

VÝKONNOST PÁSOVÝCH HARVESTORŮ I. VÝKONOVÉ TŘÍDY VE SMRKOVÝCH POROSTECH

Jiří DVOŘÁK

ČZU v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, CZ – 165 00 Praha 6 – Suchbátka, e-mail: dvorakj@fld.czu.cz

Dvořák, J.: Performance of tracked harvesters of I class in spruce stands. Lesn. Čas. – Forestry Journal, 54(1): 47 – 56, 2007, 2 fig., 4 tab., ref. 15. Original papers. ISSN 0323–10468

Harvester technologies represent the second most common logging system in the Czech Republic. The high productivity of this technology is very necessary to cover its acquisition and operational cost. The aim of this study is the monitoring of the operational time and shift time of the tracked harvester Neuson 8002. The chronometry was analysed during the felling works in premature forest stands. This paper is worked out for tree-volume of coniferous species from 0.05 to 0.35 m³/tree, which require for manufacturing total time from 51 to 107 seconds. Total standards for intermediate (improvement, advanced) felling are within the interval 0.10 – 0.36 working hours/m³.

Keywords: *tracked harvester, performance, work stages, harvester technology*

Harvestorové technologie představují v České republice druhou nejrozšířenější technologii. Potřeba vysoké výkonnosti této technologie je vázána na nutnost krytí pořizovacích a provozních nákladů. Cílem studie je monitorování operačního a směnového času malovýkonového pásového harvestoru Neuson 8002. Plynulou chronometráží byl analyzován průběh těžebního procesu při výchovných zásazích. Analýza je vypracována pro smrkové porosty s hmotností těžené dřeviny od 0,05 do 0,35 m³/strom. Spotřeba operativního času na zpracování stromu se v závislosti na hmotnosti dřeviny pohybuje od 51 do 107 sekund a celkový výrobní čas na výrobu 1 m³ leží v intervalu od 0,11 do 0,36 Nh/m³.

Klíčová slova: *pásový harvester, výkonnost, pracovní směna, harvestorové technologie*

1. Úvod a problematika

Intenzita využívání sortimentní těžební metody prostřednictvím harvestorových technologií má v ČR stále rostoucí trend. Počet harvestorů v českém lesním hospodářství v současné době odhadujeme na téměř 200 a vyvážecích traktorů cca 350. Tuto technologii řadíme po motomanuální těžbě na druhé místo, neboť se podílí na zpracování roční plánované těžby v ČR z cca 25 % (MALÍK a DVOŘÁK 2007). Do budoucna počítáme se stále rostoucím trendem nasazení těžebně-dopravních strojů a s kopírováním západoevropského trendu, kde dosahuje podíl sortimentní těžební metody až 60 % (např. Německo). Nejvyšší nasazení harvestorů a vyvážecích traktorů potvrzují skandinávské země cca 90 % podílem harvestorové technologie (ZYCHOWICZ 2005; MOSKALIK 2004).

Stroje jsou nasazovány pro řadu svých výhod, kterými jsou úspory mzdových nákladů, ergonomie a hygiena práce, okamžitá reakce na požadavky odběratelů, minimální znečištění těžebního dříví a vysoký standard čistoty práce těžebně-dopravních činností. Na druhé straně přináší i nevýhody tj. pořizovací náklady, náročnost organizace práce, dlouhodobé nákladné zaškolování personálu a získávání schopných operátorů.

Výkonnost těchto víceoperačních strojů je sledována v závislosti na výrobních faktorech, kterými je především hmotnost těžené dřeviny, síla zásahu a další faktory (DVOŘÁK a KARNET 2007, JIROUŠEK *et al.* 2007, KÄRHÄ *et al.* 2004, VALENTA a NERUDA 2003, ULRICH *et al.* 2002, FORBRIG 2001). V současnosti se stále více zdůrazňuje jako rozhodující faktor v dosažené výkonnosti i lidská síla – operátor stroje – spojená se vzděláním a praxí (DVOŘÁK *et al.* 2008, PURFÜRST a ERLER 2006, LUKÁČ 2005, ERLER 2000).

Cílem zprávy bylo ověření výkonnosti stroje a kontrola práce na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými Lesy, který spadá pod Českou zemědělskou univerzitu v Praze.

2. Materiál a metodika

Výzkum je soustředěn na podrobné zpracování časových snímků práce harvesterů ve výchovných těžbách. Měření zahrnují pozorování výkonnosti, pracovní postup v závislosti na časové jednotce. Monitorovaným harvesterem je stroj s pásovým podvozkem Neuson 8002 (tab. 1), který je v lesích ČZU dlouhodobě nasazován.

Operátor harvesteru I. třídy s výkonem do 70 kW má středoškolské vzdělání v oboru lesnictví. S harvesterem pracuje dva roky. Před zakoupením harvesteru pracoval 20 let s LKT u Školního lesního podniku a následně 10 let s traktorem značky JohnDeer soukromě v lesním provozu.

Tabulka 1. Technické parametry harvesteru Neuson 8002

Table 1. Technical parameters of the harvester Neuson 8002

Hmotnost ¹⁾ (kg)	8 300
Délka ²⁾ (mm)	7 400
Šířka ³⁾ (mm)	2 850
Výška ⁴⁾ (mm)	2 150
Světlost ⁵⁾ (mm)	390
Výkon motoru ⁶⁾ (kW)	43,8 / 2100 ot./min.
Trakční ústrojí – podvozek ⁷⁾	Pásové ⁸⁾

¹⁾Weight, ²⁾Length, ³⁾Width, ⁴⁾Hight, ⁵⁾Inside diameter, ⁶⁾Engine power, ⁷⁾Traction - chassis, ⁸⁾Tracked, rotations/min

2.1. Výrobní podmínky

Práce stroje byla monitorována v lesních porostech na ploše 14,87 ha, věk smrkových porostů se pohyboval v intervalu od 25 do 96 let (střední věk je 41 let), zastoupení smrku v porostech od 65 do 100 %, výčetní tloušťka smrků 14 – 32 cm, střední výška smrků 15 – 31 m střední objem stromů v lesních porostech 0,12 – 1,18 m³ (průměr 0,24 m³). Zakmenění porostů činí 10. Výchovné zásahy byly realizovány v terénních podmínkách specifikovaných terénním typem 11 podle terénní klasifikace Macků-Simanov-Popelka (tzn. sklonitost terénu do 10 %, terén je únosný a bez překážek). Porosty byly řádně rozčleněny na pracovní pole o šíři 20 – 25 m, jejichž středem procházely vyvážecí linky o šířce do 3 metrů.

2.2. Čas pracovního procesu

S časovou analýzou je prováděn rozbor těžebně-dopravního výrobního procesu. Výrobní proces začíná jízdou harvesteru do pracovní pozice a končí sortimentací kmene. Výrobní postup je rozdělen v pořadí následujících dějů resp. pracovních úseků, které jsou součástí pracovní operace – těžby a zpracování stromu harvesterem – počínajícího jízdou stroje do pracovního postavení a konče zpracováním každého stromu vyznačeného k těžbě:

1. *jízda stroje do nového postavení* (t'_{A121}) – úsek pracovní operace začíná rozjezdem stroje po ukončení sortimentace stromu a jeho posledním zastavením před stromem, který má operátor v úmyslu dále zpracovávat.
2. *přisunutí těžební hlavice* (t'_{A122}) – úsek pracovní operace je měřen od ukončení pojezdu stroje ke kácenému stromu a to i v případě, že během pojezdu již dochází k manipulaci s hydraulickým jeřábem za účelem přisouvání. Pracovní operace je ukončena sevřením nožů a upnutím vyznačeného stromu kmene do těžební hlavice stroje.
3. *pokácení stromu* (t'_{A123}) – úsek pracovní operace je registrována od upnutí kmene stromu do těžební hlavice na hydraulickém jeřábu s káceným stromem (sevření podávacích válců), podříznutí stromu a jeho úplný pád nebo uložení hydraulickým jeřábem na zem.
4. *zpracování kmene* (t'_{A124}) – úsek pracovní operace začíná uchopením pokáceného stromu těžební hlavicí nebo uložení pokáceného stromu na zem v případě, že není z hlavice

puštěn. Fáze končí odříznutím špice od kmene, z které už nelze vyrobit další sortiment a následným rozjezdem stroje k dalšímu stojícímu stromu se pracovní cyklus opakuje. Zpracování kmene zahrnuje průběžné odvětvování stromu a sortimentování kmene.

Ve výše uvedených bodech tak t'_{AI} vyjadřuje naměřený čas jednotkové práce na výrobu sortimentů harvestorem z jednoho stromu, který je podrobně rozdělen na úseky pracovních operací.

S pracovním procesem mohou být spojeny i fáze pracovní operace, které nejsou vázány na kontinuální výrobní postup, a to:

přeložení stromu (t'_{A125}) – úsek pracovní operace je prováděna v případě, že ze stání stroje, ve kterém bylo prováděno kácení není možné strom následně zpracovávat. Stroj ukládá strom k vyvážecí lince, ze které je následně zpracován výše uvedenými pracovními operacemi. Úsek operace - přeložení stromu - začíná pádem celého stromu na zem nebo uložení stromu na zem hydraulickým jeřábem, pokud nebyl uvolněn z těžební hlavice. Úsek pracovní operace končí uložení stromu k vyvážecí lince resp. jeho poslední manipulací u vyvážecí linky a zahájením některé z dalších pracovních operací.

Úseky pracovní operace snímku se **nemusí** opakovat v pravidelných cyklech, tak jak jsou uvedeny v předchozím seznamu. Operátorem je např. pokáceno více stromů ve skupině najednou a následně jsou jednotlivě zpracovávány resp. odvětvovány a sortimentovány. Pracovní operaci tak můžeme rozdělit do dvou tříd:

1.) kontinuální:

$$t'_{AK} = t'_{A121} + t'_{A122} + t'_{A123} + t'_{A124} \quad [1]$$

2.) přerušená:

$$t'_{AP} = t'_{A121} + t'_{A122} + t'_{A123} + t'_{A125} + t'_{A122} + t'_{A124} \quad [2]$$

Během výrobního postupu probíhají další fáze pracovní operace, které jsou souběžné s některými z předchozích operací a nelze nebo není nutné provádět registraci potřebného času. Mezi tyto pracovní operace spadá:

- *měření délky a tloušťky kmene a kubírování* již zpracovávaného kmene a vyráběných sortimentů.
- *vyklizování stromu* z porostu k vyvážecí lince je zahrnuto do času na zpracování kmene, neboť je prováděno souběžně s těmito úseky pracovní operace.

K cílenému získání přehledu o celkové spotřebě času během směny slouží rozbor pracovního dne, resp. směny, který je měřen po celou pracovní směnu od zahájení první činnosti operátora v rámci směny až po jeho odchod z pracoviště, na který již nenavazuje žádná činnost spojená se zajištěním skutečností potřebných pro provoz stroje v dalších směnách. Měřením a rozbohem byly získány časové hodnoty spotřebované nejenom ve vlastním pracovním procesu, ale i ostatní neoperativní časy, tj.:

1. *příprava a ukončení práce* (T'_{C111}) – doba na předávání technické dokumentace a instrukcí k provádění jednosměnné nebo vícesměnné práce v lesním porostu a předání práce po jejím ukončení; kontrola pracoviště před zahájením dalších prací.
2. *pracovní příkazy* (T'_{C112}) – doba na předávání instrukcí ze strany zadavatele práce tj. hajným nebo mistrem na počátku nebo v průběhu směny.
3. *technická obsluha pracoviště* (T'_{C113}) – čas na asanaci poškozených stromů fungicidy.
4. *technická údržba stroje* (T'_{C114}) – čas na servis stroje po ukončení směny nebo v průběhu směny, pokud není spojen s náhradou poškozené části stroje.
5. *poruchy stroje* (T'_{C115}) – čas potřebný na opravu stroje v průběhu směny (např. výměna poškozených hydraulických hadic, výměna poškozeného řezacího řetězu nebo vodící lišty).

6. *biologické a oddechové přestávky* (T'_2) – čas na nezbytně nutné přestávky za účelem biologických potřeb a stravování. Jestliže tyto přestávky nepřekročí čas stanovený Zákoníkem práce státu nebo čas stanovený jinými bezpečnostními předpisy, nelze je označovat za zbytečné.
7. *ostatní nutné přestávky* (T'_z) – doba přestávek zapříčiněných technicko-organizačními problémy nebo vyšší mocí, např. čekání nezaviněné operátorem harvestoru z důvodu poruchy stroje, kterou nebylo možno odstranit na pracovišti operátorem a musel být zajištěn servis. Do této kategorie spadají i prostoje stroje způsobené počasím, které při nasazení harvestorů v době měření časů nebyly registrovány.
8. *ostatní (nepředvídatelné) situace* (T'_{C116}) – další čas je nejčastěji čerpaný na telefonické hovory, u kterých nelze určit, zda provolaný čas lze označit za nutný nebo zbytečný.

Souhrn registrovaných časů měřených při těžebně-dopravním pracovním procesu s nasazením harvestory můžeme shrnout do schématu (obr. 1).

3. Výsledky

Výkonnost stroje můžeme definovat funkcí:

$$W = f(h, HF, VP, TP) \quad [3]$$

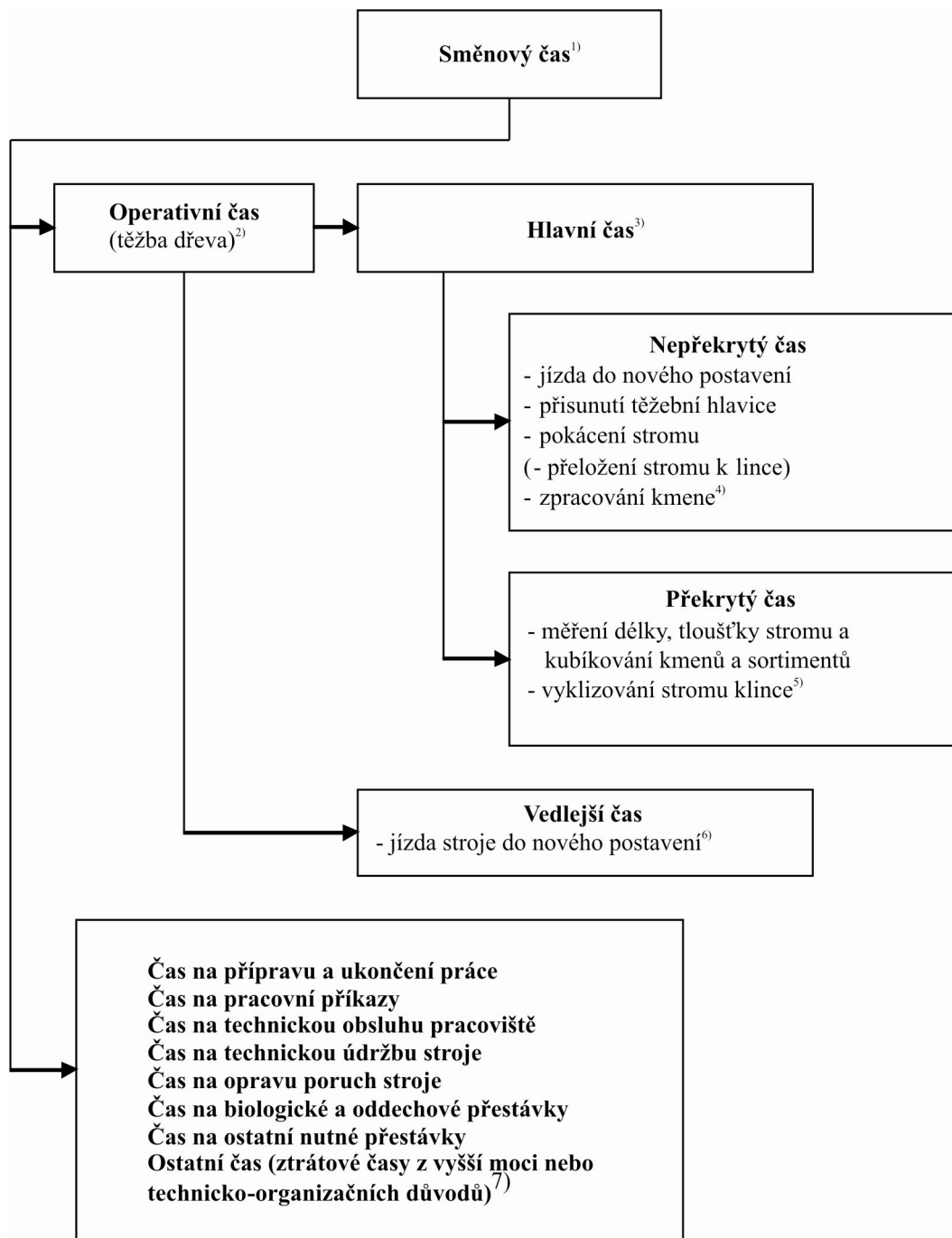
W	výkonnost stroje (m^3/h , $m^3/směna$)
h	hmotnatost dřeviny ($m^3/strom$)
HF	lidský faktor (-) – <i>závisející především na vzdělání, praxi a motivaci</i>
VP	výrobní podmínky (-) – <i>závisející především na přírodních podmínkách, terénních podmínkách</i>
TP	technické parametry stroje (-) – <i>závisející především na rozměrových parametrech stroje a hydraulického jeřábu</i>

Převažující většinu faktorů považujeme se základní analýzou za konstantní. Na stroji pracuje jeden operátor resp. vlastník stroje. Výrobní podmínky jsou definovány terénním typem, který je pro všechny sledované lesní porosty neměnný – 11 a ve všech porostech je nasazen harvestor Neuson 8002, jehož technické parametry nebyly během výzkumu upravovány a měněny.

Základním faktorem, který se mění s výrobou jsou dimenze těžných stromů a s nimi i **hmotnatost smrku** (h_{SM}).

S výzkumnými měřeními bylo sledováno pokácení a zpracování 1 832 stromů, z nichž většina byla zpracována v kontinuální pracovní operaci a 1,1 % z nich v přerušené pracovní operaci.

Čas pracovní operace byl rozdělen do pěti fází (tab. 2). Hlavní spotřeba času spadá na zpracování stromu – 36,9 sekundy, což je 52,1 % z celkového času na pracovní operaci. Průměrné časy na jednotlivé úseky pracovních operací jsou uváděny v tabulce 2.



Obr. 1. Schéma směnového času

Fig. 1. Scheme of the shift period.

¹⁾Shift period, ²⁾Operation time period (timber felling), ³⁾Main time period, ⁴⁾Not covered time, drive to a new position, approaching felling head, cutting of tree, moving of tree to line, stem processing, ⁵⁾prekryty covered? time, measuring of tree length and tree diameter, logs and assortments in m³, movement of tree to line, ⁶⁾Incidental time, drive of machine into new position, ⁷⁾Time for work preparing and ending, time for working commands, time for technical attendance of working place, time for technical maintenance of machine, time for repairs of machine, time for biological and hygienic breaks, time for other necessary breaks, other time (time losses due to unavoidable accident or due to technical-organizational reasons)

Tabulka 2. Časová spotřeba na úseky pracovní operace
 Table 2. Consumption of harvester for working operations

Úsek pracovní operace ¹⁾	Průměrný čas na úsek pracovní operace ²⁾	Podíl z pracovní operace ³⁾
Čas na ⁴⁾ :	(sec.)	(%)
Jízda stroje do nové pozice ⁵⁾	11,2	15,8
Přisunutí těžební hlavice ke stromu ⁶⁾	11,2	15,9
Pokácení stromu ⁷⁾	11,4	16,1
Zpracování stromu ⁸⁾	36,9	52,1
Překládání stromu ⁹⁾ (u přerušené prac. operace)	0,1	0,1
Celkový čas na jednu pracovní operaci ¹⁰⁾	70,8	100

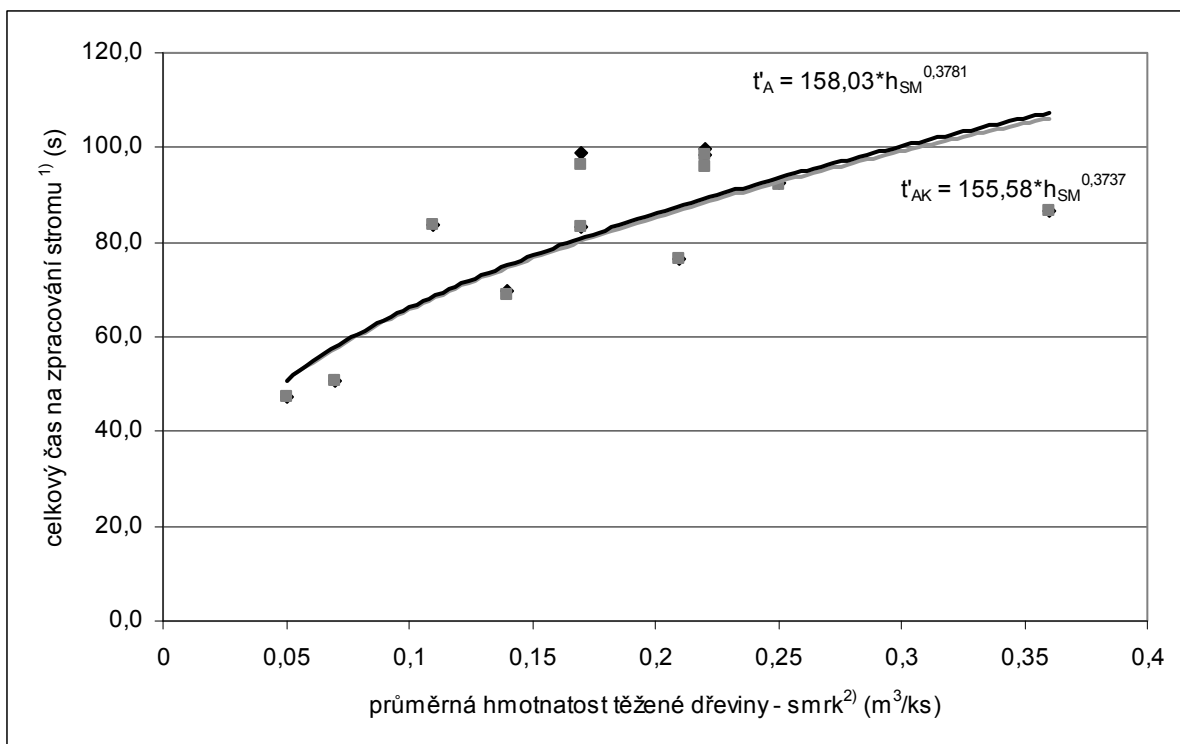
¹⁾Work operations, ²⁾Average operation time, ³⁾Operation time share, ⁴⁾Time for, ⁵⁾Machine movement to a new position, ⁶⁾Approaching the felling head to the trunk, ⁷⁾Tree felling, ⁸⁾Processing of tree, ⁹⁾Displacement of tree, ¹⁰⁾Total operation time of 1 working cycle

Z výsledků můžeme vidět, že časy potřebné na jednotlivé úseky pracovních operací jsou rostoucí, kromě času na překládání stromů od pařezu k vyvážecí lince. Rozdíl se mění s rostoucí hmotností smrku (h_{SM}) sledovanou v intervalu od 0,05 do 0,35 m³/strom. Mimo hranici intervalu nebyly aproximace prováděny, protože v rámci modelování změny operativních časů, nelze vývoj jednoznačně stanovit. Čas pro pohyb stroje (t'_{A121}) se pohybuje v závislosti na výše uvedeného hmotnosti těžného stromu v intervalu od 7,8 do 16,3 sekundy; čas na přisunutí těžební hlavice (t'_{A122}) je v intervalu od 10,2 do 13,0 sekundy; čas na pokácení stromu (t'_{A123}) se mění s hmotností stromu od 10,0 do 13,6 sekundy; nejvyšší čas na zpracování stromu (t'_{A124}) roste z 22,9 do 64,1 sekundy a čas na překládání stromu (t'_{A125}), který je měřen u nesouvislé pracovní operace kolísá v rozpětí od 0 do 0,2 sekundy. t'_{A125} jako jediný nebylo možné vyjádřit funkcí mocninnou, ale polynomickou a proto není maxima spotřeby času dosaženo s maximální měřenou hmotností, ale při průměrné hmotnosti stromu 0,23 m³. Celkový operativní čas na jednu pracovní operaci se tak pohybuje v závislosti na sledovaného hmotnosti stromu od 50,9 do 107,1 sekundy (obr. 2) bez ohledu na kontinuální či přerušované pracovní operace a je dán funkcí:

$$t'_A = 158,03 \cdot h_{SM}^{0,3781} \quad R^2 = 0,71 \quad [4]$$

kde

t'_A čas na pracovní operaci (s),
 h_{SM} hmotnost těžného smrku (m³/strom),
 R^2 index korelace.



Obr. 2. Celkový čas na zpracování stromu – smrku

Fig. 2. Total operative time for the one work stage.

¹⁾ Total operation time for one working stag, ²⁾ average volume of stem

V případě studie pouze postupně navazujících pracovních operací v případě kontinuální pracovní operace je funkce:

$$t'_{AK} = 155,58 \cdot h_{SM}^{0,3737} \quad R^2 = 0,72 \quad [5]$$

kde

t'_{AK} čas na kontinuální pracovní operaci (s).

Statistickou významnost rozdílů mezi časy spotřebovanými při zpracování stromu v běžném provozu a stromy zpracovávanými v kontinuální pracovní operaci nelze potvrdit.

Výrobní proces není vázán pouze na čas operativní, ale další časy pracovní směny (tab. 3).

Tabulka 3. Snímek pracovního dne

Table 3. Time snapshot of the operator's working day

Rozložení směny ¹⁾	Směnový čas ²⁾		
	(min.)	(h)	(%)
Operativní čas ³⁾ (těžba)	375	6,25	72,6
Čas na přípravu a ukončení práce ⁴⁾	1	0,01	0
Čas na údržby ⁵⁾	43	0,71	8,3
Čas na opravy ⁶⁾	23	0,38	4,5
Čas na biologické a přestávky a odpočinek ⁷⁾	8	0,13	1,5
Ostatní časy ⁸⁾	68	1,13	13,1
Celkový čas ⁹⁾	517	8,62	100

¹⁾Shift structure, ²⁾Shift duration, ³⁾Operation time, ⁴⁾Preparation and termination time, ⁵⁾Machine maintenance, ⁶⁾Machine repairs, ⁷⁾Hygienic and biological breaks, ⁸⁾Other time, ⁹⁾Total tim

Délka pracovní směny ve výchovných těžbách činí 8,62 hodiny. Dalším pracovním čase je čas na přípravu či ukončení pracoviště, který nebyl příliš významný během 22 sledovaných

pracovních směn; čas spotřebovaný na údržbu harvestoru představoval 8,3 % z času směny (0,71 h); čas na opravy stroje zahrnuje 4,5 % ze směnového času (0,38 h); čas nutných přestávek zahrnuje 1,5 % z celkového času (0,13 h) a ostatní časy, např. na průběžné monitorování porostu, sanace škod na stromech během směny, převážení stroje na další pracoviště, telefonování a ostatní činí 13,1 % (1,13 h). Všechny časy kromě operativního reprezentují 27 % času z celé směny, které musí být započítávány do času potřebného na zpracování jedné jednotky tj. 1 m³ dřeva. Tento čas se blíží 15 minutám, který je automaticky v různých studiích připočítáván ke každým 45 minutám operativního času a jako efektivní čas označován PMH₁₅ (STAMPFER 2002).

Operativní čas s ostatním nutným časem směnovým stanovuje normativní čas potřebný pro zpracování 1 m³ harvestorovou technologií ve smrkových výchovných zásazích, tak je stanoven v tabulce 4. Z celkového směnového času bylo 12,4 % spotřebováno na výrobu vlákniny (2 – 2,5 m) a 83,6 % na výrobu agregátní kulatiny (4 m) a zbylá 4 % na výrobu sortimentů nejčastěji pro palivo. Z analyzovaných měření malovýkonového pásového harvestoru Neuson 8002 vyplývá průměrná výkonnost stroje v závislosti na hmotnosti těžené dřeviny od 2,8 m³/h do 9,1 m³/h.

Tabulka 4 Normativ na zpracování smrku harvestorovou technologií

Table 4 Working hours for the processing of spruce stand

Průměrná hmotnost káceného stromu ¹⁾	Čas na zpracování 1 m ³			
	operativní čas ²⁾		celkový čas ³⁾	
(m ³ /strom)	(s/m ³)	(h/m ³)	(s/m ³)	(h/m ³)
0,05	1018	0,28	1293	0,36
0,10	655	0,18	832	0,23
0,15	510	0,14	648	0,18
0,20	428	0,12	544	0,15
0,25	374	0,10	475	0,13
0,30	336	0,09	426	0,12
0,35	306	0,09	389	0,11

¹⁾Stem volume, ²⁾Operative time, ³⁾Total time

4. Diskuse a závěr

Výhody pásových harvestorů ve srovnání s kolovými porovnává pro provoz GELLERSTEDT a DAHLIN (1999) vyzdvihují menší časovou náročností na údržbu, nižším tlakem na půdu, nižší pořizovací cenou a u strojů vysoké výkonové třídy snadnější manipulací se stromy vyšší hmotnosti.

Výsledky poukazují na závislost výkonnosti stroje především na hmotnosti těžené dřeviny. Hmotnost je směrodatnou proměnnou i pro provozní účely, kde jsou ceníky stanoveny na základě hmotnosti dřeviny v lesním porostu s příplatky za různé specifické podmínky, kterými je především intenzita zásahu nebo sklonitost terénu. Při vyvážení dříví forwardérem je důležitým faktorem i vyvážecí vzdálenost.

V případě konfrontace výsledné výkonnosti pásového harvestoru malé výkonové třídy Neuson 8002 z této studie s výsledky dané matematickým modelem pro výpočet výkonnosti, který je konstruován pro všechny třídy harvestorů (JIROUŠEK *et al.* 2007) vidíme markantní rozdíl. Interval výkonnosti se u pásového harvestoru pohybuje v intervalu 3,54 – 11,76 m³/PMH₀ v závislosti na hmotnosti těžených stromů 0,05 – 0,35 m³/strom. Při stejné hmotnosti vykazuje Jirouškův model výkonnost 8,5 – 30,5 m³/PMH₀, která je třináásobně vyšší. Shody je docíleno pouze ve využití operativního času, který tvoří v rámci výše uvedených experimentálních měření 72,6 % času, přičemž v zahraničních normativech je automaticky vykazováno 75 % (např. GLÖDE a SIKSTRÖM, 2001).

Stejný podíl operativního času vykazuje i STAMPFER (2001) při analýze produktivity práce pásového harvestoru střední třídy Valmet 911 Snake. V horní hranici hmotnosti 0,35 m³/strom, zpracovávané harvestorem Neuson 8002, činí normativ Valmetu 20,5 m³/PMH₁₅ v terénu se sklonitostí 25 %. Operativní čas na zpracování jednoho metru krychlového dříví se pohybuje 15,4 PMH₀, což je u stroje o třídu vyššího výkonu o 31 % vyšší výkonnost.

Harvestor Neuson 8002 byl analyzován ve výchovných zásazích smrkových porostů s limitovanou tloušťkou stromu u paty 40 cm (dané úřezností těžební hlavy). Normativy pro výkonnost jsou vypracovány pro sklonitost terénů do 10 % v únosných terénech bez překážek. Přípustná vrstva sněhové pokrývky pro daná časy připouští max. 20 cm. Technicko-organizační podmínky dovolují maximální rozstup vyvážecích linií 20 m pro možný dosah desetimetrového hydraulického jeřábu do lesního porostu z vyvážecích linek. Navržené pracovní časy jsou použitelné pouze pro odhad výkonnosti stroje v zapojených lesních porostech, nejsou použitelné pro „pouhé“ odkácování okrajových stromů, kde lze předpokládat vyšší větevnatost a delší operativní čas na zpracování.

Literatura:

1. DVOŘÁK J. *et al.*, 2008: Influence of Human Factor on Time of Work Stages of Harvesters and Crane-equipped Forwarders. *Journal of Forest Science*, **54**(1): 24 – 30. – 2. DVOŘÁK J., KARNET P., 2007: Preliminary technical time standards for harvesters working in premature and mature stands. *Electronic journal of polish agricultural universities, Akademii Rolniczej in Wroclaw*, roč. 10, č. 1. – 3. ERLER J., 2000: Forstechnik [Forest Machinery]. Stuttgart: 246 s. – 4. JIROUŠEK R. *et al.*, 2007: Productivity and costs of the mechanized cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations. *Journal of Forest Science*, **53**(10): 476 – 482. – 5. KÄRHÄ K., RÖNKKÖ E., 2004: Productivity and Cutting Costs of Thinning Harvesters. *Journal of Forest Engineering*, **15**(2): 43 – 56. – 6. MALÍK V., DVOŘÁK J., 2007: Zhutnění půdy harvesterovými technologiemi. *Lesnická práce*, **86**(4): 12 – 14. – 7. MOSKALIK T., 2004: Influence of Cutting Form on the Harvester Productivity and Costs. *In International Symposium Mechanisierung der Waldarbeit*, 37. Grunden – Vienna. Wien, BOKU: 112 – 118. – 8. FORBRIG A., 2001: Zur technischen Arbeitsproduktivität von Kranvollernter. *Forsttechnische Information*, č. 5, p. 22 – 25. – 9. GELLERSTEDT S., DAHLIN B., 1999: Cut-To-Length: The Next Decade. *Journal of Forest Engineering*, **10**(2): 17 – 25. – 10. GLÖDE D., SIKSTRÖM U., 2001: Two felling methods in final cutting of shelterwood, single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica*, **35** (1): 71 – 83. – 11. PURFÜRST F., ERLER J., 2006: The precision of productivity models for the harvester – do we forget the human factor? *In Precision Forestry in Plantations, Semi-Natural and Natural Forests. Proceedings of the International Precision Forestry Symposium. Stellenbosch University, South Africa, 5–10 March 2006*, 465–475. – 12. STAMPFER K., 2002: Holzernte am Steilhang mit Harvester Valmet 911 Snake. *Forst & Technik*, **14**(6): 14 – 17. – 13. ULRICH R. *et al.*, 2002: Použití harvesterové technologie v probírkách. Brno: MZLU v Brně, 85 s. – 14. VALENTA J., NERUDA J., 2003: Analysis of the Production Rate of Harvester Technologies in Logging Operations, Brno, *In Fortechenvi Brno*. MZLU v Brně: 1–8. – 15. ZYCHOWICZ W., 2005: Efficiency of exploitation of the vehicle that can be used alternatively as a forwarder of clam bunk skidder. *Zeszyty Naukowe Akademii rolniczej*, č. 419, p. 291 – 298.