

ANALÝZA OBJEMOVÝCH ROZDÍLŮ PŘI PRVOTNÍM PŘÍJMU SUROVÉHO DŘÍVÍ DLE VÝROBNÍCH LOKALIT

ANALYSIS OF VOLUME DIFFERENCES OCCURRING DURING TIMBER SCALING ON DIFFERENT PRODUCTION LOCATIONS

PAVEL NATOV¹⁾ - ONDŘEJ NUHLÍČEK¹⁾ ✉ - JIŘÍ DVOŘÁK¹⁾ - LESZEK MARCIN SZALA²⁾ - HANA SYROVÁTKOVÁ¹⁾

¹⁾Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra lesnických technologií a staveb, Kamýcká 129, 165 21 Praha, Czech Republic

²⁾Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta chemické technologie, Katedra matematiky, Technická 5, 166 28 Praha, Czech Republic

✉ e-mail: e-mail: nuhlicek@fd.czu.cz

ABSTRACT

As the use of harvester technology and cut-to-length harvesting systems in the Czech Republic has been increasing lately, the volume of timber, for which it is possible to use several methods of the volume determination for forest management documentation, is also rising. These methods are (i) using harvester production – inventory software outputs on felling site, (ii) using pile measuring method at the roadside, or (iii) a combination of both. Volume differences between methods (i) and (ii), however, cause problems in timber stock documentation, and for accepting harvester data outputs by state-owned company Forests of the Czech Republic (Lesy České republiky) there are accuracy requirements of $\pm 2\%$ maximal difference from the control pile measurement. In this study, harvester data outputs were compared with the pile measurements on 168 piles from 53 felling sites. Only 11.3% of recorded values proved $\pm 2\%$ of volume difference. The most of the measurements (38.6%) were in the category of $\pm 10\text{--}25\%$ difference. The biggest difference was recorded on larch (9.2%), followed by broad-leaved trees (-7.48%), pine (-2.38%), and the lowest difference was observed in spruce (2.09%).

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: příjem dříví; objem dříví; sortimentní metoda; harvesterová metoda

Key words: timber receipt; timber volume; CTL-method; harvester technology

ÚVOD

V České republice dochází od roku 2000 k výraznému nárůstu počtu víceoperačních strojů. V letech 2002 až 2016 vzrostl počet harvesterů z 58 kusů na 595 (Zpráva 2003, 2017). Pozitivním zjištěním je, že 193 kolových harvesterů má předpoklady k uplatnění pro práci v probírkách, tedy již při výchově porostů. V podmínkách České republiky se zvyšuje proměnlivost výrobně technických podmínek pro nasazení harvesterové technologie (Dvořák et al. 2011). V roce 2004 bylo zpracováno harvesterovou technologií 15 % objemu dříví (Zpráva 2005), v roce 2009 téměř 25 % (Zpráva 2010) a v roce 2013 již 31 % z celkového vyrobeného objemu dříví (Zpráva 2014). V současné době je podíl sortimentní metody, která je úzce provázána s harvesterovou technologií, odhadován až na 36,6 % (Zpráva 2017). Dle některých autorů (Dvořák et al. 2011; Neruda et al. 2013) existuje reálná možnost nárůstu uplatnění víceoperačních strojů v lesích ČR až na 50 % z celkových objemů těžeb. Využitelný potenciál pro harvesterovou technologii zahrnuje téměř 70 % lesních pozemků s ohledem na terénní

podmínky, druhovou skladbu a další faktory (Dvořák, Natov 2016). Harvesterovou technologii lze považovat za jednu z progresivních a do budoucna perspektivních, u níž lze ovšem velice těžko předvídat směr a rychlost vývoje (Dvořák et al. 2017; Moskalik et al. 2017).

Prvotní příjem dříví vyrobeného harvesterem může být prováděn na různých výrobních lokalitách několika metodami. Vlastník lesa, dodavatel prací a odběratel dříví (v případě komplexních zakázek pro Lesy ČR, s. p., je dodavatel prací a odběratel dříví zpravidla totožný subjekt) mohou po společné domluvě akceptovat výstupy z harvesteru bez dalších kontrolních měření (Sládek, Neruda 2007) a prvotní příjem je tak prováděn na výrobní lokalitě P („pařez“). Alternativně může k akceptování výstupů z harvesteru dojít až ve chvíli, kdy se nebudou lišit od kontrolního hromadného měření dříví na lokalitě OM („odvozní místo“). V tomto případě je prováděno kontrolní měření na dohodnutém procentu vyrobeného dříví a v daných časových intervalech (např. LČR 2016). Prvotní evidence (příjem) vyrobeného dříví vycházející z měřících systémů harvesterů na lokalitě P a vy-

sledek hromadného měření dříví v hraních na lokalitě OM se ovšem často neshodují. Rozdíl mezi objemy obou měření bývá zpravidla do 5 %, ale i to může při vysokém objemu vyrobeného dříví představovat značné fiktivní rozdíly v evidovaném množství dříví (VALENTA 2001). Příjem dříví může být také proveden pouze hromadným měřením dříví v prostorových mírách bez ohledu na výstupy z harvestoru (SLÁDEK, NERUDA 2007) na lokalitě OM. Způsob provedení prvotního příjmu dříví závisí pouze na vlastníkově lesa. V České republice chybí instituce, která by prvotní příjem a měření dříví sjednotila a řešila problémy s tím spojené (ULRICH et al. 2006).

V zahraničí se situace liší stát od státu. MELKAS (2017) uvádí, že ve Finsku bylo v roce 2016 z celkového objemu 46,7 mil. m³ komerčně těžené kulatiny 76,0 % objemu měřeno pro potřeby prvotní evidence pomocí harvestoru. Jak Finsko, tak i Švédsko mají již implementovány předpisy a požadavky na přesnost měření a nezávislý audit. NIEUWENHUIS a DOOLEY (2006) pro Finsko uvádí povolenou odchylku ± 4 % na úrovni těžného porostu. TARLETON (2017) uvádí, že ve Švédsku pro kontrolní měření platí požadavek, kdy minimálně 50 % harvesterem změřených tloušťek musí být v rozmezí ± 4 mm od manuálního kontrolního měření a minimálně 60 % harvesterem naměřených délek musí být v rozmezí ± 2 cm od kontrolního manuálního měření.

V dalších zemích toto řešení ovšem není úspěšně implementováno vzhledem k neexistujícímu centralizovanému řešení této problematiky, případně neexistenci národního orgánu zodpovídajícího za provozně-právní otázky lesnictví, který by se tímto problémem zabýval. Německo sice má dle práce HOHMANN et al. (2017) vytvořen legislativní rámec pro měřicí systémy, ale jejich uvedení do praxe blokuje skutečnost, že se v případě harvestorů nejedná o uzavřené, nepřena-stavitelné systémy. V jiných zemích, například v Irsku, závisí podle zdroje TARLETON (2017) možnost využití dat z harvestoru čistě na interních předpisech organizace, případně na znění smlouvy o vykonání těžební činnosti. Podobně je tomu i ve Skotsku, kde státem spravované lesy používají výstupy z harvestoru k platbám za práci, jak se uvádí v „Payment through the head“ [1].

Z hlediska úspory času a komplexnosti poskytované informace se jeví způsob akceptování výstupů z harvestoru bez dalších kontrolních měření jako optimální. V této práci jsme se tedy rozhodli analyzovat rozdíly mezi jednotlivým elektronickým měřením vyrobeného dříví pomocí harvestorů na výrobní lokalitě „P“ a údaji získanými ručním hromadným měřením dříví v hraních na výrobní lokalitě „OM“.

Tab. 1.

Základní parametry harvestoru JohnDeere H770D
Basic parameters of JohnDeere H770D harvester

| Parametr/Parameter | Hodnota/Value | Jednotky/Units |
|-------------------------------|---------------|----------------|
| Výkon/Power | 86 | kW |
| Hmotnost/Weight | 11.5 | t |
| Dosah ramene/Boom reach | 7.9 | m |
| Délka/Length | 5910 | mm |
| Rozvor/Wheelbase | 3500 | mm |
| Maximální šířka/Maximal width | 2630 | mm |

MATERIÁL A METODIKA

V období od srpna do prosince 2015 došlo ke sběru dat – ta byla poskytována jednou lesnickou akciovou společností (dále jen „LAS“), která působí zejména v západních Čechách. S vedením této LAS bylo dohodnuto poskytování dat o těžební činnosti, jež byla součástí komplexní zakázky ve vztahu k podniku Lesy České republiky, s. p. (dále jen „LČR“). Vedoucím pracovníkem lesní výroby LAS byl vybrán středně-výkonový harvester značky John Deere 770D, rok výroby 2006, s měřicím a řídicím systémem Timbermatic 300. Tento systém kromě měření dříví a řízení sortimentace umožňuje i zaznamenávání výroby dle operátorem nastavených parametrů a tvorbu sumářů – za porostní skupinu, výrobní blok atd. Základní parametry harvestoru shrnuje tab. 1. Majitelem harvestoru není LAS, ale soukromý vlastník, tzv. osoba samostatně výdělečně činná (OSVČ), provádějící pro společnost služby formou subdodávky. Kontrolní měření a případná kalibrace a nastavení harvesterové hlavičky byly zcela v režii operátora, aby reflektovaly zažitou praxi. Výroba probíhala zejména v probírkových porostech nebo v slabších mýtních porostech, s ohledem na technické možnosti stroje. Průměrná hmotnost zpracovávaných kmenů byla u smrku a borovice 0,16 m³, u modřínu 0,18 m³ a u skupiny listnáčů 0,10 m³.

Od operátorů harvestoru byly přebírány výstupy, které byly tištěny přímo uvnitř stroje, a to vždy po dokončení těžby v jednotlivých porostních skupinách. LAS byly poskytovány doklady o prvotním příjmu a evidenci dříví s názvem „Sumář za porost – sortimenty“. Tento doklad slouží LAS pouze k přehledu o vyrobených sortimentech a neodevzdává se na konci měsíce LČR, s. p. Jako prvotní doklad o příjmu a evidenci dříví slouží LČR doklady, které se nazývají „Číselník dlouhého a rovného dříví“, „Protokol hrání“ a „Sumáře za dřevinu“. „Sumáře za porost – sortimenty“ byly vyhotoveny v informačním systému (dále jen „IS“) „Příjem dříví“ technickohospodářským pracovníkem LAS a vstupními daty pro jejich zhotovení byla data naměřená v terénu na lokalitě odvozní místo (dále jen „OM“).

Na lokalitě OM probíhalo měření dříví v prostorových mírách dle těžných porostních skupin, a to vždy za účasti pověřeného zaměstnance LČR a technicko-hospodářského pracovníka LAS. U každé měřené hraně byl určen druh dřeviny, vyrobený sortiment a jeho kvalita, změněna byla šířka, délka a výška hraně. Jednotlivým výřezům, nacházejícím se mimo hrání, byla měřena pouze čepová tloušťka, podle které se následně stanovil objem výřezu. Zda měření hrání prováděli vždy stejní pracovníci, není z podkladů dodaných LAS zřejmé.

Veškeré naměřené hodnoty byly technickohospodářským pracovníkem LAS uloženy do IS „Příjem dříví“, odkud se po doplnění převodového koeficientu v hodnotě 0,64 pro veškeré jehličnaté dřeviny a 0,54 pro veškeré listnaté dřeviny získal výsledný objem dříví v metrech krychlových bez kůry pro každou hrání. Tyto koeficienty byly zadávány pouze u dříví vyráběného a nakupovaného od LČR, s. p. Hodnoty z vygenerovaných „Sumářů za porost – sortimenty“ byly později využity k analýze.

Z výstupů harvestoru byl do souhrnné tabulky přepisován název porostní skupiny, typ ceny a objemy v metrech krychlových bez kůry, dle jednotlivých dřevin a vyrobených sortimentů. Použité cenové typy byly především m3toDE pro hlavní sortimenty kulatiny, dýchových výřezů, agregátů apod. a typ m3fm pro vlákninu, dřevovinu a odpad. Vyráběné jmenovité délky sortimentů byly 2 m, 2,5 m, 2,7 m, 3 m, 4 m, 5 m a 7,5 m. Upřesněné parametry jednotlivých sortimentů, jako použité nadměrky a parametry pro srážku na kůry nebyly LAS poskytnuty. Hodnoceny byly pouze čtyři hlavní skupiny dřevin, a to smrk, borovice, modřín, a veškeré listnaté dřeviny zahrnuté do jedné skupiny. Z dokladu „Sumář za porost – sortimenty“ byly navíc vypisovány tzv. ceníkové kódy, které vyjadřují druh těžby a kvalitu těžného dříví. Celkem bylo vyhodnoceno 15 výrobních bloků zahrnujících 53 po-

rostních skupin. Zhodnocen byl objemový a následně procentuální rozdíl, který vzniká mezi měřením harvestorem a ručním měřením dříví v prostorových mírách.

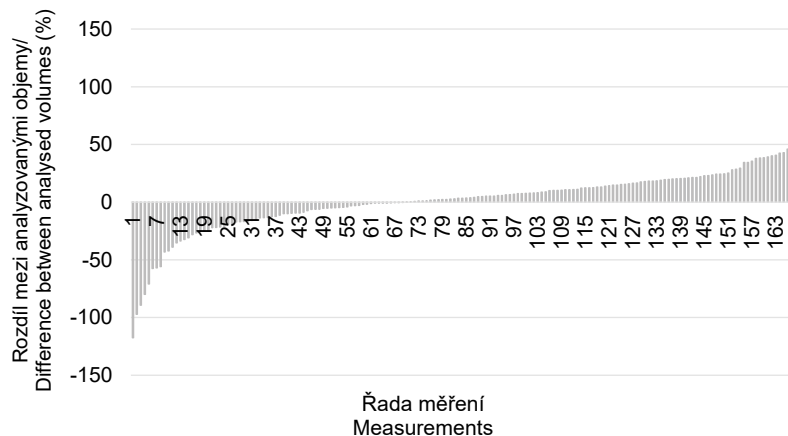
VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro účely této práce bylo změřeno hromadným způsobem 168 hrání vyrobených z 53 porostních skupin, sloučených do 15 výrobních bloků. Nejhojněji zastoupenou dřevinou byl smrk (cca 48,6 %), druhou nejčastější dřevinou byla borovice (43,6 %), třetí modřín (4 %) a nejméně zastoupena byla skupina listnatých dřevin (3,8 %).

Hodnoceny byly rozdíly vznikající mezi jednotlivým elektronickým měřením harvestoru a hromadným ručním měřením dříví v hráních. 41 % (70 hrání) všech naměřených hodnot vykazovalo objemový rozdíl v záporných číslech a 59 % hodnot (99 hrání) rozdíl v kladných číslech. Výsledky nejsou natolik odlišné, aby bylo možné konstatovat, že se chyba měření ubírá pouze jedním směrem. Z obr. 1 vyplývá, že pouhých 23 % všech naměřených hodnot vykazuje objemové rozdíly v rozmezí ± 5 %. Toto zjištění neodpovídá závěrům práce VALENTA (2001), který udává, že rozdíl mezi objemy obou měření bývá zpra-

vidla do 5 %. I to však může při vysokém objemu vyrobeného dříví představovat značné fiktivní rozdíly v evidovaném množství dříví. Celková průměrná hodnota všech objemových rozdílů je 1,24 %. Tato hodnota se může jevit jako poměrně malá, nicméně je stanovena z celkového objemu dříví, ze všech 53 porostních skupin. Největší počet naměřených hodnot (39 %) spadá do skupiny objemových rozdílů ± 10 –25 %.

Statistická analýza byla provedena dvojitým t -testem, který je používán pro testování rozdílu dvou středních hodnot. Párový t -test byl použit z důvodu porovnávání dat ze „spárovaných variačních řad“, neboť byla prováděna dvě měření vždy u jednoho výběrového souboru. V našem případě bylo prováděno měření a výpočet objemu dříví harvestory a následně výpočet objemu vyrobených sortimentů v hráních. Takto získané hodnoty tvoří páry a reprezentují při testování jak kontrolní, tak i pokusnou skupinu porovnávaných dat. Testujeme hypotézu, že střední hodnota vypočítaného objemu dříví harvestorem se rovná střednímu objemu dříví v hráních. Z výsledků statistické analýzy, shrnuté v tab. 2, lze konstatovat, že u smrku a modřínu, kde byly zjištěny p -hodnoty pro smrk $p = 0,019096$ a pro modřín $p = 0,001577$, byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Data z harvestorů není možné v analyzovaných případech považovat za věrohodná pro prvotní



Obr. 1.
Podílové rozdíly mezi dvěma metodikami měření objemu vytěženého dříví
Fig. 1.
Ratio differences between two methods of timber volume measurements

Tab. 2.
Parametry statistické analýzy
Parameters of statistical analysis

| Dřevina/ Tree species | Průměrný objem dříví/ Mean timber volume | | Směrodatná odchylka/ Standard deviation | | t -test | Významnost/ p -value |
|--------------------------|---|----------------|--|----------------|-----------|---------------------------------|
| | Harvestor/ Harvester | Hráně/ Pile | Harvestor/ Harvester | Hráně/ Pile | | |
| | (m ³) | | | | | |
| Smrk/Spruce | 37,52 | 35,29 | 48,39 | 44,56 | 0,019096 | $p \leq 0,05$ |
| Borovice/Pine | 40,53 | 39,51 | 47,26 | 43,85 | 0,247992 | $p \geq 0,05$ |
| Modřín/Larch | 5,91 | 4,74 | 8,19 | 6,48 | 0,001577 | $p \leq 0,05$ |
| Listnáče/Broadleaves | 12,87 | 13,09 | 9,48 | 8,11 | 0,875949 | $p \geq 0,05$ |

příjem dříví. Tato skutečnost nebyla potvrzena u borovice a listnáčů, kdy je p -hodnota vyšší než 0,05. Znamená to, že v těchto případech nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Dříve než bude tato skutečnost podrobena dalšímu výzkumnému šetření, můžeme pouze předpokládat, že je výsledkem uzpůsobení mechanismů těžební hlavice vč. měřidel pro zpracování přímých jehličnatých dřevin, které nejsou problematické při zpracování harvestorem pro větší větvnatost a křivost, jako borovice, či listnáče, a tyto skutečnosti se na registrovaných parametrech při měření délky a tloušťky mohou odrazit. Na statisticky významném rozdílu objemů u smrku a modřínu z harvestorů vs. hrání se může odrážet i přepočtový koeficient pro přepočet z plnometrů na prostorové metry (0,64), ve srovnání s listnáči (0,54).

Podle dostupných zkušeností s touto problematikou se předpokládá, že největší podíl na rozdílu měření mezi harvestorem a poté následným kontrolním měřením je způsoben zejména nedostatečnou kalibrací měřicího systému stroje (ULRICH et al. 2004). Lze souhlasit s J. Křepelkou [2], který zdůrazňuje význam správného nastavení měřicího systému harvestoru, neboť při vysokých denních výkonech harvestoru a chybějícím kontrolním měřením by mohlo docházet ke značným ekonomickým škodám při zpeněžení vyrobených výřezů. Také ULRICH et al. (2006) uvádí, že kdyby byla kalibrace měřicích systémů řádně prováděna, bylo by možné se na výstupy z harvestorů spolehnout jako na velice přesný výstup, představující prvotní informaci o množství vytěžené suroviny z porostu. Z dat poskytnutých LAS nelze vyvodit, nakolik důsledně prováděl operátor kontrolní měření. Lze však vysledovat, že kalibrace probíhala průběžně vždy v horizontu jednoho až dvou měsíců. Bez informace o kontrolních měřeních nelze z toho však vyvozovat více, a bylo by proto vhodné zajistit, aby do budoucna byly informace o kontrolních měřeních uváděny ve výstupech z harvestoru tak, jako jsou uváděny informace o kalibraci.

Největší průměrnou hodnotu objemových rozdílů vykazuje modřín (9,20 %), druhý největší rozdíl vykazuje skupina listnatých dřevin (-7,48 %), třetí borovice (-2,38 %) a nejmenší rozdíl vykazuje smrk (2,09 %). Ani jedna z průměrných hodnot však nespĺňuje toleranci LČR ± 2 %. Vzhledem ke špatné kvalitě borovice je zajímavá poměrně nízká průměrná hodnota objemových rozdílů. Rozdíly mohly být eliminovány hodnotou přepočtového koeficientu, která je pro všechny sortimenty jehličnatých dřevin stejná, a to 0,64. Lze souhlasit s NERUDOU et al. (2013), kteří uvádějí, že problémem celostátně platných převodních koeficientů je, že představují průměr pro určitý sortiment, a nemusí přesně odpovídat každému případu, což je doloženo i v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví (SZDP 2007), kde jsou přepočtové koeficienty odlišné v závislosti na délce sortimentů, popř. středové tloušťce.

ULRICH et al. (2006) uvádí, že harvestor zpravidla vyrábí v závislosti na požadavku odběratele více sortimentů. Harvestor vybraný pro tuto práci zpracovával devět sortimentů smrku, čtyři sortimenty borovice, čtyři sortimenty modřínu a jeden sortiment ze skupiny listnatých dřevin.

Lze souhlasit s názorem MAKKONENA (2001), že v problematice objemových rozdílů nesmíme opomenout dovednosti operátorů. Právě při této analýze lze konstatovat, že schopnosti operátorů jsou hlavním faktorem, který může přispět ke vzniku objemových rozdílů.

Operátor harvestoru si v mnoha případech „ulehčoval“ práci tím, že při zadávání sortimentů do výrobně-evidenčního softwaru harvestoru pouze kopíroval položky z předchozích porostů a nepřepisoval všechny potřebné údaje, jako je název sortimentu a typ ceny, dle které je výřez měřen a následně vypočítáván jeho objem. Tento problém byl zaznamenán zejména u modřínových sortimentů, což mohlo vést k velkým objemovým rozdílům, které u modřínu vznikly. V žádné odborné práci nebyl zaznamenán popis problému stejného typu, tudíž nelze konstatovat, zda byly výsledné objemy nadhodnoceny či podhodnoceny.

U smrku vykazovala druhé největší rozdíly dřevovina v délce 2,5 m. Jedním z možných vysvětlení, proč by v tomto případě mohly rozdíly vznikat je, že se jedná o sortiment s nejmenší povolenou tloušťkou na čepu a při vyvážení dříví z porostu by mohlo docházet k záměně tohoto sortimentu s nehroubím. Následně mohlo dojít k naměření většího objemu dříví při měření dříví v hraních než při měření dříví harvestorem. Žádný ze sortimentů smrku nesplnil hranici objemových rozdílů ± 2 %, pouze kulatina pro pilařské zpracování a agregátní kulatina se přiblížily a byly zcela ve skupině objemového rozdílu ± 5 %.

Další častou chybou operátora vyvážecího traktoru bylo přimíchávání malého množství jedné dřeviny do hrání jiné dřeviny. Tento jev byl zaznamenán při sledování prvotního příjmu surového dříví. Přimíchávána byla zejména modřínová vlákna do hrání borové vlákny. Lze konstatovat, že operátor vyvážecího traktoru nedodržel Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví (SZDP 2007), ve kterých se udává, že hrání by měla být ve standardních délkách ve tvaru polen vyrovnaných do hrání a složena z jednoho sortimentu. Ať už se jednalo o úmyslný či neúmyslný čin operátora vyvážecího traktoru, došlo tak k nadhodnocení objemu jednoho sortimentu a podhodnocení objemu druhého sortimentu. Z výše uvedeného vyplývá, že chyby vznikají i díky rozdílným lokalitám měření – kdy na výsledky měření hrání na odvozním místě má vliv i operátor vyvážecí soupravy. DVOŘÁK et al. (2008) uvádí, že výsledky o vypočteném objemu bývají často zadavatelem prací neuznávány a zadavatel prací si provádí vlastní ruční přejímku vyrobeného dříví, jež následně eviduje v dodacích listech. Ve světle této práce se daný postup jeví jako logický, vzhledem k zadokumentovaným pochybením dodavatele. Aktuálně se některé výše uvedené chyby bude snažit v praxi odstranit sjednocení postupů pro elektronický příjem dříví harvestory ve formě doporučených pravidel (NATOV, DVOŘÁK 2018).

ZÁVĚR

Výsledkem této práce nejsou jen vyjádřené vzniklé objemové rozdíly, ale i zaznamenané faktory vedoucí k jejich vzniku. Při zpracování dat jich bylo analyzováno hned několik. Nejvýznamnějším prvkem pro vznik objemových rozdílů byl lidský faktor. Jednalo se o chyby operátora harvestoru, operátora vyvážecího traktoru, ale také technicko-hospodářského pracovníka LAS a zaměstnance vlastníka LČR. Operátor harvestoru při zadávání parametrů do výrobně-evidenčního softwaru pouze kopíroval položky z předchozích porostů, což ne vždy představovalo optimální nastavení pro výrobu určitého sortimentu. Zaměřován byl zejména název sortimentu a typ ceny. Podle typu ceny jsou výřezy měřeny a následně je počítán jejich objem. Tloušťka sortimentu nebyla měřena v optimálním místě a výsledný objem byl podhodnocen či nadhodnocen. Většina operátorů víceoperačních strojů vyskytujících se v oblasti lesnictví nemá odborné lesnické vzdělání, které by jim i vlastníkům lesa v mnoha situacích ulehčilo práci.

Na základě této analýzy se nejeví příjem dříví formou akceptování výstupů z harvestoru bez dalších kontrolních měření jako optimální, jelikož vzniklé rozdíly jsou opravdu výrazné. Pokud i nadále nebude v zájmu všech účastníků pravidelná kalibrace harvestorů a odbornost operátorů, nebude možné vnímat výstupy z harvestoru jako prvotní doklad o příjmu a evidenci vyrobeného dříví. S přihlédnutím k této studii nelze vnímat ani prvotní doklady o vyrobeném dříví s názvem „Sumář za porost“, poskytnuté LČR, jako přesné. Česká republika postrádá instituci, která by metody příjmu dříví sjednotila.

Výsledky o vzniklých rozdílech, vycházející z vypracování této analýzy, nemohou být chápány jako určitá použitelná norma pro celou Českou republiku. Data byla shromažďována a vyhodnocena pouze v rámci jednoho harvestoru, jedná se tedy o nedostačující množství dat pro vyvození směřodatných závěrů. Avšak faktory, kvůli kterým mohou rozdíly vznikat, jsou velmi důležité a mělo by být v zájmu všech účastníků provozu se jimi zabývat a vyvarovat se jich.

Poděkování:

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

LITERATURA

- DVOŘÁK J., BYSTRICKÝ R., HRIB M., HOŠKOVÁ P., JARKOVSKÁ M., KOVÁČ J., KRILEK J., NATOV P., NATOVÁ L. 2011. The use of harvester technology in production forests. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 156 s. Folia Forestalia.
- DVOŘÁK J., KARNET P., RUSNÁKOVÁ P. 2008. Comparison between electronic acceptances recorded by harvester and measuring frame KESAT in the conversion depot. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 11 (4) [cit. 2018-07-28]. Dostupné na/ Available on www: <http://www.ejpau.media.pl/volume11/issue4/art-08.html>
- DVOŘÁK J., NATOV P. 2016. Plošný výrobní potenciál pro harvesterovou technologii v ČR k 31.12.2015 (specializované mapy s odborným obsahem). Praha, ČZU v Praze: 32 s.
- DVOŘÁK J., NATOV P., LIESKOVSKÝ M. 2017. Modeling of forwarding distance to maximize the utilization of medium and high-power harvester technology. *Journal of Forest Science*, 63 (1): 45–2.
- HOHMANN F., LIGOCKI A., FRERICHS L. 2017. Harvester measuring system for trunk volume determination: comparison with the real trunk volume and applicability in the forest industry. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Special Issue Series II – Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 10 (59) part I, Special Issue: 27–34.
- LČR 2016. Pracovní pokyn 103/2016 – Měření a příjem dříví u lesních správních závodů. Hradec Králové, Lesy České republiky: 10 s.
- MAKKONEN I. 2001. Factors affecting measurement accuracy in processing heads. Pointe Claire, Forest Engineering Research Institute of Canada: 24 s. Advantage.
- MELKAS T. 2017. Wood measuring methods used in Finland 2016 [online]. 13 s. Metsätehon tulosalvosarja 3b/2017 [cit. 2018-02-24]. Dostupné na/ Available on www: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2017_3b_Wood_measuring_methods_used_in_2016.pdf
- MOSKALIK T., BORZ S.A., DVOŘÁK J., FERENCIK M., GLUSHKOV S., MUISTE P., LAZDINŠ A., STYRANIVSKY O. 2017. Timber harvesting methods in Eastern European countries: a review. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38 (2): 231–241.
- NATOV P., DVOŘÁK J. 2018. Doporučená pravidla pro elektronický příjem dříví harvesterů v ČR 2018. Zlín, Produkce BPP: 135 s.
- NERUDA J., ULRICH R., KUPČÁK V., SLODIČÁK M., ZEMÁNEK T. 2013. Harvesterové technologie lesní těžby. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 166 s.
- NIEUWENHUIS M., DOOLEY T. 2006. The effect of calibration on the accuracy of harvester measurements. *International Journal of Forest Engineering*, 17 (2): 25–33.
- SLÁDEK P., NERUDA J. 2007. Analysis of volume differences in measuring timber in forestry and wood industry. In: Kanzian, C. (ed.): 40th International Symposium on Forestry Mechanisation: “Meeting the Needs of Tomorrows’ Forests – New Developments in Forest Engineering”. Conference proceedings. October 7 – 11, 2007. Vienna and Heiligenkreuz, Austria. [11 s.] Dostupné na/ Available on: https://www.formec.org/images/proceedings/2007/session_9_pdf/9_1_paper_sladek_neruda_austro_formec_2007.pdf
- SZDP. 2007. Svaz zaměstnavatelů dřevozpracujícího průmyslu: Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 147 s.
- TARLETON M. 2017. Trainee manual – Stage 2: Harvester operations. Dublin, Purser Tarleton Russell Ltd.: 78 s. Dostupné na/ Available on: [https://www.forestindustries.ie/Sectors/IFFPA/IFFPA.nsf/vPages/Council_and_Working_Groups~forest-machine-operator-training-programme/\\$file/FMO%20Training%20Programme%20Manual%20-%20Stage%20-%20Harvester.pdf](https://www.forestindustries.ie/Sectors/IFFPA/IFFPA.nsf/vPages/Council_and_Working_Groups~forest-machine-operator-training-programme/$file/FMO%20Training%20Programme%20Manual%20-%20Stage%20-%20Harvester.pdf)
- ULRICH R., MAZAL P., KNEIFL M. 2004. Aplikace metodiky výpočtu převodních koeficientů objemu rovného dříví pomocí počítačové analýzy obrazu a její verifikace prostřednictvím elektronické přejímky a stanovení koeficientů podle dřevin a sortimentů pro harvesterovou technologii. Brno, MZLU v Brně: 42 s.
- ULRICH R., NERUDA J., ZEMAN V. JUN., ZEMAN V., ZEMÁNEK T. 2006. Harvesterové technologie a jejich optimální užití v praxi. Brno, MZLU v Brně: 87 s.
- VALENTA J. 2001. Evidence dříví zpracovaného harvesterem. *Lesnická práce*, 80 (3): 134–135.
- Zpráva. 2003. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v r. 2002. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 116 s. [cit. 2018-02-21]. Dostupné na/ Available on www: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2002.zip
- Zpráva. 2005. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v r. 2004. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 108 s. [cit. 2018-02-20]. Dostupné na/ Available on www: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2004.zip
- Zpráva. 2010. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v r. 2009. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 112 s. [cit. 2018-02-22]. Dostupné na/ Available on www: http://eagri.cz/public/web/file/60217/Zprava_o_stavu_lesa_09.pdf
- Zpráva. 2014. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v r. 2013. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 134 s. [cit. 2018-02-22]. Dostupné na www: http://eagri.cz/public/web/file/337394/Zprava_o_stavu_lesa_2013.pdf
- Zpráva. 2017. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v r. 2016. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 132 s. [cit. 2018-09-20]. Dostupné na www: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-2016.html>

On-line zdroje:

- [1] Payment through the head. 2014. *Forestry Journal* 2014 (6) [online] [cit. 2018-07-25]. Dostupné na www: <https://www.forestryjournal.co.uk/media/uploads/cat-253/through-the-head-forestry-journal-june-2014.pdf>.
- [2] Mechanizace těžby a dopravy dříví. 2014 [online]. [cit. 2018-07-28]. Dostupné na/ Available on www: <http://www.silvarium.cz/zpravy-z-oboru-lesnictvi-a-drevarstvi/mechanizace-tezby-a-dopravy-drivi-zemedelec>

ANALYSIS OF VOLUME DIFFERENCES OCCURRING DURING TIMBER SCALING ON DIFFERENT PRODUCTION LOCATIONS

SUMMARY

There has been a significant rise in the use of harvesters in the Czech Republic since 2000. In the 2002–2016 period, the number of harvesters rose from 58 to 595 (Zpráva 2003, 2017). In 2004, only 15% of timber were felled by harvesters (Zpráva 2005). In 2009 the percentage rose to nearly 25% (Zpráva 2010) and to 31% in 2013 (Zpráva 2014). In 2016 the timber volume of cut-to-length (CTL) method represented 36.6% of total timber volume (Zpráva 2017). This trend is believed to continue (DVOŘÁK et al. 2011; NERUDA et al. 2013), as the research shows that up to 70% of forest stands area in the Czech Republic is suitable for harvesters from the terrain and species composition perspective (DVOŘÁK, NATOV 2016). The stock records of timber made by CTL method can be accomplished by a few approaches on several locations. If both parties – forest owner and harvester operator – agree, harvester summary outputs can be used for billing and record keeping without further verification (SLÁDEK, NERUDA 2007, and timber stock is recorded on the felling site. As an alternative, harvester summary outputs can be used as mentioned above only when there is no more than agreed difference of these outputs from the control pile measurement at the roadside. In this case, control measurements are conducted on an agreed volume percentage of the timber production and in agreed time intervals. Otherwise, the pile measurement is used. In foreign countries, several approaches to accepting the harvester outputs exist. MELKAS (2017) states that in Finland in 2016, the 76% of commercial roundwood was for the need of timber volume stock records measured by harvesters. However, Finland, as well as Sweden, has implemented regulations and requirements for the accuracy of harvester outputs on the national levels (NIEUWENHUIS, DOOLEY 2006). Germany has not yet successfully implemented legislation which would allow the use of harvester data for billing and forest management documentation purposes, mainly due to the fact that the measuring system of the harvester is not a closed scheme, but can be altered by the operator (HOHMANN et al. 2017).

In this study, we compare the harvester data outputs with pile measurements, and analyze the differences. From August to December 2015, data collection was done, especially in the western part of the Czech Republic. Felling company agreed to provide data from their operations, where JohnDeere H770D harvester with Timbermatic 300 measuring system was used. Main technical parameters of the harvester are summarized in Tab. 1. For the machine limitations, felling occurred only in thinning or thinner clear-cut forest stands. The average felled tree volume was 0.15 m³. Data were summarised for every forest stand, and in order to match records of control pile measurement. Piles dimensions were modified by coefficients of 0.64 for all conifers, and by 0.54 for broadleaves to transfer pile dimensions into timber volume. In total, 53 forest stands were recorded, felled in 15 production blocks. We evaluated volume and percentage difference between the harvester and pile measurement. In this study, 168 piles were cross-referenced with harvester recorded data. Most of the felled trees were spruce (48.6%), followed by pine (43.6%), larch (4%), and broadleaves (3.8%).

In 41% of piles, negative differences were recorded, while in 59% the differences were positive. This result is not conclusive for one-way trend determination. Only 23% of all measured piles exhibit volume difference under $\pm 5\%$. This is in contrast with the findings of VALENTA (2001) who mentions that most of the measurement differences are in this $\pm 5\%$ class. On average, the mean difference for all 53 stands combined is 1.24%, however, most of the differences (39%) are in the class of $\pm 10\text{--}25\%$. For statistical analysis, paired t-test was used. Hypothesis tested was that the mean value of harvester-recorded volume is equal to the piles measured. This hypothesis was confirmed for spruce ($p = 0.019096$) and larch ($p = 0.001577$). This was not, however, a case of pine and broadleaves, where p-value was larger than 0.05. Parameters of statistical analysis are shown in Tab. 2. Reasons for this were not further investigated in this study as many attributes could contribute to this – for example badly set up parameters in harvesters head for handling broadleaves which are known to be problematic.

The biggest percentage differences are in the larch (9.2%), followed by broadleaves (-7.48%), pine (-2.38%), and the smallest differences were observed in spruce (2.09%). It is, however, necessary to note that even with the 2.09% difference for spruce, this would mean that in the case of standard contracts made by the state-owned company Forests of the Czech Republic, such harvester data will not be accepted as relevant because the required difference is $\pm 2\%$. The differences between the two methods are shown in Fig.1.

Differences could be caused by many factors – from the use of pile to volume coefficients, which are known to be problematic when used as state-wide constant according to NERUDA et al. (2013) and also in not properly recorded control measurements and calibrations of harvester head. Also the operator's way of copying the assortments and species settings from different contracts without adjusting for current forest stands and mixing assortments during forwarding could affect the differences.

This study shows that in the current environmental conditions the acceptance of the harvester data without further control is not feasible. Unless the situation changes, and all participants will be open to proper calibrations of harvester head, and unless operators will adjust the setting according to the situation, harvester data have too much difference and would cause severe inventory miscounts. Presented findings cannot be generalized due to the use of only one type of harvester, yet identification of the different causes should be used to further research on this subject.

Zasláno/Received: 03. 10. 2018

Přijato do tisku/Accepted: 25. 11. 2018