná polovica kmeňa úrovňových stromov v jednotlivých akostných triedach z celkovej kruhovej základne porastu (obr. 1 a 2). Vidno, že na oboch porovnávaných sériách bol (podľa kruhovej základne) najväčší podiel v 1. akostnej triede na plochách s úrovňovou voľnou prebierkou a najmenší na kontrolných plochách bez výchovy.



Obr. 1. Podiel dolnej polovice kmeňa úrovňových stromov v akostných triedach podľa kruhovej základne na TVP Zlatá Idka

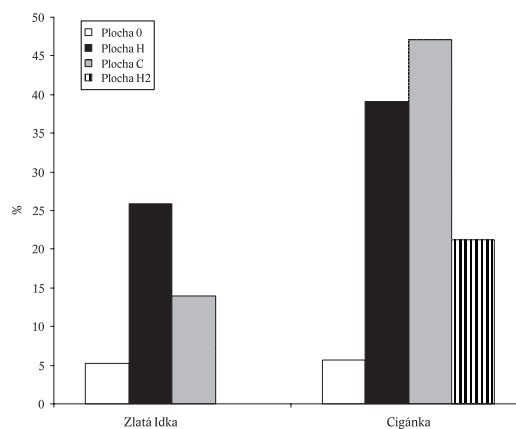
Fig. 1. The proportion of the bottom half of the stems from the crown level of the stand at Zlatá Idka PRP in quality classes calculated from the basal area.



Obr. 2. Podiel dolnej polovice kmeňa úrovňových stromov v akostných triedach podľa kruhovej základne na TVP Cigánka

Fig. 2. The proportion of the bottom half of the stems from the crown level of the stand at Cigánka PRP in quality classes calculated from the basal area.

Z hľadiska sortimentácie je dôležitá okrem kvality dolnej časti kmeňa aj jeho hrúbková dimenzia, lebo od toho závisí aj jeho zaradenie do jednotlivých kvalitatívnych tried (podľa STN 48 0056 „Kvalitatívne triedenie listnatej guľatiny“), resp. v konečnom dôsledku aj jeho speňaženie (finančný efekt). V rámci uvedenej normy možno sortimenty zaradené do I. a II. kvalitatívnej triedy použiť na výrezy pre výrobu dýh. Vidno, že aj tu sa prejavila lepšia kvalita na plochách s úrovňovou výchovou, hoci na TVP Cigánka sme zistili o málo vyššie percento na ploche C, t. z. so silnou podúrovňovou prebierkou (obr. 3).



Obr. 3. Podiel kmeňov vhodných na výrobu dýhy podľa objemu hrubiny

Fig. 3. The proportion of the stems suitable for veneer production calculated from the volume of the timber with the minimum top diameter of 7 cm over bark.

3.3. Vymedzená (výberová) kvalita

Túto kategóriu predstavujú najkvalitnejšie stromy porastu, ktoré sa vyberajú v určitom veku podľa stanovených kritérií. V bukových porastoch ich reprezentujú stromy výberovej kvality (nádejné a cieľové stromy), ktoré predstavujú kvalitatívnu (hodnotovú) produkciu a sú aj stabilizačnou zložkou porastov. Údaje o vývoji cieľových (nádejných) stromov uvádzame v tabuľke 6 a 7. Na začiatku výskumu boli na oboch lokalitách z hľadiska kvalitatívnych (aj kvantitatívnych) parametrov najvyššie hodnoty na plochách s neskôr uskutočňovanou silnou podúrovňovou prebierkou (plochy C). Počet stromov výberovej kvality (SVK) sa pohyboval od 176 do 208 ks.ha⁻¹ na TVP Cigánka, resp. 356 až 488 ks.ha⁻¹ na TVP Zlatá Idka.

Za obdobie výchovy 53, resp. 45 rokov sa situácia zmenila jednoznačne v prospech plôch s úrovňovou voľnou prebierkou (H a H2). Na týchto plochách sa podarilo vypestovať najvyšší počet SVK v porovnaní s ostatnými plochami (plochy C a 0). Rovnako aj produkčné parametre (kruhová základňa, objem hrubiny) tu dosiahli najvyššie hodnoty. Významným ukazovateľom je tiež podiel SVK z hlavného porastu, ktorý podľa kruhovej základne aj podľa objemu hrubiny vždy prevyšil kontrolnú plochu i plochu s podúrovňovou výchovou.

4. Diskusia

Pri porovnávaní kvalitatívnej produkcie predmetných sérií treba podotknúť, že na začiatku výskumu bol medzi nimi vekový rozdiel 20 rokov, čo je najmä z pohľadu výchovy veľmi dôležité. Vplyv včasnej výchovy na kvalitatívnu produkciu bukových porastov je totiž všeobecne známy, resp. dostatočne preukázaný aj množstvom prác na Slovensku (napr. Šebík 1970; Štefančík & Štefančík & Cicák 1991; Štefančík 1975, 1976, 2013), ale aj v zahraničí (Lüpke 1986; Utschig & Küsters 2003). Na TVP Zlatá Idka sa začalo s výchovou vo veku 40 rokov (vo fáze žrdkóvin), ale na TVP Cigánka to bolo až vo veku 60 rokov (vo fáze žrdčovín), čo je dosť neskoro. Takže kým sa na sérii TVP Cigánka začalo s výchovou, na porovnávannej TVP Zlatá Idka sa dovtedy vykonalo už 5 zása-

Tabuľka 6. Vývoj stromov výberovej kvality na TVP Zlatá Idka
Table 6. Development of the trees of superior quality at Zlatá Idka PRP.

Plocha ¹⁾	Vek ²⁾ [r.]	Počet stromov ³⁾ [ks.ha ⁻¹]	Kruhovú základňu ⁴⁾		Objem hrubiny ⁵⁾		Stredná	
			[m ² .ha ⁻¹]	% z hlavného porastu ⁶⁾	[m ³ .ha ⁻¹]	% z hlavného porastu ⁶⁾	hrúbka ⁷⁾ d _{1,3} [cm] (d _g)	výška ⁸⁾ [m] (h _g)
0	40	436	5,2	22,5	29,6	29,2	12,4	12,9
	93	112	10,3	22,2	144,0	24,8	34,2	28,8
H	40	356	4,3	19,0	24,2	24,8	12,4	12,9
	93	184	24,5	61,7	373,8	66,1	41,2	31,2
C	40	488	6,6	32,1	38,8	37,5	13,2	13,2
	93	164	17,7	43,6	268,2	44,1	37,1	31,2

¹⁾Plot, ²⁾Stand age (years), ³⁾Number of trees, ⁴⁾Basal area, ⁵⁾Volume of the timber with the minimum top diameter of 7 cm over bark, ⁶⁾Percentage out of the main stand,

⁷⁾Mean diameter at breast height, ⁸⁾Mean height

Tabuľka 7. Vývoj stromov výberovej kvality na TVP Cigánka
Table 7. Development of the trees of superior quality at Cigánka PRP.

Plocha ¹⁾	Vek ²⁾ [r.]	Počet stromov ³⁾ [ks.ha ⁻¹]	Kruhovú základňu ⁴⁾		Objem hrubiny ⁵⁾		Stredná	
			[m ² .ha ⁻¹]	% z hlavného porastu ⁶⁾	[m ³ .ha ⁻¹]	% z hlavného porastu ⁶⁾	hrúbka ⁷⁾ d _{1,3} [cm] (d _g)	výška ⁸⁾ [m] (h _g)
0	60	200	6,7	19,2	81,0	24,0	20,6	25,4
	105	108	11,4	26,0	191,0	30,3	36,7	32,4
H	60	188	6,4	25,2	79,3	29,1	20,9	25,6
	105	124	18,3	53,2	321,0	59,3	43,4	33,5
H2	60	176	6,5	24,0	81,3	29,4	21,7	26,0
	105	132	16,7	52,6	282,4	60,3	40,2	32,7
C	60	208	10,4	38,3	138,6	40,1	25,2	27,5
	105	68	13,3	34,3	277,6	35,6	49,9	40,0

Vysvetlivky ako pri Tabuľke 6 – For explanation of notes see Table 6.

hov, čo sa prejavilo hlavne na kvalite koruny celého porastu (nižšie hodnoty v rozpätí 2,25 – 2,38) v porovnaní s TVP Cigánka (2,61 – 2,71). Poznatok, že z aspektu kvality kmeňa a koruny je žiaduce s výchovou začať čo najskôr a miernymi zásahmi potvrdili aj výsledky Korpela (1988), ktorý zistil vo veku približne 40 rokov pri systematickej a intenzívnej výchove od fázy mladín signifikantne väčší počet najkvalitnejších jedincov v porovnaní s porastom s oneskorenou (zanedbanou) výchovou. Podobné sú aj závery Mlinšeka a Bakkera (1990), ktorí analyzovali 50 cieľových stromov buka vo veku 140 – 150 rokov na dvoch stanovištiach v Slovinsku. Výsledky ukázali, že stromy s rovnomerným a miernym radiálnym rastom produkovali najviac bezhrčatého dreva. Stromy, ktoré mali úzke letokruhy v mladom veku a neskôr náhle produkovali široké letokruhy mali síce vynikajúci tvar kmeňa, ale menej bezhrčatého dreva v porovnaní s jedincami s miernym radiálnym rastom. Preto odporúčajú v mladom veku zásahy obmedziť na negatívny výber odstránením predrastlíkov a rozrastlíkov.

Skutočnosť oneskorenej výchovy sa prejavila aj pri porovnaní kvality kmeňa celého porastu po dlhodobej výchove, keď na TVP Cigánka na rozdiel od TVP Zlatá Idka došlo k zhoršeniu v porovnaní s východiskovým stavom. Podobná situácia bola pri porovnaní kvality koruny, keď na oboch sériách došlo k zlepšeniu iba na vychovávaných plochách, pričom najviac na plochách vychovávaných úrovňovou voľnou prebierkou. Tieto výsledky potvrdili známu skutočnosť, že buk má „plastickú korunu“, t. z., že dokáže reagovať na jej uvoľnenie aj vo vyššom veku (Assmann 1968; Šebík & Polák 1990; Štefančík 1984; Polge 1981; Pardé 1981; LeGoff & Ottorini 1993; Dhôte 1997; Utschig & Küsters 2003). Okrem toho sa tiež potvrdilo, že kvalitu kmeňa nemožno výraznejšie ovplyvniť výchovou vo vyššom veku.

Dôležitou otázkou pri hodnotení vplyvu výchovy na kvalitu kmeňa i koruny je okrem včasnosti výchovy, resp. veku porastu, kedy sa začalo s výchovou tiež intenzita výchovy. V tejto súvislosti Utschig & Küsters (2003) konštatujú na základe zhodnotenia 130 ročného pokusu na TVP Elmstein 20 (Nemecko), že finálne ekonomické zhodnotenie ukázalo väčšie množstvo cenných sortimentov pri aplikovaní silnejších prebierok. To viac-menej kompenzovalo vyššiu produkciu dreva, ktorá sa dosiahla aplikovaním miernych zásahov. Podobne Badoux (1939) hodnotil kvalitu kmeňa v porastoch buka vo veku 20 až 85 rokov, kde sa realizovali 4 druhy prebierok (slabá, mierna a silná) podúrovňová, resp. úrovňová prebierka. V rámci porastovej úrovne zistil 28 – 35 % kmeňov s najvyššou kvalitou na ploche s úrovňovou prebierkou. Pre porovnanie uvádzame, že na našich ďalších sériách TVP Jalná to bolo vo veku 89 rokov 44 až 75 %, resp. na TVP Koňuš vo veku 83 rokov 48 – 64 %. Pritom tiež najlepšie výsledky sa dosiahli pri úrovňovej voľnej prebierke.

Ak porovnáваме iba úroveň porastu, ktorá je kostrou stability i nositeľom kvantitatívnej a hodnotovej produkcie (Štefančík 1984) znova sa ukázali najlepšie výsledky na oboch lokalitách pre plochy vychovávané úrovňovou voľnou prebierkou, pričom na TVP Cigánka sa kvalita koruny porastovej úrovne zlepšila na týchto plochách (H a H2) o 22 %, resp. o 32 %. Naopak na kontrolnej ploche a ploche s podúrovňovou výchovou došlo k zhoršeniu, a to o 22 %, resp. až o 40 %. Tieto výsledky dokazujú z hľadiska vývoja a kvality korún v bukových porastoch jednoznačné prednosti úrovňovej výchovy pred podúrovňovou, čo vyplýva z koncepcie uvedených dvoch druhov prebierky. Kým úrovňová voľná prebierka pozitívnym výberom v úrovni podporuje rast a vývoj korún, podúrovňovou výchovou sú prakticky bez ovplyvnenia.

- Hein, S., Lenk, E., Klädtke, J., Kohnle, U., 2007: Effect of crop tree selective thinning on beech (*Fagus sylvatica* L.) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 178:8–20.
- Kató, F., MüLder, D., 1983: Qualitative Gruppendurchforstung der Buche. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 154:139–145.
- Keller, R., Le Tacon, F., Timbal, J., 1976: La densité du bois de hêtre dans le nord-est de la France. Influence des caractéristiques du milieu et du type de sylviculture. Ann. Sci. Forest., 33:1–17.
- Kennel, R., 1972: Die Buchendurchforstungsversuche in Bayern von 1870 bis 1970. Forstliche Forschungsberichte München, 7:264 p.
- Korpeľ, Š., 1988: Dynamika rastu a vývoja bukových porastov vo fáze mladiny až žrdoviny vplyvom pestovnej techniky. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 30:9–38.
- Le Goff, N., Ottorini, J. M., 1993: Thinning and climate effects on growth of beech (*Fagus sylvatica* L.) in experimental stands. Forest Ecology and Management, 62:1–14.
- Lüpke, B., 1986: Thinning, especially early thinning, of pure beech stands. Forst- und Holzwirtschaft, 41:54–61.
- Mlinšek, D., Bakker, A., 1990: Jugendwachstum und Holzqualität bei der Buche. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 109:242–248.
- Pardé, J., 1981: De 1882 á 1976/80 les places d'expérience de sylviculture du hêtre en forêt domaniale de Haye. Revue Forestiere Francaise, 33:41–64.
- Polák, L., 1971: Uplatnění dynamické a kvalitativní inventury dřevných zásob porostů v současné praxi hospodářské úpravy lesů v ČSSR. In: Metódy zisťovania prírastku, zásob a kvality porastov. Zv. II. Bratislava, SAV, s. 269–281.
- Polge, H., 1981: Influence des éclaircies sur les contraintes de croissance du hêtre. Annals Sci. Forest., 38:407–423.
- Poljanec, A., Kadunc, A., 2013: Quality and timber value of European beech (*Fagus sylvatica* L.) trees in the Karavanke region. Croatian Journal of Forest Engineering, 34:151–165.
- Pretzsch, H., 2005: Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. European Journal of Forest Research, 124:193–205.
- Priesol, A., 1971: K problematike zisťovania kvality porastov a metódy stromových rozstupov. In: Metódy zisťovania prírastku, zásob a kvality porastov. Zv. II. Bratislava, SAV, s. 253–268.
- Réh, J., 1968: Štúdium štruktúry bukovej húštiny. Lesnícky časopis 14:651–671.
- RÉH, J., 1969: Príspevok k poznaniu vývoja a niektorých morfológických znakov buka v húštinách. In: Zborník vedeckých prác LF VŠLD vo Zvolene, 11:67–82.
- Réh, J., 1994: Vplyv systematickej a oneskorenej výchovy v bukových porastoch na niektoré biometrické a morfológické znaky porastu a budúcich rubných stromov. Lesnícky časopis - Forestry Journal, 40:409–419.
- Šebík, L., 1970: Kvalita a vplyv prvých úrovňových prebierok na kvalitu predrubných bukových porastov. In: Zborník prác LF vo Zvolene, 12:31–50.
- Šebík, L., 1971: Vplyv miernej podúrovňovej a akostovej úrovňovej prebierky na štruktúru a produkciu predrubných bukových porastov. In: Zborník vedeckých prác LF VŠLD vo Zvolene, 13:63–91.
- Šebík, L., 1983: Nové poznatky z pozorovania vplyvu úrovňovej a podúrovňovej prebierky na výškový rast bukových porastov. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 25:157–177.
- Šebík, L., Polák, L., 1990: Náuka o produkcii dreva. Bratislava, Príroda, 322 s.
- Štefančík, I., 2013: Development of target (crop) trees in beech (*Fagus sylvatica* L.) stand with delayed initial tending and managed by different thinning methods. Journal of Forest Science, 59(6):253–259.
- Štefančík, I., Bolvanský, M., 2011: Pestovanie bukových porastov. In: Barna, M., Kulfan, J., Bublinec, E. (eds.): Buk a bukové ekosystémy Slovenska. Bratislava, Veda, s. 431–452.
- Štefančík, L., 1968: Zmeny bukovej žrdoviny vplyvom prebierky a prirodzeného vývoja na výskumnej ploche Zlatá Idka. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 10:133–166.
- ŠTEFANČÍK, L., 1974: Prebierky bukových žrdovín. Lesnícke štúdie, 18, Bratislava, Príroda, 141 s.
- Štefančík, L., 1975: Pestovanie akostnej produkcie v bukových porastoch. Lesníctví, 21(8–9):749–766.
- ŠTEFANČÍK, L., 1976: Hromadná kvalita bukového porastu a jej zmeny vplyvom prirodzeného vývoja a prebierky. Lesnícky časopis, 22(2):141–157.
- Štefančík, L., 1984: Úrovňová voľná prebierka – metóda biologickej intenzifikácie a racionalizácie selekčnej výchovy bukových porastov. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 34:69–112.
- Štefančík, L., Štefančík, I., Cíciak, A., 1991: Zhodnotenie výskumu prebierok a zdravotného stavu nezmiešanej bučiny v imisnej oblasti. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 40:213–238.
- Utschig, H., Küsters, E., 2003: Growth reactions of common beech (*Fagus sylvatica* L.) related to thinning – 130 years observation of the thinning experiment Elmstein 20. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 122:389–409.

Summary

The aim of this paper was to assess and compare the qualitative production (mass and selective), in pure beech stands at two localities. The stands were long-term (45 and 53 years) tended by different thinning methods.

The research was conducted on two series of permanent research plots (PRP) Zlatá Idka and Cigánka. The plots are characterised by very similar site and ecological conditions, but different (20-years difference) stand age. The effects of different thinning methods were investigated for a long time on each series. On plot C, heavy thinning from bellow (C degree according to the German research institutes from 1902) was realised. On the plots marked as H and H2, free crown thinning was carried out, with the thinning interval of 5 and 10 years, respectively. The plot marked as 0 was a control plot (with no treatment). Within the framework of the classification scale, stem and crown quality were assessed following the silvicultural and commercial evaluation.

The assessment of silvicultural quality affected by long-term tending (53 years on Zlatá Idka PRP, and 45 years on Cigánka PRP) revealed the following results:

- Both stem and crown quality of the total stand improved on Zlatá Idka PRP, while the best results were recorded on tended plots (C and H), contrary to control plots, where worsening of the status was observed. On the contrary, worse quality was observed in all plots of Cigánka PRP. Crown quality worsened only on the plot with no tending. The best results in crown quality were obtained on the plots with free crown thinning (H and H2 plots).
- The comparison of the changes at a crown level of the stand revealed worsening of both stem and crown quality at Zlatá Idka PRP only on the plot with heavy thinning from bellow. On the plot with free crown thinning, the crown quality improved by 18.5%. On Cigánka PRP, stem quality improved only on the plots managed by free crown thinning (H and H2 plots), by 8.4% and 3.2%, respectively. As for the crown quality, unambiguously

better results were found on the plots with free crown thinning.

The assessment of commercial stand quality showed the improvement of total stand quality on Zlatá Idka PRP in both bottom and upper halves of stems:

- The assessment of the bottom half of the stem at a crown level of the stand showed improvements on all plots of Zlatá Idka PRP, while on Cigánka PRP the improvements were observed only on the plots with free crown thinning (H and H2 plots). The worst results were obtained on the plots with heavy thinning from bellow, where worsening by 21.5% in comparison to the initial stage of the stand was revealed.
- When comparing the basal area, the highest proportion in the first (the best) quality class was found on the plots managed by free crown thinning and the lowest one on the control plots with no tending.

Selective quality assessment showed the following results:

- During the period of 53 and 45 years of tending, the situation unambiguously changed in favour of the plots with free crown thinning (H and H2 plots). On the mentioned plots, the highest number of crop trees was cultivated compared to the other ones (plots C and 0). Production parameters (basal area, timber volume) of the plots with free crown thinning were also the highest.

The results of long-term investigation on quality production (mass and selective), carried out in two beech stands located at acid sites confirmed the effect of tending on stem (silvicultural and commercial) and crown quality. Better results were clearly found for free crown thinning in comparison with heavy thinning from bellow. Control plots (with no tending) showed the worst results in most of the cases.