

SROVNÁNÍ VYROBENÉHO OBJEMU DŘÍVÍ HARVESTOREM SE ZÁSOBOU POROSTU STANOVENOU OBJEMOVÝMI TABULKAMI

COMPARISON OF HARVESTER-PRODUCED TIMBER VOLUME WITH THE STANDING TIMBER VOLUME DETERMINED BY VOLUME TABLES

PAVEL NATOV¹⁾ ✉ - Jiří DVOŘÁK¹⁾ - MONIKA SEDMÍKOVÁ¹⁾ - RADIM LÖWE¹⁾ - MICHAL FERENČÍK²⁾

¹⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchdol, Czech Republic

²⁾Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic

✉ e-mail: natov@fld.czu.cz

ABSTRACT

The aim of the paper is to compare the volumes of timber sold at electronic auctions of standing timber, organized by the state enterprise Lesy České republiky (Forests of the Czech Republic, or FCR) with volumes obtained through individual (volume) electronic measurements by harvesters at stand (stump production) sites. The data were obtained from a company actively involved in both electronic and traditional auctions organized by FCR. A total of 40 electronic auctions, which the company won in the 4-year period (2012–2015) were compared. The data on standing volumes were taken from the auction bid sheets. The remaining data were obtained from printed outputs of the Motomit IT forest machine software of the Logset H8 harvester. Prior to harvesting, control measurements were taken and, if necessary, the harvester was calibrated in every stand. Results obtained showed that the volumes offered at auctions are higher than volumes determined by harvester. The total timber volume determined by auctions stood at 19,685.46 m³, whereas the total timber volume determined by harvester was 18,532.51 m³. The difference between these values was 1,152.95 m³. Differences in individual tree species were determined as well. Larch with 7.23% showed biggest differences, followed by pine with 7.22% and spruce with the smallest difference of 5.42%. The results obtained may be applied in practice, particularly as data used by companies dealing with timber purchasing at auctions. Buyers will be able to take the determined differences into account when preparing an offer.

Klíčová slova: harvester, aukce nastojato, objemové tabulky, měření dříví

Key words: harvester, standing timber auction, volume tables, timber measurements

ÚVOD

Od roku 2007 prodávají Lesy České republiky, s. p. (dále jen LČR) dříví pomocí elektronických (internetových) a prezenčních aukcí (LČR 2016). Jednou z metod tohoto způsobu prodeje je prodej dříví tzv. „na pni“, též nazývaný „nastojato“.

Prodej dříví „na pni“ je metoda, která nemá v České republice dlouhou tradici. V novodobé historii českého lesnictví byly první úspěšné prodeje dříví na pni realizovány na začátku roku 2010, a to z komunálních a privátních majetků v rozsahu několika tisíc m³ (SLANINA et al. 2015). V rámci Evropy umísťují dříví na trh ve formě stojícího dříví, tedy tzv. „na pni“, pouze některé země. Největší podíl takto prodáváného dříví má Francie a jedná se až o polovinu veškeré francouzské produkce dříví. Tímto způsobem umísťují dříví na trh poměrně úspěšně také pobaltské krajiny Litva a Lotyšsko. Naopak nepříliš dobře se tento model prosadil v Rumunsku a Rusku (FORESTA SG 2012). Za-

čátkem roku 2011 zveřejnilo Ministerstvo zemědělství České republiky dokument nazvaný „Dřevěná kniha“ (MZE 2011), která ukládá největšímu správci státních lesů, podniku LČR, využívat jako jednu z metod prodeje dříví také prodej dříví „na pni“, a to formou aukce v rozsahu 10–20 % roční produkce dříví.

Prodej tedy začal být nejprve realizován v objemu do 10 % vyrobeného dříví na jednotlivých smluvních územních jednotkách v režimu tzv. komplexních zakázek (MZE 2011). V současné koncepci LČR pro období 2015–2019 je snaha o navýšení podílu takto nabízené dřevní suroviny z 10 % až na 20 %. Předpokládá se, že v roce 2019 bude takto uvedeno na trh přibližně 1 851 tis. m³ (LČR 2015).

Při prodeji dříví nastojato je nutné měřit stojící dříví co nejpřesněji. V současné praxi patří mezi nejpřesnější metody pro zjišťování zásob porostů metoda průměrkování naplno a následný výpočet zásoby pomocí objemových tabulek Ústředí lesnicko-technického (ÚLT). Tímto

způsobem však může vznikat množství chyb, které způsobují nepřesnost měření jednotlivých veličin a následně pak nesprávné stanovení zásoby. I s ohledem na tyto okolnosti je v aukcích v současné době garantovanou veličinou pouze počet stromů a stanovený objem dříví (zásoba) je jen orientační. Nicméně i přesto, že objem není závazným ukazatelem, se jím potenciální kupci většinou řídí (jako zdroj informací k tématu viz www.forestrade.cz).

Část dříví, prodaného prostřednictvím aukcí, je zpracovávána pomocí harvestorů, které všeobecně nazýváme těžebně-dopravní stroje. Harvestory jsou vybaveny měřicím systémem, který dokáže měřit veličiny potřebné pro stanovení objemu s přesností +/- 2 mm u tloušťky a +/- 2 cm u délky, pokud je správně kalibrován (DVOŘÁK et al. 2012). Operátor harvestoru však musí kontrolovat správnost měření těchto systémů (DOOLEY et al. 2006), proto se provádí pravidelná kontrolní měření. Pokud se zjistí, že systémy nefungují s požadovanou přesností, je nutné přistoupit k jejich kalibraci (NIEUWENHUIS, DOOLEY 2006).

Používání harvestorů v České republice se stále zvyšuje. Tyto stroje mají vysokou produktivitu práce, nízké náklady v přepočtu na výrobní sortiment a menší úrazovost než ostatní stroje používané v lesnictví (SCHLAGHAMERSKÝ 2001). Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky [1], které každoročně předkládají souhrn údajů o lesním hospodářství, od roku 2002 evidují počty harvestorů. V roce 2002 zde bylo 58 kolových i pásových harvestorů a v roce 2014 to bylo 494 strojů. Tento nárůst o téměř 850 procent dokazuje zvyšující se podíl těchto strojů na těžbě. Díky uvedenému nárůstu se také neustále zvyšuje podíl sortimentní metody oproti metodě kmenové a stromové. Do budoucna lze předpokládat, že podíl sortimentní metody v těžbě dosáhne až 50 % (SIMANOV, KOHOUT 2004; DVOŘÁK et al. 2012).

Cílem této práce je (i) srovnání celkových objemů z výstupů elektronických aukcí dříví nastojato, zadávaných LČR, s. p., a (ii) porovnání objemů dle jednotlivých dřevin s objemy získanými jednotlivým (objemovým) elektronickým měřením vyrobeného dříví pomocí kalibrovaného harvestoru na výrobní lokalitě „P“.

MATERIÁL A METODIKA

Data byla získána od akciové společnosti, která se aktivně účastní elektronických i prezenčních aukcí nabízených LČR. Tato společnost do aukcí vstupuje od roku 2012. V této studii bylo porovnáváno 40 aukcí, které firma vyhrála v průběhu 4 let (2012–2015). Aukce proběhly v různých částech České republiky a všech 40 bylo elektronických. Údaje o zásobách porostů byly převzaty ze zadávacích listů aukcí. Všechny zásoby byly zjišťovány metodou průměrkování naplno a následným výpočtem za použití ÚLT tabulek.

Data o celkových objemech dříví zjištěných harvestorem byla získána z tiskových výstupů harvestoru typu Logset H8, vybaveného výrobně-evidenčním softwarem Motomit IT. Objem byl tedy vypočítán z naměřených veličin středové tloušťky a jmenovité délky podle algoritmu, označeném ve standardu StanForD jako m3toDE (SKOGFORSK 2012). Algoritmus m3toDE je specifikován jako německý cenový typ s přesně určeným měřením délky a průměru. Objem je stanoven na základě naměřeného průměru uprostřed jmenovité délky výřezu a cenová (hodnotová) klasifikace je založena na čepovém průměru. Průměr je vždy zaokrouhlen na nejbližší celé cm dolů, jedná se tedy o tzv. HKS metodu (BW-HKS 1983), podrobně popsanou Wojnarem (WOJNAR et al. 2007) v Doporučených pravidlech pro měření a krychlení dříví v ČR 2008. V každém porostu bylo před začátkem těžby u harvestoru provedeno kontrolní měření s následným porovnáním vypočteného objemu vyrobeného dříví. Pokud bylo kontrolní měření a výpočet objemu v pořádku, kalibrace nebyla provedena. Jestliže byl zjištěn rozdíl ±4% mezi objemem dříví, vypočteným z hodnot naměřených harvestorem, oproti digitální průměrce a digitálnímu pásmu, byla na základě tohoto zjištění provedena kalibrace senzorů pro měření délky i tloušťky. Absolutní hodnoty objemů jednotlivých aukcí jsou patrné v tab. 1.

Tab. 1.

Celkový objem dříví dle jednotlivých aukcí a skutečné výroby [m³] hroubí bez kůry
Total timber volume according to individual auctions and actual production [m³] of timber to the top of 7 cm under bark

Číslo aukce/ Number of auction	Objem dříví/Timber volume		Rozdíl/Difference	
	ÚLT (m ³ b. k./m ³ ub)	HV (m ³ b. k./m ³ ub)	(m ³ b. k./m ³ ub)	(%)
1	263,84	266,87	+ 3,03	+ 1,15
2	640,00	605,22	- 34,78	- 5,43
3	466,78	467,42	+ 0,64	+ 0,14
4	413,79	338,74	- 75,05	- 18,14
5	769,00	690,59	- 78,41	- 10,20
6	651,58	619,96	- 31,62	- 4,85
7	1023,71	1068,95	+ 45,24	+ 4,42
8	341,65	333,71	- 7,94	- 2,32
9	234,76	225,65	- 9,11	- 3,88
10	487,22	490,65	+ 3,42	+ 0,70
11	520,45	497,68	- 22,77	- 4,37
12	301,22	324,00	+ 22,78	+ 7,56
13	252,25	261,50	+ 9,25	+ 3,67
14	754,24	782,76	+ 28,52	+ 3,78
15	450,08	452,99	+ 2,91	+ 0,65
16	944,20	900,79	- 43,41	- 4,60
17	257,68	251,49	- 6,19	- 2,40
18	222,39	215,62	- 6,77	- 3,04
19	487,18	529,70	+ 42,52	+ 8,73
20	334,54	317,25	- 17,29	- 5,17
21	408,26	382,37	- 25,89	- 6,34
22	228,75	204,72	- 24,04	- 10,51
23	345,25	294,79	- 50,46	- 14,62
24	380,50	376,45	- 4,05	- 1,06
25	457,73	455,32	- 2,41	- 0,53
26	196,30	191,80	- 4,50	- 2,29
27	326,67	321,43	- 5,24	- 1,60
28	313,46	289,28	- 24,18	- 7,71
29	501,35	463,73	- 37,63	- 7,50
30	698,55	604,68	- 93,87	- 13,44
31	364,91	342,00	- 22,91	- 6,28
32	394,80	281,16	- 113,64	- 28,78
33	1075,70	932,96	- 142,74	- 13,27
34	823,25	754,26	- 69,00	- 8,38
35	222,79	202,60	- 20,19	- 9,06
36	616,65	546,08	- 70,57	- 11,44
37	858,83	754,35	- 104,49	- 12,17
38	641,45	563,13	- 78,32	- 12,21
39	522,85	490,20	- 32,65	- 6,24
40	490,85	439,69	- 51,16	- 10,42
Celkem/Total	19685,46	18532,51	- 1152,95	- 5,86

HV – harvestor/harvester; ÚLT – ÚLT tabulky/ULT Tables

Pro posouzení normality dat v absolutních hodnotách byl použit Shapiro-Wilkův test normality. V obou případech došlo k zamítnutí nulové hypotézy o normálním rozložení dat ($t = 0,917$; $df = 40$; $p = 0,006$). S ohledem na zamítnutí nulové hypotézy nebyl zvolen parametrický test, ale pro určení rozdílu mezi celkovým objemem dříví stanoveným aukcí a skutečně vytěženým harvestorem byl zvolen Wilcoxonův párový test. K testování byl použit program IBM SPSS Statistics 23 (IBM 2015). Pro všechny statistické testy použité v této práci byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 5\%$.

Po provedení Wilcoxonova párového testu byly absolutní hodnoty objemů dříví za každou aukci převedeny na relativní hodnoty. Za základní hodnoty (100%) byly považovány objemy dříví dle jednotlivých dřevin stanovené pro aukci ÚLT metodou. K těmto hodnotám pak byly vztaheny relativní hodnoty objemů dříví zjištěné harvestorem.

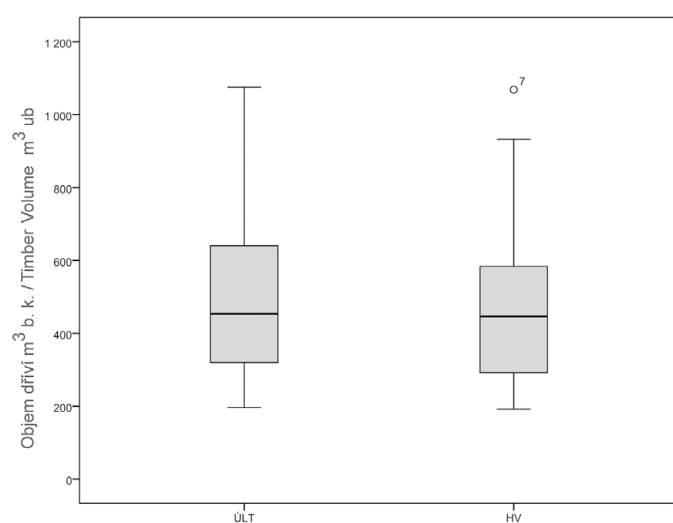
Dále byly srovnávány relativní rozdíly mezi objemy nabízenými v aukcích a objemy zjištěnými harvestorem po provedené těžbě u smrku, modřínu a borovice. Listnaté dřeviny vyhodnoceny nebyly, protože na výstupu z harvestoru nebyly jednotlivě rozlišeny. Absolutní hodnoty objemů jednotlivých dřevin jsou patrné v tab. 2.

VÝSLEDKY

Celkem bylo vyhodnoceno 40 elektronických aukcí. Mezi objemem dříví stanoveným aukcí a skutečně vytěženým objemem dříví harvestorem byl zjištěn signifikantní rozdíl (tab. 3 a 4). Lze tedy zamítnout nulovou hypotézu, že medián rozdílu mezi výstupy z aukcí a harvestoru je roven nule.

V průměru bylo v aukci nabízeno 492 m³ dříví (± 232 m³ SD; min. 196 m³ a max. 1075 m³), zatímco harvestor vytěžil v průměru 463 m³ (± 218 m³ SD; min. 191 m³ a max. 1068 m³). Graficky zobrazuje výsledky krabicový graf (obr. 1). Rozdíl tedy činí 29 m³ na jedné aukci (± 14 m³ SD).

Celkový objem dříví stanovený aukcemi činil 19 685,46 m³, celkový objem dříví zjištěný harvestorem 18 532,51 m³. Rozdíl mezi těmito hodnotami byl 1152,95 m³. Po převedení všech absolutních rozdílu



Obr. 1. Grafické znázornění statistických charakteristik sledovaných aukcí
Fig. 1. Graphical representation of statistical characteristics in studied auctions
HV – harvester/harvester; ÚLT – ÚLT tabulky/ULT Tables

mezi objemy aukcí a objemy zjištěnými harvestorem na relativní hodnoty byl zjištěn průměrný rozdíl 5,44%.

Při rozdělení aukcí podle dřevin byl nejvyšší objem zjištěn u smrku. Nabízený objem smrku v aukcích byl 15 935,050 m³, vytěžený objem zjištěný harvestorem 15 071,483 m³. Rozdíl tedy činil 863,567 m³. Další dřevinou byla borovice, jejíž nabízený objem v aukcích byl 2 452,840 m³ a vytěžený objem zjištěný harvestorem 2 275,807 m³. Rozdíl mezi těmito objemy byl 177,033 m³. Objem modřínu v aukcích byl 876,820 m³ a jeho vytěžený objem zjištěný harvestorem 813,400 m³ (rozdíl 63,42 m³).

Po převedení rozdílu mezi celkovými objemy nabízenými v aukcích a celkovými objemy z harvestoru na relativní hodnoty bylo zjištěno, že rozdíl u smrku dosahoval 5,42%, u borovice 7,22% a u modřínu 7,23%.

Tab. 2.

Celkový objem dříví dle dřevin [m³] hroubí bez kůry
Total timber volume according to tree species [m³] of timber to the top of 7 cm under the bark

Dřevina/Species	Objem dříví/Timber volume	
	ÚLT (m ³ b. k./m ³ ub)	HV (m ³ b. k./m ³ ub)
Smrk/Spruce	15 935,050	15 071,483
Borovice/Pine	2 452,840	2 275,807
Modřín/Larch	876,820	813,400
Celkem/Total	19 264,710	18 160,690

HV – harvester/harvester; ÚLT – ÚLT tabulky/ULT Tables

Tab. 3.

Wilcoxonův párový test
Wilcoxon Signed Ranks Test

HV – ÚLT	
Z	-3,885 ^b
Přibližná významnost (dvostranný test)/ Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Z – rozdíl mezi párovými hodnotami/difference between the pairs;
^b – založeno na kladných rozdílech/^b – based on positive ranks;
HV – harvester/harvester; ÚLT – ÚLT tabulky/ULT Tables

Tab. 4.

Wilcoxonův párový test (podrobné výsledky)
Wilcoxon Signed Ranks Test (detailed results)

	Počet/N	Průměrný rozdíl/ Mean Rank	Součet rozdílu/ Sum of Ranks	
HV – ÚLT	Záporné rozdíly/ Negative Ranks	31 ^a	22,55	699,00
	Kladné rozdíly/ Positive Ranks	9 ^b	13,44	121,00
	Rovnost/Ties	0 ^c		
	Celkem/Total	40		

^a HV < ÚLT; ^b HV > ÚLT; ^c HV = ÚLT – HV – harvester/harvester; ÚLT – ÚLT tabulky/ULT Tables

DISKUSE

V první části práce byl hodnocen rozdíl mezi objemem dříví nabízeným v aukcích a skutečně vytěženým objemem dříví harvestorem u všech 40 aukcí. Absolutní rozdíl těchto objemů ze všech aukcí činil 1152,95 m³ za dobu 4 let. Zjištěný rozdíl lze s ohledem na celkový objem dříví nabízeného v aukcích (19 685,460 m³) považovat za významný. Může být způsoben několika faktory. Jednou z možných příčin jeho vzniku je měření výčetní tloušťky stromu, kdy vznikají chyby, které se v plné míře přenášejí na kruhovou základnu tak, že procentuální chyba na kruhové základně je rovna přibližně dvojnásobku procentuální chyby na tloušťce (KORF et al. 1972; COPKO 1988; ŠMELKO 2000). Další chybou je nedodržení měření výčetní tloušťky ve výšce 1,3 m od země. Velikost chyby v tomto případě závisí na tom, zda se průměruje soustavně pod (kladná chyba) nebo nad (záporná chyba) výčetní výškou 1,3 m. Podle toho je i záporná či kladná chyba a její velikost, při zohlednění druhu dřeviny a tloušťky stromu, v rozmezí od 0,6 % do 4,5 % z kruhové základny porostu. Záleží také na velikosti posunu od místa měření. Při posunutí o 0,1 m dolů nebo nahoru se projeví chyba v měření tloušťky průměrně o 0,5 % až 0,9 % na ploše příčného průřezu (ŠMELKO 2000). Podle Copka (COPKO 1988) je při posunu místa měření do výšky 1,4 m chyba na zásobě rovna -2,1 %, při posunu měření do výšky 1,2 m je chyba na zásobě rovna + 2,5 %. Další chyby při měření tlouštěk kmenů vznikají především při náklonu stromu a nepřímosti osy kmene (ČERNÝ et al. 2006).

Dalším faktorem, který může způsobit zjištěný rozdíl v objemech, je nesprávné určení výšek při měření dříví nastojato. Dle Bracka (BRACK 2005) je u klasických výškoměrů typů Blume Leiss a Vertex dosahovaná přesnost měření $\pm 2,5\%$ z hodnoty výšky. Problémem při měření výšky může být také špatné určení vrcholu stromu (ČERNÝ et al. 2006). Dle Kuželky a kol. (KUŽELKA et al. 2015) je nejdůležitější při měření výšky správné stanovení paty a vrcholu stromu. Dalším problémem může být špatné určení odstupové vzdálenosti měřiče od stromu (KUŽELKA et al. 2015). VALENTA, ŠEŠULKA (2015) uvádějí, že LČR používají k měření výšek dva typy elektronických výškoměrů (Vertex Laser 400 a TruPulse 200B) s laserovým dálkoměrem. Právě to může být jeden z důvodů velkých chyb, neboť dle Kuželky a kol. (KUŽELKA et al. 2015) může nastat u laserových dálkoměrů, které nevyžadují umístění speciálního cíle na měřený strom, hrubá chyba při měření. Tato chyba je způsobena změřením vzdálenosti k jinému stromu než k tomu, jehož výšku určujeme. Nezanedbatelným problémem je též používání ÚLT tabulek, neboť tyto nejsou primárně konstruovány pro Českou republiku. Od roku 2016 LČR nahradily ÚLT tabulky Československými objemovými tabulkami (PETRÁŠ, PAJTIK 1991), které jsou přímo konstruovány pro česko-slovenské podmínky lesního hospodářství. Proto se do budoucna očekává přesnější stanovení zásob porostů.

Tento významný rozdíl nelze přisuzovat pouze metodě zjišťování zásoby používané u LČR, neboť běžné chyby se vyskytují i při evidenci dříví harvestorem. Jedním z důvodů je nadměrek, který je nastaven u požadovaných výřezů u každého harvestoru. Tyto nadměrky se však do objemu vykazovaného harvestorem nezapočítávají. Dalším důvodem může být způsob zaokrouhlování středové tloušťky u harvestoru. Středová tloušťka se u harvestoru zaokrouhluje dle HKS metody (BW-HKS 1983) neustále na celá čísla směrem dolů. Dalším důvodem možných rozdílů je skutečnost, že ne vždy je vytěženo veškeré hroubí z daného porostu. Chybou operátora se může stát, že koncové části stromů nejsou zařazeny do žádného sortimentu, a proto i část hroubí není zahrnuta do objemu vykazovaného harvestorem. Další možnou chybou operátora je vytváření vysokých pařezů při těžbě, kdy tento objem opět není zahrnut do objemu vykazovaného harvestorem.

Lidský faktor je velmi významný při zjišťování objemu pomocí harvestoru i při zjišťování zásoby porostu průměrkováním naplno.

Druhá část srovnání byla věnována rozdílům mezi jednotlivými dřevinami. Hodnoceny byly jehličnaté dřeviny (smrk, borovice, modřín),

k jejichž těžbě je nejčastěji používán harvestor. Největší relativní rozdíly vykazoval modřín (7,23 %), poté borovice (7,22 %); nejmenší rozdíly vykazoval smrk (5,42 %). Rozdíly u borovice a modřínu jsou mimo jiné způsobeny tlustší borkou. Při výpočtu objemu provádí státní podnik LČR odpočet na kůru pomocí tzv. odkorňovacích koeficientů, které jsou uvedeny v Procentických sortimentačních tabulkách pro stromy hlavních dřevin v ČSSR (PAŘEZ, MICHALEC 1987). Odkorňovací koeficienty jsou vytvořeny pro pět skupin dřevin na základě intervalů výčetní tloušťky. Hodnoty, které určují srážku na kůru, jsou u jedné ze skupiny zahrnující smrk téměř shodné se skupinou, která zahrnuje borovici a modřín. To je v rozporu s reálnými hodnotami tloušťky, kdy podle praktických poznatků je tloušťka kůry u borovice a modřínu obvykle mnohem větší než u smrku (LAASASENAHO et al. 2005). Harvestor odečítá kůru dle tzv. pásmových odpočtů (MARSHALL et al. 2006; WOJNAR 2007), které odpovídají více skutečným hodnotám tloušťky kůry. Hodnoty pro odečet kůry se samozřejmě nedají fakticky porovnávat, protože odečet kůry dle pásmového odpočtu je závislý na střední tloušťce, zatímco koeficienty pro odpočet kůry dle „Procentických sortimentačních tabulek pro stromy hlavních dřevin v ČSSR: (smrk, borovice, buk, dub)“ (PAŘEZ, MICHALEC 1987) závisí na výčetní tloušťce. Pokud se zaměříme na odečet kůry, dle kterého stanovují objemy bez kůry LČR, s. p. (LČR 2013, 2014), odečet je u borovice ve vyšších hodnotách výčetní tloušťky (tzn. od 27 cm do 65 cm) výše než u smrku. Při takových hodnotách výčetních tlouštěk se tedy odečítá mnohem vyšší hodnota srážky na kůru u smrku než u borovice. Naopak u pásmového odpočtu (WOJNAR 2007), dle kterého provádí odpočet kůry harvestor, je od střední tloušťky 35 cm hodnota pro odečet kůry u borovice vyšší než u smrku. Navíc jsou zde zvlášť uvedeny i hodnoty pro oddenkové kusy. Protože právě tloušťka od 27 cm do 65 cm je v mytních porostech nejčetnější a hodnoty odečtu kůry dle obou výše zmíněných způsobů při těchto tloušťkách tak rozdílné, je pravděpodobně, že tento fakt může být jeden z hlavních důvodů velkých rozdílů objemů nabízených v aukcích a objemů zjištěných harvestorem. U modřínu může za velkými rozdíly stát také křehkost této dřeviny (GODIN et al. 2013). V průběhu těžby může dojít k ulomení a rozlámání vršku stromu, který je následně zařazen do klestu bez evidence harvestorem (BARTH, HOLMGREN 2013).

ZÁVĚR

Mezi objemem dříví stanoveným aukcí a skutečně vytěženým objemem dříví harvestorem byl zjištěn signifikantní rozdíl. Absolutní rozdíl těchto objemů ze všech aukcí činil 1104,02 m³ za dobu 4 let. Tento rozdíl může být způsoben mnoha příčinami. Chyby mohou vznikat při měření dříví nastojato například při zjišťování výčetní tloušťky. Chyba, která vzniká při měření výčetní tloušťky, je způsobena např. nedodržením měření ve výšce 1,3 m od země či chybou při náklonu stromu a nepřímosti osy kmene.

Dalším faktorem, který může způsobit zjištěný rozdíl v objemech, je nesprávné určení výšek při měření dříví nastojato. Problémem může být například špatné určení vrcholu stromu, paty stromu nebo nesprávné určení odstupové vzdálenosti měřiče od stromu, které často vzniká při měření laserovými dálkoměry. Dalším významným problémem je používání ÚLT tabulek, jelikož tyto tabulky nejsou primárně konstruovány pro podmínky ČR.

Chyby však nevznikají pouze na straně LČR, ale dochází k nim i evidencí dříví u harvestoru. Jedním z důvodů je nadměrek, který je nastaven u požadovaných výřezů u každého harvestoru. Dalším důvodem může být způsob zaokrouhlování středové tloušťky u harvestoru nebo fakt, že ne vždy je vytěžena všechna hmota hroubí z daného porostu. Lidský faktor je velmi významný při zjišťování jak objemu pomocí harvestoru, tak i zásoby porostu průměrkováním naplno.

Hodnoceny byly také rozdíly mezi jednotlivými dřevinami (smrk, borovice, modřín), k jejichž těžbě je nejčastěji používán harvestor.

Největší relativní rozdíly vykazoval modřín (7,23 %), poté borovice (7,22 %), nejmenší vykazoval smrk (5,42 %). Vyšší rozdíly u borovice a modřínu jsou zřejmě způsobeny tlustší borkou.

Výsledky této práce lze uplatnit v praxi zejména jako podklad pro společnosti zabývající se nákupem dříví v aukcích. Zjištěné rozdíly mohou kupující zohlednit při vytváření cenové nabídky, které se jim promítnou do celkových zisků nebo ztrát.

Další studie na toto téma se zaměří konkrétněji na jednotlivé znaky aukcí, jako například zastoupení, průměrná hmotnost, soubor lesních typů, sklonitost terénu a mnoho dalších. Rozdělení aukcí podle těchto znaků by mohlo podrobněji vyjádřit, v jakých kategoriích aukcí se objevují nejvýraznější objemové rozdíly a na jakých faktorech jsou tyto rozdíly závislé. V dalších studiích budou sledovány změny rozdílů mezi objemem dříví nabízeným v aukci a následně zjištěným harvestorem po změně určování zásob porostů svěřkováním naplno u LČR, s. p., která proběhla v roce 2016. Taktéž budou analyzovány výstupy z harvestoru se zaměřením na jednotlivé těžené stromy, protože jak aukce, tak harvestor evidují objem s přesností na jeden strom.

Výstupy z harvestorů díky tomu mají velký potenciál ať už pro stát či drobné vlastníky lesů, kteří by díky těmto datům mohli uchovávat detailní informace o těženém porostu.

Poděkování:

Tento článek je výsledkem výzkumného projektu NAZV QJ1520005 „Optimalizace sortimentace a druhození dříví zpracovávaného harvestorovou technologií a návrh postupů pro kontrolu přesnosti měření objemu výroby pro posílení produkční funkce lesa a zachování stability porostů vůči škodlivým činitelům.“

LITERATURA

- BARTH A., HOLMGREN J. 2013. Stem taper estimates based on airborne laser scanning and cut-to-length harvester measurements for pre-harvest planning. *International Journal of Forest Engineering*, 24 (3): 161–169.
- BRACK C.L. 2005. Inventory systems in Australia using remotely sensed data to improve precision and scale of estimation. *The International Forestry Review*, 7 (5): 285.
- BW-HKS. 1983. Gesetzliche Handelsklassensortierung für Rohholz (Forst-HKS) mit Ergänzungsbestimmungen für Baden-Württemberg. Stand 1. 10. 1983. Stuttgart, Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: 25 s.
- COPKO V. 1988. Chyba při zjišťování zásob průměrkováním naplno způsobená nedodržením výčetní výšky měřiště. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 33 s.
- ČERNÝ M., APLTAUER J., CIENCIALA E. 2006. Accuracy of shoot biomass measurement of standing beech trees with Field-Map technology. *Lesnický časopis – Forestry Journal*, 52 (3): 223–237.
- DOOLEY T., LAYTON T., NIEUWENHUIS M. 2006. The impact of calibration on the accuracy of harvester measurement of total harvest volume and assortment volume for Sitka spruce clearfells in Ireland. *Irish Forestry*, 63 (1, 2): 96–107.
- DVOŘÁK J. et al. 2012. Využití harvestorových technologií v hospodářských lesích: The use of harvester technology in production forests. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 156 s. Folia Forestalia Bohemica, 24.
- FORESTA SG. 2012. Prodej dříví na pni s oslovením konkurence a výpočet objemu a sortimentace stojících stromů [online]. 1. Vsetín, 2012, 45 s. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://sortimentace.cz/SbornikPDNP.pdf>
- GODIN B., LAMAUDIÈRE S., AGNEESSENS R., SCHMIT T., GOFFART, J.P., STILMANT D., DELCARTE J. 2013. Chemical composition and biofuel potentials of a wide diversity of plant biomasses. *Energy & Fuels*, 27 (5): 2588–2598.
- IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- KORF V. et al. 1972. *Dendrometrie*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 371 s.
- KUŽELKA K., MARUŠÁK R., URBÁNEK V. 2015. *Dendrometrie*. Praha, Česká zemědělská univerzita: 122 s.
- LAASASENAHO J., MELKAS T., ALDEN S. 2005. Modelling bark thickness of *Picea abies* with taper curves. *Forest Ecology and Management*, 206 (1): 35–47.
- LČR. 2013. Pracovní postup OHÚL 04/2011: Způsoby zjišťování vybraných údajů projektů PČ a TČ. Revize vydaná 19. 7. 2013. Hradec Králové.
- LČR. 2014. Pracovní postup OLZ01/2014: Prodej dříví v elektronických aukcích. Hradec Králové.
- LČR. 2015. Koncepce strategického rozvoje podniku Lesy České republiky, s. p. pro období let 2015 – 2019. Hradec Králové, LČR: 51 s.
- LČR. 2016. Prezenční aukce dříví nastojato 12. 4. 2016 KŘ Karlovy Vary, Lesy ČR [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné/Available on: <http://www.lesy.cz/o-nas/obchodni-informace/stranky/prezencni-aukce-drivi-nastojato-1242016-kr-karlovy-vary.aspx>
- MARSHALL H.D., MURPHY G.E., LACHENBRUCH B. 2006. Effects of bark thickness estimates on optimal log merchandising. *Forest Products Journal*, 56 (11/12): 87–92.
- MZE. 2011. Koncepce Ministerstva zemědělství k hospodářské politice státního podniku Lesy České republiky od roku 2012. [online] Praha, MZE: 21 s., příl. [cit. 2016-03-22]. Dostupné na/Available on: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/koncepce-a-strategie/koncepce-mze-k-hospodarske-politice.html>
- NIEUWENHUIS M., DOOLEY T. 2006. The effect of calibration on the accuracy of harvester measurements. *International Journal of Forest Engineering*, 17 (2): 25–33.
- PAŘEZ J., MICHÁLEK M. 1987. Procentické sortimentační tabulky pro stromy hlavních dřevin v ČSSR: (smrk, borovice, buk, dub). Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 79 s. *Lesnický průvodce 1/1987*.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. *Lesnický časopis*, 37 (1): 49–56.
- SCHLAGHAMERSKÝ A. 2001. Harvestorové technologie v lesních porostech. *Lesnická práce*, 80: 176–178.
- SIMANOV V., KOHOUT V. 2004. Těžba a doprava dříví. Písek, Matices lesnická: 411 s.
- SKOGFORSK. 2012. Standard for forest data and communication. Appendix: Definitions of variables – General and country specific. Version (last update 2012-04-18) [online]. 32 s. [cit. 2016-08-20]. Dostupné na/Available on: http://www.skogforsk.se/contentassets/b063db555a664ff8b515ce121f4a42d1/appendix1_eng_120418.pdf
- SLANINA S., NATOV P., DVOŘÁK J., GABRIELOVÁ B. 2015. Analysis of standing timber sales based on overall coniferous/broadleaved tree species ratio. *Journal of Forest Science*, 61 (3): 106–111.
- ŠMELKO Š. 2000. *Dendrometrie*. Vysokoškolská učebnica. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 399 s.
- VALENTA J., ŠEŠULKA L. 2015. Postup při zjišťování zásob v aukcích nastojato u lesů ČR. *Lesnická práce*, 94 (12): 24–26.
- WOJNAR T. et al. 2007. Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008. Kostelec nad Č. lesy, *Lesnická práce*: 148 s.

On-line zdroje:

- [1] Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství. [2002–2015]. Praha, Ministerstvo zemědělství. Dostupné na/Available on: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/Zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-CR/>

COMPARISON OF HARVESTER-PRODUCED TIMBER VOLUME WITH THE STANDING TIMBER VOLUME DETERMINED BY VOLUME TABLES

SUMMARY

Since 2007, the state enterprise Lesy České republiky (Forests of the Czech Republic, hereinafter referred to as FCR) have been selling timber through electronic (online) and traditional auctions. One of the timber sale methods used is the so-called “sale of timber on stump” or “standing timber sale”. This type of sale accounts for up to 10% of produced timber volume in individual contractual territorial units within the so-called “complex contracts”. Part of the auctions is processed by harvesters, which are generally referred to as logging and hauling machinery. The deployment of harvesters in the Czech Republic has been increasing. They are characterized by high work productivity, low costs per produced log and lower personal accident rate compared with other machinery used in forestry. The aim of this paper is (i) to compare the total volumes of the outputs of standing timber electronic auctions organized by FCR, and (ii) to compare volumes of individual tree species with volumes obtained through individual (volume) electronic measurements of the produced timber by a calibrated harvester at stand (stump production) site.

The data were obtained from a joint-stock company, which is actively involved in both electronic and traditional auctions organized by FCR. The company has been participating in auctions since 2012. The study compares 40 auctions, which the company won in the course of 4 years (2012–2015). The data on standing volumes were taken from bid sheets of the mentioned auctions. All standing volumes were determined by the full calliper method and consequent calculations using the ULT Volume Tables. Data on total timber volumes determined by harvester were obtained from Logset H8 harvester that used the forest machine software Motomit IT. The Shapiro-Wilk test of normality was used to assess the normality of data in absolute values. In both cases the null hypothesis on normal distribution of data was rejected, which is why we chose the Wilcoxon, not a parametric test, to determine the difference between the total timber volume as determined by the auction and the volume actually harvested by harvester. The relative differences between volumes offered at auctions and volumes determined by harvesters after logging of spruce, larch and pine were compared as well.

A total of 40 electronic auctions were evaluated. A significant difference between the volume determined at auctions and the actually harvested volume was determined. An average of 492 m³ of timber was offered per auction (± 232 m³ SD; min. 196 m³ and max. 1075 m³), whereas the harvester harvested an average of 463 m³ (± 218 m³ SD; min. 191 m³ and max. 1068 m³). Graphical representation of the results in the form of a box plot is shown in Fig. 1. The determined difference is 29 m³ per auction (± 14 m³ SD). The total timber volume determined by auctions was 19,685.46 m³, the total timber volume determined by harvester was 18,532.51 m³. The difference between these values was 1,152.95 m³. Upon converting the differences between the total volumes offered at auctions and total volumes determined by harvester to relative values we discovered that the difference in spruce was 5.42%, in pine 7.22%, and in larch 7.23%.

A significant difference between the timber volume determined at auctions and the actually harvested timber volume was determined. The absolute difference between these volumes in all auctions accounted for 1,104.02 m³ over the course of 4 years. The results obtained by this study may be applied in practice, particularly as data used by companies dealing with timber purchasing at auctions. Buyers can take the determined differences into account when preparing an offer. These offers will consequently be reflected in the total profits or losses of the company.

Zasláno/Received: 07. 10. 2016

Přijato do tisku/Accepted: 19. 12. 2016