

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Analýza výkonnosti práce víceoperačních strojů v závislosti
na výrobních podmínkách a návrh optimalizace práce**

Disertační práce

Autor: Ing. Ondřej Nuhlíček

Školitel: doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

2023

"Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma *Analýza výkonnosti práce víceoperačních strojů v závislosti na výrobních podmínkách a návrh optimalizace práce* vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací a doporučení školitele. Souhlasím se zveřejněním disertační práce dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne 7.1.2023

Ing. Ondřej Nuhlíček

Poděkování: Rád bych poděkoval mému školiteli doc. Ing. Jiřímu Dvořákovi, Ph.D. za odborné vedení disertační práce a cenné rady a připomínky. Velké poděkování patří také spoluautorům publikovaných vědeckých článků obsažených v této disertační práci a všem ostatním pracovníkům, kteří mi vždy ochotně věnovali svůj čas při vlastním sběru dat v terénu. Děkuji také za finanční podporu výzkumu v podobě grantů IGA FLD A/19/05. V neposlední řadě děkuji celé své rodině za podporu při doktorském studiu.

Anotace

Podíl víceoperačních technologií na celkovém objemu vyrobeného dříví v České republice je značný. Pro jejich úspěšné nasazení je důležitá možnost odhadu jejich pracovní výkonnosti a produktivity pro naplánování využití strojů. V České republice existují Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory z roku 2010, které ovšem vycházejí ze starší generace strojů a situace před kůrovcovou kalamitou. Při srovnání odhadů pracovní výkonnosti dle výše uvedených výkonových norem a skutečné výkonnosti vypočtené ze sledování osmi vyvážecích traktorů byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Současně nasazené stroje mají vyšší pracovní výkonnost (až 198% hrubé pracovní výkonnosti udávané normami z roku 2010). Při analýze časů pracovní směny byly zjištěny statisticky významné odchylky – například podíl operativního času byl vyšší až o 12 % oproti předpokladům stávajících norem a dalších autorů. Korelační analýza mezi celkovou délkou směny a jednotlivými směnovými časy neprokázala ve většině případů statisticky významnou závislost. Použití procentuálních přírážek pro určení dalších směnových časů na základě operativního času tedy nelze doporučit. Na základě těchto poznatků tato práce doporučuje nový rámec pro zpracování výkonových norem. Součástí je i návrh nové metody měření nákladu. Současné metody jsou invazivní a narušují pracovní cyklus operátora. Navrhovaná metoda využívá fotogrammetrii a pomocí kamer v kabině vyvážecího traktoru umožňuje určit výšku nákladu. Výhodou této metody, kromě nenarušení práce operátora, je skutečnost, že metoda eliminuje chyby odečtu měřičem. Tyto chyby v případě pokusných měření vedly k rozdílu v měřené výšce až 5 cm.

Klíčová slova: vyvážecí traktor, soustředování dříví, výkonnost práce, výkonové normy, sortimentní těžební metoda

Annotation

The share of the Cut-To-Length method on the total volume of timber in the Czech republic is substantial. For the successful use of this method there is a need for productivity estimation for planning the machines use. As of today, the Performance standards for harvesters and forwarders from 2010 are being used. However, these standards were derived from older generations of the machines and under different timber market requirements before the bark beetle outburst. When comparing productivity estimation from those standards and the real performance calculated from time studies of eight forwarders, significant differences were observed. The machines currently employed perform well over estimation (up to 198 % of the values predicted by performance standards from 2010). During analysis of the shift components times, significant differences were also found - the share of operational time was up to 12 % higher than share used in standards and in other studies. Correlation analysis between total shift time and individual shift components times did not show strong relations. As such, use of percentages to represent individual shift time components is not advisable. Based on these findings we suggest a new approach in the form of a framework. We have tested a new method for measuring the load on a forwarder based on 2D photogrammetry, which does not impede on work of the operator. Suggested method uses cameras in the cabin of the machine and enables the measurement of the load height. Advantage is the fact that it produces the same results as with manual measuring, yet it allows for precise vertical height, instead of misaligned height as it tends to be with traditional methods. Difference is up to 5 cm.

Keywords: forwarder, timber extraction, work performance, performance standards, Cut-to-Lenght method

Анотація

Частка багатоопераційних технологій у загальному обсязі виробленої в Чехії деревини є значною. Для їх успішного розгортання важливо мати можливість оцінити їх продуктивність та продуктивність для планування використання машин.

У Чеській Республіці існують Стандарти продуктивності для комбайнів та експортних тракторів з 2010 року, але вони базуються на старому поколінні машин та ситуації до катастрофи з короїдом. При порівнянні оцінок робочої продуктивності за вищезазначеними стандартами продуктивності та фактичної продуктивності, розрахованої за результатами моніторингу восьми тракторів-експортерів, було виявлено статистично значущу різницю. Одночасно розгорнуті машини мають вищу робочу продуктивність (до 198% від валової робочої продуктивності, наведеної в нормативах 2010 року). При аналізі часу робочої зміни були виявлені статистично значущі відхилення - наприклад, частка оперативного часу була до 12% вищою порівняно з припущеннями чинних нормативів та інших авторів. Кореляційний аналіз між загальною тривалістю зміни та індивідуальним часом зміни у більшості випадків не виявив статистично значущого зв'язку. Тому використання відсоткових надбавок для визначення додаткової тривалості зміни на основі оперативного часу не може бути рекомендовано. Цей документ рекомендує нові рамки для розробки стандартів ефективності. Вона також включає пропозицію щодо нового методу вимірювання вантажоперевезень. Існуючі методи є інвазивними і порушують робочий цикл оператора. Перевагою цього методу, окрім того, що він не порушує роботу оператора, є те, що він виключає помилки при знятті показань лічильника. У випадку експериментальних вимірювань ці похибки призвели до різниці у виміряній висоті до 5 см.

Ключові слова: балансирний трактор, сортування деревини, продуктивність праці, нормативи продуктивності, сортиментний спосіб лісозаготівлі

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam zkratk a symbolů..... | 11 |
| Seznam tabulek..... | 12 |
| Seznam obrázků..... | 13 |
| Seznam grafů | 15 |
| 1 Úvod | 18 |
| 2 Cíle práce | 21 |
| 3 Rozbor problematiky (literární rešerše)..... | 21 |
| 3.1 Normování práce..... | 22 |
| 3.1.1 Čas z pohledu normování práce | 23 |
| 3.2.1 Systémy časů..... | 24 |
| 3.2.1.1 British Standard 3138: Glossary of Terms in Work Study | 25 |
| 3.2.1.2 Nordic Forest Study Council Forest Work Study Nomenclature | 28 |
| 3.2.1.3 International Labour Organisation..... | 28 |
| 3.2.1.4 International Union of Forestry Research Organizations | 30 |
| 3.2.1.5 Harvesting Machine Evaluation Framework for Australia..... | 32 |
| 3.2.2 Pracovně právní podmínky v normování času | 33 |
| 3.2.3 Český přístup k členění času | 34 |
| 3.2 Metody měření v normování – Studie práce, časový snímek | 36 |
| 3.2.1 Možnosti vzájemného porovnávání nomenklatur | 38 |
| 3.3 Produktivita práce..... | 42 |
| 3.3.1 Faktory ovlivňující produktivitu | 43 |

| | |
|--|----|
| 3.3.1.1 Pracovní síla (lidská síla) | 43 |
| 3.3.1.2. Vliv vyvážecího traktoru | 45 |
| 3.3.1.3 Vliv prostředí | 49 |
| 3.3.2 Metody měření | 52 |
| 3.3.3 Návrhy experimentálních měření | 54 |
| 3.3.4 Technologie měření | 58 |
| 3.3.4.1 J1939 | 60 |
| 3.3.4.2 StanForD | 66 |
| 3.3.5 Technologie sběru dat mimo stroj | 73 |
| 4 Metodika | 75 |
| 4.1 Způsob měření objemu nákladu | 75 |
| 4.1.1 Manuální měření | 75 |
| 4.1.2 Kamery a zpracování fotografií | 76 |
| 4.1.3 Zpracování dat | 82 |
| 4.2 Metodika analýzy pracovní výkonnosti | 83 |
| 4.2.1 Metodika analýzy rozdělení směnových časů | 86 |
| 4.2.2 Metodika analýzy jednotlivých směnových časů | 86 |
| 4.3 Metodika analýzy změn výrobních podmínek | 87 |
| 5 Výsledky | 90 |
| 5.1 Výsledky měření nákladu | 90 |
| 5.2 Výsledky měření výkonnosti práce | 92 |
| 5.2.1 Výsledky analýzy obecné výkonnosti práce | 92 |

| | |
|---|-----|
| 5.2.2 Výsledky analýzy časů pracovní směny | 94 |
| 5.2.3 Výsledky Analýzy jednotlivých časů pracovní směny..... | 107 |
| 5.3 Výsledky analýzy změn výrobních podmínek..... | 117 |
| 5.4 Výsledný návrh rámce pro sestavení výkonových norem..... | 118 |
| 6 Diskuze..... | 121 |
| 7 Závěr | 127 |
| 8 Literatura | 130 |
| 9 Přílohy | 148 |
| Příloha č. 1: Program k exportu dat z *.stm souborů do csv v prostředí Perl | 148 |
| Příloha č. 2: Návrh rámce pro vytváření norem výkonnosti víceoperačních strojů | 153 |
| Příloha č. 3: Ukázka dat získaných z *. Stm souborů | 165 |

Seznam zkratek a symbolů

| | | |
|-------|---|--|
| GPS | – | Globální poziční systém |
| IUFRO | – | International Union of Forest Research Organizations |
| LHP | – | Lesní hospodářský plán |
| PMH | – | Productive machine hour |
| Px | – | pixel |
| SMH | – | Scheduled machine hour |
| VNHVT | – | Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory |

Seznam tabulek

| | |
|--|-----|
| Tabulka č. 1: Koeficienty pracovitosti (Wittering, 1973) | 27 |
| Tabulka č.2: Navrhované výkonové třídy vyvážecích traktorů (dle Nordfjell et al. 2019) | 49 |
| Tabulka č. 3: referenční výška nákladu a střední kvadratická chyba každé reprojekce | 80 |
| Tabulka č. 4: Souhrn sledovaných strojů a výrobních podmínek (*) C – holoseč, T – probírka) | 84 |
| Tabulka č. 5: Souhrn středních kvadratických chyb rektifikace, referenční výšky měřené latí Telefix a vypočtené šikmé a vertikální vzdálenosti | 90 |
| Tabulka č. 6: Vyhodnocení plnění norem u jednotlivých strojů spolu se srovnáním průměrných objemů nákladů a statistickou významností (tučné hodnoty jsou statisticky významné) | 93 |
| Tabulka č. 7: Souhrn procentuálního rozdělení směnových časů u sledovaných strojů oproti modelovým rozdělením jiných autorů | 94 |
| Tabulka č. 8: Indikátory mechanické dostupnosti a využití stroje v procentuálním vyjádření pro jednotlivé stroje | 103 |
| Tabulka č. 9: Statistická významnost srovnání pozorovaných podílů časů směny jednotlivých strojů vůči modelovým rozdělením pomocí párového t-testu | 104 |
| Tabulka č. 10: Relativní rozdíly podílů časů oproti Výkonovým normám pro harvestorový uzel | 105 |
| Tabulka č. 11: Absolutní rozdíly podílů časů oproti Výkonovým normám pro harvestorový uzel | 106 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek č. 1: Schéma času dle British standart 3138 | 26 |
| Obrázek č. 2: Schéma času dle Nordic Forest Study Council Forest Work Study Nomenclature. (NSR 1978) | 29 |
| Obrázek č.3: Schéma času dle International Labour Organisation (International Labour Office a Kanawaty 1992) | 30 |
| Obrázek č. 4: Schéma času dle IUFRO (Björheden a Thompson 1995). | 31 |
| Obrázek č.5: Schéma času dle CRC (Acuna a Heidersdorf 2008) | 33 |
| Obrázek č.6: Schéma dělení času používané v ČR (Klouda et al. 1988) | 35 |
| Obrázek č. 7: Architektura CAN zprávy, zdroj: Endres, 2014, dostupné online: https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus | 59 |
| Obrázek č. 8: Nastavení registrace směnových časů a časů prostoje..... | 63 |
| Obrázek č. 9: Manuální registrování jednotlivých časů v prostředí TimberMatic | 64 |
| Obrázek č. 10: Digitální kniha oprav v prostředí TimberMatic | 65 |
| Obrázek č. 11: Časové schéma používané v ve strojích John Deere s popiskem kódu v proměnné protokolu StanForD..... | 66 |
| Obrázek č. 12: Metadata *.stm souboru | 69 |
| Obrázek č. 13: Umístění kamer v kabině vyvážecího traktoru. | 77 |
| Obrázek č. 14: Kalibrační šachovnice s identifikovanými čtverci v GML Camera Calibration (PTC Inc.). | 78 |
| Obrázek č. 15: Rozdíl mezi původním a rektifikovaným snímkem..... | 79 |
| Obrázek č. 16: Rektifikační mřížka s vyznačenými referenčními body a stejnými body v rámci reprojekce. Červená čára ukazuje šikmou vzdálenost mezi body měření výšky a čára zelená vertikální výšku..... | 82 |

Obrázek č. 17: Přehledová mapa České republiky s vyznačeným nasazením jednotlivých vyvážecích traktorů. Podkladní vrstvou je vyznačení lesních porostů s převahou smrku (Zdroj podkladových dat Ing. Markéta Kantorová, ÚHÚL Brandýs nad Labem). 86

Seznam grafů

| | |
|---|-----|
| Graf č.1: Srovnání výkonu motorů vyvážecích traktorů Timbermatic/JohnDeere v průběhu generací | 46 |
| Graf č. 2: Podíl operativního času na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy outliery a křížek značí aritmetický průměr) | 95 |
| Graf č. 3: Podíl času přípravy a ukončení prací na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy outliery a křížek značí aritmetický průměr) | 96 |
| Graf č. 4: Podíl času plánování na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr) | 97 |
| Graf č. 5: Podíl času pomocných prací na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr)..... | 98 |
| Graf č. 6: Podíl času údržby na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr) | 99 |
| Graf č. 7: Podíl času oprav na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr) | 100 |
| Graf č. 8: Podíl času biologických a oddchových přestávek na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr) | 101 |

| | |
|--|-----|
| Graf č. 9: Podíl času technicko-organizačních ztrát na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulieri a křížek značí aritmetický průměr) | 102 |
| Graf č. 10: Podíl času osobních ztrát na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulieri a křížek značí aritmetický průměr) | 102 |
| Graf č. 11: Bodový graf závislosti operativního času a ukončení práce na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 107 |
| Graf č. 12: Bodový graf závislosti času přípravy a ukončení práce na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 108 |
| Graf č. 13: Bodový graf závislosti času na pracovní příkazy na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou..... | 109 |
| Graf č. 14: Bodový graf závislosti času na technickou obsluhu pracoviště na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 110 |
| Graf č.15: Bodový graf závislosti času údržby na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 111 |
| Graf č. 16: Bodový graf závislosti času na opravy na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou..... | 112 |

| | |
|---|-----|
| Graf č. 17: Bodový graf závislosti času na pracovní, biologické a bezpečnostní přestávky na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 113 |
| Graf č. 18: Bodový graf závislosti času technicko-organizačních ztrát na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 114 |
| Graf č. 19: Bodový graf závislosti času osobních ztrát na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 115 |
| Graf č. 20: Bodový graf závislosti času práce (WT dle IUFRO) na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímkou. | 117 |

1 Úvod

Měření výkonnosti a normování práce není v lesnictví ničím novým, jak uvádí již na začátku sedmdesátých let (Bumerl, 1960):

„...i práce dřevorubecká se stává plně prospěšnou lidské společnosti teprve tehdy, když je výkonná a jakostní. Obě tyto podmínky musí být splněny vždy zároveň.“

Víceoperační těžební technologie se v českém lesnictví vyskytují již značnou dobu. Jejich podíl na objemu vyrobeného dříví není přímo uváděn ve výročních zprávách Ministerstva zemědělství ČR. Navzdory tomuto faktu lze použitím ukazatele podílu sortimentní metody z celkového objemu vyrobeného dříví zastoupení víceoperačních technologií odhadnout. Harvestory a vyvážecí traktory jsou se sortimentní metodou úzce spojeny, a tedy lze s určitou mírou jistoty říci, že jejich podíl se pohybuje mezi 30-40 % (MZe 2019). Ačkoli se tyto technologie využívají napříč Evropou, jejich podíl na výrobě se regionálně značně liší. Jak uvádí Moskalik et al. (2017), například ve skandinávských a pobaltských zemích se tyto technologie podílejí na celkovém objemu výroby až z 90 %.

Pro efektivitu využití těchto technologií, jejich funkční logistiku a ekonomickou rentabilitu při těžbě dříví, je klíčové plánování. (Nurminen, Korpunen, and Uusitalo 2006; Dvořák et al. 2011; Dvořák et al. 2019). Správné odhadnutí časové náročnosti zadané práce umožňuje naplánovat maximální, popř. vhodné vytížení stroje a tím rozložit náklady na provoz, což přináší menší náklady a větší konkurenceschopnost poskytovatelů služeb v oblasti těžebních a dopravních technologií při soutěžení zakázek na zpracování porostů. Z tohoto pohledu jsou výkonové normy jako nástroj plánování pro efektivní nasazení víceoperačních technologií v lesnictví klíčové (Stankic et al. 2012).

Česká republika a další post-socialistické země byly v souvislosti s normami v jiném postavení než země západní. Centrálně řízená ekonomika vyžadovala pro potřeby plánování a kontroly normy v nebývalém rozsahu. Při srovnání provozních norem se zahraničím se naše normy jeví jako extrémně podrobné a důsledné. Zahraniční studie se převážně soustředí na základní popis výkonnosti práce ve vztahu k vybraným faktorům, jak bude ukázáno níže, ovšem se stanovením norem práce pro samotný lesnický provoz se v nich setkáváme jen velmi málo. Důvodem je především skutečnost, že pracovníci v zahraničí byli a jsou placeni za vyrobený objem, a že ve vlastnické struktuře většiny západních zemí nemají tak dominantní postavení státní podniky. Tím se prakticky eliminuje potřeba norem na národní úrovni. Větší firmy mohou mít vnitropodnikové standardy, které ovšem slouží spíše pro hodnocení kvality zaměstnanců a jejich případné odměňování. Nicméně často platí, že časové odhady pro plánování vytížení strojů jsou založeny především na zkušenostech a výsledcích z předešlých období.

Absence národních, či dokonce nadnárodních normativů, vedla mimo jiné k situaci, kdy v akademické sféře vzniklo pro potřeby studií pracovní výkonnosti mnoho různých schémat dělení času – časových nomenklatur. Jak uvádí a vysvětlují Lu a Ackerman (2012), v literatuře se převážně používá několik hlavních nomenklatur. Tyto budou rozebrány níže.

Pro funkční normování práce je třeba brát v úvahu všechny faktory v klasickém trojúhelníku člověk-stroj-prostředí. Nevýhodou pro sektor lesnictví je skutečnost, že prostředí je značně různorodé a jeho kvantifikace není jednoduchou záležitostí. Na výkonnost má dopad nejenom různorodost porostů samotných, ale i požadavky a specifika jednotlivých pracovišť – umístění skládek, stav lesní dopravní sítě a vyvážecích linek apod. V této práci se autor snaží nastínit možnosti a postupy, jak se

vypořádat s úskalími kvantifikace proměnných vstupujících do výkonnosti a jak získaná data využít pro efektivní stanovení výkonnosti práce.

2 Cíle práce

Práce je má vytyčeny následující cíle, ze kterých vyplývají hypotézy, které jsou v této práci zkoumány:

- Ověření aktuálnosti výkonových norem vyvážecích traktorů využívaných v současnosti a analýza jejich nedostatků.
 - H1 – V současnosti používané modely pracovní výkonnosti neodpovídají výkonostem dosahovaným v dnešním provozu
 - H2 – V současnosti používané rozdělení času směny na jednotlivé směnové časy neodpovídá rozdělení sledovaném v provozu
 - H3 – Současná produkce neodpovídá počtem vyráběných sortimentů situaci, kdy byly vytvořeny stále užívané Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory
- Návrh řešení nedostatků a otestování těchto řešení, pokud to jejich povaha vyžaduje.
 - H4 – Lineární závislost směnových časů na celkovém času směny, potřebná pro využití procentuálního rozdělení směnových časů není dostatečně silná aby toto dělení bylo opodstatněné.
 - H5 – Využitím moderních technologií lze dosáhnout stejných, nebo lepších výsledků v případě měření objemu nákladu vyvážecího traktoru
- Návrh rámce zpracování dat a jeho ověření na pilotních datech.

3 Rozbor problematiky (literární rešerše)

V literární rešerši se práce zabývá jak obecnými skutečnostmi o normování práce, tak způsobech měření, technice a dělení časů při normování.

3.1 Normování práce

Za normování lze považovat činnost, při které se provádí rozbor situace a určení ideálního stavu – normy. Normování práce pak lze chápat jako činnost, při které se analyzuje pracovní proces. Rozborem pracovního procesu se zjistí elementární části tohoto procesu, které lze měřit a určit jejich ideální stav.

„V obecném vyjádření norma představuje jednotný, časově neměnný a závazný znak, nařízení, nebo předpis vlastností, činitelů a činností ve výrobě a jejich kombinaci.“

(Jurová 2015)

Pracovní normy lze rozlišit na několik kategorií. Normy pracovního postupu určují způsob provedení konkrétní práce v daných technicko-organizačních podmínkách. Normy kvalifikace definují potřebné znalosti a dovednosti pracovníka k provádění určité práce. Normy spotřeby práce pak v určují, kolik práce je třeba k dosažení požadovaného výsledku. Lze je dělit na normy pracnosti, normy obsazení a výkonové normy. Normy pracnosti určují množství času (práce) potřebného k ke zhotovení daného výrobku, případně ke zhotovení daného objemu práce. To vše za daných technicko-organizačních podmínek. Normy obsazení specifikují počet pracovníků na dané výrobní zařízení (stroj) pro optimální fungování. Lze je dále dělit na normy počtu, které specifikují počty pracovníků a jejich kvalifikaci pro daný organizační útvar a na normy obsluhy, kde se jedná o počet pracovníků na jeden stroj, případně počet strojů na jednoho pracovníka. Výkonové normy pak určují předpokládanou spotřebu práce na danou výrobní jednotku – výrobek, pracovní úkol atd. Jedná se o měřítko spotřeby lidské práce. Výkonové normy se vztahují na souvislou část výroby, která je přidělena skupině, nebo jednotlivci. Výkonové normy lze vyjádřit buď normou času, nebo normou množství. Norma času vyjadřuje nutné množství času pro provedení určité operace na jednotkovém množství – kusu, metru krychlovém atd. Tedy jak dlouho práce potrvá.

Oproti tomu norma množství určuje množství jednotek vyrobených za danou pracovní jednotku. Tedy kolik jednotek daný pracovník vyrobí za danou časovou jednotku. Normy se skládají z normativů – dílčích předpisů, které udávají potřebný čas pouze pro dílčí části operace, zatímco norma udává čas celkový pro celou operaci. Norma se tak skládá z normativů. Normativy lze rozlišit na prvotní a odvozené. Prvotní normativy jsou časem, který byl přímo zjištěn opakovaným měřením. Do těchto normativů se člení i normativy obecně nutných přestávek, protože jsou potřebné k ideálnímu výkonu.

3.1.1 Čas z pohledu normování práce

Čas je hlavní jednotkou v případě normování práce. Z pohledu využití jej lze členit na několik typů. Prvním je čas práce. Jde o dobu, po kterou pracovník plní pracovní úkol (Chundela 2015). Nejedná se jen o samotnou manuální práci – v případě víceoperačních strojů lze do tohoto času zařadit i nastavení výrobně-evidenčního softwaru apod.

Dalším časem je čas přestávek. Ty se dělí na přestávky obecně nutné, podmíněně nutné a bezpodmínečně nutné přestávky. Obecně nutné přestávky vyplývají z přirozených potřeb lidského těla a ze zákonných ustanovení. Jde o čas oddechu, biologické potřeby a na svačinu. Bezpodmínečně nutné přestávky jsou časem, který je nutný z důvodu technicko-technologických příčin (Chundela 2015). V případě lesní techniky může jít o čekání na zahřátí motoru, dochlazení oleje apod.

Podmíněně nutné přestávky jsou časem, který nastává v případě špatné přípravy pracoviště a celkově nesprávné technologické přípravy výroby (Chundela 2015), jako je například čekání operátora vyvážecího traktoru na operátora harvestoru, čekání na nadřízeného apod.

Čas jde dále členit podle frekvence opakování. Tedy zda se jedná o čas jednotkový,

čas dávkový, nebo čas směny. Čas jednotkový se vyskytuje při výrobě každé výrobní jednotky. Oproti tomu čas dávkový se započítává podle počtu zpracovaných dávek. Časy směnové se pak vyskytují na úrovni směny. U všech těchto časů je lze dělit dále na časy práce a obecně nutných přestávek.

Čas se dále může členit podle způsobu opakování (Chundela 2015). Jedná se buďto o čas pravidelný, který se vyskytuje během každé jednotky, dávky, nebo směny a nebo o čas nepravidelný. Tím bývají zpravidla poruchy, opravy apod.

Z hlediska využití času lze dojít ještě k dělení na čas nutný a zbytečný. Čas nutný je nezbytný k dokončení dané činnosti. Jedná se o čas normovatelný a zahrnuje jak čas práce, tak čas obecně nutných přestávek. Druhým je čas zbytečný, tedy čas, který nebyl nezbytně nutný k výrobě. Jde tedy o ztráty a ty lze dělit na ztráty osobní, technicko-organizační a na ztráty zaviněné vyšší mocí. Osobní ztráty jsou způsobeny nedbalostí pracovníka a jeho nízkou morálkou. Jde o zbytečné prostoje, osobní telefonáty, nadbytečné pauzy a další. Ztráty technicko-organizační pak vznikají bez zavinění daného pracovníka. Jde o prostoje způsobené špatnou organizací vícero pracovníků apod. Ztráty zaviněné vyšší mocí jsou výjimečné. Může se jednat například o stržení lesní cesty nepřízní počasí a prostoje způsobené touto událostí apod. Výše uvedené dělení je značně obecné a dlouho známé. Vzhledem k abstraktnosti byly postupně budovány systémy časů – nomenklatury, které berou toto dělení v potaz a dále jej rozvíjejí pro snadnější zařazení jednotlivých časů.

3.2.1 Systémy časů

Jak bylo řečeno v úvodu, v dostupné literatuře se vyskytuje několik klasifikací časů. Jejich postupný vývoj kopíruje vývoj disciplíny samé, kdy se nejprve při racionalizaci výrobního procesu vycházelo z relativně subjektivního hodnocení pracovní výkonnosti, a dělení času na jednotlivé části tomu odpovídalo. Tato racionalizace vedla postupně

až k bodu, kdy byla zbytečně komplikovaná, a navíc v době jejího vzniku nebylo praktické zpracovávat potřebné množství dat. Nomenklatury se proto časem ustálily na bodě, kdy na základě racionalizace došlo ke zjednodušení pro praktické použití. S rozvojem informačních technologií a digitálního videa však mohlo opět dojít k posunu k racionálnějšímu pojetí. Mezi nomenklaturami časů se v literatuře se prosadily především následující.

3.2.1.1 British Standard 3138: Glossary of Terms in Work Study

Jedná se o základní dokument, který formoval několik klasifikací. Britský úřad standardů (BSI) tímto dokumentem stanovil obecně aplikovatelný slovník pojmů a jejich definice pro potřeby měření času práce. Časová studie se v něm uvádí jako jedna z několika možností měření práce (British Standards Institution 1969).

Zároveň jsou zde uvedeny dva koncepty dělení času – jeden pro čas stroje a druhý pro čas obsluhy. Více se mimo samotný standard lze o problematice britského systému dozvědět například v obsáhlém bulletinu od Witteringa (1973). Schéma dělení času zobrazuje obrázek č. 1.

| | |
|-------------------------------|-----------|
| maximální strojní čas (A5003) | |
| dostupný strojní čas (A5004) | nepracuje |

| | | | |
|------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| pracovní den / týden (A4001) | | Přesčasy | |
| stroj běží (33022) | | stroj nečinný | pomocné práce |
| | | stroj rozbitý | |
| standartní výkonnost | nízká výkonnost | | |

Obrázek č. 1: Schéma času dle British standart 3138

Tato klasifikace navíc využívá obecně britský přístup, kdy jsou naměřené časy převáděny subjektivně na tzv. standartní čas – naměřený čas se násobí koeficientem pracovitosti. Jinými slovy, pokud se pracovník dle pozorovatele nesnaží dostatečně a práci neodvádí přiměřeně rychle, je naměřený čas vynásoben například koeficientem 0,80, aby byl snížen na čas odpovídající standartní pracovní morálce. Přepočtové koeficienty s jejich popisem zobrazuje tabulka č. 1.

Tabulka č. 1: Koeficienty pracovitosti (Wittering, 1973)

| Koeficient pracovitosti (%) | Slovní popis | Odpovídající rychlost chůze (km/h) |
|---------------------------------------|---|--|
| 50 | Velmi pomalé, neobratné, pracovník jako by napůl spal, bez zájmu o vykonávanou činnost. | 3,2 |
| 75 | Tempo práce placené hodinově, stálé, neuspěchané tempo, ne jako kdyby byl pracovník placen od vyrobeného kusu, ale pracoval pod dohledem, vypadá pomale, ale časem se během sledování neplýtvá záměrně. | 4,8 |
| 100 | Výkonnost při odměně za vyrobené množství, průměrný pracovník s nadšením do práce. Tato rychlost je udržitelná po celou pracovní směnu za předpokladu, že bude mít odpovídající odpočinek. | 6,4 |
| 125 | Velmi rychlé tempo, které pracovníka vyčerpá před koncem pracovní směny. | 8 |
| 150 | Pracovník se soustředí na maximální rychlost bez ohledu na kvalitu, tempo je pro pracovníka dlouhodoběji neudržitelné. | 9,6 |

3.2.1.2 Nordic Forest Study Council Forest Work Study Nomenclature

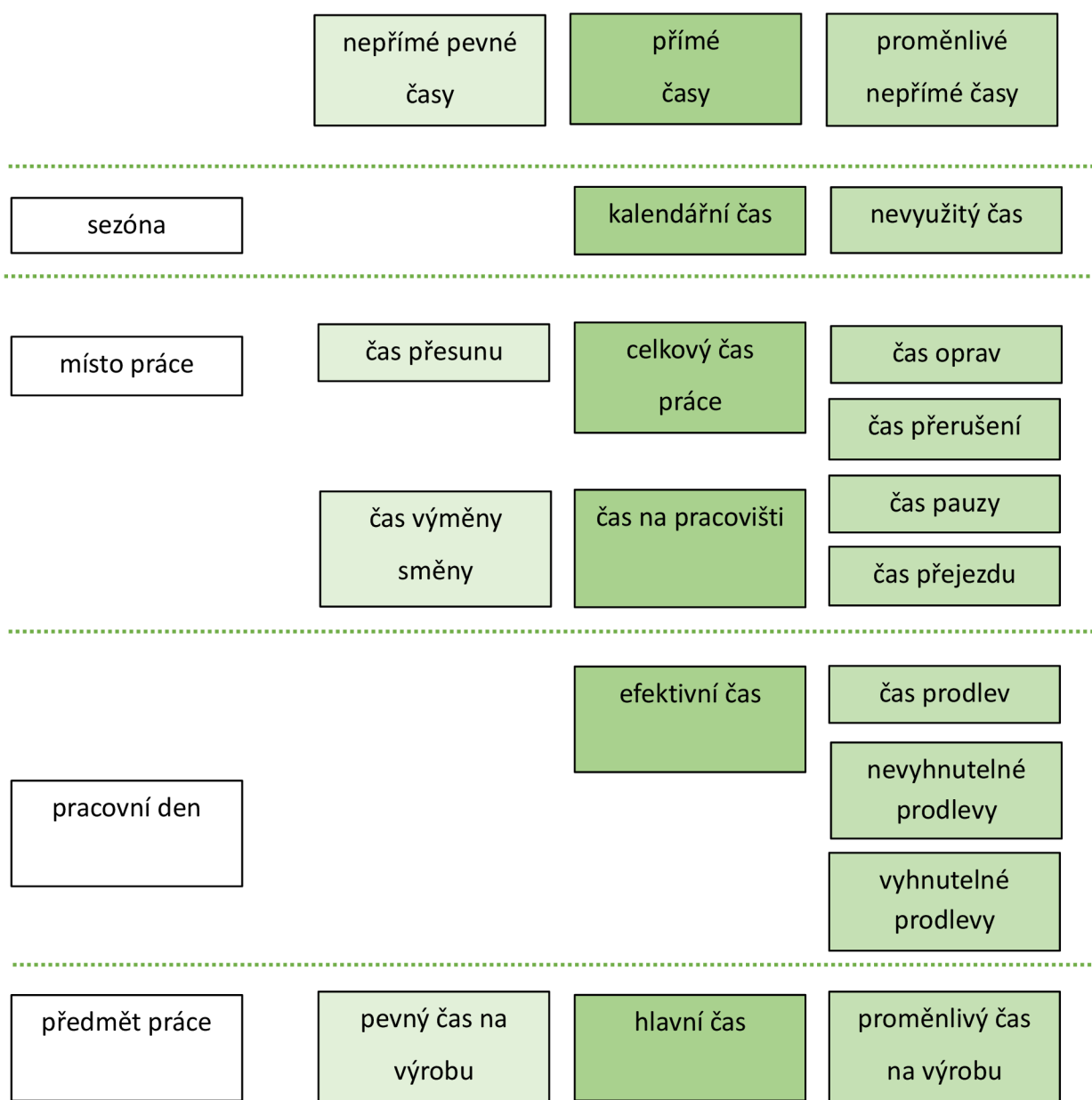
Nejčastěji používaný systém ve Skandinávských zemích, který vznikl pod vedením Nordic Forest Study Council (NSR 1978).

Tento standard se zabývá jak definicemi, tak rozdělením časů, možnostmi zaznamenávání a základními výpočty využití strojů. Zároveň považuje hodnocení pracovní výkonnosti jako takové za extrémně subjektivní, a proto s tímto konceptem v zásadě nepracuje. Pouze popisuje dostupný čas stroje a využití stroje. Lu a Ackerman (2012) zdůrazňují, že zajímavým a v podstatě unikátním je tzv. hrubý efektivní čas. Jde o koncept, ve kterém se v případě použití hrubé měřící metody časy zdržení menší, než přesnost měření považují za součást tohoto hrubého času. Schéma času zobrazuje obrázek č. 2.

Tento koncept ale vede často k nepřesnostem a jde o jeden z jeho hlavních záporů této nomenklatury, který byl zdůrazňován Björhedenem a Thompsonem (1995) zároveň s faktem, že u zdržení se subjektivně určuje, zda bylo možné se jim vyhnout, či nikoli.

3.2.1.3 International Labour Organisation

Jedná se o poměrně jednoduchý systém dělení časů bez širšího definování pojmů. Kromě modelu dělení času popisuje, jak hodnotit dělníka, aby bylo možné určit standartní časy. Využívá tedy standartní časy a přepočty jako výše zmíněný BSI, a navíc z něj přebírá model časů práce stroje (International Labour Office a Kanawaty 1992).



Obrázek č. 2: Schéma času dle Nordic Forest Study Council Forest Work Study Nomenclature. (NSR 1978)

Zajímavě vymezuje základní čas pro práci – jde o nejkratší možný čas k dosažení výsledku za daných podmínek, včetně započteného odpočinku. Zbylý tzv. neefektivní čas dále dělí. Tento model se evidentně zaměřuje právě na neefektivní čas a nevěnuje dostatečnou pozornost rozdělení pracovního času na nižší články. Vzhledem k původu

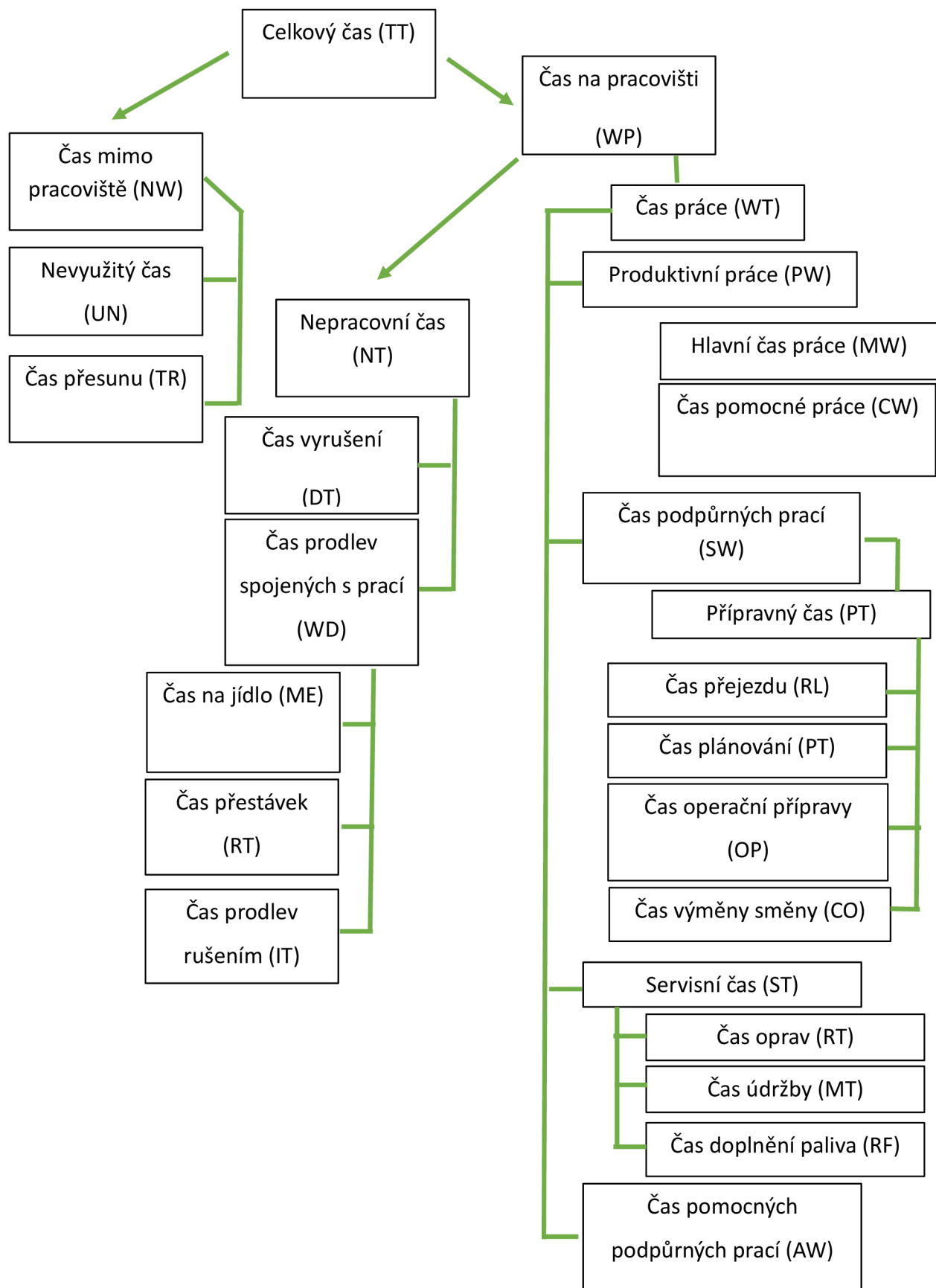
a nelesnickému zaměření je tento neduh pochopitelný. Schéma znázorňuje obrázek č. 3.

| | | | |
|---|---|--|--------------------|
| celkový čas za daných podmínek | | | |
| Celkový neefektivní čas | | | Základní čas práce |
| Neefektivní čas vlivem lidského faktoru | Neefektivní čas vlivem nevhodných metod | Neefektivní čas vlivem špatného designu nebo materiálu | |

Obrázek č. 3: Schéma času dle International Labour Organisation (International Labour Office a Kanawaty 1992)

3.2.1.4 International Union of Forestry Research Organizations

Pro IUFRO vyvinuli návrh nomenklatury Björheden et al.(1995) na základě analýzy Björhedena (1991) a Björhedena a Thompsona (1995). Celkově se tato nomenklatura snaží odstranit neduhy výše uvedených modelů (systémů), především pak subjektivitu měření. Tím je myšleno nejen řádné definování jednotlivých časů, aby bylo jasné zařazení prodlev apod., ale i odstranění přepočtu na standartní čas, který vycházel též ze subjektivního posuzování. Čas se dělí podle lokality na čas trávený na místě práce a čas mimo pracoviště. Čas na pracovišti dále dělí na čas pracovní a nepracovní. Nepracovní čas se dělí na práci nezpůsobené přestávky (zdržení) a na pracovní čas spjatý s prací, jako je čas na jídlo, přestávku a přerušení jiným činitelem. Čas práce dělí na čas přímé práce (kdy se úkony přímo podílí na tvorbě výrobku) a na čas podpůrných prací (přímo se nepodílí, ale jsou potřeba pro funkčnost celého systému). Schéma dělení je znázorněno na obrázku č. 4



Obrázek č. 4: Schéma času dle IUFRO (Björheden a Thompson 1995).

Z uvedených časů následně vycházejí obecně využívané termíny.

Plánovaný časový fond (Scheduled machine hours, **SMH**) = *Čas práce* dle IUFRO.

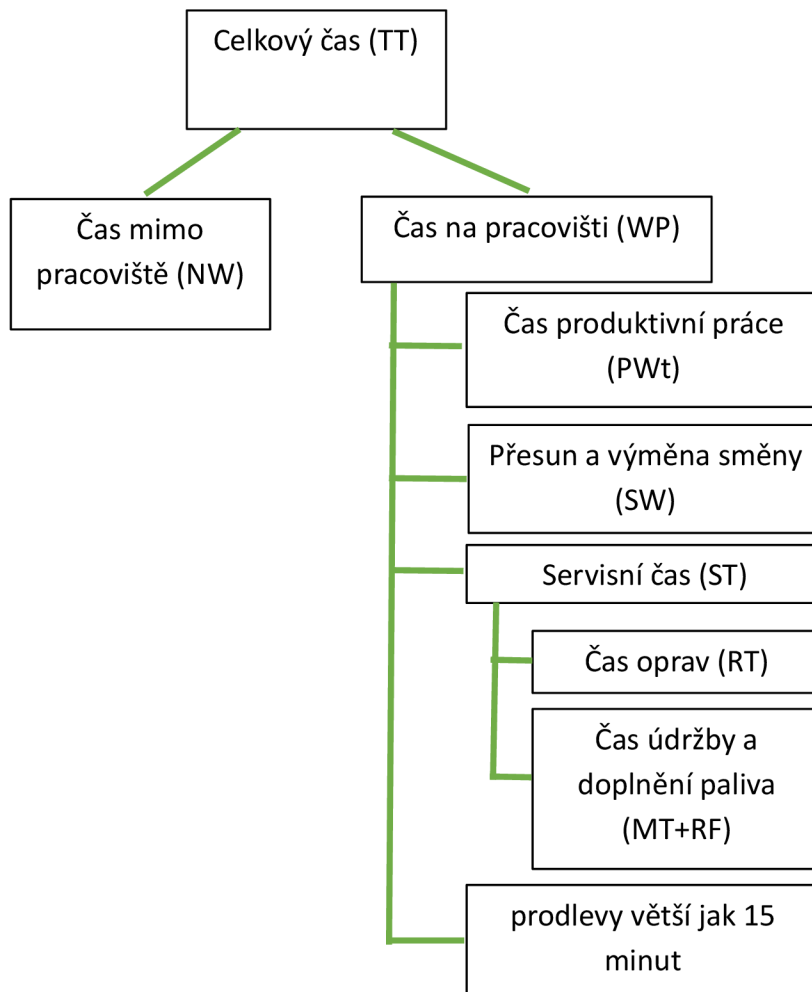
Využitelný časový fond (Available machine hours, **AMH**) = *Čas práce (SMH) – Servisní čas* dle IUFRO.

Skutečný pracovní fond (Productive machine hours, **PMH**) = *Produktivní práce* dle IUFRO nebo **SMH** – *servisní čas* – další zdržení

Tento model nezahrnuje dobu přepravy na pracoviště do pracovního času, stejně tak nezahrnuje krátké pauzy do času práce. Díky tomu, že se v této nomenklatuře neřeší, zda bylo možné se zdržením vyhnout nebo ne, je subjektivita do značné míry eliminována.

3.2.1.5 Harvesting Machine Evaluation Framework for Australia

Standard vytvořený v Austrálii organizací CRC (Acuna a Heidersdorf 2008), s cílem využití na celé jižní polokouli. Vychází z nomenklatury IUFRO a na jejím základě vytváří podrobnou a funkční strukturu pro moderní lesnické stroje. Některé části zjednodušuje, například určuje, že prodlevy pro zaznamenání musí být delší než 15 minut. Kratší prodlevy jsou považovány za součást práce. Výsledkem je pak „provozní“ zjednodušená verze dělení času oproti standardu IUFRO, jejíž podoba je zřejmá z obrázku č. 5.



Obrázek č.5: Schéma času dle CRC (Acuna a Heidersdorf 2008)

3.2.2 Pracovně právní podmínky v normování času

Při zvažování výkonnosti práce je třeba brát v potaz i pracovně právní legislativu. V České republice tvoří základní rámec Zákoník práce (Česko 2006). Ten mimo jiné v paragrafu § 88 uvádí, že:

1) Zaměstnavatel je povinen poskytnout zaměstnanci nejdéle po 6 hodinách nepřetržité práce přestávku v práci na jídlo a oddech v trvání nejméně 30 minut; mladistvému zaměstnanci musí být tato přestávka poskytnuta nejdéle po 4,5 hodinách nepřetržité práce.

Jde-li o práce, které nemohou být přerušeny, musí být zaměstnanci i bez přerušení provozu nebo práce zajištěna přiměřená doba na oddech a jídlo; tato doba se

započítává do pracovní doby. Mladistvému zaměstnanci musí vždy být poskytnuta přestávka na jídlo a oddech podle věty první.

(2) Byla-li přestávka v práci na jídlo a oddech rozdělena, musí alespoň jedna její část činit nejméně 15 minut.

(3) Přestávky v práci na jídlo a oddech se neposkytují na začátku a konci pracovní doby.

(4) Poskytnuté přestávky v práci na jídlo a oddech se nezapočítávají do pracovní doby.

Z toho plyne několik skutečností. Jednak že v případě zaměstnanců je třeba při výpočtu výkonnosti odečíst od celkového času směny 30 minut pro přestávky, které nelze považovat za součást pracovní doby.

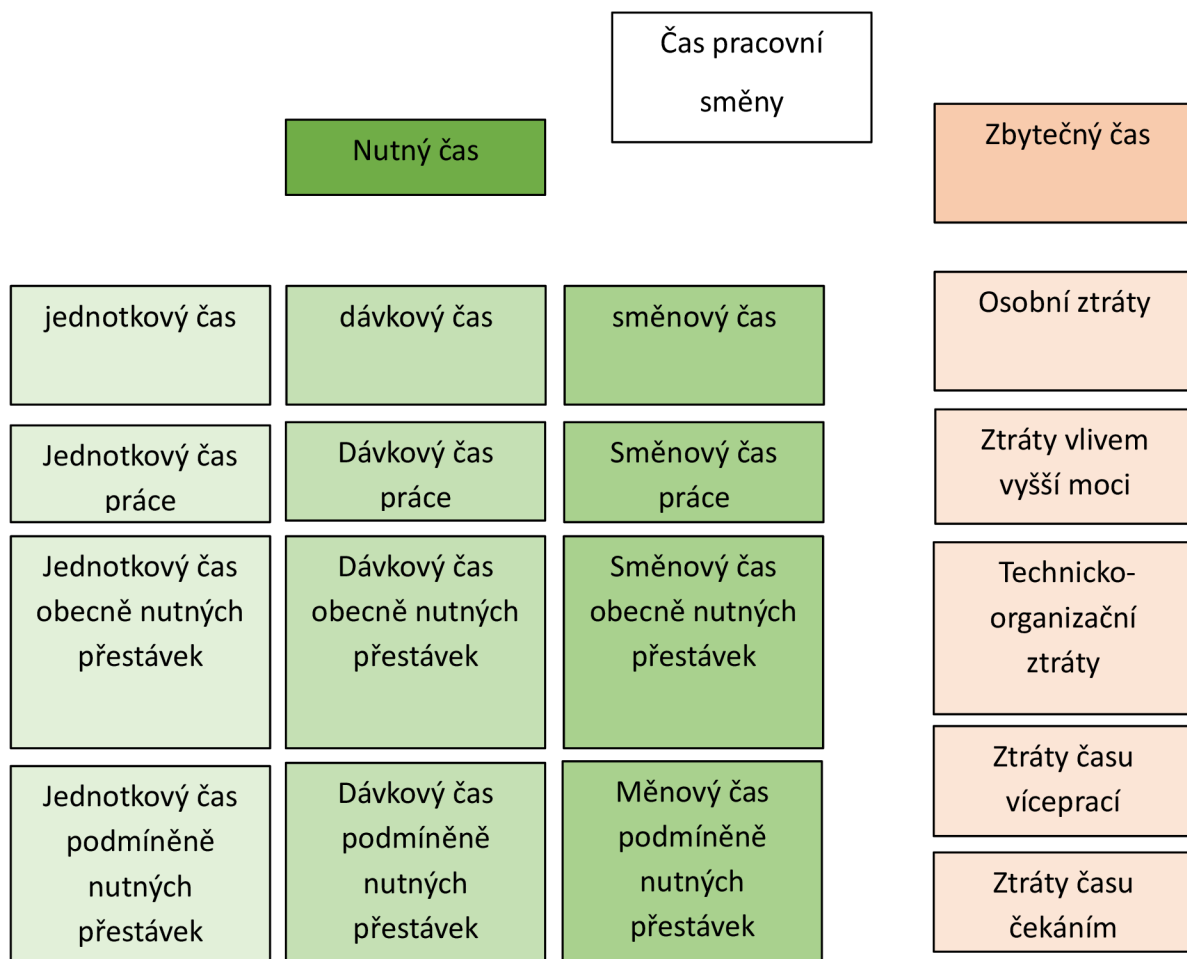
V případě nasmlouvaných osob samostatně výdělečně činných (OSVČ) je situace jiná a přestávka nemusí být uvažována jako povinný odečet.

Česká úprava je v tomto ohledu poměrně vyvážená a jasná. V dalších zemích jsou podmínky různé. Například v Německu je při 6-9 hodinové směně požadavek na 30 minutovou pauzu. Ve Francii je situace jiná – ze zákona je po šesti hodinách práce nařízená přestávka 20 minut. Extrémem z našeho pohledu může být například Jihoafrická republika, kde je povinná pauza dokonce hodinová, a to pouze po pěti hodinách práce (Hons 2022). Je třeba brát ale v úvahu rozdílné výrobní podmínky, především klimatické.

3.2.3 Český přístup k členění času

Přístup k dělení času v České republice popisuje například Lhotský (2005), konkrétně v lesnictví pak Klouda et al. (1988). Toto dělení čeští autoři většinou respektují a nepřecházejí k zahraničním modelům (Dvořák et al. 2010). Časy se důsledně dělí na nutné a ztrátové, nutné časy dále na časy práce, přestávek nutných a přestávek

podmíněných – to vše pro výrobní jednotku, dávku a směnu. Konkrétní podobu ukazuje obrázek č. 6. Jde o značné zjednodušení oproti obecnému pojetí, které popisuje (Vichr 1955). Pro základní představu pouze uvedme, že čas se dělí na čas práce, sestávají se z času přípravy a zakončení práce, času vedlejší práce, času hlavní práce a času obsluhy pracoviště, dále pak na čas přerušování práce sestávající se z časů přerušování závislých na dělníkovi a z čas přerušování nezávislých na dělníkovi. Všechny tyto časy byly pak dále děleny. Je třeba si ovšem uvědomit, že toto podrobné schéma bylo určeno především pro strojní výrobu a pro lesnictví nebylo dostatečně dobře využitelné.



Obrázek č. 6: Schéma dělení času používané v ČR (Klouda et al. 1988)

3.2 Metody měření v normování – Studie práce, časový snímek

Pro správné normování práce je třeba dvou základních složek: studie práce a následně pracovního snímku. Studií práce se myslí analyzování pracovního cyklu, konkrétněji „...kde je úkol systematicky zaznamenán a kriticky zhodnocen s cílem najít ideální řešení a posloupnost pracovních úkonů“. (SISTER MARY LENORE 1964)

S ideálním pracovním postupem se pak pracuje dále. Snímkováním se zjišťuje konkrétní pracovní výkonnost s cílem určit standardní (průměrný) pracovní čas, který by za daných podmínek měla optimální metoda spotřebovat na výrobu jedné výrobní jednotky. Výsledkem je tedy výkon systému ve výrobních jednotkách za produktivní pracovní hodinu.

Pro správné měření a hodnocení podle výše uvedených schémat času vznikly mimo jiné i tzv. „Protokoly časových studií“. Ty jasně specifikují, co a pro jaký prostředek zaznamenávat, případně definují i vzorce pro výpočty jednotlivých ukazatelů, shrnují zásadní termíny pro provozní využití, definují přesně mezní body měření tzn., kdy končí jedna pracovní operace a začíná druhá apod. Příkladem takovýchto „guidelines“ je například (Acuna et al., 2012; , Ackerman a Gleasure 2014).

V případě českých výkonových norem je směna vyvážecích traktorů dělena následujícím způsobem

Operativní čas se skládá z následujících úseků:

- Čas na jízdu stroje bez nákladu z odvozního místa do místa vyklizování. Začátek odjezdem z odvozního místa do místa vyklizování, po složení hydraulického ramene do transportní polohy, konec začátkem následujícího úseku.

- Čas na vytvoření náladu. Tento čas začíná po příjezdu vyvážecího traktoru do porostu k první hromadě se sortimenty v momentu zvednutí hydraulického ramene z transportní polohy a končí začátkem dalšího úseku.
- Čas na jízdu stroje s nákladem z porostu na odvozní místo. Tento čas začíná dokončením skládání nákladu v momentě složení hydraulického ramene do transportní polohy a končí začátkem dalšího úseku.
- Čas na složení nákladu na odvozním místě. Pracovní operace začíná zvedáním hydraulického ramene z transportní polohy po příjezdu na odvozní místo, končí složením hydraulického ramene po vyložení veškerého nákladu.

Dále se během směny zjišťují následující neoperativní časy.

- Čas na přípravu a ukončení práce, tj. čas předávání dokumentace k pracovišti, předávání výrobních instrukcím, případně instrukcí v rámci vícesměnného provozu, předání pracoviště po ukončení práce. Vzhledem k tomu, že instrukce se vydávají k výrobní jednotce, je čas označen jako dávkový.
- Čas na technickou obsluhu pracoviště, tj. čas na přepravu stroje na pracoviště, asanaci poškozených stromů, čas na opatření pro minimalizaci škod na pracovišti. Jedná se o čas je dávkový.
- Čas na pracovní příkazy, tj. doba na předávání instrukcí od zadavatele. Jde o čas směnový.
- Čas na technickou údržbu stroje čas, kdy je prováděna údržba a servis stroje, pokud nedochází k výměnám poškozených součástí.
- Čas na opravy poruch stroje, tj. čas, kdy operátor provádí opravy vlastními silami na pracovišti.

- Čas biologických a oddechových přestávek, tj. nezbytně nutné přestávky z pohledu biologických potřeb operátora. V případě zaměstnance nelze takové přestávky považovat za zbytečné, pokud nepřekročí čas stanovený zákoníkem práce.

Během pracovní činnosti může docházet i časovým ztrátám, které jsou rozděleny do tří následujících skupin.

- Technicko-organizační ztráty, tj. prostoje nezaviněné operátorem, způsobené technicko-organizačními problémy, např. při opravě stroje třetí osobou (servisním technikem), čekání na technika, čekání na přistavení valníku apod.
- Osobní ztráty času např. prostoje v práci způsobené diskuzemi nad rámec předávání pracovních a organizačních informací.
- Ztráty zapříčiněné vyšší mocí, nejčastěji klimatickými podmínkami, které neumožňují nasazení lesnické mechanizace v plánovaném termínu.

3.2.1 Možnosti vzájemného porovnávání nomenklatur

U většiny výše zmíněných nomenklatur je porovnání velice obtížné, za předpokladu, že se vůbec zjištěné časové údaje o nějakou nomenklaturu opírají. Sledované výkonnosti stroje nejsou většinou hlavním cílem prací, a proto ani sběru dat a analýze pro správné stanovení není přikládán větší důraz. To vede k rozrůzněnosti publikovaných údajů. Typickým zástupcem zahraničních nomenklatur je od IUFRO (odkaz na citaci), která je používána ve většině studií, případně ve zjednodušené formě jednotlivých uživatelů. Oblíbeným trendem, který je vidět třeba u nomenklatury Harvesting Machine Evaluation Framework for Australia, je započítávání menších prodlev. (odkaz na citaci).

Hrubá hodinová výkonnost

Hrubá výkonnost je základním ukazatelem. Udává reálnou hodinovou výkonnost na pracovišti bez očištění o ztrátové časy. U všech nomenklatur je díky své rudimentárnosti udávána stejně dle vzorce 1:

$$W_h = \frac{V}{T} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (1)$$

kde:

| | | |
|-------|------|--|
| W_h | | Hrubá výkonnost (m^3/h) |
| V | | Objem dříví za daný časový úsek (m^3) |
| T | | Délka časového úseku (h) |

Čistá hodinová pracovní výkonnost

Čistá pracovní výkonnost udává ideální situaci, tj. pracovní výkonnost bez ztrátových časů pouze s časem produktivních činností. Tato doba se v jednotlivých klasifikacích liší. V případě české nomenklatury platí vzorec 2:

$$W_{\check{c}} = \frac{V}{T_{\text{Ope}}} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2)$$

kde:

| | | |
|------------------|------|--|
| $W_{\check{c}}$ | | Čistá pracovní výkonnost (m^3/h) |
| V | | Objem dříví za daný časový úsek (m^3) |
| T_{Ope} | | Délka operativního času (h) |

V případě nomenklatury IUFRO se za T_{Ope} považuje čas práce. Ten zahrnuje nejen produktivní práci, ale i práce podpůrné, včetně oprav a údržby, které jsou nezbytné pro její provedení.

Koeficient využití stroje

Koeficient využití stroje, v angličtině Machine utilization, (MU) je ukazatel míry využití stroje k primární práci, na kterou byl určen. V případě české nomenklatury platí vzorec

3:

$$MU = \frac{T_{Ope} + T_{zp}}{T} \quad (-) \quad (3)$$

Kde:

MU Koeficient využití stroje (-)

T_{Ope} Délka operativního času (h)

T_{zp} Délka času zákonné přestávky (h)

T Délka směny (h)

V případě nomenklatury IUFRO je stejně jako v případě čisté pracovní výkonnosti za T_{Ope} považován čas práce.

Mechanická dostupnost

Tento ukazatel, v angličtině „*mechanical availability (MA)*“, vyjadřuje podíl času, kdy byl stroj schopen provozu – tj. kdy nebyla práce omezena nutností oprav. Jde v zásadě o ukazatel spolehlivosti stroje. V případě české nomenklatury platí vzorec 4:

$$MA = \frac{T - T_{opr}}{T} \quad (-) \quad (4)$$

kde:

MA Mechanická dostupnost (-)

T Délka směny (h)

T_{opr} Délka času oprav (h)

V případě nomenklatury IUFRO se z délky směny odečítá ještě čas údržby dle vzorce 5:

$$MA = \frac{T - T_{opr} - T_{udr}}{T} \quad (-) \quad (5)$$

kde:

MA Mechanická dostupnost (-)

T Délka směny (h)

T_{opr} Délka času oprav (h)

T_{udr} Délka času údržby (h)

Problémem v české nomenklatuře je v tomto momentě skutečnost, že část času, kdy je stroj nefunkční, je obsažena v technicko-organizačních ztrátách, např. čekání na dovoz náhradních dílů, čekání na příjezd servisního technika atd. Tento čas je v případě IUFRO již obsažen v času oprav.

Z těchto rozdílů plynou některé rozdíly v hlášených hodnotách jednotlivých ukazatelů. Jak demonstroval Augsten (Augsten 2021), hrubá pracovní výkonnost by neměla být rozdíly dotčena, na rozdíl od pracovní výkonnosti čisté, kde už hrají tyto rozdíly, spolu s jiným započtením některých časů, rolí. Stejně tak vznikají rozdíly v mechanické dostupnosti a koeficientu využití stroje. V ideálních podmínkách jsou rozdíly zanedbatelné, nicméně nestandardní situace a úkony často vedou k různým zařazením a v extrému mohou vést i tak markantním rozdílům jako bylo využití stroje 96,5 % podle IUFRO, ale podle české nomenklatury se jednalo o pouhých 21%.

3.3 Produktivita práce

Produktivitu práce je možné zkoumat z několika úhlů. Jedním z nich je analýza ztrátových časů. Spinelli a Visser (2008) sledovali 34 časových studií a analyzovali v nich ztrátové časy. Zjistili tři statisticky významné případy, kdy jsou průměrné ztráty objektivně větší, tj.:

- v případě těžby v lesním porostu, namísto těžby na plantáži rychle rostoucích dřevin,
- v případě tzv. „hot deck“ tedy, když jsou sortimenty okamžitě nakládány a vyváženy,
- v případě lesních lanovek, kde harvester fungoval jako procesor.

Stejně tak je zajímavé jimi zjištěné rozdělení délek ztrát. Nejčastěji se ztrátové časy pohybovaly v délce do pěti minut. Další, ovšem již výrazně méně časté, byly ztrátové časy v délce pět až deset minut. Toto zjištění kontrastuje s koncepty času, kdy ztráty kratší než patnáct minut jsou započítávány automaticky do času práce. Z pohledu celkových sum ztrát je v této studii vidět, že ztráty do patnácti minut tvoří většinu – 61 %.

Autoři koneckonců sami uvádějí, že průměrný produktivní čas je 72 % z celkového plánovaného časového fondu. Tedy ztráty tvoří 28 %. Pokud ovšem zahrneme ztráty kratší patnácti minut do produktivního času, využití stoupne na 89 % a ztráty klesnou z 28 na 11 %.

3.3.1 Faktory ovlivňující produktivitu

Faktory, které ovlivňují pracovní výkonnost lze rozdělit do několika kategorií.

3.3.1.1 Pracovní síla (lidská síla)

V souvislosti s vlivem člověka na produktivitu práce je zajímavé V případě vlivu člověka na pracovní výkonnost jde zejména o úroveň zapracování operátora. Neruda a Valenta (2003) in Simanov (1998) uvádějí, že pro zapracování operátora na stoprocentní pracovní výkonnost je třeba až 390 pracovních směn. Purfürst a Erler (2011) při zkoumání výkonnosti práce vyřazovali ze studie operátory, kteří měli kratší praxi než sto osmdesát dnů. I přes toto opatření, kterým se snažili omezit vliv nedostatečné zkušenosti a zapracování operátorů, došli k procentuálnímu rozmezí pracovní výkonnosti 56 % až 125 % oproti průměru. Je třeba poznamenat, že výkonnost vyvážecího traktoru ovlivňuje mimo jiné i operátor harvestoru svým způsobem práce – tedy tím, jak pečlivě vyráběné sortimenty třídí a umisťuje.

Rozdíly v pracovní výkonnosti operátorů stoupají s náročností pracovních podmínek (členitost terénu, větší sklon atd.) a tím, jak se výrobní podmínky vzdalují od optimálních (Väätäinen et al. 2004b). Ve ztížených podmínkách se více projevují individuální schopnosti operátorů. Bohužel přesné určení vlivu operátora komplikuje skutečnost, že izolovat jeho vliv je experimentálně velmi náročné jak ukazují některé studie (Kärhä et al. 2004; Neruda a Valenta 2003). Vliv operátorů je navíc nejpodstatnější při činnostech, kdy mají přímý vliv na situaci – tedy při skládání a vykládání nákladu. Naopak během pojezdu stroje je jejich vliv na výkonnost práce zanedbatelný (Nimz, 2002).

Operátoři musí často provádět několik pracovních operací, nebo úseků pracovních operací najednou, a právě ve schopnosti rychlého a organizovaného rozhodování spočívá nejpodstatnější rozdíl mezi jednotlivými pracovníky (Korhonen et al., 2004). Ideálně by měl operátor uvažovat několik kroků napřed, pohybovat ramenem co nejkratší cestou k cíli (Harstela 2004; Jacke a Wagner 2001; 2002). Rameno by se mělo neustále pohybovat (Väätäinen et al. 2004).

V případě operátorů harvestoru by měl pracovník uvažovat vždy alespoň o několik stromů dopředu (Peltola 2004; Ranta 2004). Správná technika je klíčová pro optimální uložení sortimentů tak, aby je mohl operátor vyvážecího traktoru snadno identifikovat a bezproblémově naložit. Navzdory výše uvedeným skutečnostem Väätäinen et al. (2004) uvádí, že 10-15 % rozdílů mezi operátory je dáno rozdílnou technikou práce, 20-30 % je dáno lepším technickým vybavením stroje vč. ergonomických opatření, lepším ramenem atd. a 50-55 % vychází z lepšího plánování a rozhodovacího procesu. Lze tedy říct, že vliv operátora jako takového, má relativně malý vliv na celkovou pracovní výkonnost.

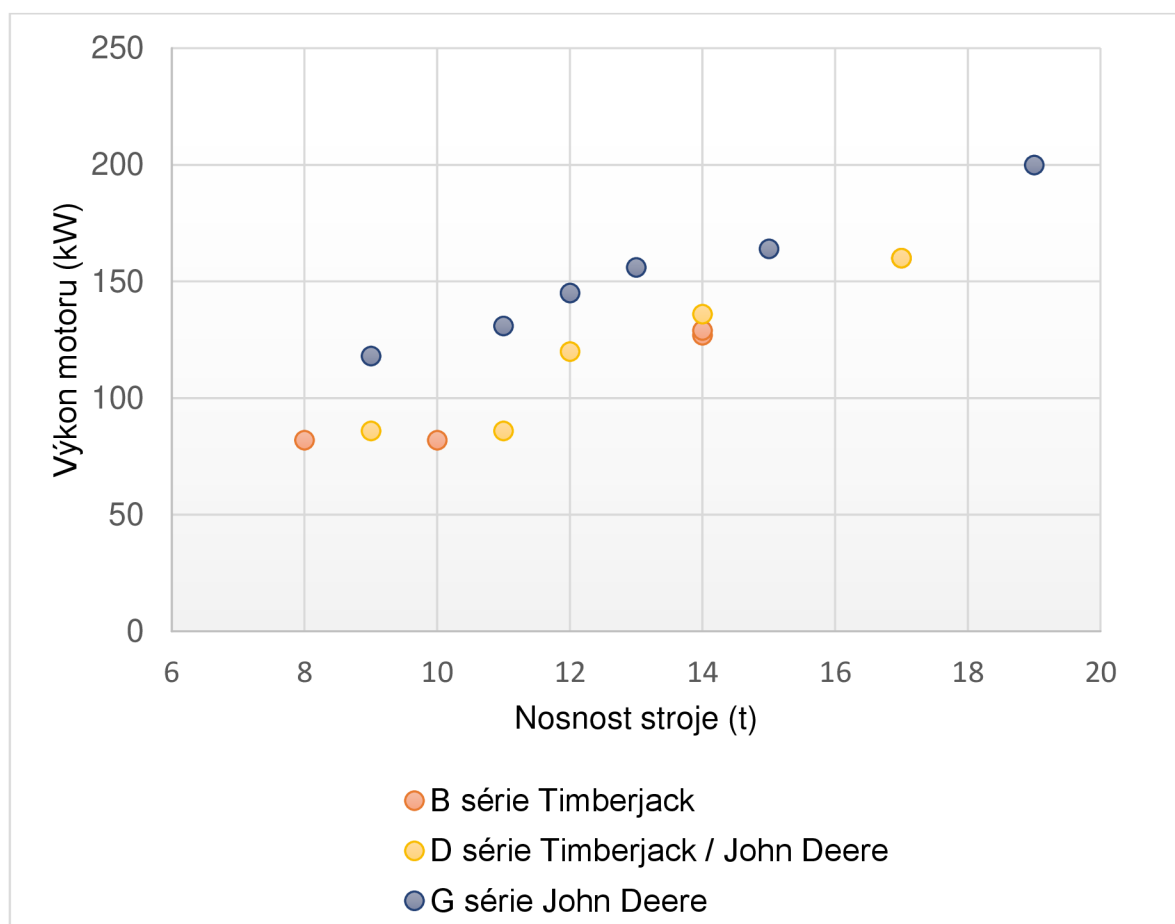
3.3.1.2. Vliv vyvážecího traktoru

V souvislosti se strojem jde o souběh několika faktorů, mezi které patří trakční ústrojí zajišťující prostupnost terénem, dosah ramene, maximální úřez hlavice atd. Jako konglomerovaný ukazatel se používá většinou výkon stroje, případně v kombinaci s hmotností stroje. Konkrétní dělení je ovšem nejednotné. Za obecně platný úzus se v případě harvestorů považuje dělení na malovýkonové harvestory (Class I), středně výkonné harvestory (Class II) a vysokovýkonové harvestory (Class III). Přesné hraniční hodnoty jednotlivých tříd se ovšem napříč autory liší.

Athanassiadis et al. (1999); Klvac et al. (2003) využívají hraničních hodnot 80 kW výkonu motoru s nosností 10 t a výkon 120 kW v kombinaci s nosností 12 t. Oproti tomu například (Dvořák et al. 2010; Javůrek a Dvořák 2018; Dvořák 2014) využívají dělící meze 70 a 140 kW.

Co se dělení vyvážecích traktorů týká, někteří autoři používají stejné dělení dle výkonu a hmotnosti (Klvač et al., 2003), jiní autoři využívají pouze rozdělení dle výkonu vyvážecího traktoru (Dvořák et al. 2010).

Podle Zprávy o stavu lesa za rok 2019 (MZe 2020) je v české republice 1293 vyvážecích traktorů. Z toho 874 je klasifikováno jako „velké“ – tj. s nosností nad 6 t. Z tohoto počtu je 580 kusů vyrobeno do roku 2009. V případě vyvážecích traktorů s nosností do 6 t bylo 211 kusů vyrobeno před rokem 2009. Tyto starší typy mají horší ovládání a menší ergonomii. Hlavními značkami u velkých vyvážecích traktorů jsou klasičtí výrobci – John Deere (43,5 %), Rottne (16,4 %), Komatsu (11,8 %), Ponsse (16,4%), jejichž zastoupení tvoří v souhrnu 88 % strojů. Rozložení výkonů vyvážecích traktorů se s časem mění. U strojů stejných nosností se u novějších modelů vyskytují motory s vyšším výkonem. Ilustrovat tuto skutečnost můžeme například na vyvážecích traktorech John Deere (graf č. 1). Je vidět patrný rozdíl mezi Sérií B a Sérií G.



Graf č.1: Srovnání výkonu motorů vyvážecích traktorů Timbermatic/JohnDeere v průběhu generací

Ke stejnému závěru dochází i Nordfjell et al. (2019), který sledoval technický vývoj vyvážecích traktorů ve Švédsku od roku 1962 do roku 2012. Mimo výkon (kW/t) stoupá i hmotnost vyvážecích traktorů a jejich nosnost, naopak se snižuje koeficient naložení, tj. poměr mezi maximální hmotností nákladu a váhou prázdného stroje. Změna tlaku na půdu je však vzhledem ke zvýšení kontaktní plochy kol zadní nápravy, která rozkládá hmotnost nákladu, minimální. Z těchto skutečností vyplývá, že staré členění, původně dle Athanassiadise et al. (1999), nereflektuje současné rozložení tříd vyvážecích traktorů. Proto Nordfjell et al. (2019) navrhuje novou klasifikaci výkonnostních tříd (tabulka č. 2).

Vyvážecí traktory celkově prodělaly značný technologický vývoj. Termín „Forwarder“ byl poprvé definován v roce 1958 coby stroj pro transport nákladu – vyvážení dříví – se zatáčením pomocí zlamování rámu. Tato definice vzešla z Kanady – konkrétně Pulp and Paper Research Institute of Canada (McCull 1958). Velice podobná definice byla zavedena ve Švédsku. Jak uvádí Nordfjell et al. (2019) tento termín byl definován v roce 1967 jako traktor s jednou zadní nápravou, s připojenou jednotkou pro transport dříví. Tato definice byla o dva roky později změněna a již v ní nebyla zmínka o jedné zadní nápravě. To znamenalo, že do této definice nově spadaly i stroje, které dokázaly zlamováním v podélném směru kopírovat terén. V dnešní době je pojem forwarder – vyvážecí traktor používán k popisu terénního transportního stroje se zlamováním rámu pro zatáčení a manipulačním ramenem. Zatímco stroje z osmdesátých let měly převážně hydrodynamické převodovky s vysokým průtokem, nízkým tlakem a nízkou teplotou, stroje novější konstrukce již dominantně používají převodovky hydrostatické, kdy je průtok nízký. To sice znamená vyšší tlak a ohřev oleje, ale moderní stroje jsou schopny dostatečného chlazení. Hydrostatické převodovky mají vyšší účinnost, a tedy vedou k menší spotřebě paliva. Tlaky hydraulických okruhů se zvedly. Starší stroje pracovaly s tlakem 15-19 MPa, zatímco stroje v dnešní době viděné v lesích pracují s tlakem 22-24 MPa, některé dokonce s tlakem 26 MPa. Během této doby (1980-2005) se zvedl i zdvihový moment ramene v poměru k celkové hmotnosti vyvážecího traktoru (Nordfjell et al. 2019).

Tento vývoj zahrnuje i změny vedoucí k lepší ergonomii. Tyto změny ukázal například Yamada (2005) ve studii, kdy byly porovnávány pracovní výkonnosti mezi vyvážecími traktory, kde je rameno ovládáno šesti pákami spínání hydraulických okruhů a počítačově řízeným ovládním pomocí dvou joysticků. S joysticky lze ovládat více funkcí zároveň a není nutné přehmatávat na nelogicky umístěné páky. Zároveň je tak

možno přidat další funkce, které může operátor snadno ovládat. Zlepšení se týkají nejen ergonomie, ale i techniky samotné. Lindroos et al. (2017) zmiňují několik důležitých milníků vedoucích k lepšímu fungování lesní techniky. Jako příklad lze uvést zavedení senzorů zpětné vazby do hydraulického ramene. Stroj má v palubní počítačové síti informaci o úhlech otevření kloubů, nakolik je vysunut výložník atd. Do doby, kdy došlo k implementaci těchto senzorů bylo možné pozice pouze odhadovat na základě sčítání časů kdy byl otevřen ventil hydrauliky. Zpětná vazba tak umožňuje větší automatizaci pohybů a lepší asistenci pro operátora, potenciálně vedoucí až k automatizaci pohybů v rámci „Augmented reality“ (Palonen et al. 2017).

Dalším důležitým milníkem bylo spřažení ovládání více hydraulických okruhů najednou. Příkladem může být Boom tip Control od John Deere. Ten umožňuje nastavit poměr několika okruhů tak, aby byl zajištěn požadovaný pohyb. To je patrné například u harvestorů, kdy lze hlavicí pohybovat nahoru a dolů jedním pohybem joysticku, aniž by se hlavice vychylovala od stroje nebo k němu. Pro tyto funkce je důležité precizní ovládání hydrauliky. Prosté spínání solenoidy na ventilech může být nahrazeno ventily s měřicí elektronikou, kdy je možné přesně sledovat průtoky a tlaky a získat tak lepší přehled o možném pohybu hydraulického válce.

Mezi další důležité milníky technologického vývoje vyvážecích traktorů se řadí redukce vibrací ramene. Rameno a jeho hydraulické vládání představují poměrně komplikovaný systém z pohledu predikce pohybu a stability. Vzhledem k délce ramen a jejich zatížení dochází k průhybům, které je složité predikovat. Hydraulické válce slouží nejen jako pohon pro pohyb ramene, ale také jako odpružení. Proto mají jistou míru volnosti a pružení, aby nedocházelo ke zvýšenému namáhání. Zatížení nákladem se navíc značně liší. Předvídat proto průhyb a odpružení válců je tedy velmi

komplikované a pohyby bývají oscilační. la Hera a Ortíz Morales (2015) nicméně navrhli kontrolní systém, který tyto oscilace omezuje a zjednodušuje tím operátorovi práci. Redukce oscilací zvyšuje kontrolu nad pohybem a operátor se může více soustředit na práci a nemusí se tolik zabývat potlačením nechtěných pohybů ramene a nákladu.

Tabulka č. 2: Navrhované výkonové třídy vyvážecích traktorů (dle Nordfjell et al. 2019)

| Výkonová třída vyvážecího traktoru | Nosnost (t) |
|------------------------------------|--------------|
| Micro | < 2 |
| XXS | ≥ 2 až < 5 |
| XS | ≥ 5 až < 8 |
| Small | ≥ 8 až < 11 |
| Medium | ≥ 11 až < 14 |
| Large | ≥ 14 až < 17 |
| XL | ≥ 17 až < 20 |
| XXL | ≥ 20 |

3.3.1.3 Vliv prostředí

Prostředí a jeho vliv na produktivitu lze dělit na dvě hlavní kategorie, tj. prostředí ve smyslu geomorfologických, resp. terénních podmínek a prostředí ve smyslu charakteristik lesního porostu. Pro druhou uvedenou kategorii se obecně používá nejen pro harvestory jako ukazatel objem středního kmene.

Obecně se dá říci, že produktivita harvestoru v závislosti na objemu kmene, potažmo tloušťkou kmene, roste do určité hodnoty (Mizaras et al. 2008; Nurminen et al. 2006), kdy tloušťka kmene začíná omezovat bezproblémovou úřeznost hlavice. V dnešní době se ovšem při využití odpovídající velikosti harvestoru nesetkáváme tak často s limitem úřezu hlavice, jako s limitem tlouštěk stromů nacházejících se v porostu. Produktivita práce je zpravidla vyšší v mýtních těžbách než v probírkách (Mizaras et al. 2008), stejně tak je produktivita práce závislá na dřevině (Nurminen et al. 2006). U probírek je to dáno celkem pochopitelně nižšími objemy těžených stromů, delšími přejezdy mezi stromy označenými k těžbě, u dřevin pak jejich vlastnostmi, jako jsou vady (především křivost), tloušťkou větví atd. Kromě holosečného způsobu hospodaření a probírek se v poslední době začíná využívat harvestorová technologie i v ostatních formách hospodářských způsobů. Eliasson et al. (2020) uvádí, že v takovém případě vzrostla vzhledem roztroušenosti těžby vyvážecí vzdálenost o 29 %. Nakládání a vykládání sortimentů trvá oproti holoseči o 16 % déle. Celkově se spotřeba času pro vyvážení dříví zvýšila o 16 %.

U vyvážecích traktorů, stejně jako u harvestorů, závisí produktivita práce na druhu těžby a zároveň na vyráběných sortimentech. Nurminen et al. (2006) uvádí patrný rozdíl výkonnosti práce nejen mezi počtem vyvážených sortimentů, ale i jejich kusovou hmotností. Nakládka daného objemu kulatiny v jednom sortimentu je zpravidla rychlejší než nakládka stejného objemu sortimentu vlákniny.

Stejně tak závisí produktivita práce na počtu naložených sortimentů a jejich hustotě rozložení podél trasy vyvážecí linky. Ačkoliv hustota porostu na plochu může být stejná, rozmístění roztroušení těžených stromů a schopnost operátora harvestoru umisťovat hromady dříví na správných místech a ve správných vzdálenostech hraje v produktivitě vyvážecího traktoru roli (Eliasson et al., 2020).

Pro zjišťování těchto charakteristik (objem středního kmene, kusová hmotnost) lze využít evidenci dat z harvesterů díky standardu StanForD.

Pro popis, či spíše klasifikaci geomorfologické kategorie se zpravidla používá pouze sklon. Ten ale není vždy jednoznačně vyjádřen. Zatímco například Wang & Haarlaa (2002) uvádí u jednotlivých porostů informaci o sklonu ve formátu „sklon do xy %“, Adebayo et al. (2007) uvádí rozsah x-y %. Nurminen et al. (2006) a Mizaras et al. (2008) uvádí porostní podmínky pouze jako „jednoduché“ bez dalšího vysvětlení. Visser a Spinelli (2012) kupříkladu geomorfologickou charakteristiku neuvádějí v souvislosti s vykazovanou výkonností práce vůbec, stejně jako Gerasimov et al. (2012) a další. Často je to dáno skutečností, že pracovní výkonnost je zde počítána pro plantáže, kde se předpokládá minimální vliv terénu (Tufts 1997). Z těchto základních údajů lze sestavit přibližný model pro vyvážecí traktory, tedy model, který vychází z objemu těžných stromů, průměrné vyvážecí vzdálenosti a možné velikosti nákladu v plnometrech. Nicméně Eriksson and Lindroos (2014) udávají, že tyto tři proměnné vysvětlily v případě rozsáhlé studie obsahující více jak 700 strojů a 20 000 porostů pouze 26,4 % variability v případě probírek a 35,2 % u mýtních těžeb. Cadei et al. (2020) při studii práce víceoperačních strojů ve ztížených podmínkách rozložili modelování na jednotlivé pracovní operace vyvážení dříví, tj. čas na jízdu k porostu, čas sestavování nákladu, jízda na odvozní místo a čas vykládání. U jízdy do porostu má dle těchto autorů významný vliv průměrný objem sortimentu, maximální sklon terénu a vyvážecí vzdálenost. Podařilo se jim vysvětlit 73,5 % variability dat. Racionální vysvětlení, proč má objem sortimentu vliv na jízdu prázdného stroje, ovšem nenabídl. V případech sestavení nákladu a vykládání nákladu už takových výsledků nedosáhli. V případě nakládání byly statisticky významnými proměnnými kromě středního objemu sortimentu i stroj a maximální sklon terénu,

nicméně sklony – byť statisticky významné – pracovní výkonnost ovlivňovaly ve srovnání s objemem středního kusu minimálně. I tak dosáhli vysvětlení variability pouze ze 40 %. V případě vykládání byla vysvětlená variabilita daná výrobními faktory ještě nižší – pouze 32 %. Zde byly významnými proměnnými objem nákladu a počet kusů vyvážených sortimentů. Celkově dochází k závěru, že hlavním způsobem, jak ovlivnit pracovní výkonnost vyvážecích traktorů, je především optimalizace vyvážecí vzdálenosti.

3.3.2 Metody měření

K odhadu pracovní výkonnosti vyvážecího stroje je možné využít dvou přístupů. Prvním je podrobné modelování jednotlivých pracovních operací. Hledají se proměnné, které významně ovlivňují produktivitu práce jednotlivých pracovních operací a tyto proměnné jsou začleněny do modelů jednotlivých operací pro vyvážecí traktory různých výkonových tříd, které pochopitelně velmi významně ovlivňují celkovou výkonnost. Nicméně rozdělení strojů se v čase mění. Intervaly jednotlivých výkonových tříd se posouvají a mění podle technického vývoje a celkové úrovně mechanizace (Jiroušek et al. 2007; Lukáč 2005; Dvořák et al. 2011). Kromě terénních podmínek, tj. sklonu terénu, překážek, únosnosti půdy (Eriksson and Lindroos 2014; Manner et al. 2016), mají významný vliv také technické podmínky výroby – Kuitto et al. (1994), například zdůrazňuje vliv hustoty výřezů u vyvážecí linky. Tyto parametry těžebních podmínek vyplývají buď z vlastností těžných stromů (objem těžných stromů atd.), případně z dodavatelsko-odběratelského řetězce (počet vyráběných sortimentů, jejich rozměry atd.)

Mimo výše uvedené podmínky, hraje ve výkonnosti práce nemalou roli také obsluha, tím je myšlena praxe, vzdělání a směnové pracovní vytížení, což může výkonnost

práce výrazně ovlivňovat (Berger, 2003; Natov & Dvořák, 2016; Neruda & Valenta, 2003).

S poměrně vysokým koeficientem determinace (R^2) lze pak kombinací modelů jednotlivých pracovních operací získat kombinovaný operativní čas práce stroje. Pro většinu pracovních operací lze potřebný čas predikovat poměrně přesně, nicméně problém nastává u operace sestavování nákladu. Pravděpodobně vzhledem k četnosti a parametrické rozmanitosti sortimentů a závislosti na kvalitě práce odvedené operátorem harvestoru udávají autoři vyšší koeficienty determinace. Nurminen, Korpunen, a Uusitalo (2006) popisují R^2 0,58 pro holoseče a 0,59 pro probírky, Jiroušek et al. (2007) se s tímto v zásadě shoduje a pro vyvážecí traktory první a druhé výkonové třídy uvádí R^2 mezi 0,52 a 0,63.

Problémem těchto podrobných modelů nicméně zůstává skutečnost, že mnoho parametrů není před samotnou těžbou známo, případně u nich jde jen o velmi přibližný odhad. Alternativně jsou parametry vázány na komplexní analýzu v GIS – výpočet průměrného sklonu terénu, hustota uložení dříví u vyvážecí linky, identifikace překážek atd.

Tyto modely také samozřejmě většinou nepočítají se směnovými, nebo dávkovými časy a dodávají informace pouze o operativním čase.

Druhým přístupem je dlouhodobá analýza pracovní produktivity na úrovni pracovní směny. Na rozdíl od prvního přístupu jsou proměnné používané v modelech vycházejících z tohoto principu známy již při plánování – zejména jde o vyvážecí vzdálenost a velikost nákladu (Jiroušek et al. 2007; Dvořák et al. 2011; Proto et al. 2018). Tyto analýzy také poskytují informace o podpůrných pracích a nepracovních časech, ale jejich koeficient determinace je obvykle nižší. Například Dvořák et al.

(2011) udávají koeficient determinace pro operativní čas mezi 0,24 a 0,42 při použití proměnných objemu stromu a vyvážecí vzdálenosti, a to pro vyvážecí traktory rozdělené do tříd do 60 kW a nad 60 kW.

Ideálním přístupem k odhadnutí výkonnosti práce by tedy měla být kombinace obou přístupů. V případě odhadu operativního času, který vede k teoretické operativní efektivitě, se často používá konverzní koeficient (Stankic et al. 2011; Eriksson a Lindroos 2014) pro určení naplánovaných strojních hodin (SMH). Problémem však je, že publikované studie se neshodují na míře využití stroje, a ta se případ od případu významně liší (Holzleitner, Stampfer, and Visser 2011; Ghaffariyan 2015).

V České republice se k odhadu pracovní výkonnosti používají výkonové normy pro harvestoy a vyvážecí traktory (VNHVT) (Dvořák et al. 2011). Tyto normy jsou nicméně založeny na starších strojích a na produkčních podmínkách značně odlišných od těch, s nimiž se setkáváme v posledních letech. Revize norem je proto nutná.

3.3.3 Návrhy experimentálních měření

Stejně jako existuje několik nomenklatur a časových standardů, je i několik typů časových studií. V zásadě je lze dělit na tři typy:

Popisná studie

Jedná se nejjednodušší typ, který si klade za cíl pouze zaznamenat proběhlou aktivitu. Odpovídá na otázku, jakou produktivitu má konkrétní stroj s konkrétním operátorem v konkrétním prostředí. Vzhledem k jednoduchosti tento typ studie neumožňuje žádné rozsáhlejší statistické zpracování dat, stejně tak okamžité porovnání s dalšími stroji, operátory a podmínkami není v zásadě možné.

Výhodou je, že nejméně ovlivňuje reálný průběh prací, je poměrně rychle připravenelná a zpracovatelná a analýza výsledků je přímočará.

Studie experimentální

Experimentální studie využívá kontroly nad některými proměnnými, aby odhalila případné závislosti. Návrh takovýchto studií vyžaduje nejen dostatečnou kontrolu nad proměnnými, ale i zajištění proti systematickým chybám a biasu. Pro lepší a staticky průkaznější výsledky je třeba používat náhodně přidělovaných zkusných ploch, operátorů atd. Toto je ovšem organizačně velmi náročné a vzhledem k tomu, že studie většinou probíhají na strojích, které v daný okamžik pracují na zakázce, zajistit přejezdy strojů, operátorů a podobně je nemyslitelné.

I tak se nicméně experimentální studie dají dělit dále podle designu celého pokusu.

Jde zejména o typy:

Jednofaktorový náhodný

Tento typ je uzpůsoben pro testování jedné proměnné, kdy případný bias je potlačován náhodným přiřazením zkusných ploch. Nevýhodou je nutnost homogenity těchto ploch, jinak mohou být výsledky značně ovlivněny. Stejně tak je třeba eliminovat nesourodost dalších proměnných – tedy aby například při testování více strojů všechny stroje řídil stejný operátor, pokud má se všemi stroji rovnocenné zkušenosti atd. Výhodou je bezesporu relativní jednoduchost a fakt, že opakování pro každou variantu proměnné nemusí být všude stejná.

Vícefaktorový náhodný

Testování dvou a více proměnných, kdy je případný bias kontrolován náhodným přiřazováním zkusných ploch. Umožňuje zkoumat i vzájemné interakce. Jinak je ale velmi podobný jednofaktorovému, jak ohledně požadavků na homogenitu prostředí, tak i co se týče relativní jednoduchosti.

Jednofaktorový blokový

Používá se ke srovnání jedné proměnné. Systém bloků je určen k tomu, aby se zmírnil vliv systematických chyb vzešlých z prostředí. To se zajistí tím, že všechny varianty proměnné se zkoumají vždy v bloku v několika homogenních, ale odlišných prostředích. V rámci bloku pak ještě dochází k náhodnému určení místa, respektive pořadí. V případě několika výše uvedených strojů by jejich pracovní výkonnost byla zkoumána například ve větším počtu terénových bloků, kdy by se všechny stroje vystřídal v náhodném pořadí na různých sklonech atp. Tento typ je výhodný jen pro proměnné o menším počtu možných variant, jinak je obtížné ho zorganizovat. Navíc v homogenních podmínkách je tato metoda méně efektivní než náhodné vzorkování.

Vícefaktorový blokový

Obdobně jako vícefaktorový náhodný typ zkoumá dvě a více proměnných. Například kromě zkoumání typu stroje by se zkoumal i vliv operátora, takže by se stroje a operátoři náhodně střídali v různých terénních blocích. Tento druh umožňuje kontrolovat chybu vzniklou bloky a zároveň určit vzájemné interakce mezi proměnnými.

Jednofaktorový latinský čtverec

Jde o typ, který lze použít v případech, kdy chceme zkoumat jednu proměnnou, ale na zkušební ploše dochází k proměnlivosti dvou a více podmínek. Jde v zásadě o metodu bloků, kdy se namísto náhodného přiřazování pořadí, posouvá zkoumaná proměnná po řádcích a sloupcích vždy o jednu variantu. Výhodou je možnost relativně snadné kontroly proměnlivosti stanoviště, ovšem za cenu komplikované analýzy, která v případě interakce mezi proměnou a faktory bloku není platná. Navíc v případě více faktorů diferencujících zkušou plochu může počet potřebných opakování rychle vzrůst do počtu, který není praktický.

Vícefaktorový latinský čtverec

Opětovně jde o variantu výše uvedeného pro více neznámých. Stejně tak je znovu problémem skutečnost, že vzhledem k nutnosti výskytu všech variant každém bloku může být počet opakování nepraktický a organizačně neproveditelný. Umožňuje ale širokou možnost kontroly interakcí a účinků jednotlivých dělících kritérií plochy.

Rozdělená pokusná plocha

Jedná se o formu vícefaktorové analýzy, kdy jedna varianta proměnné může být využita na větších dimenzích než varianta druhá. Příkladem u strojů může být rozdělení bloků podle hmotnosti kmenů. Ačkoliv tento přístup umožňuje větší svobodu v návrhu bloků, analýza je méně přesná a navzdory tomu je náročnější než jiné metody. Navíc výstup analýzy rozptylů, resp. jejich interakcí, je v tomto momentu extrémně obtížný na interpretaci.

Studie modelovací

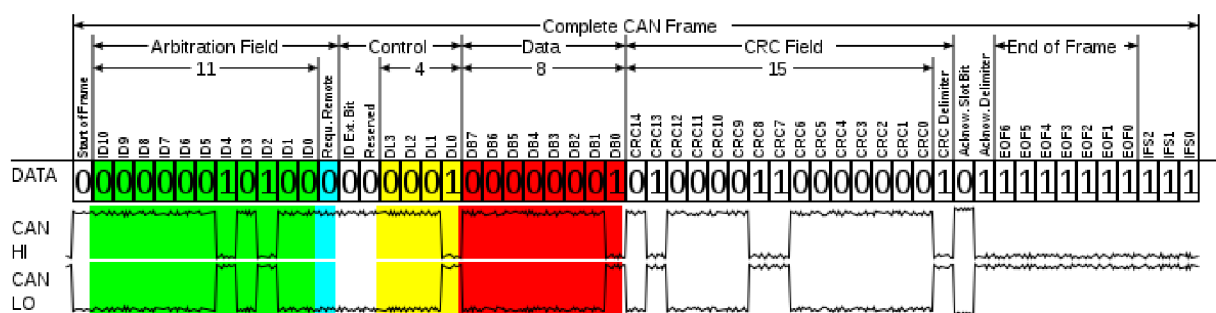
Jedná se o typ velmi podobný studii pozorovací, nicméně s cílem určit produkční, případně cenový model daného stroje nebo systému. Je třeba, aby sledované proměnné byly jasně měřitelné a ideálně jejich hodnoty byly dostatečně kontinuální.

3.3.4 Technologie měření

S rostoucím senzorovým vybavením a celkově větším podílem elektroniky v mechanizaci rostla potřeba komunikační infrastruktury. Jednotlivé technické uzly strojů vyžadují vzájemnou komunikaci a počet přímých, dedikovaných kabelových spojů začal být neúnosný. Řešením těchto problémů se stal systém pro přenos dat CAN (Controlled Area Network), vytvořený firmou Bosch (Anon. 1991). Jedná se o unifikovaný systém komunikace a kabeláže, ke které jsou modulárně připojovány řídicí jednotky ECU (Engine Control Unit) jednotlivých funkčních celků motoru, převodovky, ramene, harvesterové hlavice atd.

Výhodou využití systému CAN pro lesnictví je možnost vzájemného propojení mnoha ECU pouze dvěma signálními dráty – CAN High a CAN Low, případně CAN+ a CAN–. Jedná se o zdvojený přenos informací, kdy jeden kabel předává informaci v kladném a druhý v záporném napětí. Tím dochází ke zdvojení, což poskytuje větší pravděpodobnost správného přenosu dat. Pro zajištění správného přenosu jsou navíc zprávy kontrolovány metodou „checksum“, kdy se daným algoritmem provede vyjádření zprávy krátkou číselnou formou a pokud odeslaný kontrolní součet nesouhlasí s tím, který si přijímací ECU sama spočítá, považuje se zpráva za poškozenou a je ignorována.

Dalším opatřením je několik kontrolních polí v samotném vysílání, která umožňují kontrolovat průběh zprávy. Důkazem robustnosti systému může být skutečnost, že modifikované verze se používají ve vojenském, leteckém, námořním a vesmírném průmyslu. Jsou to například modifikace MilCAN, NMEA 2000, CANaerospace a další. Data jsou přenášena binární soustavou v definovaném formátu. Ten se mimo výše zmíněných kontrolních bitů a kontrolního součtu skládá především z CAN identifikátoru a samotného datového packetu. Podrobné schéma zprávy CAN ukazuje obrázek č. 7.



Obrázek č. 7: Architektura CAN zprávy(Endres, 2014, dostupné online: https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus)

Datový packet v délce osmi bajtů (64 bitů) nenese informaci o obsažených datech, udává pouze hodnoty jinak zakódovaných proměnných. Informace o proměnných je částečně obsažena v CAN identifikátoru. Ten byl v prvotních iteracích v délce 11 bitů a umožňoval tedy rozlišit 2^{11} (2048) různých zpráv. To ovšem v mnoha ohledech už nestačí, tak vznikl takzvaný „CAN extended“ formát kde je za jedenáctibitový identifikátor přidáno rozšíření o délce 18 bitů, dohromady tak umožňují rozlišit 2^{29} (536870912) různých zpráv. Problémem nicméně zůstává, že 8 bajtů dat na jednu zprávu je málo a bez nastavby lze CAN stěží použít.

Proto byly vytvořeny „higher layer“ protokoly umožňující jednak přeskočit některé vrstvy ve standardním pojetí ISO/OSI 7 layer modelu (Berkowitz 2000) a navíc vyřešit

interpretaci dat. Pro lesnictví se využívá J1939 od SAE. Nově se také údajně začíná používat ISO 11783. „Údajně“ proto, že na rozdíl od jasně dokumentovaných jiných verzí je tento standard, vyjma marketingových informací, stále značně nedostupný a cenová politika je do jisté míry extrémní. Standard ale staví na J1939 a zabývá se modifikacemi hlavně v oblasti mobilního datového přenosu a zpracování dat globálních navigačních systémů pro precizní zemědělství.

3.3.4.1 J1939

J1939 standard vytvořený SAE International, dříve Society of Automotive Engineers, je komunikační protokol pro těžkou techniku. Kromě lesnictví a zemědělství jeho implementaci můžeme najít i ve stavebních strojích, nákladních automobilech a dalších.

Jak shrnuje (Voss 2008), J1939 coby higher layer protocol využívá systém CAN a do jisté míry ho limituje a vytváří tak nový ucelený komunikační standart s následujícími hlavními vlastnostmi:

- Stíněná kroucená dvojice kabelů
- Maximální délka sběrnice 40 m
- Rychlost sběrnice limitována na 250 kBit/sec
- Maximální počet ECU je stanoven na 30
- Podpora zpráv s délkou až 1785 bajtů pomocí „multi-frame“
- Definování „Parameter groups“, tedy předdefinovaných parametrů vozidel, do jednotlivých zpráv

Některé z těchto vlastností nejsou definovány z nutnosti, ale vycházejí ze snahy o maximální bezpečnost. Například (ANON. 2003) uvádí přípustnou délku sběrnice při rychlosti 250 kBit/s až 250 m.

Stejně tak datová rychlost nastavená pro J1939 není nutná. Voss (2008) podotýká, že při maximální rychlosti CAN 1 Mbit/s by poklesla možná délka sběrnice, ovšem (Corrigan 2008) uvádí, že pro 1 Mbps rychlost sběrnice je maximální délka právě 40 m. Všechna tato omezení vycházejí ze snahy zvýšit bezpečnost a zajistit správnou funkčnost.

Nejdůležitější vlastností J1939 je však systém předdefinovaných „Parameter Groups“, který je pro transport dat jednodušší, pokud přenášíme pouze data bez údajů o jednotkách, rozlišení, i samotného názvu. V automobilovém a potažmo i strojním průmyslu existují nicméně obecně používané veličiny, které lze sdružit do bloků a předdefinovat jim právě rozlišení, jednotky, posun atd. Příkladem může být motor, kde například téměř vždy potřebujeme znát údaje o otáčkách motoru, teplotě oleje, objemu vstříkovaného paliva, tlaku v jednotlivých válcích atd. Můžeme tedy vytvořit z těchto veličin skupiny tak, abychom požadované údaje mohli rozčlenit co nejefektivněji do osmibitových datových zpráv. Těm potom přiřadíme identifikátory „Parameter Group Number“ (PGN) a v dokumentu je uváděna posloupnost jednotlivých dat a které byty obsahují. V dalším dokumentu pak pro každou veličinu vytvoříme „Suspect parameter Number“ (SPN), kde definujeme zpětně, ve kterém PGN se veličina nachází a k tomu přidáme informaci, jaké bajty a případně bity obsazuje, že rozlišení je 0,125 RPM na bit, počátek je od nuly atd.

Využití sběru dat z CAN a J1939 k výzkumu není novinkou. Nejdříve se experimenty omezovaly pouze na garážové testy např. (Cupera a Sedlák 2011; Marx 2015).

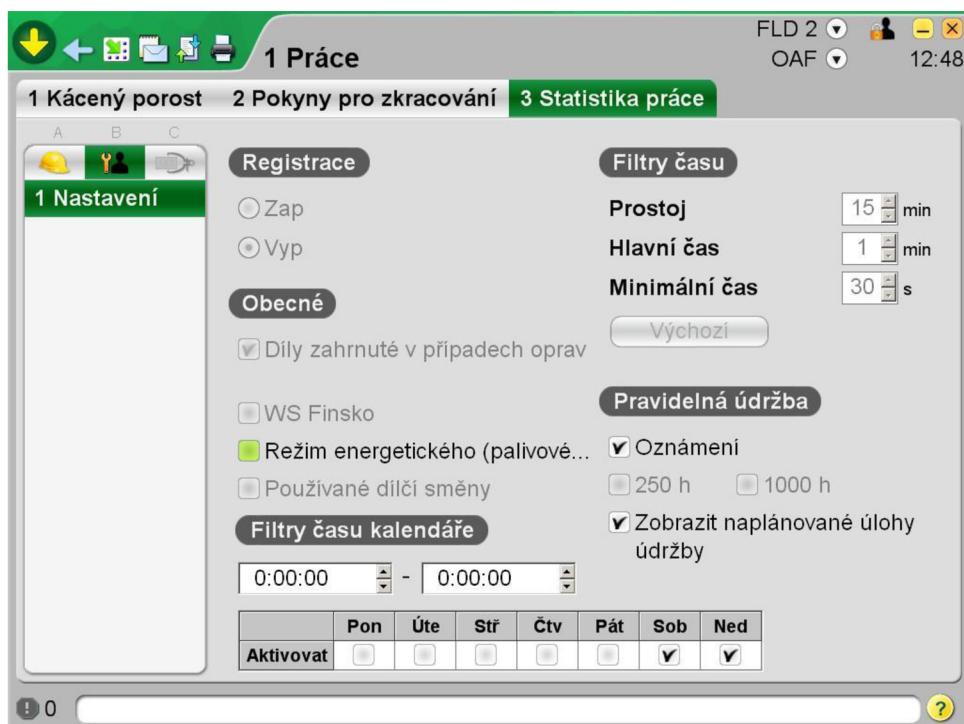
Důvodem byla velikost zařízení potřebných k záznamu a zaměření na ověřování pracovních parametrů udávaných sběrnicí.

Později se začaly sběry dat provádět i v terénu, pro lesní a zemědělskou techniku např. (Ziesak et al. nedatováno; Shearer a Luck 2014).

V současnosti však výzkum naráží zejména v lesnictví na zásadní problém při využití těchto dat. Ačkoliv základní, konkrétně specifikované údaje, jsou obsažené v normě J1939-71 (SAE Truck and Bus Control and Communication Network Subcommittee 2003), tato norma samotná připouští využití obecně nedefinovaných SPN a PGN, které si definuje přímo výrobce. Toto řešení sice umožnilo podchytit extrémní různorodost nástaveb používaných v zemědělské technice, ale za cenu, že nestandardní data nemají zveřejněnou strukturu. Samotná norma jen vyčleňuje číslo PGN a SPN. Už pořízení samotné normy je značně nákladné, rozhodně se nedá považovat za informace v režimu volného přístupu. Data výrobců jsou pak, ačkoli v zásadě nijak neohrožují jejich duševní vlastnictví, černou skříňkou. Bez ochoty výrobců sdílet své informace data o použitých PGN a SPN je výzkum značně ztížen. Badatel je nucen se uchýlit buď k jiným metodám (např. analýza videozáznamu) nebo využití nepřímých měření pomocí vnější GPS a pohybového/otřesového senzoru (Davis a Kellogg 2005; Becker et al. 2017); případně s využitím interního systému měření produktivity u strojů značky John Deere tzv. TimberLink (Gerasimov et al. 2012). Nevýhody těchto metod jsou však značné. Videozáznam, byť je možné ho přehrávat a analyzovat vícekrát, podléhá stejným problémům jako manuální měření. Problémem jsou pracovní operace kratší než čtyři sekundy (Nuutinen et al. 2008). Pohybové senzory udávají data, která je třeba obtížně interpretovat a není u nich zaručena správnost. Interní programy jako TimberLink v současnosti nejsou dostatečně flexibilní a neumožňují dostatečné nastavení, např. změnu tříd hmotnosti, zjištění rozložení pracovních operací do

kumulativních časů apod. Jediným východiskem pro získání konkrétnějších dat, pokud se nepodaří zajistit kooperaci výrobce, pro konkrétnější data je pak provést reverzní inženýring na strojích a sledovat, jaká data se na sběrnici mění při konkrétních činnostech. Například sledovat, jaká data se mění při spuštění pily. Nevýhodou tohoto přístupu je ovšem nejednoznačnost. Nevíme, zda sledovaná data jsou stisknutím tlačítka pily, signál pily, že se sepnula, zvednutí otáček motoru pohánějícího pilu, nebo nějaká další veličina, která souvisí s pohybem pily.

Co však tento systém umožňuje celkem dobře, je sledování směnových časů. Například stroje John Deere – a jejich výrobně evidenční SW Timbermatic. V softwaru je možné nastavit časové limity pro nečinnost stroje. V případě překročení limitu je pak před umožněním započetí práce vyžadováno vybrání zdůvodnění prostoje (obrázek č. 8).



Obrázek č. 8: Nastavení registrace směnových časů a časů prostoje

Alternativně lze prostoj zadat celý ručně. Timbermatic umožňuje sledování a nastavení těchto časů (obrázek č. 9):

Nucená pracovní doba

„Další práce“ – tj. asistence dalším strojům, jejich tažení, úklid linky atd.

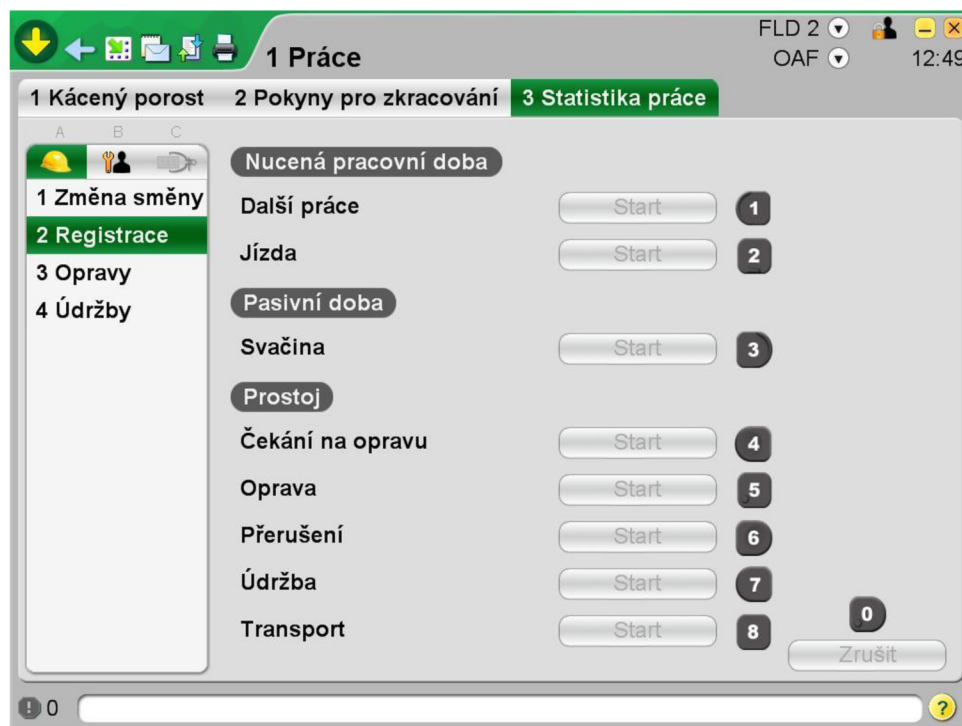
„Převoz po silnici“ – pojezd stroje na jiné pracovní místo (neuvažuje se převoz na povalu). Spadá sem i příprava před a po cestě.

Pasivní čas

Pracovní přestávka

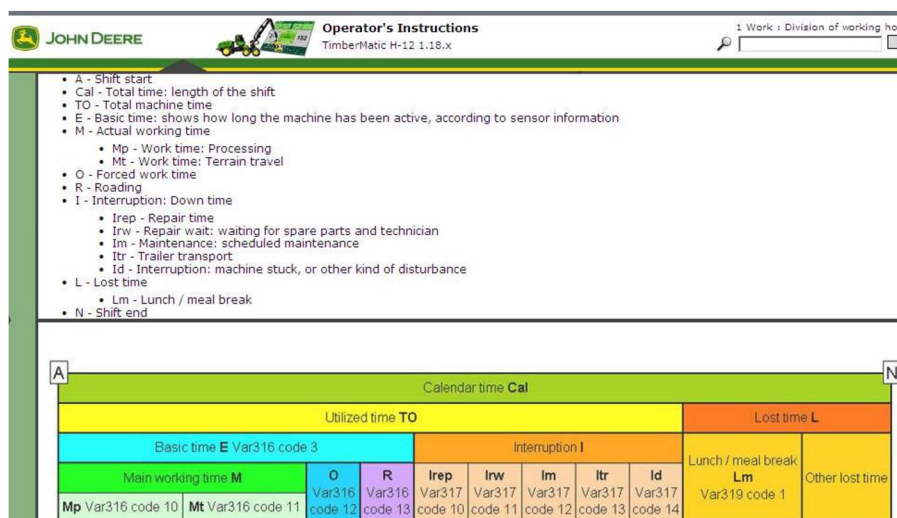
Prostoj

„Čekání na opravy“ - v případě, že je třeba vyčkat na dodání náhradních dílů, nebo je nutná přítomnost servisního technika.



Obrázek č. 9: Manuální registrování jednotlivých časů v prostředí TimberMatic

včetně vyvážecích traktorů. Jednotlivé časy jsou evidovány dle časového schématu (obrázek č. 11).



Obrázek č. 11: Časové schéma používané v ve strojích John Deere s popiskem kódu v proměnné protokolu StanForD

3.3.4.2 StanForD

Data obsažená v CAN sběrnici jsou vysoce užitečná, avšak pro lesnictví příliš podrobná a těžko interpretovatelná. Sledované úseky jsou v řádu minut, zatímco data se ve sběrnici mění v řádech milisekund. Pro zjednodušení a snadnou interpretaci na provozní úrovni vznikl komunikační standart StanForD Classic a následně StanForD 2010 (Skogforsk 2007). Tento standard definuje soubory vytvářené pro sledování a zaznamenávání produkce a produktivity. Selektivně přebírá data z CAN sběrnice a vytváří tak v zásadě sumáře dat za jednotlivé stromy, směny, dny apod. Protože data ukládá převážně v prostředí počítače, má definovanou nejen strukturu, ale i přípony pro jednotlivé typy souborů, pro ně dále definuje jejich strukturu.

Jako první je uveden základní, jako druhý jeho vylepšení z důvodů pokroku informačních technologií a zavádění precizního zemědělství i do oblasti lesnictví. Zároveň se tento komunikační standard více soustředí na možnost využití mobilních zařízení, které zažily technologický boom a zvýšila se jejich dostupnost. Oba standarty jsou strukturou totožné, liší se však svými příponami, aby nedocházelo k záměně. Zavádění nového StanForD protokolu je pomalé vzhledem k životnosti techniky, která ještě bude nějakou dobu dobře fungovat a nebude nahrazena modernějším strojem s již novým standardem. Některé stroje ovšem nabízejí po softwarové aktualizaci možnost využívat oba typy, respektive mezi nimi přepínat.

V zásadě lze říci, že formát je založen na typu *.CSV, kdy jednotlivé proměnné jsou odděleny delimitery a mají jasně danou strukturu, kdy první je číslo proměnné, které slouží k její identifikaci. V zásadě podobně jako SPN v J1939, dále následuje informace o typu, čili jakési další rozdělení a dodefinování proměnné, poté data samotná a na konci je uveden delimiter, kterým začíná další proměnná. Situaci nejlépe ukáže příklad ze souboru *.stm – tedy souboru kmene. Tento soubor se vytváří pro každý zpracovaný kmen zvlášť, v souboru mimo jiné najdeme řetězec

```
293 5 516 256 255 256 256 200 201 201~
```

kde:

293 je číslo proměnné – v tomto případě dle přehledu proměnných standartu „LOGLENGTH“ tedy délka výřezů vyrobených z kmene.

5 je podtyp proměnné, podle přehledu proměnných jde formátem o integer, tedy celé číslo a jednotky jsou centimetry, podtyp je dále popsán jako: „*Length of logs, (measured by machine, M1): 1...var290_t1*“

Tedy jde o délky měřené harvesterovou hlavicí (další podtypy zahrnují údaje naměřené

auditorem, kontrolním měřením atd.)

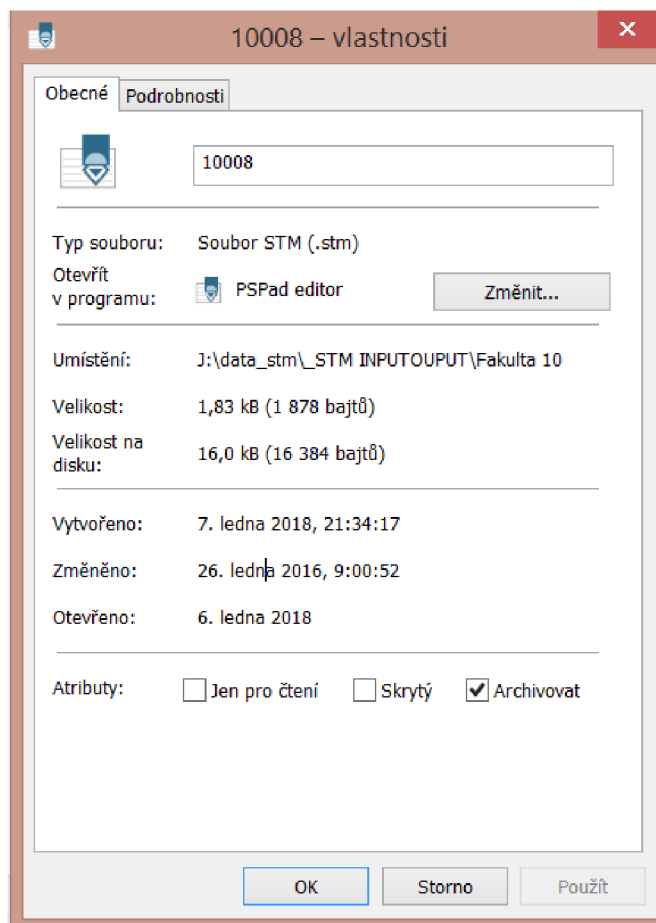
„1... var290_t1“ určuje, kolik proměnných se bude nacházet v řadě za sebou – 1 až číslo, které udává proměnná 290, podtyp 1 (podle standartu dohledáme, že jde o číselné vyjádření počtu vyrobených výřezů z daného kmene, v tomto případě bychom v souboru našli vyjádření 290 1 8~, tedy že bylo vyrobeno 8 výřezů

516 256 255 256 256 200 201 201 je osm celočíselných vyjádření délek vyrobených výřezů v centimetrech

"~" je ukončovací delimiter

V rámci standartu StanForD jsou nejčastěji zmiňovanými a používanými soubory typu *.stm. Jedná se o záznam informací pro každý zpracovaný kmen. Z pohledu měření výkonosti s získání informací o časech je však důležitý soubor *.drf, který obsahuje i informace o časech stroje, včetně ztrát, pokud je tato možnost nastavena ve výrobně evidenčním software stroje. Tento zdroj dat byl použit například pro strojové učení odhadu produktivity harvestorů (Liski et al. 2020).

Výhodou tohoto systému je, že kromě samotných dat obsažených v souboru máme, pokud jsou soubory ukládány na počítači s Windows, k dispozici i metadata souboru. Metadata, tedy „data o datech“, v tomto případě „Data o souboru“ nám mohou poskytnout další důležitý údaj – datum podle systémového data počítače, kdy byl soubor vytvořen, a tedy modifikován. Datum poslední úpravy není totiž ovlivněno zkopírováním z harvestoru, pokud není soubor vysloveně přeuložen, tak se tato informace nezmění. Pro výše uvedený příklad shrnuje metadata obrázek č. 12.



Obrázek č. 12: Metadata *.stm souboru

Ačkoliv byl tedy soubor zkopírován do stávající složky na USB flashdisku 7. ledna 2018, datum o modifikaci, tedy uložení počítačem harvestoru, zůstává nezměněno – 26. ledna 2016 9:00:52. Pokud se podíváme na metadata předcházejícího souboru, zjistíme že ten byl vytvořen v 8:59:50. Rozdílem těchto časů získáme hrubý údaj o trvání časového úseku ohraničeného otevřením hlavice po zpracování předchozího kmene (bylo empiricky doloženo, že čas uvedený v metadatach odpovídá momentu otevření hlavice harvestoru) až po dokončení zpracování a otevření hlavice u kmene současného. Tento celkový čas tedy v tomto případě odpovídá 62 sekundám.

Problémem ovšem zůstává hrubost získaného času. Z těchto dat nejde čas dál rozdělit na časy trvání jednotlivých pracovních operací:

- přejezd do nového postavení
- přisunutí těžební hlavice
- pokácení
- zpracování a přeložení

Tímto problémem se nicméně zabývali (Strandgard et al. 2013), kteří došli k závěru, že při úspěšném vyfiltrování vstupních dat, v jejich případě hlavně z pohledu objemu, délky vyrobených výřezů oproti průměrné výšce porostu a délce pracovního cyklu, není statisticky průkazný rozdíl mezi výsledky získanými analýzou videa a rozložením na pracovní operace a jejich časování ve srovnání s časy získanými rozdílem metadat v StanForD. Tento přístup je schopen poskytnout obecnou představu o pracovní výkonnosti, ale neumožňuje preciznější zkoumání. Na stranu druhou, množství dostupných dat je mnohonásobně vyšší z pohledu nároků na paměť. V případě CAN zpráv i za předpokladu filtrování a spojování některých dat, která jsou vysílána v řádech milisekund, dochází rychle k nárůstu objemu dat. Oproti tomu StanForD umožňuje sběr dat na médium o stejné velikosti v mnohem delším časovém úseku. Z tohoto pohledu se tedy jako řešení jeví kombinace obou metod, kdy hrubé časy získané ze StanForD budou doplněny o časově kratší, ale podrobnější vzorek z CAN sběrnice.

Pro vyvážecí traktory je situace komplikovanější. Vzhledem k absenci zpracování kmene tímto strojem chybí ve vyvážecích traktorech strojové údaje použitelné k normování jejich pracovní výkonnosti. Jsme sice schopni ze stroje získat údaje o délce pojezdu, ale objem nákladu, průměrná kusová hmotnost apod. nejsou nativně k dispozici. Alternativní cestou je například měření váhy na hlavici vyvážecího traktoru pomocí hydraulického dynamometru (Pandur et al. 2015). Jedná se o zatím jediný způsob, jak měřit náklad přímo a v měřítku jednotlivých cyklů ramene. Alternativně se

dá měřit hmotnost na nápravách při příjezdu na odvozní místo pomocí přejezdových vah. Možnosti využití přejezdových vah zkoumal například (Zorić et al. 2012). Nevýhodou ovšem je nutnost pevného podkladu a zajištění vah. Další možností je měření nákladu v hráních při příjezdu na skládku (odvozní místo) manuálně pomocí metru případně jednoduchých přípravků.

Pokud o nákladu uvažujeme jako o hráni, připadá v úvahu ještě jeden způsob měření nákladu, a to využitím videozáznamu a analýzy obrazu. Tento systém funguje u hrání a má i své komerčně prodávané zástupce. Nurmela et al. (2017) popisují systém TRESTIMA Stack. Kromě automatických algoritmů lze využít i záznam z outdoorových kamer, za předpokladu správného nastavení rozměrů. To ovšem stále zůstává problematické, minimálně v případě hrání. Výhodou vyvážecího traktoru je přítomnost klanic, na které lze umístit referenční body pro jednoznačné zaměření a určení rozměrů nákladu.

Další alternativou je metoda laserového skenování nákladu. Tuto variantu zkoumali například (Nylinder et al. 2009). Nevýhodou ovšem zůstává velikost zařízení a reálné možnosti jeho umístění. Ačkoliv v posledních letech dochází ke značné miniaturizaci a zjednodušení laserových skenerů, problémem stále zůstává skutečnost, že se jedná o velmi unikátní, citlivé a prostorné přístroje, jejichž umístění v lese, nebo přímo na lesní technice, je stále problematické. Pokrok v této oblasti je ovšem tak rychlý, že během několika let se tato metoda pravděpodobně stane použitelnou i v lesním prostředí.

U všech typů strojů je ale bez ohledu na míru mechanizace problémem záznam činností operátora. Automatická registrace, respektive rozpoznávání přestávek, případně dělení na přestávky, čas oprav apod., zatím není možné a analýza video záznamu může být zavádějící. Bez spolupráce operátora, který bude pravdivě

zaznamenávat příčiny zastavení práce, jsou výsledky na detailnější úrovni téměř nedosažitelné. Vše navíc ještě ztěžuje známý efekt, kdy sledovaný pracovník pracuje nadmíru disciplinovaně ale tím pádem nereprezentativně. Proto co největší eliminaci tohoto je třeba nalézt optimální způsob evidence, který sám o sobě nebude operátora zatěžovat a způsobovat časové ztráty, bude dostatečně přesný, a operátor z něj nebude mít pocit, že je sledován. Některé stroje, kupříkladu modernější stroje John Deere, již obsahují klávesové zkratky pro evidenci prostojů, ale není známo, že by je v české republice někdo soustavně využíval.

3.3.5 Technologie sběru dat mimo stroj

Ve všech případech hraje důležitou roli objem nákladu na vyvážecím traktoru. Vyjma experimentálních studií, kde je náklad předem určený a známý, spolu s tím, o jaké sortimenty se konkrétně jedná, je při sledování provozu objem a složení nákladu nejasné. Pro odhad objemu nákladu existuje několik možných přístupů:

-Měřit náklad jako při hromadném příjmu hrání – s použitím prostorových rozměrů a koeficientu srážky na dřevo (Javůrek a Dvořák 2018)

-Odhad objemu průměrného kusu na základě vzorkování nákladu a následné počítání kusů v nákladu (Apafaian et al. 2017; Proto et al. 2018a; Holzfeind et al. 2018)

-Průměrný náklad počítaný z počtu vyvážecích cyklů a celkového objemu vyvezeného dříví, případně z celkového počtu kusů a jejich průměrné hmotnosti (Berg et al. 2018; Apafaian et al. 2017).

Každá z uvedených metod má své slabiny. Měření prostorových rozměrů je vzhledem ke správnému změření výšky nákladu a narušování práce, kdy je třeba čekat na změření.

Tímto problémem trpí i metoda vzorkování nákladu, a to ve větší míře vzhledem k náročnější manipulaci (Knyaz a Maksimov 2014).

Třetí metoda sice získává přesná celková data, ale průměr nepotrhuje specifické cykly a složení sortimentů (Manner et al. 2020).

Mezi další metody se řadí vážení nákladu. Pro mobilní vážení u odvozního místa existují tři varianty – mobilní váhy, měření zatížení náprav, nebo měření zatížení

drapáku a načítání hmotnosti (Pandur et al. 2015). Vážení nicméně závisí na hustotě dřeva a v případě nakládání sortimentů více dřevin se jedná o komplikovaný proces.

Použití moderních technologií, např. laserové skenování nebo fotogrametrie, si již našlo svou cestu do lesnictví. Skenování nákladu laserem je dosud převážně limitováno na sklad odběratele (Galsgaard et al. 2015; Nylinder et al. 2009) a nasazení této technologie ve srovnání s fotogrametrií velmi drahé (White et al. 2016). S moderními počítači a kamerami lze úspěšně využívat fotogrametrii pro řadu úkolů – od zjišťování porostních veličin (Mikita et al. 2016), modelování stromu (Liang et al. 2014; Forsman et al. 2016; Dick et al. 2010) nebo kmene (Mokroš et al. 2018a). Pro problematiku transportu dříví se fotogrametrie také již experimentálně použila, kdy pomocí UAV byl měřen náklad na odvozní soupravě (Acuna a Sosa 2019). Rudimentární fotogrametrie se používá i k výpočtu nákladu vyvážecího traktoru (Mologni et al. 2018; Cadei et al. 2020), ovšem bez ověření přesností reprojekce a s manuálním měřením referenčních výřezů.

4 Metodika

Metodika je rozdělena podle jednotlivých témat. Pokud není uvedeno jinak, hladina spolehlivosti byla nastavena na 95%.

4.1 Způsob měření objemu nákladu

Navrhovaný systém měření objemu nákladu využívá optoelektronický sběr dat, který umožňuje odhadnout výšku nákladu odvozením od známých rozměrů. Pro ověření nové metodiky měření nákladu na vyvážecím traktoru byl použit vyvážecí traktor John Deere 1110D. Měření se uskutečnilo během nahodilé lesní těžby na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy. Stroj provozovala soukromá firma a práce byla prováděna v rámci smlouvy se školním lesním podnikem. Vyvážené sortimenty byly vyrobeny převážně ze smrku (*Picea abies* L.), s malým podílem borovice (*Pinus sylvestris* L.) v délkách 6 a 2,5 m.

U mřížového ochranného čela ložné plochy vyvážecího traktoru byly změřeny rozměry tak, aby mohla mříž sloužit jako referenční plocha s kartézským systémem souřadnic a umožnila tak referencování a souřadnicovou transformaci pořízených snímků. Byla změřena rozteč mezi jednotlivými žebry v obou směrech a tloušťka žeber. Tyto rozměry byly měřeny na více místech pro ověření, že jsou rozteče všude stejné. Dále byl změřen profil půdorysu ložné plochy pro potřeby určení plochy zabrané naloženými sortimenty.

4.1.1 Manuální měření

Pro ověření optoelektronické metody bylo třeba výšku nákladu změřit ručně. Tradičně se k tomuto účelu používá svinovací metr nebo nivelační latě.

Ruční měření bylo prováděno na odvozním místě před vyložením nákladu. K změřením

výšky nákladu byla použita teleskopická měřicí lať Telefix, která měla na obou koncích připevnuty hliníkové profily coby ramena. Jejich použití mělo minimalizovat chybu měření. K té může dojít při použití obyčejné latě bez ramen proto, že osoba provádějící odečet je podstatně níž, než je horní hrana nákladu, a v místech, kde tato hrana protíná stupnici na lati, měřič v zásadě údaje odhaduje. Lať navíc disponovala systémem odečtu ze stupnice v místě úchopu měřičem, což pomohlo do značné míry eliminovat chybu odečtu ze stupnice.

Výška nákladu byla měřena u mřížového čela ložné plochy z obou stran vyvážecího traktoru. Proces měření je vidět na obrázku č. 15.

4.1.2 Kamery a zpracování fotografií

Do kabiny vyvážecího traktoru byly umístěny dvě digitální kamery LAMAX X10.1. Kamery byly vybaveny senzorem Sony IMX117 s 12-megapixelovým rozlišením (kamery pořizovaly fotografie o velikosti 4000x3000 pixelů). Rozměry senzoru byly 6,2 x 4,65 mm – jeden pixel měl tedy rozměry na senzoru 1.55 μm .

Kamery byly nastaveny na pořizování fotografií každé 3 vteřiny. Během testování se totiž ukázalo jako vhodnější řešení pořizování samostatných fotografií než pořizování časosběrného videa – vzhledem ke kompresi videa a delším expozičním časům, které vedly ke snížené kvalitě jednotlivých snímků ve videu. Fotografie byly ostřejší a poskytovaly více detailů.

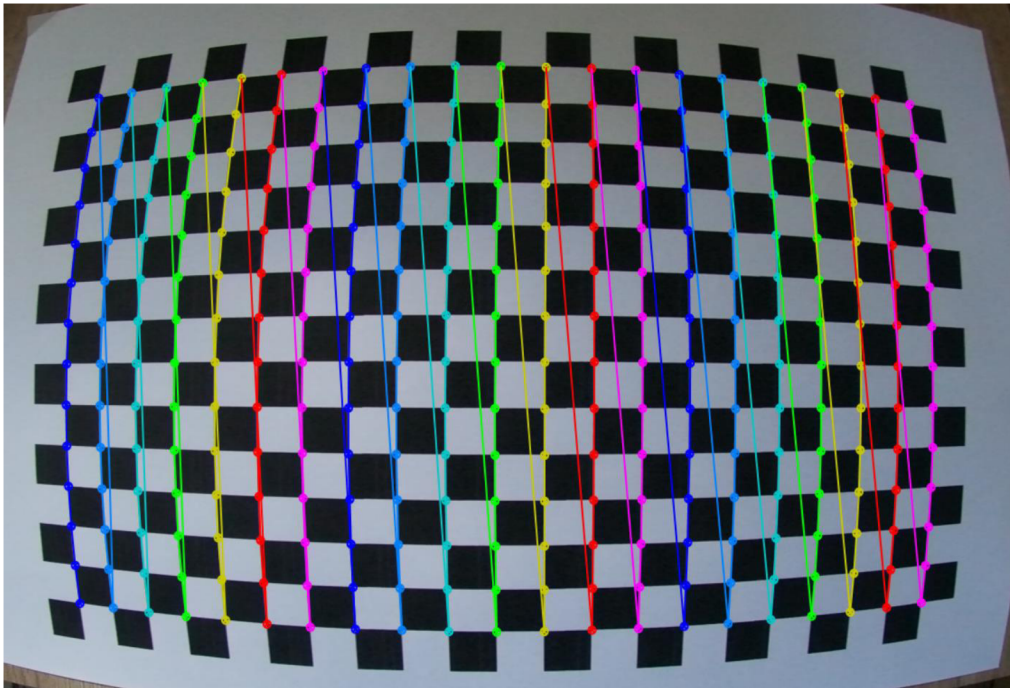
Kamery byly vzdálené cca 2 m od referenční roviny nákladu, tj. čel vyvážených sortimentů opřených o ochrannou mříž ložné plochy. Z výše uvedených rozměrů senzoru a vzdálenosti bylo možné vyvodit skutečné rozlišení – 0,87 mm v referenční rovině na pixel. Umístění kamer je vidět na obrázku č. 13. Kamery byly napájeny přes vyrobené adaptéry a regulátor napětí z palubní sítě přes standartní autozásuvku s napětím 12 V, což se ukázalo jako problém. Zástrčka díky vibracím stroje často

ztrácela kontakt se zásuvkou a přerušovalo se tak napájení kamer. Zálohovaný systém s powerbankou by byl lepším řešením pro zajištění provozu. Vzájemné umístění kamer nehrálo roli, protože používaná metoda nevyužívá princip stereografie, tj. vzájemného porovnávání fotografií pořízených v přesně definovaném prostorovém uspořádání. Proto mohly být kamery připevněny jednoduše pomocí přísavných úchytů nezávisle na sobě. Ačkoliv princip stereografie by umožnil měření rozměrů bez nutnosti známé vzdálenosti k referenční rovině nákladu, pro praktické použití se příliš nehodí.



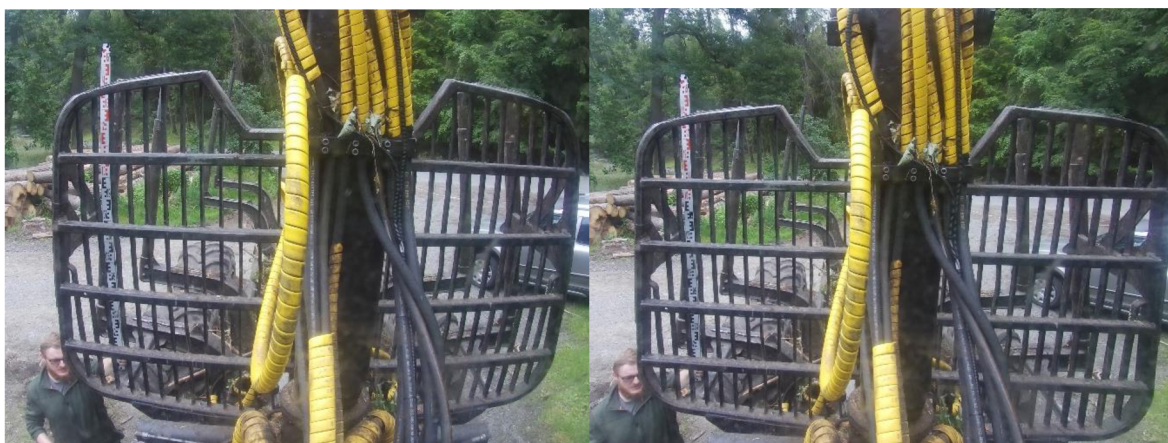
Obrázek č. 13: Umístění kamer v kabině vyvážecího traktoru.

Fotografie bylo třeba rektifikovat pro zkreslení čoček objektivu a zakřivení obrazu. K tomu byly kamerami pořízeny fotografie kalibrační šachovnice 22x15 s rozměry čtverců 19x19 mm (obrázek č. 14).



Obrázek č. 14: Kalibrační šachovnice s identifikovanými čtverci v GML Camera Calibration (PTC Inc.).

Kalibrace a následná rektifikace byla provedena v programu GML Camera Calibration (PTC Inc.). Pro tuto operaci je dostupná široká paleta programů a metod. Tato konkrétní metoda byla vybrána pro její jednoduchost. Program na základě fotografie kalibrační šachovnice vypočítal reprojekční matici, podle které přesnímkoval další fotografie z dané kamery. Tato kalibrační matrice je unikátní pro každou kameru. Bylo tedy nutné udržovat snímky z obou kamer separátně a nezaměňovat je. Zjištěné reprojekční chyby byly mezi 2,07 a 1,37 px. Tyto hodnoty byly při promítnutí do vzdálené referenční roviny nákladu rovny chybám a velikosti do 2 mm. Rozdíl mezi originálním a rektifikovaným snímkem je demonstrován na obrázku 15.



Obrázek č. 15: Rozdíl mezi původním a rektifikovaným snímkem

Vzhledem ke známým rozměrům ochranné mříže bylo možné na pořízených fotografiích určit kontrolní body odpovídající souřadnicím v kartézské soustavě sítě a fotografie transformovat. Po ověření úspěšné transformace zájmové oblasti (ochranné mříže) bylo možné měřit výšku nákladu.

Tyto operace byly provedeny v prostředí ESRI ArcMap (ESRI, Redlands, California, USA) pomocí nástroje georeferencování. Na ochranné mříži bylo určeno 16 bodů, které sloužily ke georeferencování a kontrole pomocí střední kvadratické chyby (RMSE). Tato chyba byla spočtena pomocí vztahu 6 uváděné například v publikaci Willmott a Matsuura (2005), kde n je počet pozorování, \hat{y} je průměrná chyba a y je chyba aktuálního kontrolního bodu.

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y} - y)^2 \quad (\text{cm}) \quad (6)$$

Průměrná chyba byla spočtena jako průměr hodnot y , kde y je rozdílem mezi souřadnicovými hodnotami kontrolní sítě a odhadem pozice z fotografie. Nejlepších výsledků bylo dosaženo s polynomiální transformací druhého řádu. Střední kvadratická chyba každého pozorování v absolutní formě je v tabulce č. 3. Vyjma jednoho případu byla střední kvadratická chyba pod 6 mm. Takové hodnoty nám umožňovaly využít fotografie k odhadu výšky nákladu. Kontrolní body a odchylky jsou vidět na obrázku č. 16.

Tabulka č. 3: referenční výška nákladu a střední kvadratická chyba každé reprojekce

| Pozorování | Reference – vzdálenost změřená pomocí latě | Střední kvadratická chyba |
|------------|---|---------------------------------|
| # | cm | cm |
| 1 | 67 | 0,33 |
| 2 | 155 | 0,47 |
| 3 | 115 | 0,41 |
| 4 | 147 | 0,50 |
| 5 | 154 | 0,39 |
| 6 | 171 | 0,41 |
| 7 | 171 | 0,53 |
| 8 | 152 | 0,42 |
| 9 | 102 | 0,25 |
| 10 | 160 | 0,31 |
| 11 | 136 | 0,23 |

| | | |
|----|-----|------|
| 12 | 126 | 0,16 |
| 13 | 147 | 0,29 |
| 14 | 177 | 0,34 |
| 15 | 175 | 0,41 |
| 16 | 161 | 1,22 |



Obrázek č. 16: Rektifikační mřížka s vyznačenými referenčními body a stejnými body v rámci reprojekce. Červená čára ukazuje šikmou vzdálenost mezi body měření výšky a čára zelená vertikální výšku

4.1.3 Zpracování dat

Pro georeferencované fotografie byl vytvořen v ESRI ArcGIS bodový shapefile, kde byly umístěny body na odpovídající strany nákladu, které indikovaly spodní a horní hranici nákladu. Byly spočteny souřadnice těchto bodů v kartézské soustavě a

následně exportovány v *.csv souboru tak, aby mohly být zpracovány dále. Byla spočtena vertikální a šikmá výška a do tabulky byly přidány spárované hodnoty naměřené pomocí latě Telefix. Statistické vyhodnocení bylo prováděno v prostředí R (R Core team 2017). K testování byl použit párový *t*-test s hladinou významnosti 0.95. Testoval se rozdíl vertikální a přímou (šikmou) vzdáleností) a následně separátně rozdíly mezi hodnotami naměřenými latí a výškami zjištěnými z fotografií, s nulovou hypotézou o rozdílu středních hodnot rovném nule.

Celkem bylo provedeno 16 měření, tj. 8 na každé straně nákladového prostoru.

4.2 Metodika analýzy pracovní výkonnosti

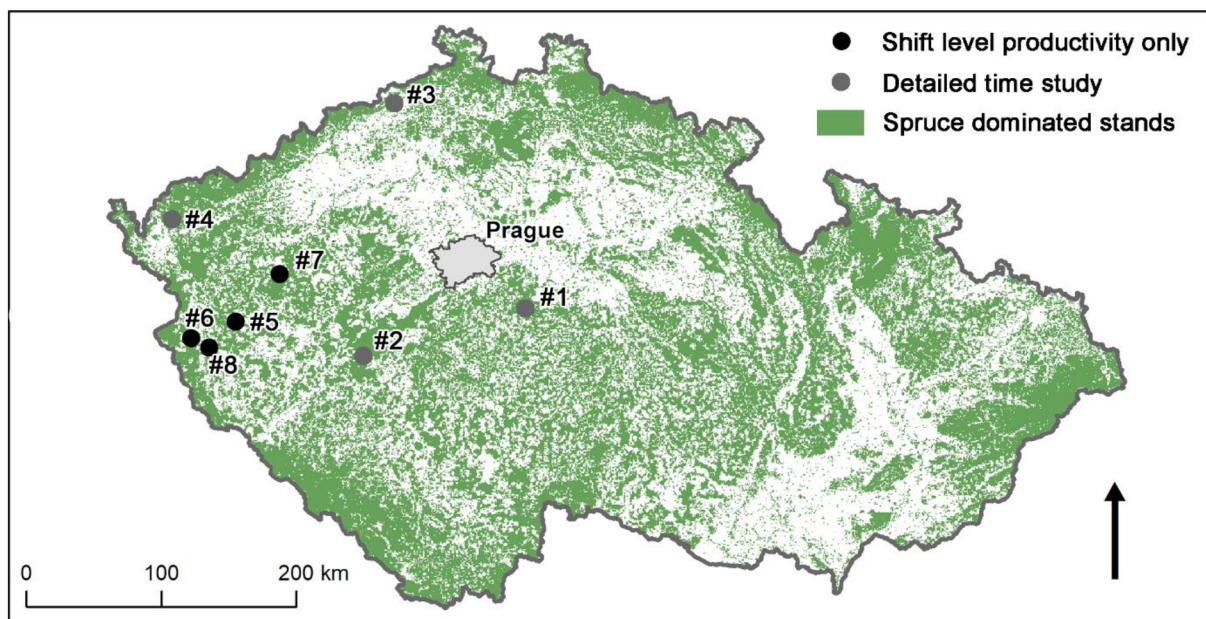
Pro měření pracovní výkonnosti byla využita data z osmi vyvážecích traktorů, nasbíraná v předchozích letech. V tabulce 4 je přehled základních charakteristik sledovaných vyvážecích traktorů a pracovních podmínek. Rozdělení do výkonových tříd bylo provedeno podle Athanassiadise (1999) tak, aby odpovídalo běžně používanému standardu. Zpracovávané porosty byly ve věkovém rozmezí 37 až 150 let a jednalo se jak o předmýtní těžby za účelem výchovy, tak mýtní těžby s holosečnou formou hospodaření. Sledování bylo rozděleno na dvě části. U jedné skupiny vyvážecích traktorů (Vimek 606T, Novotný LVS 5, John Deere 1010E a Timberjack 810B) bylo provedeno důkladné měření všech časů během směny. Tyto stroje představují průřez typicky nasazených strojů v České republice, kdy většina strojů je menšího výkonu. Jedná se o 45 směn, tedy statisticky dostačující vzorek pro ověřování platnosti norem. U druhé skupiny strojů (John Deere 810D, John Deere 810E, John Deere 1010E a John Deere 1010E) byla data za směnu zjišťována v menším detailu, nicméně pro srovnání výkonnosti práce na základě směnových informací plně dostačujícím. Byly zaznamenány pouze délky směny a objem vyvezeného dříví.

Tabulka č. 4: Souhrn sledovaných strojů a výrobních podmínek (*) C – holoseč, T – probírka

| Číslo stroje | Model stroje | Výkon | Výkonová třída | Typ zásahu *) | Průměrná kusová hmotnost | Počet pozorovaných směn | Objem nákladu | Průměrná vyvážecí vzdálenost | Průměrný sklon |
|--------------|-----------------|-------|----------------|---------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------|
| - | - | (kW) | - | - | (m ³ b.k.) | (n) | (m ³ b.k.) | (m) | (%) |
| 1 | Vimek 606T | 18 | I | T | 0,16 | 10 | 353 | 255 | <10 |
| 2 | Novotný LVS 5 | 52 | I | T | 0,36 | 8 | 345 | 288 | <33 |
| 3 | JD 1010E | 115 | II | T | 0,23 | 15 | 783 | 350 | 18 |
| 4 | Timberjack 810B | 82 | I | C+T | 0,49 | 12 | 716 | 479 | 21 |
| 5 | JD 810D | 86 | I | T | 0,09 | 3 | 237 | 323 | <19 |
| 6 | JD 810E | 95 | II | C | 0,18 | 3 | 291 | 287 | <10 |
| 7 | JD 1010E | 115 | II | C | 0,18 | 3 | 300 | 341 | <10 |
| 8 | JD 1010E | 115 | II | C | 0,54 | 14 | 1261 | 427 | <10 |

Obrázek č. 17. zobrazuje místa nasazení strojů a indikaci porostů s převahou smrku. Jednotlivé časy byly zjišťovány dle systému použitého při tvorbě Výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory (Dvořák et al. 2011). Nicméně tyto časy jsou v zásadě kompatibilní s nomenklaturou IUFRO (Björheden a Thompson 1995).

Časy byly zaznamenávány do formulářů a následně byl připsán spočtený objem dříví vypočítaný z měřené výšky a půdorysového profilu ložné plochy. Z těchto dat, společně s informacemi o výrobních podmínkách každé směny, byl spočten potřebný čas v normohodinách podle Výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory (Dvořák et al. 2011). Vzhledem k výrobním podmínkám nebylo třeba žádných přírážek ani srážek. Následně byly tyto časy porovnány se skutečnými zaznamenanými časy pomocí párového *t*-testu na hladině významnosti 0,95. Porovnání bylo prováděno jak pro jednotlivé stroje, tak pro celý kombinovaný dataset. Pro stroje sledované podrobněji, kde byl záznam o operativním čase, bylo toto porovnání prováděno jen pro tento čas. Pro možnost takového porovnání, byly časy z norem upraveny koeficientem 1,31 – odpovídajícím tak využití stroje 76 % času, jak udávají normy.



Obrázek č. 17: Přehledová mapa České republiky s vyznačením nasazením jednotlivých vyvážecích traktorů. Podkladní vrstvou je vyznačení lesních porostů s převahou smrku (Zdroj podkladových dat Ing. Markéta Kantorová, ÚHÚL Brandýs nad Labem).

4.2.1 Metodika analýzy rozdělení směnových časů

Dále se porovnávala procentuální zastoupení jednotlivých časů vůči modelovým procentuálním rozdělením z Výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory a od dalších autorů (Javůrek a Dvořák 2018; Stankic et al. 2012). Jednotlivé časy, převedené na procenta z dané směny, byly testovány vůči modelovým časům s použitím nepárového *t*-testu s nulovou hypotézou o rovnosti středních hodnot.

4.2.2 Metodika analýzy jednotlivých směnových časů

Dále probíhalo testování celkového času směny na normální rozdělení vizuálně pomocí QQ-grafu a výpočetně pomocí Shappiro-Wilkova testu, jeho porovnání s průměrnou délkou pracovní směny, s jakou byly navrhovány původní výkonové normy (10 h – 600 min) pomocí jedno výběrového *t*-testu s nulovou hypotézou, že střední hodnota se rovná 600 minutám.

U jednotlivých neoperativních časů byla následně sledována korelace mezi jejich trváním a celkovou délkou směny pro ověření hypotézy, že je výhodnější některé časy uvažovat na směnu paušálně, bez ohledu na délku směny.

K testování těchto jevů byl nejprve proveden test normality a podle jeho výsledku zvolen korelační test buď typu Pearson, kdy je vyžadována normalita dat, nebo typu Kendall, když data nesledují normální rozdělení. Testování korelačního koeficientu bylo opět prováděno na hladině spolehlivosti 95 %.

4.3 Metodika analýzy změn výrobních podmínek

V rámci měnících se podmínek, vyjma zapracovanosti a zkušeností operátorů a vývoje strojů, bylo třeba také prověřit změny výrobních podmínek, tedy změny skladby sortimentů a jejich parametrů. Počet sortimentů vyráběných v porostu, stejně jako jejich parametry, mají vliv na výkonnost práce. S rostoucím zastoupením sortimentní metody lze očekávat i změnu sortimentní skladby, kterou vyvážecí traktory soustřeďují. Nástup kůrovcové kalamity mohl také sortimentní skladbu ovlivnit.

Pro tuto analýzu byly využity záznamy zpracovaných stromů ze standardu StanForD. Data za zpracované stromy z roku 2016 (dřívější data nebyla k dispozici) a z roku 2020 byla extrahována z *.stm souborů pomocí vlastního skriptu napsaného v prostředí Perl (Příloha X). Výstupný CSV soubor byl následně upraven v tabulkovém editoru a připraven pro analýzu v programu R. Celkem bylo do analýzy zahrnuto 54 984 zpracovaných kmenů, s daty zahrnujícími porostní skupinu, dřevinu, počet vyrobených

kusů, objem jednotlivých kusů, délku jednotlivých kusů, jejich zařazení do sortimentu.

Konkrétní použité datové kódy StanForD jsou následující:

- '21 1' – „Logging unit number“ – povinná součást *.stm souborů, označuje těžební prvek - tedy kde těžba probíhala. K označení využívá datový typ „string“, tedy řetězec znaků, a pro StanForD je považována tato proměnná za text, nikoliv za kód. Kromě informace o porostu může proměnná 21 obsahovat i informace o způsobu označení stromů určených k těžbě, označení oddělení a identifikaci porostu. V českých podmínkách se nicméně informace o porostu zpravidla píše rovnou do označení těžebního prvku.
- '120 2' – „Name of tree species“ – označení dřeviny daného kmene. Vychází z dřevin nastavených v sortimentní knihovně evidenčně výrobního softwaru. Opět se jedná o datový typ string s určením jako prostý text. Vyjma této informace se v proměnné 120 nachází i informace o všech dřevinách, které jsou v sortimentaci předpřipraveny.
- '290 1' – „number of logs“ – počet kusů vyrobených z daného kmene. Jedná se o integer s jednotkou v kusech, tedy lze tuto hodnotu přímo využít. V proměnné 290 je obsažena i informace o celkovém počtu vyrobených kusů na dané výrobní jednotce v momentu dokončení zpracování daného kmene, pro který je *.stm soubor ukládán.
- '293 5' – „Length of logs“ – délka vyrobených kusů. V tomto datovém poli typu integer jsou uloženy délky kusů v centimetrech tak, jak je změřily senzory harvesterové hlavice. Proměnná 293 umožňuje i uložení informací o délkách změřených při kontrolním měření či při případném auditu.

- „295 1“ – „Log length class“ – jmenovitá délka kusů. V tomto datovém poli typu integer jsou uloženy délky kusů v centimetrech tak jak je výrobně evidenční software klasifikoval.
- '296 2' – „Assortment code“ – označení sortimentů. Formou textu v datovém typu string je vyjádřeno označení vyrobených sortimentů tak, jak byly označeny ve výrobně evidenčním softwaru.
- '299 2' – „Log Volume“ – datové pole typu integer udávající objem vyrobených kusů bez kůry s rozlišením 0,0001 m³. Srážka na kůru vychází z nastavení metody srážky ve výrobně-evidenčním softwaru.

Změny byly sledovány pro dominantní zpracovávanou dřevinu – smrk. Pro každý kmen byl na základě objemu vyrobených kusů spočten objem vyrobeného dříví v daném kmenu. Dále byla spočtena délka zpracované části a z dat byly odfiltrovány záznamy o kmenech, které byly příliš krátké (kratší než polovina průměrné délky kmene v porostu) a jednalo se s nejvyšší pravděpodobností o padlé špice, upuštěné zbytky a podobně. Dále byl spočten počet vyrobených kusů a počet typů sortimentů, tedy kolik unikátních sortimentů bylo vyrobeno z každého kmene. Pro možnost porovnání byl nejprve proveden studentův *t*-test pro určení, zda je možné objemy stromů považovat za objemy ze stejné populace. Následně bylo provedeno testování počtu kusů a typů sortimentů. Protože tyto proměnné jsou kategorické, počty tedy nejsou kontinuální proměnnou, bylo třeba použít Kurskal - Wallaceův test. Protože tento test vyžaduje stejné velké vzorky dat, byl náhodně vybrán stejný počet kmenů z obou skupin – tedy jak z roku 2016 tak z roku 2020. Dále byly testovány registrované délky sortimentů resp. jejich jmenovitá délka. V tomto případě lze délku považovat také za kategorickou proměnnou, a tedy byl použit opět Kurskal - Wallaceův test.

5 Výsledky

Výsledky shrnují zjištěné skutečnosti dle jednotlivých výzkumných úkolů.

5.1 Výsledky měření nákladu

V tabulce 5 jsou shrnuty hodnoty výšek zjištěných latí Telefix a změřených z fotografií, spolu se střední kvadratickou chybou. Vertikální výška bere v úvahu pouze rozdíl souřadnice na ose y. Přímá výška, která by měla lépe reprezentovat tradiční způsob měření latí, udává šikmou vzdálenost. V několika případech byl rozdíl mezi přímou a vertikální výškou vyšší než 5 cm – jde tedy o již značný rozdíl při výpočtu objemu nákladu. Pro další studie, kde je měření nákladu nutnou součástí, se tedy doporučuje využít metody, kdy je zjišťována skutečně přímá vertikální výška nákladu.

Tabulka č. 5: Souhrn středních kvadratických chyb rektifikace, referenční výšky měřené latí Telefix a vypočtené šikmé a vertikální vzdálenosti

| Pořadí pozorování | Střední | Referenční měření pomocí latě | Vertikální vzdálenost z fotografie | Přímá vzdálenost z fotografie |
|----------------------|---|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| | kvadratická chyba rektifikace fotografie | | | |
| # | cm | cm | cm | cm |
| 1 | 0,33 | 67,2 | 70,4 | 75,0 |
| 2 | 0,47 | 155,4 | 154,0 | 154,9 |
| 3 | 0,41 | 114,7 | 109,2 | 110,0 |
| 4 | 0,50 | 147,1 | 142,2 | 145,2 |
| 5 | 0,39 | 153,9 | 152,3 | 153,2 |
| 6 | 0,41 | 170,7 | 163,1 | 163,8 |

| | | | | |
|----------------------------------|------|-------|--------|--------|
| 7 | 0,53 | 170,9 | 170,1 | 170,3 |
| 8 | 0,42 | 151,6 | 151,8 | 152,1 |
| 9 | 0,25 | 102,4 | 88,9 | 89,0 |
| 10 | 0,31 | 160,1 | 166,1 | 166,5 |
| 11 | 0,23 | 136,2 | 137,9 | 139,6 |
| 12 | 0,16 | 125,8 | 126,3 | 127,5 |
| 13 | 0,29 | 147,1 | 144,2 | 147,3 |
| 14 | 0,34 | 177,2 | 173,1 | 177,0 |
| 15 | 0,41 | 174,9 | 179,0 | 179,5 |
| 16 | 1,22 | 160,9 | 163,5 | 163,5 |
| <i>p</i> -hodnota vůči referenci | | | 0,2406 | 0,9354 |

Jako první byly porovnány výšky odvozené z fotografií. Párový *t*-test ukázal, že mezi vertikální a přímou vzdáleností je signifikantní rozdíl, tzn. že *p*-hodnota je rovna 0,0015. Pro měření nákladu, kdy potřebujeme skutečnou výšku od roviny ložné plochy, je tedy zásadní pracovat pouze s rozdílem souřadnic bodů na ose *y*. Dále byl testován rozdíl mezi výškami změřenými latí Telefix, a přímými výškami odvozenými z fotografií. *P*-hodnota činí 0,9354, tedy statisticky nevýznamný rozdíl naznačuje, že metoda odvození výšek z fotografií umí poskytnout velmi podobné hodnoty jako měření pomocí latě. Nutno podotknout, že využitím latě s rohy byla do značné míry omezena chyba odečtu vlivem špatného promítnutí horní roviny nákladu na měřidlo oproti odečtu pomocí měřidel jako svinovací metr, nebo nivelační latě.

Statistické porovnání vertikální výšky odvozené z fotografií proti hodnotám změřeným latí neukázaly silně staticky významný rozdíl (*p*-hodnota 0,2406). Nicméně odhad

rozdílu na intervalu spolehlivosti 95 % byl -4,1727 a 1,0477. To nás vedlo k následnému otestování hypotézy, zda skutečný rozdíl středních hodnot je menší než 0, tedy že vertikální výška je menší než výška měřená latí. Pro tento scénář byla chyba menší (p -hodnota 0,1203), nicméně stále se nejedná o dostatečně statisticky signifikantní rozdíl.

5.2 Výsledky měření výkonnosti práce

Tyto výsledky jsou dále rozděleny dle jednotlivých analýz.

5.2.1 Výsledky analýzy obecné výkonnosti práce

Celkem bylo sledováno 68 pracovních směn, během kterých byl celkový objem soustředěného dříví 4288 m³b.k. U sedmi z osmi sledovaných vyvážecích traktorů byly rozdíly mezi skutečnou zjištěnou pracovní výkonností a výkonností predikovanou Výkonovými normami pro harvestory a vyvážecí traktory statisticky významné. Stejně tak byl statisticky významný rozdíl u kombinovaného datasetu. Výsledky testů popisuje tabulka č. 6.

V případě 54 pracovních směn, kdy se srovnávala čistá pracovní výkonnost, byly staticky významné rozdíly mezi skutečnou a predikovanou výkonností ve dvou případech ze čtyř strojů, které tvoří reprezentativní mix vyvážecích traktorů nasazených v České republice. Vzhledem k rozrůznění výrobních podmínek a malému vlivu operátora na celkovou pracovní výkonnost je lze považovat za dostatečný počet pro ověření stávajících norem.

Oba vyvážecí traktory malého výkonu (#1 - Vimek 606T a #2 - Novotný LVS 5) vykazovaly staticky významné rozdíly. V případě strojů #3 (JD 1010E) a #4 (Timberjack 810B) pak Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory (VNHVT) predikovaly

vyšší výkonost práce, než jaké bylo dosaženo (10.67 m³/h změřená výkonost vs. 14.81 m³/h predikovaná VNHVT pro #4; 7.87 m³/h vs. 13.69 m³/h pro #3). Jednalo se sice o probírky, kde lze očekávat nižší výkonost práce, ale i po započtení přírážky z norem +10 % byly rozdíly mezi predikovanou a skutečně naměřenou výkoností práce statisticky významné.

Tabulka č. 6: Vyhodnocení plnění norem u jednotlivých strojů spolu se srovnáním průměrných objemů nákladů a statistickou významností (tučné hodnoty jsou statisticky významné)

| Číslo stroje | Průměrná zjištěná / normativní výkonost (%) | Průměrný objem nákladu (m ³) | Objem nákladu uvažovaný v normativech (m ³) | p-hodnota | průměrná PMH / normativní PMH (%) | p-hodnota |
|--------------|---|--|---|------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1 | 143 | 2,9 | 3,1 | 0,015 | 115 | 0,015 |
| 2 | 128 | 3,2 | 3,1 | 0,030 | 99 | 0,030 |
| 3 | 72 | 11 | 12,1 | <0,001 | 72 | <0,001 |
| 4 | 75 | 8,6 | 12,1 | <0,001 | 73 | <0,001 |
| 5 | 107 | 8,8 | 12,1 | 0,247 | - | - |
| 6 | 153 | 10,8 | 12,1 | <0,001 | - | - |
| 7 | 198 | 11,1 | 12,1 | <0,001 | - | - |
| 8 | 119 | 12,2 | 12,1 | 0,032 | - | - |

5.2.2 Výsledky analýzy časů pracovní směny

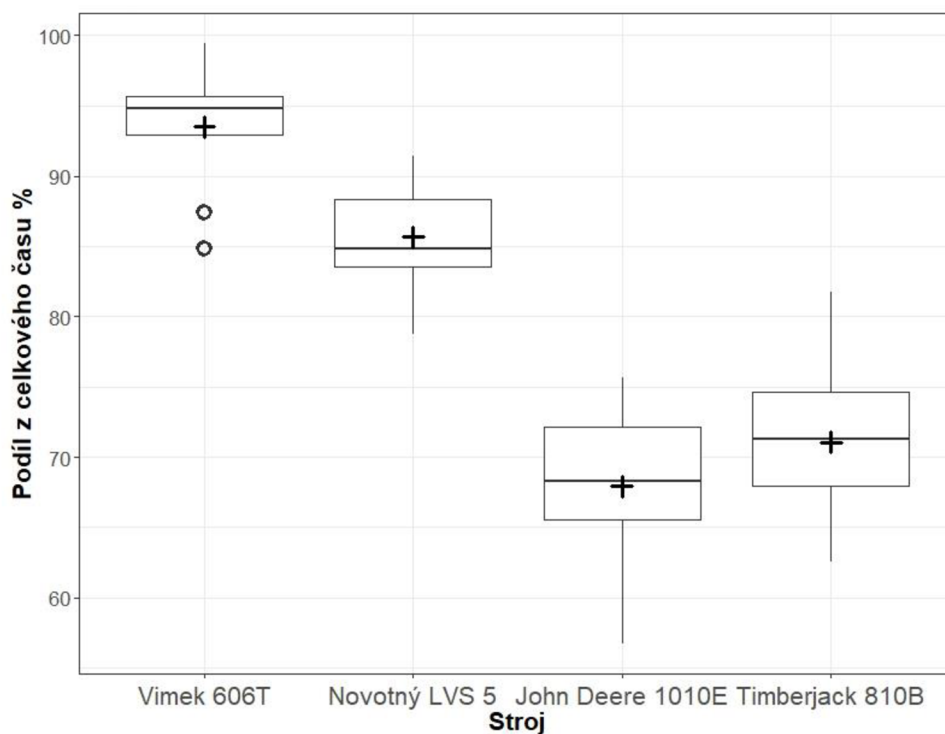
Podíly jednotlivých průměrných směnových časů shrnuje tabulka č. 7. S výjimkou stroje #3 (John Deere 1010E) vykazovaly stroje vyšší koeficient využití stroje, než s jakým počítají současné výkonové normy (76 %). Označení času v závorkách odpovídá nomenklatuře IUFRO (Björheden a Thompson 1995).

Tabulka č. 7: Souhrn procentuálního rozdělení směnových časů u sledovaných strojů
oproti modelovým rozdělením jiných autorů

| Jednotlivé směnové časy (IUFRO označení) | Číslo stroje | | | | Modelové rozložení | | |
|--|--------------|------|------|------|--------------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | A | B | C |
| | (%) | | | | | | |
| Operativní čas (PW) | 88,0 | 85,7 | 67,7 | 79,0 | 76,0 | 75,1 | 73,8 |
| Čas na přípravu a ukončení práce (OP) | 0 | 1,5 | 5,0 | 3,0 | 4,0 | 8,2 | 3,3 |
| Čas na pracovní příkazy (PL) | 0 | 1,4 | 0,8 | 1,5 | 0,0 | | 1,5 |
| Čas na technickou obsluhu pracoviště (AW) | 0 | 0,8 | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 8,2 | 0,9 |
| Čas na údržbu stroje (MT) | 0 | 5,3 | 4,4 | 4,2 | 5,0 | | 5,5 |
| Čas na opravy (RT) | 1,7 | 0,4 | 4,3 | 0,6 | 5,0 | | 2,0 |
| Čas na biologické a oddechové přestávky (ME+ RP) | 4,5 | 3,8 | 9,9 | 5,1 | 5,0 | 8,2 | 6,6 |
| Technicko-organizační ztráty (IT) | 4,1 | 0 | 4,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 2,6 |
| Osobní ztráty (DT) | 1,7 | 1,0 | 1,0 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 2,4 |

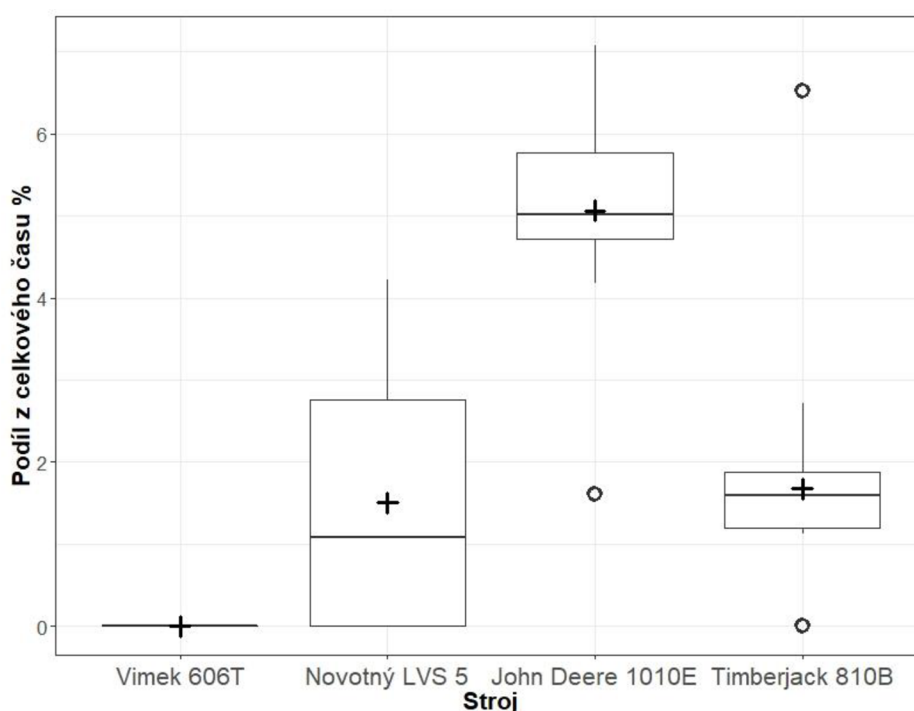
Jiné --- --- --- --- 2,0 --- 1,3

Zvláště čas na opravy byl kategorií, kde docházelo k výraznému posunu od modelového rozložení časů směny, což mohlo vest k zvýšení podílu operativního času. Celkově čas na opravy v průměru dosahoval 1,75 % času pracovní směny (rozmezí 0,4 – 4,3 %). Při bližším pohledu na data vyjádřená formou boxplotů je patrné, že v případě malovýkonových strojů byla variabilita operativního času podstatně menší, než v případě strojů John Deere 1010E a Timberjack 810B a to jak co se extrémů týče, tak v rámci druhého a třetího kvartilu (graf č. 2). Box představuje druhý a třetí kvartil, tedy interkvartilový rozsah, dělicí čára boxu je medián, tykadla jsou maximum a minimum definovaným jako 1,5násobek součtu druhého a třetího kvartilu. Kruhy jsou outliers mimo tyto hranice a křížek značí aritmetický průměr.



Graf č. 2: Podíl operativního času na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy outliers a křížek značí aritmetický průměr)

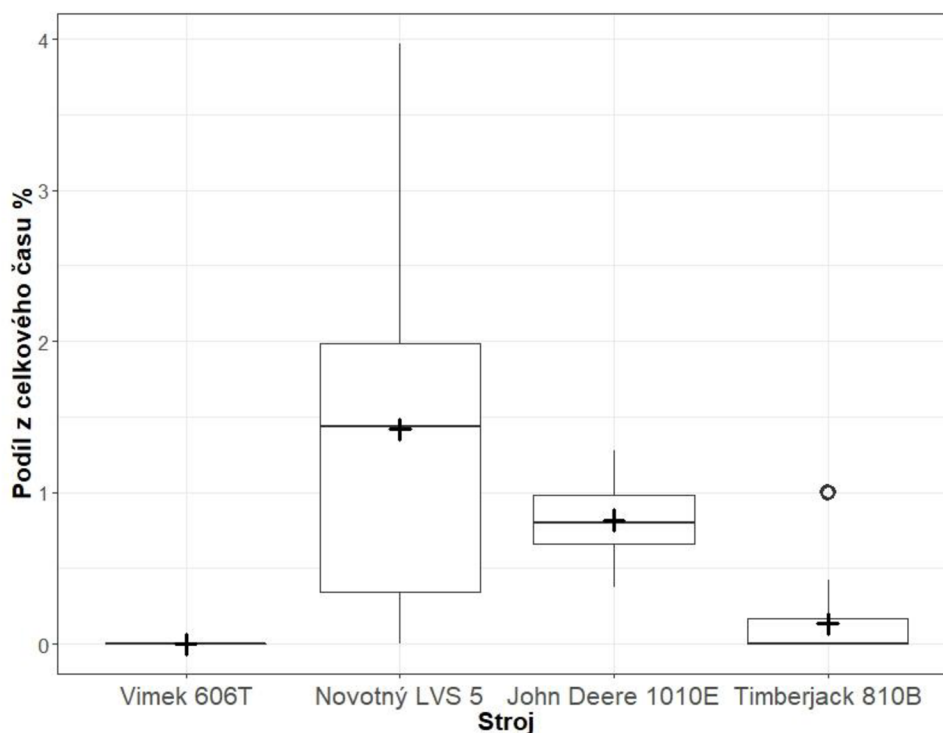
Čas na přípravu a ukončení práce byl značně rozrůzněný podle značky a typu stroje. V případě Vimeku 606T se tento čas vůbec neuplatnil, u vyvážecího traktoru Novotný LVS 5 byl značně variabilní, nicméně v průměru se pohyboval stále nízko (medián 2,81 %). Oproti tomu John Deere 1010E spotřebovával podstatně více času pro tyto úkony (medián 5,77 %). Timberjack 810B, vyjma dvou outlierů, měl celkem stabilní spotřebu času pro tyto úkony. Ve srovnání s ostatními stroji se jednalo o nejvíce pravidelný průběh (interkvartilový rozsah 0,70 %) (graf č. 3).



Graf č. 3: Podíl času přípravy a ukončení prací na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy outlierů a křížek značí aritmetický průměr)

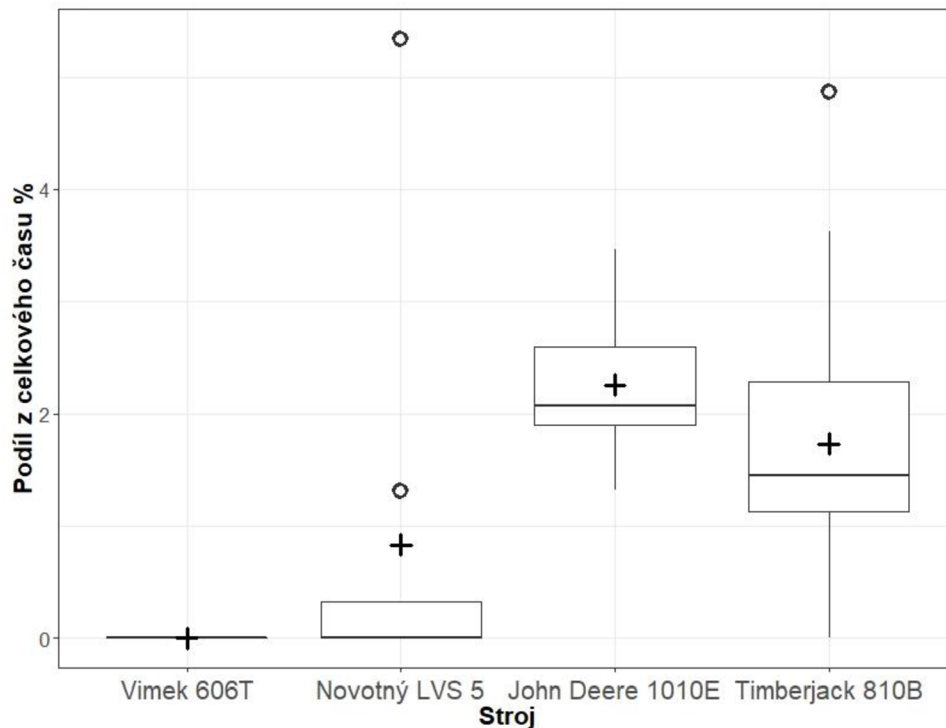
Čas pro plánování kopíruje podobný trend jako výše uvedený. Vimek 606T tento čas vůbec nevyužívá. Novotný LVS 5 vykazuje v čerpání tohoto času značnou variabilitu jak v oblasti druhého a třetího kvartilu (interkvartilový rozsah 1,78 %), tak mezi minimem a maximem (3,97 %). John Deere 1010E vykazuje méně variabilní procento čerpání (interkvartilový rozsah 0,32 %) a Timberjack 810B tento čas čerpá stabilně

(interkvartilový rozsah 0,22%), nicméně na rozdíl od Vimeku 606T jej čerpá (medián 0 %) (graf č. 4).



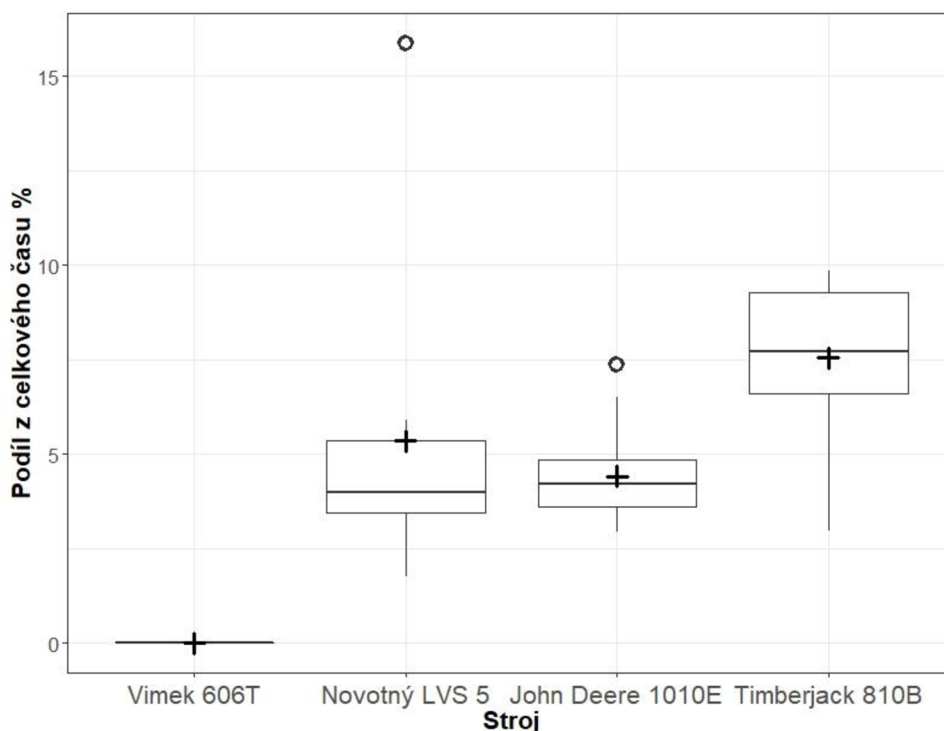
Graf č. 4: Podíl času plánování na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr)

Čas pomocných prací je převážně čerpán stroji John Deere 1010E a Timberjack 810B, a to v poměrně velkém rozsahu podílu celkového času (rozsah 2,15 % u John Deere 1010E a 3,62 % u Timberjack 810B). Novotný LVS 5 tento čas čerpá převážně minimálně, avšak v několika případech outlierů jej čerpá značně. Vimek 606T tento čas nečerpá vůbec (graf č. 5).



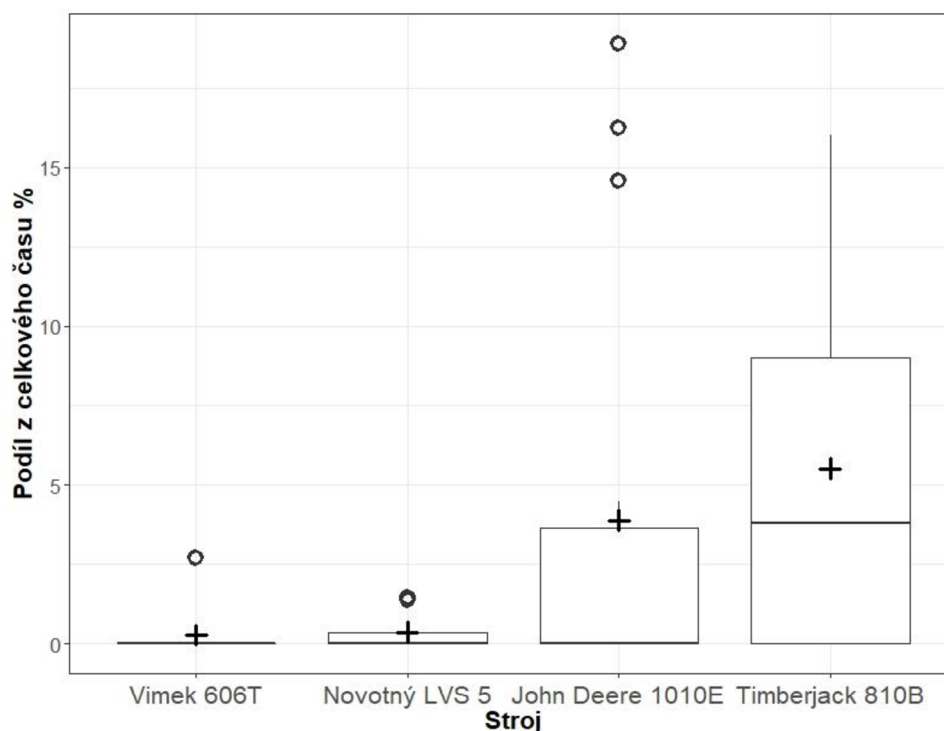
Graf č. 5: Podíl času pomocných prací na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulieri a křížek značí aritmetický průměr)

V případě času údržby jsou na tom jednotlivé stroje relativně podobně. Vyjma Vimeku 606T, který tento čas ve sledovaném období nečerpal. Novotný LVS 5 a John Deere 1010E jsou případy, kdy čerpání času údržby bylo podobné, s výjimkou outlierů. V případě Timberjack 810B bylo čerpání času více variabilní a celkově vyšší (graf č. 6).



Graf č. 6: Podíl času údržby na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr)

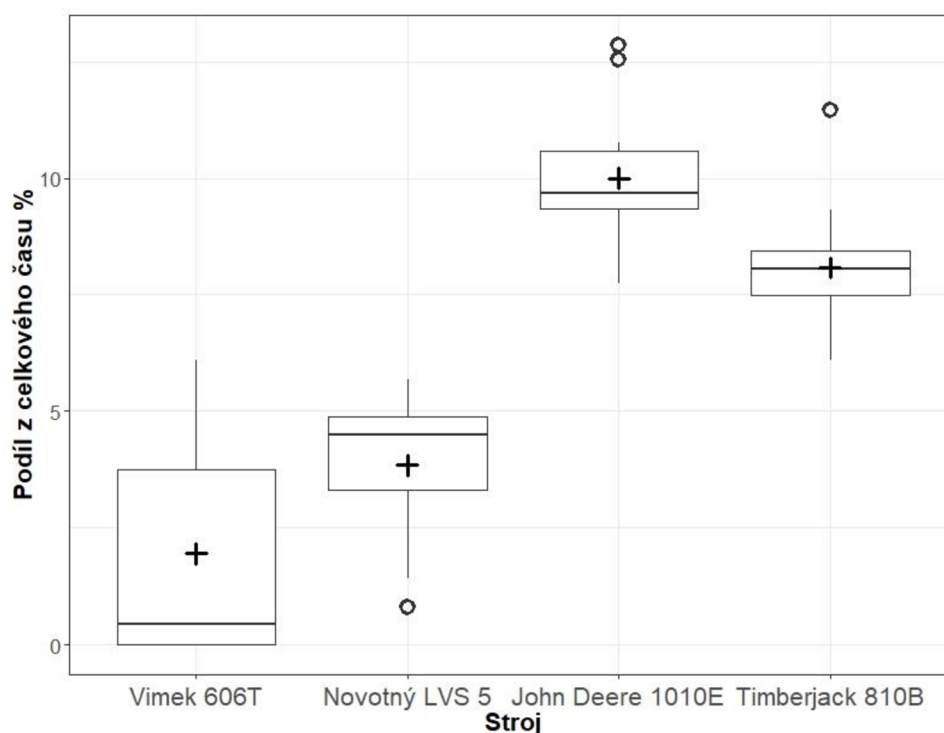
Čas oprav byl čerpán všemi čtyřmi stroji. Malovýkonové stroje Vimek 606T a Novotný LVS 5 tento čas čerpaly jen sporadicky. U menších strojů jsou opravy méně časté vzhledem k menší komplexnosti strojů. John Deere 1010E vykazoval několik outlierů, které zvedly průměr čerpání tohoto času tímto strojem. Timberjack 810B měl velký rozsah čerpání času oprav s maximem dosahujícím na úroveň outlierů John Deere 1010E, pravděpodobně vzhledem ke stáří stroje – šlo o nejstarší ze strojů (graf č. 7).



Graf č. 7: Podíl času oprav na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr)

Čas zákonných přestávek v práci, biologických přestávek a bezpečnostních přestávek byl čerpán všemi operátory. V případě Vimeku 606T byl rozsah čerpání značně variabilní. U ostatních strojů byla variabilita podstatně nižší. V případech John Deere 1010E a Timberjack 810B je patrných několik outlierů, kdy procento z celkového času značně převyšovalo všechny ostatní stroje. Novotný LVS 5 byl blíže čerpání Vimeku 606T, nicméně jeho variabilita vyjma outlieru byla nižší (graf č. 8). Pokud se podíváme na porovnání s vůči Výkonovým normám pro harvestory a vyvážecí traktory, v průměru jsou operátoři všech strojů vyjma John Deere 1010E poměrně blízko očekávanému podílu (-0,5 % až +0,1 %). Pouze John Deere 1010E vybočoval, kdy jeho čerpání bylo

o 4,9 % více než očekávání norem. Pracoval však v probírkách, kde lze očekávat větší psychickou zátěž a soustředění.

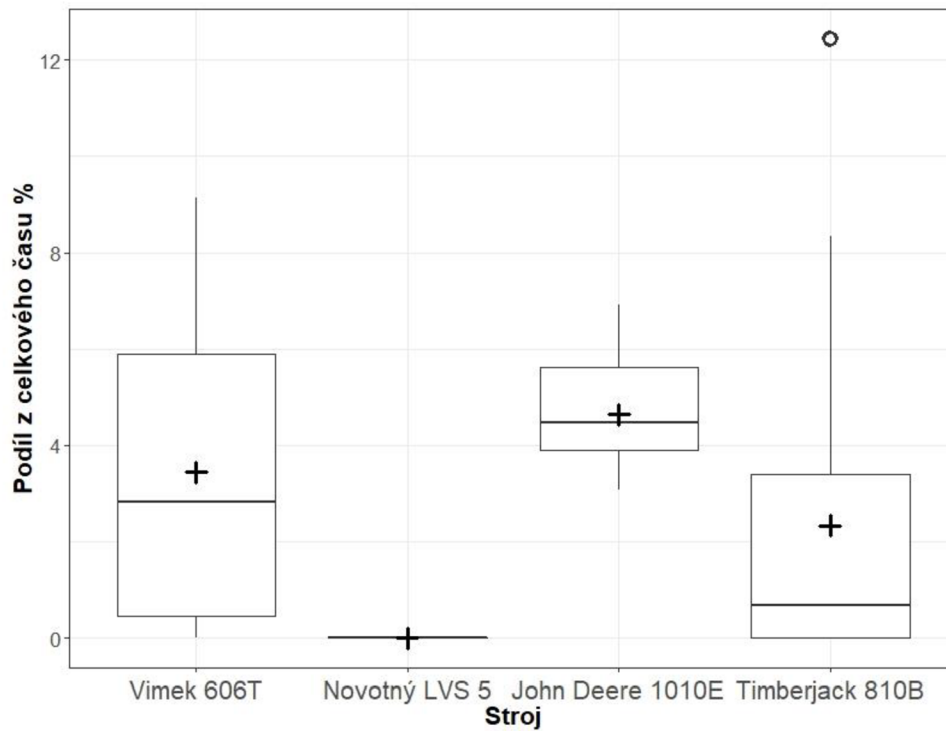


Graf č. 8: Podíl času biologických a oddchových přestávek na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulieri a křížek značí aritmetický průměr)

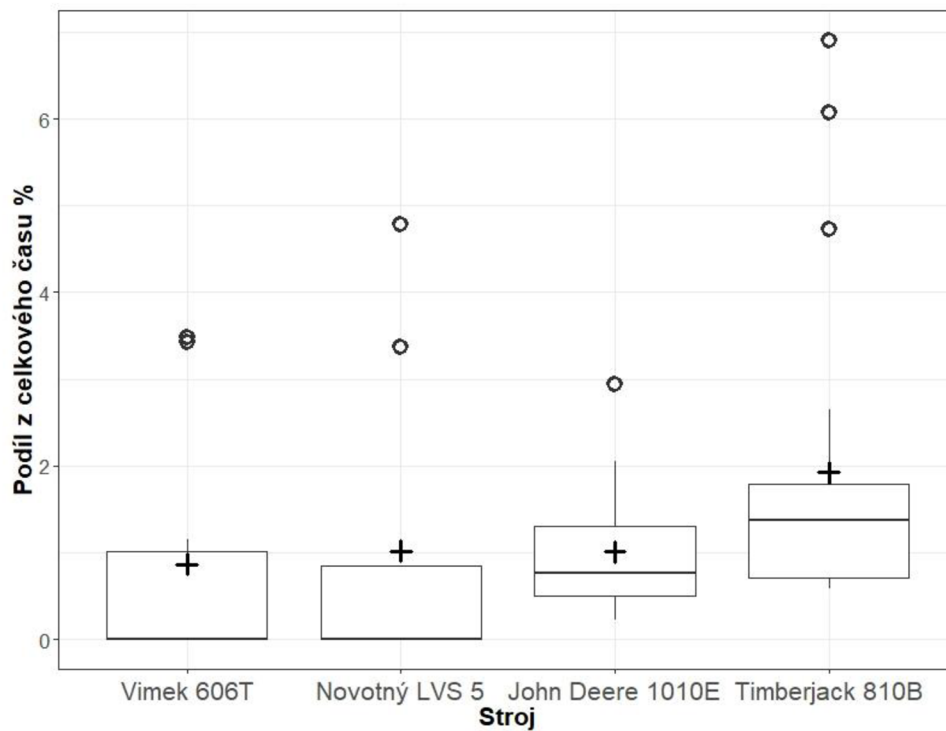
Technicko-organizační ztráty – tento čas nebyl čerpán jen v případě Novotný LVS 5.

U John Deere 1010E byla variabilita čerpání tohoto času relativně nízká. Vimek 606T čerpal tento čas ve značném rozsahu, Timberjack 810B méně, nicméně s outlierem přesahujícím všechny ostatní stroje (graf č. 9).

Základní variabilita času osobních ztrát je relativně nízká u všech strojů, nicméně Vimek 606T a Novotný LVS 5 mají procento čerpání nejmenší a v některých pozorováních i nulové. Timberjack 810B čerpal tento čas nejvíce. Všechny sledované stroje vykazují i extrémní hodnoty v podobě outlierů (graf č. 10).



Graf č. 9: Podíl času technicko-organizačních ztrát na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr)



Graf č. 10: Podíl času osobních ztrát na celkovém času směny vyjádřený boxploty (Box ohraničuje interkvartilový rozsah, tykadla maximum a minimum, kruhy otulierey a křížek značí aritmetický průměr)

Tabulka č. 8 shrnuje zjištěné míry využití jednotlivých strojů. Ve statistickém porovnání (tabulka č. 9) je vidět, že většina směnových časů se významně liší od modelu Výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory a od modelů dalších autorů.

Tabulka č. 8: Indikátory mechanické dostupnosti a využití stroje v procentuálním vyjádření pro jednotlivé stroje

| Indikátor | Vyvážecí traktor | | | |
|-----------------------|------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | (%) | | | |
| Mechanická dostupnost | 98,3 | 94,3 | 91,3 | 95,1 |
| Využití stroje | 88,0 | 85,7 | 67,7 | 79,0 |

Relativní a absolutní rozdíly jsou v tabulkách č. 10 a 11. Výjimku tvoří čas pro pomocné práce, kde jsou rozdíly statisticky nevýznamné. V případě srovnání s modelovým rozdělením Stankice et al. (2012) byly rozdíly významné vyjma času technicko-organizačních ztrát.

Tabulka č. 9: Statistická významnost srovnání pozorovaných podílů časů směny jednotlivých strojů vůči modelovým rozdělením pomocí párového t-testu

| Jednotlivé směnové časy (IUFRO označení) | Vyvážecí traktor | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | |
| | Modelové rozdělení (p-hodnota) | | | Modelové rozdělení (p-hodnota) | | | Modelové rozdělení (p-hodnota) | | | Modelové rozdělení (p-hodnota) | | | |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | |
| Operativní čas (PW) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,002 | <0,001 | <0,001 | 0,025 |
| Čas na přípravu a ukončení práce (OP) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,003 | <0,001 | 0,013 | 0,004 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Čas na pracovní příkazy (PL) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,019 | <0,001 | 0,862 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,024 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Čas na technickou obsluhu pracoviště (AW) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,122 | <0,001 | 0,920 | 0,083 | <0,001 | <0,001 | 0,309 | <0,001 | <0,001 | 0,005 |
| Čas na údržbu stroje (MT) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,829 | <0,001 | 0,928 | 0,141 | <0,001 | 0,009 | 0,000 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Čas na opravy (RT) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,614 | <0,001 | 0,281 | 0,663 | <0,001 | <0,001 | 0,008 |
| Čas na pracovní, biologické a bezpečnostní přestávky (ME+ RP) | 0,004 | <0,001 | <0,001 | 0,105 | <0,001 | 0,003 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Technicko-organizační ztráty (IT) | 0,008 | 0,008 | 0,435 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,728 |
| Osobní ztráty (DT) | 0,086 | 0,086 | 0,008 | 0,178 | 0,178 | 0,082 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,259 |

Tabulka č. 10: Relativní rozdíly podílů časů oproti Výkonovým normám pro harvestorový uzel

| Relativní rozdíl vůči PSHN (%) | | | | |
|---|------------------|------|------|------|
| Jednotlivé směnové časy (IUFRO označení) | Vyvážecí traktor | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Operativní čas (PW) | 12,0 | 9,7 | -8,3 | 3,0 |
| Čas na přípravu a ukončení práce (OP) | -4,0 | -2,5 | 1,0 | -1,0 |
| Čas na pracovní příkazy (PL) | 0,0 | 1,4 | 0,8 | 1,5 |
| Čas na technickou obsluhu pracoviště (AW) | -2,0 | -1,2 | 0,2 | 0,0 |
| Čas na údržbu stroje (MT) | -5,0 | 0,3 | -0,6 | -0,8 |
| Čas na opravy (RT) | -3,3 | -4,6 | -0,7 | -4,4 |
| Čas na pracovní, biologické a bezpečnostní přestávky (ME+ RP) | -0,5 | -1,2 | 4,9 | 0,1 |
| Technicko-organizační ztráty (IT) | 4,1 | 0,0 | 4,6 | 0,4 |
| Osobní ztráty (DT) | 1,7 | 1,0 | 1,0 | 4,2 |

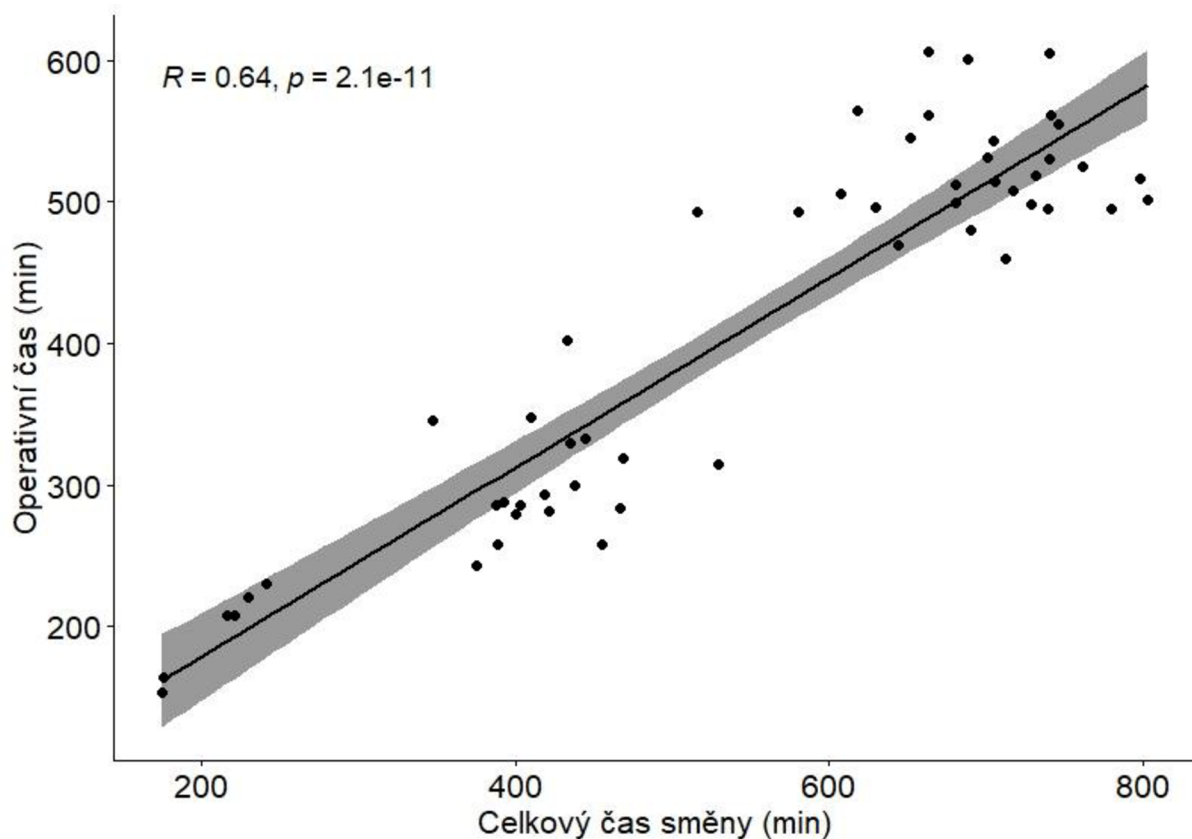
Tabulka č. 11: Absolutní rozdíly podílů časů oproti Výkonovým normám pro
harvestorový uzel

| Absolutní rozdíl vůči PSHN (min) | | | | |
|---|------------------|-------|-------|-------|
| Jednotlivé směnové časy (IUFRO označení) | Vyvážecí traktor | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Operativní čas (PW) | 37,7 | 62,0 | -35,7 | 17,9 |
| Čas na přípravu a ukončení práce (OP) | -12,6 | -15,6 | 4,5 | -6,2 |
| Čas na pracovní příkazy (PL) | 0,0 | 8,9 | 3,5 | 9,0 |
| Čas na technickou obsluhu pracoviště (AW) | -6,3 | -7,5 | 1,0 | 0,2 |
| Čas na údržbu stroje (MT) | -15,8 | 2,0 | -2,6 | -4,6 |
| Čas na opravy (RT) | -10,3 | -29,6 | -2,9 | -25,9 |
| Čas na pracovní, biologické a bezpečnostní přestávky (ME+ RP) | -1,6 | -7,4 | 21,0 | 0,4 |
| Technicko-organizační ztráty (IT) | 13,0 | 0,0 | 19,7 | 2,3 |
| Osobní ztráty (DT) | 5,3 | 6,4 | 4,2 | 24,8 |

5.2.3 Výsledky Analýzy jednotlivých časů pracovní směny

Operativní čas

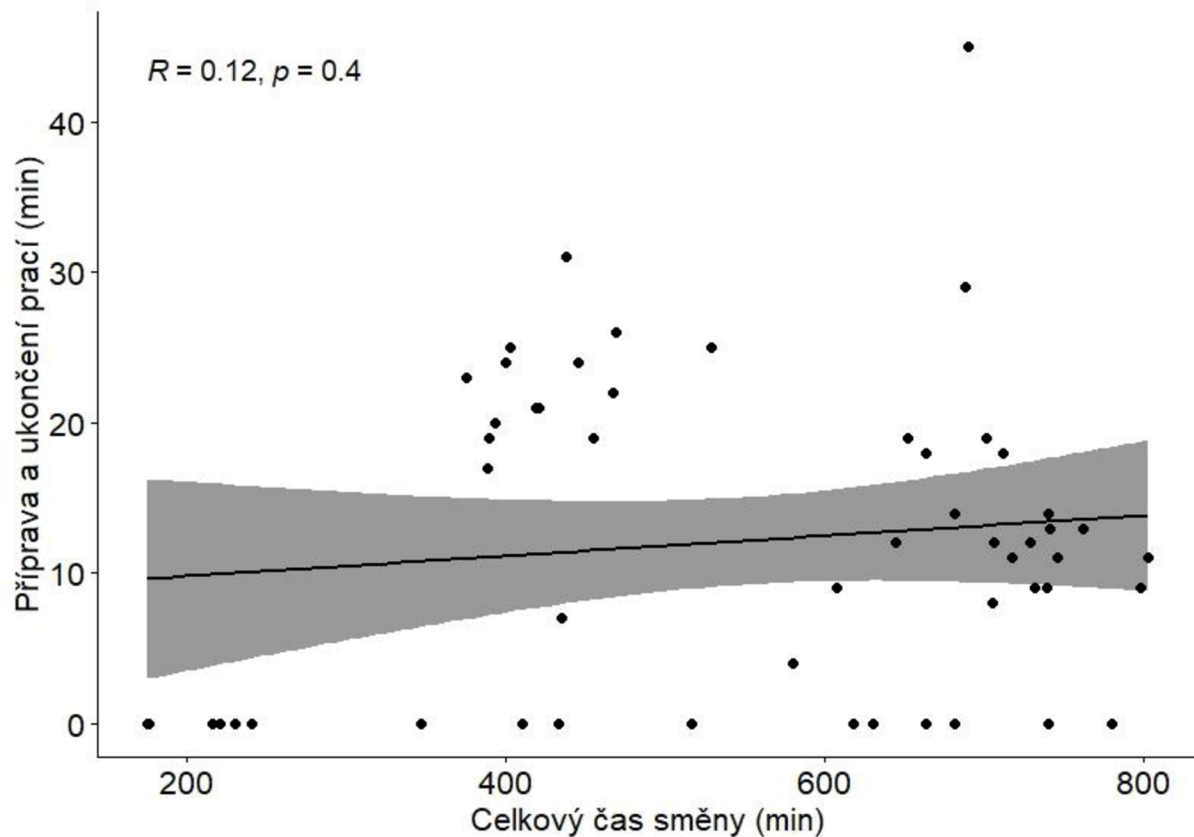
Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $3,16 \cdot 10^{-4}$ statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek na grafu č. 11 ukazuje středně silnou závislost ($R = 0,64$) která je staticky významná (p -hodnota $2,10 \cdot 10^{-11}$). V rámci všech testovaných směnovaných časů se jedná o jeden z nejprůkaznějších. V případě použití Pearsonova korelačního koeficientu by závislost byla $R = 0,91$, nicméně data nevykazovala dostatečnou normalitu. Přesto se jedná o čas, který lze považovat za relativně závislý na celkovém času směny.



Graf č. 11: Bodový graf závislosti operativního času a ukončení práce na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Čas na přípravu a ukončení práce

Shapiro-Wilkův test normality neindikoval p -hodnotou 0,0574 statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, mohl se tedy použít Pearsonův korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 12 statisticky nevýznamnou (p -hodnota 0,4) velmi slabou závislost ($R = 0,12$).



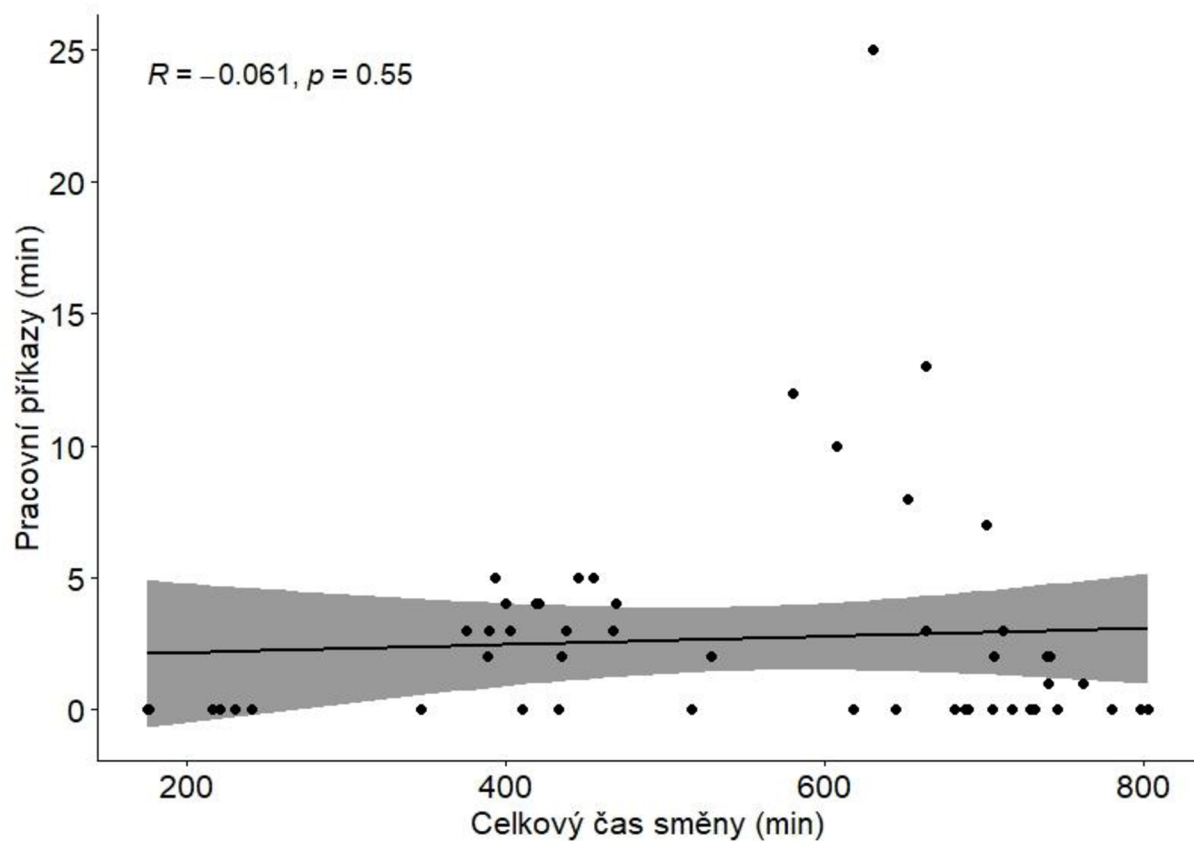
Graf č. 12: Bodový graf závislosti času přípravy a ukončení práce na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Korelace s délkou směny nebyla prokázána. To je v souladu se skutečností, že se jedná z podstaty o čas dávkový. Dávkou je v tomto případě myšlena výrobní jednotka (jeden a více porostů), kterých může být zpracováno i více během jedné směny, nebo naopak výroba na jedné jednotce (jednom lesním porostu), může být prováděna více směn. To vede k absenci tohoto času v mnoha pozorovaných směnách. Přesto jsou

pozorované nenulové časy značně rozrůzněné. Pro testování možné další závislosti na velikosti výrobní jednotky atd. nebyla získaná data dostatečná.

Čas na pracovní příkazy

Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $3,123 \cdot 10^{-10}$ statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 13 statisticky nevýznamnou extrémně slabou negativní závislost (p -hodnota 0,55; $R = -0,061$).



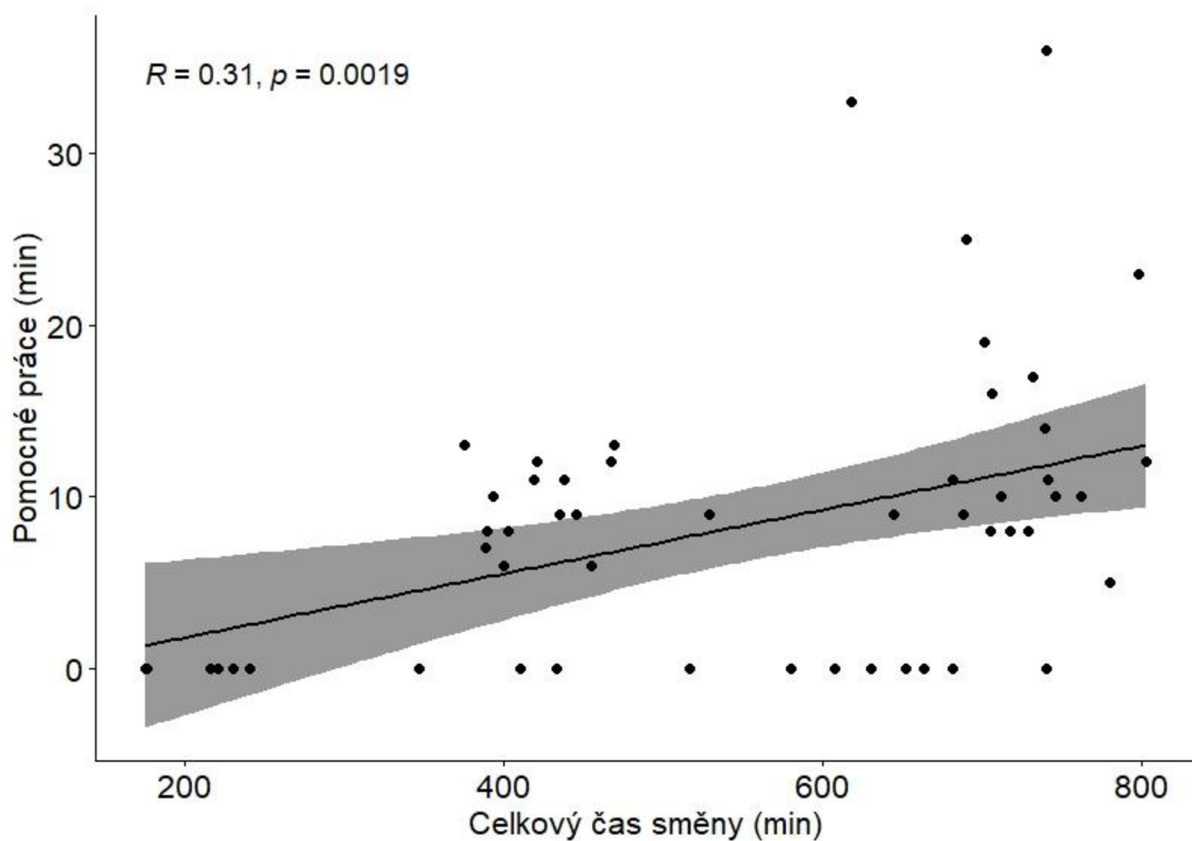
Graf č. 13: Bodový graf závislosti času na pracovní příkazy na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Korelace s délkou směny nebyla prokázána. Ačkoliv by mělo jít o zadávání instrukcí ze strany zadavatele v průběhu nebo na začátku směny, získaná data tomu

neodpovídají. Možnými vysvětleními jsou nahodilost kontrol pracovníkem THP zadavatele, nebo že se jedná o čas dávkový vztažený k výrobní jednotce. Ani při nezapočítání nulových časů nebyla prokázána jakákoliv významná závislost tohoto času na délce směny.

Čas na technickou obsluhu pracoviště

Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $5,718 \cdot 10^{-06}$ statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 14 statisticky významnou (p -hodnota 0,0019) a slabou závislost ($R = 0,31$).

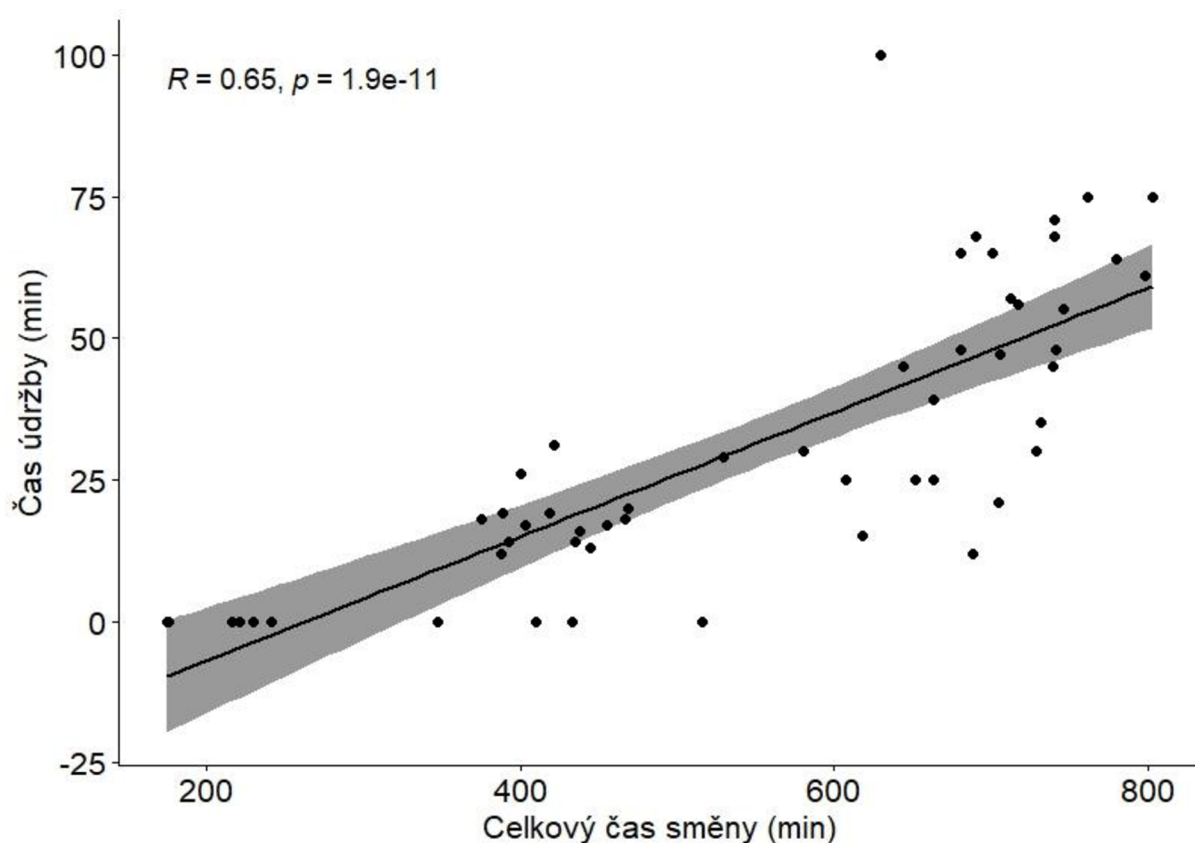


Graf č. 14: Bodový graf závislosti času na technickou obsluhu pracoviště na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Svou povahou je tento čas dávkový. Statisticky významná, slabá korelace s délkou směny spíše vede k úvaze, že korelace bude vázána na další faktor, který je s délkou směny provázán - tj. objem soustředovaného dřeva, rozloha výrobní jednotky, vzdálenost parkoviště stroje od výrobní jednotky apod. Při nezapočítání nulových časů byla korelace ještě slabší a statisticky neprůkazná.

Čas na údržbu stroje

Shapiro-Wilkův test normality indikoval P hodnotou 0.002 statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 15 statisticky významnou (p -hodnota $1,9 \cdot 10^{-11}$) středně silnou závislost ($R = 0,65$).

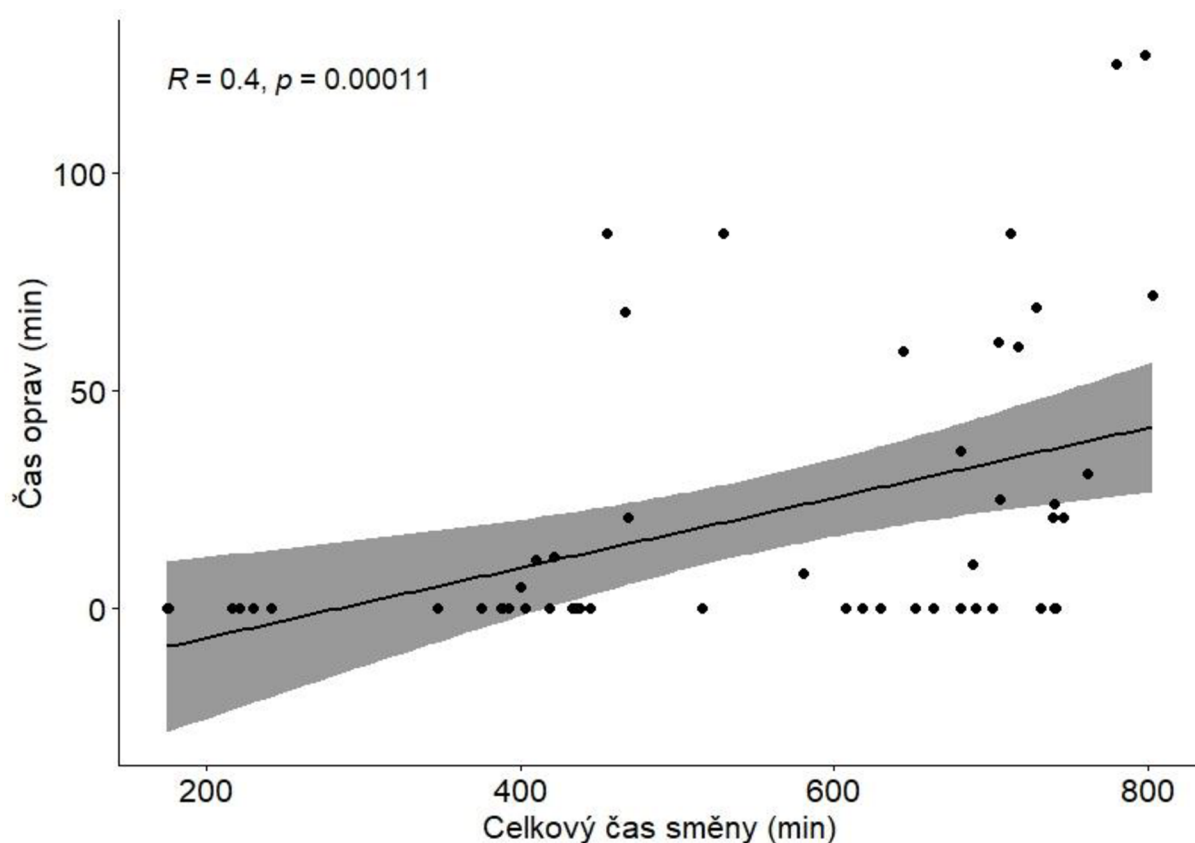


Graf č. 15: Bodový graf závislosti času údržby na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Středně silná, statisticky významná korelace s délkou směny je očekávaným zjištěním. Nulové doby tohoto času jsou jen v případě kratších směn. S největší pravděpodobností byla údržba odkládána na další den. Poměrně velká rozrůzněnost doby údržby u delších časů směn si zaslouží větší pozornost a objasnění, zda je doba odvislá od velikosti stroje, jeho stáří, nebo jiného faktoru.

Čas na opravu poruch stroje

Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $1,894 \cdot 10^{-9}$, která vyjadřuje statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 16 statisticky významnou (p -hodnota 0,00011) slabou závislost ($R = 0,4$).

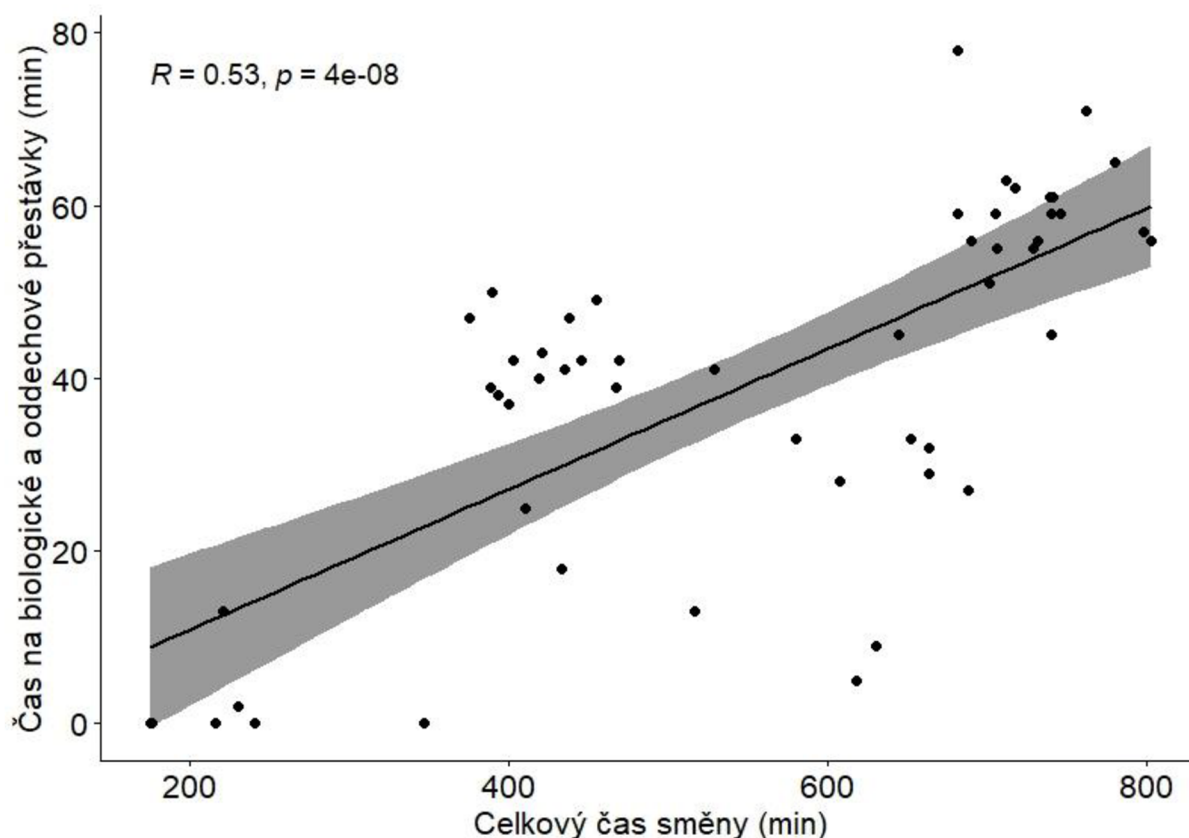


Graf č. 16: Bodový graf závislosti času na opravy na době směny korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Statistické testování sice vykazuje statisticky významnou slabou závislost, nicméně je třeba brát v úvahu, že poruchy jsou ze své podstaty náhodným dějem. Velká část směn proběhla bez oprav poruch a pokud testujeme pouze případy, kdy k opravám došlo, závislost klesá jak na statistické významnosti, tak korelačním koeficientem.

Čas na pracovní, biologické a bezpečnostní přestávky

Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou 0,004631 statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 17 statisticky významnou (p -hodnotu $4 \cdot 10^{-8}$) slabou závislost ($R = 0,53$).

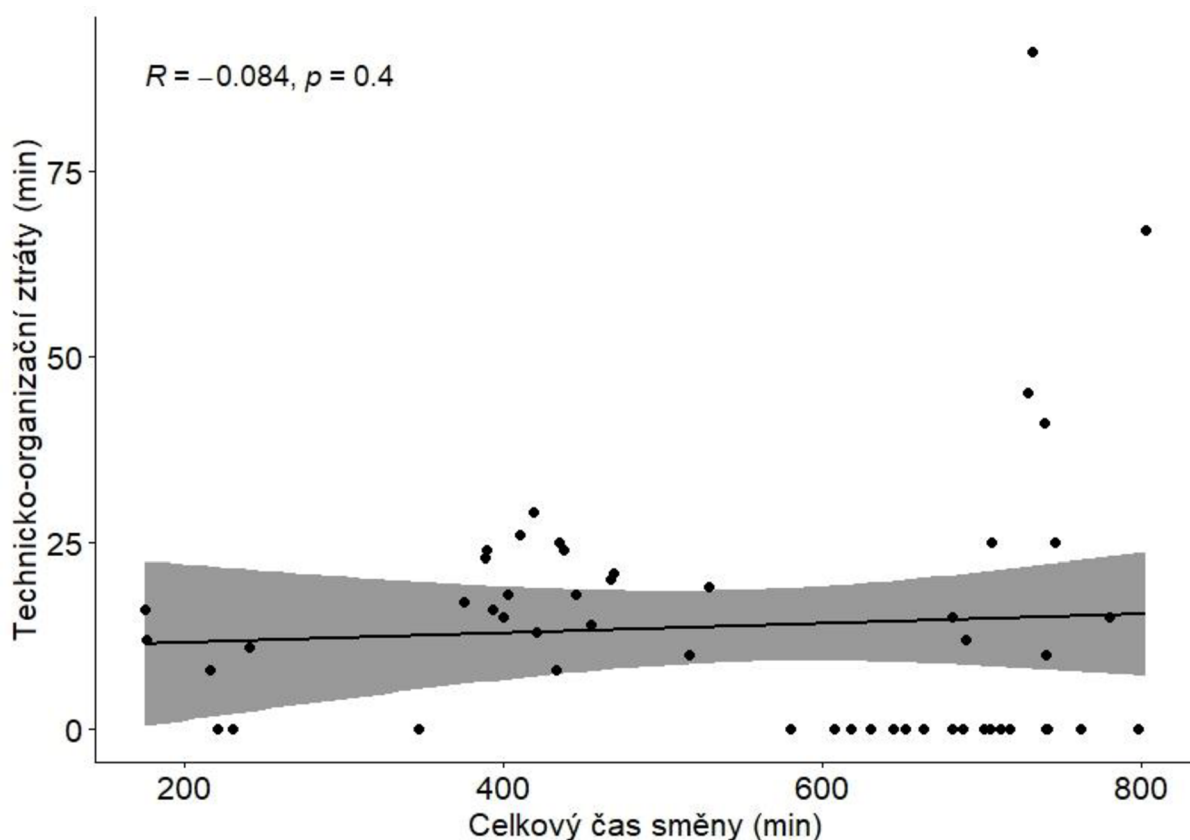


Graf č. 17: Bodový graf závislosti času na pracovní, biologické a bezpečnostní přestávky na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Závislost se do jisté míry dala očekávat, nicméně při pohledu na graf č. 17 jsou patrné dva hlavní shluky délky trvání těchto přestávek. I když se jedná o čas akumulovaný v průběhu směny, jeho rozložení odpovídá v zásadě času dávkovému, tj. 20 minut na každé započaté 4 hodiny (240 minut).

Technicko-organizační ztráty

Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $2,942 \cdot 10^{-8}$ statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 18 statisticky nevýznamnou (p - hodnota 0,4) velmi slabou negativní závislost ($R = -0,084$).

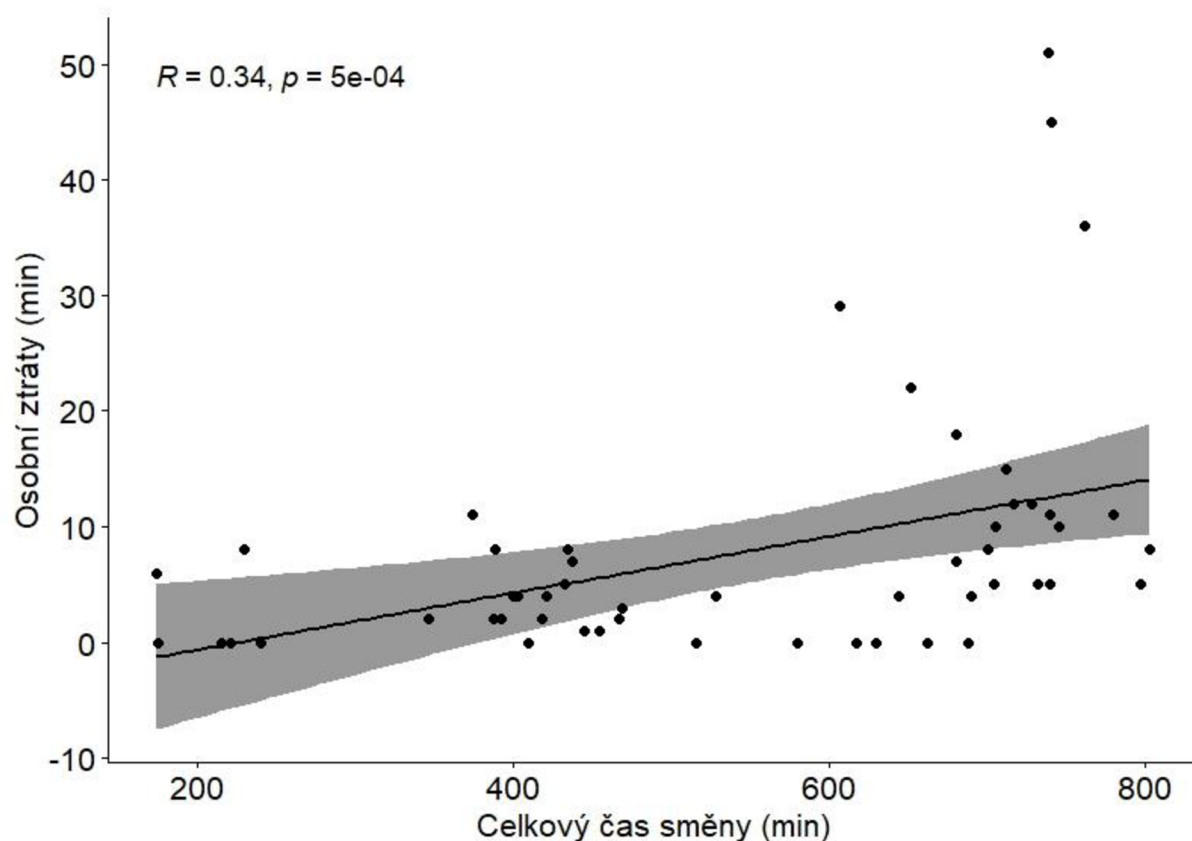


Graf č. 18: Bodový graf závislosti času technicko-organizačních ztrát na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Predikce, tedy určení podílu technicko-organizačních ztrát na celkovém času směny, je prakticky nemožná. Lze ji odvodit při dlouhodobém sledování a zpětně a použít jako typický odečet. Závislost v krátkodobém a střednědobém horizontu se však neprokázala a pro určování výkonnosti práce na úrovni jednotlivých porostů se vzhledem k povaze tohoto času neprokázala.

Osobní ztráty

Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $2,291 \cdot 10^{-9}$ statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Výsledek ukazuje na grafu č. 19 statisticky významnou (p -hodnota $5 \cdot 10^{-4}$) slabou závislost ($R = 0,34$).

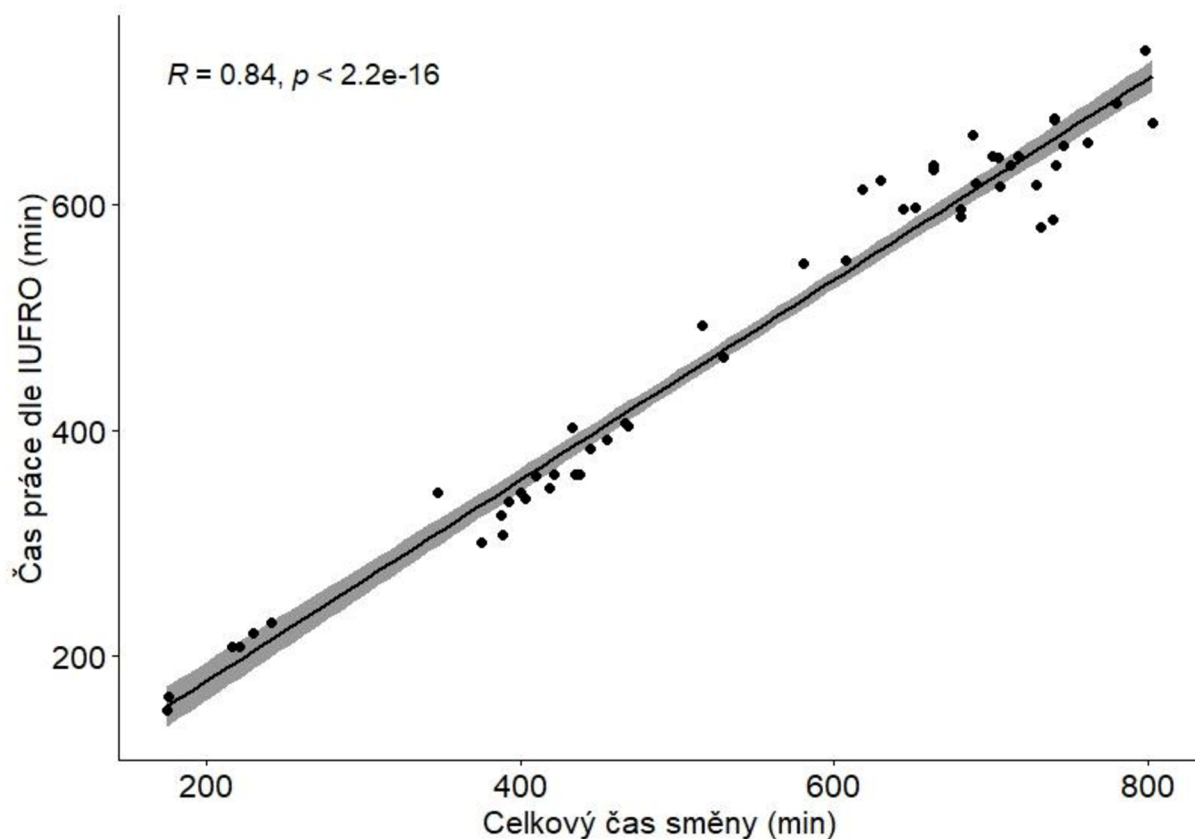


Graf č. 19: Bodový graf závislosti času osobních ztrát na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

Byla prokázána slabá závislost tohoto času na délce trvání směny. Ve většině případů byl kumulativní čas menší než 15 minut. Ten by se podle některých autorů vůbec nezapočítával, protože by byly tyto ztráty považovány za součást operativního času. Pro zjednodušení normování práce víceoperačních strojů by vzhledem k této skutečnosti nebylo možné čas vůbec uvažovat a bylo by vhodné přijmout trend zahraničních autorů. Průměrná doba tohoto času činila 7,9 minuty z 547,9 minutové průměrné doby trvání směny.

Čas práce (WT) dle IUFRO

V případě nomenklatury IUFRO se pro výpočet čisté pracovní výkonnosti používá čas práce, který v sobě obsahuje i práce podpůrné a údržbu s opravami. Proto byl testován i tento čas oproti celkovému času směny. Shapiro-Wilkův test normality indikoval p -hodnotou $2,391 \cdot 10^{-4}$ statisticky významnou odchylku od normálního rozdělení, použil se tedy Kendall tau korelační koeficient. Čas práce byl silně závislý na celkovém času směny ($R = 0,84$) a to se značnou statistickou významností (p -hodnota $< 0,001$), jak je vidět na grafu č. 20. Korelace je značná, protože rozdíl oproti celkovému času směny tvoří jen přestávky a ztrátové časy, nicméně pro standardizované určení čisté pracovní výkonnosti se tento čas jeví jako vhodný. Další výhodou je kompatibilita s dalšími studii a daty dle IUFRO standartu. Z těchto důvodů je v návrhu rámce zpracování norem doporučen právě postup určení čisté pracovní výkonnosti dle IUFRO.



Graf č. 20: Bodový graf závislosti času práce (WT dle IUFRO) na době směny s korelačním koeficientem, statistickou významností, regresní přímkou a koridorem spolehlivosti regresní přímky.

5.3 Výsledky analýzy změn výrobních podmínek

Při analýze průměrného objemu kmene v porostech se hypotéza o homoskedasticitě nezamítla, neboť p -hodnota činí 0,4197. Bylo tedy možné použít studentův dvou výběrový t -test, který s p -hodnotou 0.6056 nezamítá nulovou hypotézu o rovnosti středních hodnot, tzn. že lze tedy říct, že při srovnání porostů těžných v roce 2016 a 2020 není mezi objemy kmene statisticky významný rozdíl.

Dále se testoval rozdíl v průměrném kusovém objemu sortimentů. Zatímco sortimenty z roku 2016 měly průměrný objem 0,24 m³ b.k., sortimenty z roku 2020 měly průměrný objem nižší tj. 0,17 m³. Testování potvrdilo p -hodnotou < 0,01 vyjadřující skutečnost, že statisticky nelze zamítnout alternativní hypotézu, že rozdíl mezi průměrnými

objemy sortimentů je větší než nula. Prokazatelně tedy došlo ke snížení průměrných objemů sortimentů.

Při analýze jmenovitých délek a použití Kruskal-Wallisova testu nebyla prokázána statisticky významná změna v délkách sortimentů. *P*-hodnota činila 0,817. Průměrná délka sortimentu přitom v roce 2016 byla 2,37 m a v roce 2020 3,20 m.

Při testování počtu kusů vyrobených z kmene pomocí Kruskal-Wallisova testu byla zjištěna *p*-hodnota 0,01329. Lze tedy zamítnout nulovou hypotézu o rovnosti a můžeme říct, že mezi roky 2016 a 2020 je významný rozdíl v počtu vyrobených kusů z jednoho kmene. V průměru se počet vyrobených kusů z kmene zvedl z 5,19 ks na 6,26 ks; za celá data a v rámci testovaného podsouboru z 5,90 ks na 7,35 ks.

Stejným testováním typů sortimentů byla zjištěna *p*-hodnota 0,42. Nulovou hypotézu tedy nejde zamítnout a lze tvrdit, že pro tvrzení o změně z 2,37 typů na 3,60 typů; v případě testovacího podsouboru a z 2,13 typů na 3,11 typů pro celý datový soubor není statisticky podložený důkaz. Celkem bylo v souboru dat evidováno 287 161 vyrobených kusů. Ukázka dat je příloha č. 3

5.4 Výsledný návrh rámce pro sestavení výkonových norem

Ze zjištěných skutečností, shrnutých v předešlých kapitolách, vyplývají požadavky na nový rámec:

- 1) Maximálně automatizovat sběr dat, pokud automatizace umožňuje zachycení dostatečného detailu.
- 2) Vytvořit robustní systém umožňující alespoň částečně automatizovanou aktualizaci dat.
- 3) Integrovat externí zdroje dat, tj. data z harvestoru, výsledky z biofeedbacku, vyznačení plochy těžby v geoinformačním systému atd.

Pro tyto požadavky je nutné vytvoření relační databáze, která bude pokrývat celý komplex člověk-stroj-prostředí-výroba.

Požadavky na informace o operátorech

Údaje o operátorech by měly jednak umožnit kvantifikovat vliv člověka v případech vícesměnného provozu strojů, a zároveň informovat o věku a praxi operátora. Vzhledem k existenci záznamů o jeho práci v dalších částech databáze lze následně praxi operátora určit v jakémkoliv bodě v čase.

Zároveň je tak umožněno přiřadit a evidovat výběrové šetření pomocí fyziologické odezvy prostřednictvím Biofeedbacku pro sledování hladiny stresu.

Požadavky na informace o vyvážecích traktorech

Údaje by měly pokrývat kromě identifikace stroje jeho hlavní technické parametry, které jsou určující pro určení pracovní výkonnosti, tedy zejména nosnost, výkon motoru, plochu ložného prostoru. Z těchto údajů odvozovat výkonovou třídu tak, jak navrhuje *Nordfjell et al. (2019)*. Vzhledem k možnostem alternativní klasifikace není vhodné uvádět pouze výkonovou třídu

Terénní a technologické podmínky výroby

Jak vyplynulo v rešeršní části, další výrobní podmínky hrají ve výkonnosti práce značnou roli. Proto by mělo být součástí databáze maximum informací o zpracovávaném porostu a trase pro vyvážení. Vyjma označení, zpravidla přebíraného z lesního hospodářského plánu, by měla být přítomna i informace o lesním

hospodářském celku pro snadné dohledání případných dalších dat. Další informace lze rozdělit na informace o porostu (dřeviny a jejich podíl, věk, zakmenění, porostní zásoba atp.) a o terénu (sklon, členitost, půdní typ, překážky, vyvážecí vzdálenost). Do této kategorie můžeme také zařadit informaci o umístění porostu pomocí souřadnicového systému, případně trasu vyvážecího traktoru zaznamenanou pomocí přijímače GPS. Stejně tak lze zahrnout vytyčení zpracovávaného porostu.

Specifikace výroby

V rámci této kategorie jde především o informaci, jaké sortimenty byly vyváženy, průměrný objem sortimentů, průměrná jmenovitá délka sortimentů, počet vyrobených sortimentů nebo výřezů, počet zpracovaných kmenů. V případě dostupných *.stm souborů i adresářová cesta k nim, v rámci databáze.

Výše uvedené požadavky byly shrnuty do Návrhu rámce norem víceoperačních strojů – vyvážecích strojů (příloha č. 2).

6 Diskuze

Metody použité v tomto pokusu mají své limity. Například kalibrace kamery pomocí kalibrační šachovnice je už překonána jinými systémy a lepším softwarem. Použité postupy byly vybrány pro svou uživatelskou přívětivost, kdy i výzkumníci mimo obor počítačového vidění jsou schopni dosáhnout použitelných výsledků. Dosažené reprojekční chyby (1,37 – 2,07px) jsou větší než v jiných studiích, ty se ale soustředily jen na potlačení těchto chyb a nejedná se o výsledek aplikování metody na jiný výzkumný úkol v terénu. Příkladem může být studie Poulin-Girard et al. (2016), kde dosáhli reprojekčních chyb 0,2705 px. Další možnou úpravou by mohlo být využití „fish-eye“ objektivu, který, jak uvádí Mokroš et al. (2018), dosahuje ve srovnání s normálním objektivem lepších výsledků při fotogrametrii v lesnictví. Navzdory výše uvedenému, a s ohledem na vzdálenost nákladu od kamer, jsou i námi zjištěné reprojekční chyby v rozmezí 1,19 -1,80 mm, což je pro měření nákladu na vyvážecím traktoru víc než dostačující přesnost.

Jedním problémem je tloušťka ochranné mříže, která by mohla ovlivnit měřené vzdálenosti, nicméně z praktického hlediska jsou větší chyby vytvářeny nesprávným zarovnáním sortimentů vůči mříži. Pokud bychom chtěli dosáhnout lepších výsledků, už je třeba využít stereoskopického 3D systému, popsaného například ve studiích Rodríguez-García et al. (2014), Sánchez-González et al. (2016).

Dnešní trendy ve využití fotogrammetrických metod směřují spíše k nasazení na bezpilotních leteckých prostředcích – dronech (UAV) (Acuna a Sosa 2019). Pokud jde o využití na zemi, hlavní směry využití jsou spíše v hospodářské úpravě lesa, kdy se fotogrammetrie využívá při modelování kmenů a měření stromových veličin u stojících stromů (Mikita et al. 2016; Mokroš et al. 2018b; Liang et al. 2018). Měření nákladu odvozních souprav (Sosa et al. 2015), které by se dalo využít i na výpočet nákladu

vyvážecích traktorů, nebo měření hrání (Kruglov a Chiryshv 2017) je už spíše provozní záležitostí a existují již mnohé komerční aplikace, například Timberer, iFOVEA nebo AFoRS.

Námi použitý postup má svá omezení. Stále se jedná o měření výšky, a pro přesné určení objemu je tedy třeba použít konverzní faktor jako u hromadného příjmu dříví v hráních. Problematika tohoto měření byla shrnuta například v práci Natov et al., (2019a). Měření probíhá pouze v jedné rovině, nezohledňuje mezery mezi sortimenty a v případě více kusů za sebou nelze změřit každou část nákladu zvlášť. Někteří autoři (Mologni et al. 2018; Cadei et al. 2020) použili fotografie k měření tloušťek, ovšem pomocí širokoúhlé kamery bez korekce zkreslení čočkami kamery, což vede chybám projekce do roviny. Navíc získané fotografie pouze škálovali podle manuálně změřených tloušťek několika kusů bez ověření celkové přesnosti takového postupu. Oproti současnému postupu manuálního měření jsou ovšem výhody našeho přístupu značné. Díky výšce umístění kamer a dobrému výhledu na horní hranu nákladu lze omezit chybu odečtení ze stupnice jako u konvenčního měření. Správně připravený aparát kamer se záložním zdrojem a dostatečnou kapacitou úložiště umožňuje zachytit celou pracovní směnu bez narušení pracovního cyklu vyvážecího traktoru ručním měřením. V případě stereoskopického aparátu měření by bylo možné dosáhnout i zjištění tloušťek kusů držených právě drapákem vyvážecího traktoru. Stereoskopické měření již složeného nákladu skrz ochrannou mříž nákladového prostoru by bylo problematické vzhledem k jeho zaclonění čelní mříží.

Zpracování dat v kanceláři je sice delší než u ručního měření a vyžaduje dovednost referencování fotografií v GIS, ale výzkumník nemusí být přítomen u každého skládání nákladu na odvozní místo. Během testování této metody pracoval vyvážecí traktor v porostech, odkud různé sortimenty rozvážel na různá odvozní místa. Ruční měření

se tak ukázalo jako logisticky složité.

Nový přístup navíc umožňuje zachytit skládání nákladu, protože zachycuje časoběhem celou pracovní směnu. Tato metoda se ukazuje minimálně stejně přesná jako stávající postup ručního měření. Tento systém, používaný i u měření hrání, má své popsané nevýhody (Natov et al., 2019).

Během analýzy obecné výkonnosti práce v tomto výzkumu nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly u vyvážecích traktorů nižší výkonové třídy (#1 - Vimek 606T a #2 - Novotný LVS 5) Zdá se tedy, že pro tyto méně výkonné stroje jsou současné výkonové normy adekvátní.

Nadhodnocování norem ve sledovaných výrobních podmínkách u vyvážecích traktorů #3 (JD 1010E) a #4 (Timberjack 810B) lze připsat několika faktorům. Předně skutečnosti, že se stroje sledované v disertační práci byly hlavně nasazeny v probírkách. Modely výkonosti práce v probírkách jsou vytvořeny jen pro vyvážecí traktory nižšího výkonu (do 60 kW) a proto využití výše zmíněných strojů v těchto modelech bude problematické. V případě Timberjack 810B (#4) hrál roli zřejmě i fakt, že průměrný objem nákladu (8,62 m³) byl značně menší než náklad uvažovaný v normách (12,1 m³). Některé studie spekulují, že spolu s vývojem techniky zůstává čistá hodinová výkonnost práce stejná a jen se mění poměr mezi směnovými časy ve prospěch času operativního. V našem případě to nemůže být jediné vysvětlení, protože statisticky významné rozdíly jsou i v čisté hodinové výkonnosti práce, tj. operativní časy.

U všech sledovaných strojů, s výjimkou #3 (John Deere 1010E), byla míra využití stroje vyšší než modelových 76 %. V případě #3 bylo podíl využití 67,7 % velmi blízko k míře využití stroje prezentované Novým (2015). Tyto rozdíly, kdy jde převážně o vyšší podíl operativního času, pak vedou k plnění normy nad 100 %.

Úbytky jsou vidět zejména u času na opravy stroje. Současné Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory uvažují podíl času směny na opravy 5 %. Průměrný sledovaný podíl času byl 1,75 %. Nižší podíl oprav podporují i zjištění dalších autorů v intervalu 3,1 – 3,7 % při všech formách hospodaření (Eriksson a Lindroos 2014); 2 % v případě nedávné studie v Čechách (Javůrek a Dvořák 2018).

Tato zjištění naznačují, že by se mohlo jednat o systematickou změnu oproti předešlým měřením, na kterých byly založeny výkonové normy. Pokud se poruchovost strojů snížila, ať už díky vývoji techniky, nebo díky větší zkušenosti operátorů vyvážecích strojů, jde o zásadní změnu. Změnu, kterou nelze vysvětlit snad špatnou klasifikací oprav do údržby, nebo snad zvýšenou údržbou. Podíl času údržbu zůstal přibližně stejný a je v souladu s dalšími autory, například Eriksson a Lindroos (2014) uvádějí podíl času na opravy v intervalu 4,6 - 4,9 %. Tato studie ovšem vychází z palubní diagnostiky a elektronické evidence časů, což nemusí plně vystihovat skutečnost, pokud nejsou závady a časy na jejich řešení evidovány ve výrobně evidenčním softwaru, případně pokud jsou řešeny v době, kdy je vypnutý motor a řídicí systém vyvážecího traktoru.

Změna četnosti poruch a následných oprav je podporována dalším výzkumem. Nordfjell et al. (2010) došel k závěru, že mechanická dostupnost – tedy podíl práce na celkovém času směny, se od 1985 podstatně zvýšila. Průměrná mechanická dostupnost k roku 2008 dosáhla 80-90 %. Fiedler et al. (2017) udávají mechanickou dostupnost 82,1 - 82,5 % v letech 2010 a 2011. Námi zjištěné hodnoty jsou ještě vyšší. Na stranu druhou, koeficienty využití stroje z našeho sledování jsou v souladu s Ghaffariyanem (2015), který pro Valmet 890.3 uvádí 81,1 %, ale v rozporu s Holzleitnerem et al. (2011), který uvádí dlouhodobý koeficient využití 63 %. Tento poměrně velký rozpor není snadno vysvětlitelný.

Při srovnání jednotlivých modelových rozdělení časů směny lze tvrdit, že navzdory významným rozdílům byly Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory stále nejbližší pozorovaným časům.

V případě rozdělení časů dle Stankice et al. (2012) byly rozdíly evidentní, vyjma času ztrát. Značné rozdíly se ale daly očekávat, vzhledem k jiným pracovním podmínkám a podmínkám výrobním. Tento trend je vidět i u dalších autorů z dalších zemí. Například Fiedler et al. (2017) uvádí ve své studii z Brazílie velmi odlišné hodnoty, vzhledem k jinému typu lesů a dalším výrobním podmínkám.

Dalším zdrojem rozdílů mezi studiemi může být nekompatibilní nomenklatura časů. Časy výkonových norem jsou v zásadě kompatibilní se standardem IUFRO, nicméně mnozí autoři si z různých důvodů vybrali jiný systém, případně zažitý systém modifikovali. Příkladem je započítávání ztrát kratších než 15 minut do operativního času. Tento zjednodušený model IUFRO (Acuna a Heidersdorf 2008) není s ostatními modely porovnatelný, například se systémem používaným ve studii Holzfeind, Stampfer, and Holzleitner (2018), kde používají konverzní koeficient pro převod mezi operativním časem bez započítaných krátkých ztrát a časem se ztrátami. Následné porovnávání různých studií je proto komplikované.

Při analýze změn výrobních podmínek obě hodnoty, tedy průměrný počet druhů sortimentů v roce 2016 (2,7 ks) a i novější počet typů (3,8 ks), značně převyšují udávané počty v modelech dalších autorů. Nurminen et al. (2006) například udává pro své modely jeden nebo dva druhy sortimentů. Vzhledem k situaci na trhu s dřívím většina producentů plní závazky vůči více subjektům a dříví vyrábí ve více sortimentech pro maximální zpeněžení, zvláště v době kdy je trh „pokřiven“ kůrovcovou kalamitou. V případě současných Norem pro harvestory a vyvážecí traktory není počet sortimentů explicitně zmíněn a vychází z průměrného počtu, který

v dokumentu není definován. Dvořák et al. (2012) uvádí pouze sdružené označení vyráběných sortimentů o délce 2 – 6 m. To nicméně nijak nezmenšuje důležitost zjištění o proměnlivosti počtu vyráběných typů sortimentů v čase. Výroba musí dokázat pružně reflektovat změny v sortimentním mixu na základě požadavků odběratelů. Nejde přitom jen o problematiku třídění sortimentů. V případě menší kusové hmotnosti sortimentů je třeba na odvozní soupravu naložit více kusů. Přechod například ze čtyřmetrových sortimentů na dvoumetrové sortimenty znamená přibližně dvojnásobný počet kusů pro zaplnění stejného prostoru. Délka vyráběných sortimentů se nicméně v průměru zvýšila, byť bez statistické významnosti. Jak poukazuje například Hildt et al. (2020) spotřeba času na nakládání klesá s rostoucím objemem kusů. Vzhledem k tomu, že maximální plocha úchopu drapáku zůstává stejná a je do jisté míry jedno, zda operátor uchopí jeden kus o velké tloušťce, nebo více kusů o tloušťkách menších, hlavním faktorem hrajícím roli ve změně objemu kusu je délka. I toto může hrát roli v pozorovaném podhodnocování výkonu současnými normami. Tato skutečnost se však vztahuje pouze na vykládání dříví. Nakládání dříví je limitováno rozložením sortimentů v lesních porostech do malých hromad operátorem harvestoru.

7 Závěr

Na základě výše popsaných výzkumných aktivit a rešerše byly zjištěny teoretické i praktické podmínky pro vytvoření nového rámce pro určování výkonnosti vyvážecích traktorů. Cíle práce byly dosaženy, konkrétně:

Ověření aktuálnosti výkonových norem vyvážecích traktorů využívaných v současnosti a analýza jejich nedostatků.

- H1 – V současnosti používané modely pracovní výkonnosti neodpovídají výkonem dosahovaným v dnešním provozu
 - Tato hypotéza byla potvrzena. Ani hrubá, ani čistá pracovní výkonnost uváděná normami neodpovídá výsledkům dosahovaným v provozu. Rozdíl je statisticky významný.
- H2 – V současnosti používané rozdělení času směny na jednotlivé směnové časy neodpovídá rozdělení sledovaném v provozu
 - Tato hypotéza byla potvrzena. Mezi rozdělením směnových časů používaným v normách a i od dalších autorů a mezi rozdělením sledovaným v provozu je statisticky významný rozdíl. Stroje v provozu dosahují vyšších podílů operativního času a tedy i vyšší pracovní výkonnosti.
- H3 – Současná produkce neodpovídá počtem vyráběných sortimentů situaci, kdy byly vytvořeny stále užívané Výkonové normy pro harvestory a vyvážecí traktory
 - Tato hypotéza byla potvrzena. Při srovnání výroby z let 2016 a 2020 byl statisticky prokázán nárůst počtu vyrobených kusů z jednoho kmene.

- Návrh řešení nedostatků a otestování těchto řešení, pokud to jejich povaha vyžaduje.
 - H4 – Lineární závislost směnových časů na celkovém času směny, potřebná pro využití procentuálního rozdělení směnových časů není dostatečně silná, aby toto dělení bylo opodstatněné.
 - Tato hypotéza byla potvrzena. V mnoha případech je lineární závislost slabá, případně statisticky nevýznamná. Procentuální vyjádření může fungovat pro dlouhodobé plánování, ale pro určování pracovní výkonnosti v porostu je žádoucí použít pouze čistou pracovní výkonnost.
 - H5 – Využitím moderních technologií lze dosáhnout stejných, nebo lepších výsledků v případě měření objemu nákladu vyvážecího traktoru
 - Tato hypotéza byla potvrzena. Použitím 2D fotogrammetrie lze provádět měření výšky nákladu, aniž by musel operátor zastavovat a čekat na měřiče. 2D fotogrammetrie přitom umožňuje odečít svislé vzdálenosti, což je u tradičního měření problematické.
- Návrh rámce zpracování dat a jeho ověření na pilotních datech.
 - Návrh rámce je součástí práce v příloze č. 2. Uceleně shrnuje požadavky na databázi, výpočty ukazatelů a způsoby měření. Zahrnuje i ukázkou pilotních dat, která byla použita pro ověření proveditelnosti.

Byla ověřena platnost stávajících normativů využívaných k určování výkonnosti vyvážecích traktorů v České republice. Stávající normativy nejsou adekvátními a podhodnocují pracovní výkonnost vyvážecích traktorů v dnešní době nasazených na území České republiky. Na základě analýzy výrobních podmínek byla zjištěna změna v sortimentní skladbě, a kusovém objemu sortimentů, což ovlivňuje možnosti plnění norem a je dalším argumentem pro nové modely pracovní výkonnosti vyvážecích traktorů. Byly ověřeny závislosti jednotlivých směnových časů na celkovém času směny, což vede k návrhu přehodnocení používání procentuálních vyjádření některých směnových časů a využití čisté pracovní výkonnosti.

Byla ověřena nová metoda měření nákladu, která nezasahuje do průběhu směny a poskytuje minimálně stejně kvalitní data, jako stávající metoda měření pomocí latě. Z výše uvedených skutečností byl proto navržen rámec, který by měl zohlednit nedostatky předchozích normativů. Navrhovaný rámec umožňuje průběžné úpravy a doplňování dat tak, aby bylo možné reflektovat změny v technice, prostředí a vyráběném dříví. Rámec je součástí práce jako příloha č.2.

8 Literatura

ACKERMAN, Pierre a Elizabeth Lise GLEASURE, 2014. *STANDARDS FOR TIME STUDIES FOR THE SOUTH AFRICAN FOREST INDUSTRY*.

ACUNA, M. a E. HEIDERSDORF, 2008. *Draft Technical Report – Harvesting machine evaluation framework for Australia*.

ACUNA, Mauricio, M. BIGOT, S. GUERRA, B. HARTSOUGH, C. KANZIAN, K. KÄRHÄ, O. LINDROOS, N MAGAGNOTTI, S. ROUX, Raffaele SPINELLI, B. TALBOT, E. TOLOSANA a F. ZORMAIER, 2012. *GOOD PRACTICE GUIDELINES FOR BIOMASS PRODUCTION STUDIES*. Sesto Fiorentino: CNR IVALSA. ISBN 978-88-901660-4-4.

ACUNA, Mauricio a Amanda SOSA, 2019. Automated Volumetric Measurements of Truckloads through Multi-View Photogrammetry and 3D Reconstruction Software. *Croat. j. for. eng.* **40**(1), 151–162.

ADEBAYO, Adebola B., Han-Sup HAN a Leonard JOHNSON, 2007. Productivity and cost of cut-to-length and whole-tree harvesting in a mixed-conifer stand. *Forest products journal.* **57**(5), 59–69. ISSN 0015-7473.

Anon., 1991. *BOSCH CAN Specification Version 2.0*.

Anon., 2003. *ISO 11898*. Geneva: ISO.

APAFAIAN, Andrei, Andrea Rosario PROTO a Stelian BORZ, 2017. Performance of a mid-sized harvester-forwarder system in integrated harvesting of sawmill, pulpwood and firewood. *Annals of Forest Research* [online]. **60**. Dostupné z: doi:10.15287/afr.2017.909

ATHANASSIADIS, D, G LIDESTAV a I WÄSTERLUND, 1999. Fuel, Hydraulic Oil and Lubricant Consumption in Swedish Mechanized Harvesting Operations. *Journal of Forest Engineering* [online]. **10**(1), 59–66. ISSN 2327-8897. Dostupné z: doi:10.1080/08435243.1999.10702725

AUGSTEN, Adam, 2021. *Srovnání nomenklatur času pro určení pracovní výkonnosti lesní techniky na příkladu vyvážecího traktoru Ponsse Buffalo*. B.m. Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta lesnická a dřevařská.

BECKER, Ryer M., Robert F. KEEFE a Nathaniel M. ANDERSON, 2017. Use of real-time GNSS-RF Data to characterize the swing movements of forestry equipment. *Forests* [online]. **8**(2). ISSN 19994907. Dostupné z: doi:10.3390/f8020044

BERG, Simon, Mika YOSHIDA, Rin SAKURAI a Hideo SAKAI, 2018. Productivity of loaders and forwarders in Japanese forestry operation conditions. *Journal of Forest Research* [online]. **23**(3), 149–155. ISSN 1341-6979. Dostupné z: doi:10.1080/13416979.2018.1469208

BERGER, Christiane, 2003. Mental Stress on Harvester Operators. In: LIMBECK-LILIENAU, STEINMÜLLER a Karl STAMPFER, ed. *Proceedings of the Austro2003 meeting: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain*. CD ROM. s. 10.

BERKOWITZ, Howard C., 2000. *CertificationZone.com OSI Reference Model Pocket Guide*. B.m.: Genium Pub Corp. ISBN 978-1890911140.

BJÖRHEDEN, Rolf, 1991. Basic time concepts for international comparisons of time study reports. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **2**(2), 33–39. ISSN 0843-5243. Dostupné z: doi:10.1080/08435243.1991.10702626

BJÖRHEDEN, Rolf, Jeremy RICKARDS, Reidar SKAAR, Sigfred HABERLE a Karl APEL, 1995. *Forest work-study nomenclature* [online]. Garpenberg, SWEDEN: The Swedish University of Agricultural Sciences Department of Operational Efficiency. ISBN 91-576-5055-1. Dostupné

z: http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Forest+Work+Study+Nomenclature#4%5Cnhttp://nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2000/nc_2000_Bjorheden_001.pdf

BJÖRHEDEN, Rolf a Michael A. THOMPSON, 1995. AN INTERNATIONAL NOMENCLATURE FOR FOREST WORK STUDY. In: David B FIELD, ed. *Proceedings of IUFRO 1995* [online]. s. 190–2015 [vid. 2018-09-11]. Dostupné z: https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2000/nc_2000_Bjorheden_001.pdf

BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1969. *Glossary of terms used in work study*.

BUMERL, Milan, 1960. Výkonnost při dřevorubecké práci. In: Karel MATYÁŠ, ed. *Lesní těžba díl první*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, s. 387–425.

CADEI, Alberto, Omar MOLOGNI, Dominik RÖSER, Raffaele CAVALLI a Stefano GRIGOLATO, 2020. Forwarder productivity in salvage logging operations in difficult terrain. *Forests* [online]. **11**(3). ISSN 19994907. Dostupné z: doi:10.3390/f11030341

CORRIGAN, Steve, 2008. *Application Report Controller Area Network Physical Layer Requirements*.

CUPERA, J. a P. SEDLÁK, 2011. The use of CAN-Bus messages of an agricultural tractor for monitoring its operation. *Research in Agricultural Engineering*. **57**(4), 117–127. ISSN 12129151.

ČESKO, 2006. *Zákon č. 262/2006 Sb.* 2006. Praha: Sbírka zákonů České republiky.

DAVIS, C a L KELLOGG, 2005. Measuring machine productivity with the MultiDat datalogger: a demonstration on three forest machines. *USDA Forest Service. Gen. Tech.*(PSW-GTR-194.2005), 10.

DICK, Adam R., John A. KERSHAW a David A. MACLEAN, 2010. Spatial tree mapping using photography. *Northern Journal of Applied Forestry* [online]. **27**(2), 68–74. ISSN 07426348. Dostupné z: doi:10.1093/njaf/27.2.68

DVOŘÁK, J, R BYSTRICKÝ, M HRIB, P HOŠKOVÁ, M JARKOVSKÁ, J KOVÁČ, J KRILEK, P NATOV a L NATOVOVÁ, 2011. *The use of harvester technology in production forests*. Folia Fore. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce s.r.o. ISBN 9788074580185.

DVOŘÁK, Jiří, 2014. *The propose of performance standards for forwarders*.

DVOŘÁK, Jiří, Josef GROSS, Jiří OLIVA, Palva HOŠKOVÁ a Zdeněk MALKOVSKÝ, 2010. *SESTAVENÍ VÝKONOVÝCH NOREM PRO HARVESTORY A VYVÁŽECÍ TRAKTORY PODLE VÝKONOVÝCH TŘÍD STROJŮ A VÝROBNÍCH PODMÍNEK*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská.

DVOŘÁK, Jiří, Martin CHYTRÝ, Pavel NATOV, Jankovský MARTIN a Beljan KARLO., 2019. Long-term Cost Analysis of Mid-performance Harvesters in Czech Conditions. *Austrian Journal of Forest Science*. **136**(4), 351–372.

ELIASSON, Lars, Örjan GRÖNLUND, Hagos LUNDSTRÖM a Johan SONESSON, 2020. Harvester and forwarder productivity and net revenues in patch cutting. <https://doi.org/10.1080/14942119.2020.1796433> [online]. **32**(1), 3–10 [vid. 2021-12-04]. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2020.1796433

ERIKSSON, Mattias a Ola LINDROOS, 2014a. Productivity of harvesters and forwarders in CTL operations in northern Sweden based on large follow-up datasets. <http://dx.doi.org/10.1080/14942119.2014.974309> [online]. **25**(3), 179–200 [vid. 2021-12-04]. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2014.974309

ERIKSSON, Mattias a Ola LINDROOS, 2014b. Productivity of harvesters and forwarders in CTL operations in northern Sweden based on large follow-up datasets. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **25**(3), 179–200 [vid. 2019-05-04]. ISSN 1913-2220. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2014.974309

FIEDLER, Nilton Cesar, Flávio CIPRIANO DE ASSIS DO CARMO, Luciano José MINETTE a Amaury PAULO DE SOUZA, 2017. OPERATIONAL ANALYSIS OF MECHANICAL CUT-TO-LENGTH FOREST HARVESTING SYSTEM 1 ANÁLISE OPERACIONAL DA COLHEITA FLORESTAL EM SISTEMA MECANIZADO DE TORAS CURTAS. *Revista Árvore* [online]. **41**(3), 410301 [vid. 2019-12-23]. Dostupné z: doi:10.1590/1806-90882017000300001

FORSMAN, Mona, Niclas BÖRLIN a Johan HOLMGREN, 2016. Estimation of tree stem attributes using terrestrial photogrammetry with a camera rig. *Forests* [online]. **7**(3), 1–20. ISSN 19994907. Dostupné z: doi:10.3390/f7030061

GALSGAARD, Bo, Dennis H. LUNDTOFT, Ivan NIKOLOV, Kamal NASROLLAHI a Thomas B. MOESLUND, 2015. Circular Hough Transform and Local Circularity Measure for Weight Estimation of a Graph-Cut Based Wood Stack Measurement. In: *2015 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision* [online]. B.m.: IEEE, s. 686–693. ISBN 978-1-4799-6683-7. Dostupné z: doi:10.1109/WACV.2015.97

GERASIMOV, Yuri, Victor SENKIN a Kari VÄÄTÄINEN, 2012. Productivity of single-grip harvesters in clear-cutting operations in the northern European part of Russia. *European Journal of Forest Research* [online]. **131**(3), 647–654. ISSN 16124669.

Dostupné z: doi:10.1007/s10342-011-0538-9

GHAFFARIYAN, M R, 2015. Evaluating the machine utilisation rate of harvester and forwarder using on-board computers in Southern Tasmania (Australia). *JOURNAL OF FOREST SCIENCE* [online]. **61**(7), 277–281. Dostupné z: doi:10.17221/21/2015-JFS

HARSTELA, P., 2004. The competence of the forest-machine operator and tacit knowledge. In: *Proceedings of international seminar: Development Project in Forest Machine Based Training (ProForSim)*.

HILDT, Eduardo, Andrés LESZCZUK, Patricio mac DONAGH a Tomás SCHLICHTER, 2020. Time consumption analysis of forwarder activities in thinning. *Croatian Journal of Forest Engineering* [online]. **41**(1), 13–24. ISSN 18455719. Dostupné z: doi:10.5552/crojfe.2020.615

HOLZFEIND, Thomas, Karl STAMPFER a Franz HOLZLEITNER, 2018. Productivity, setup time and costs of a winch-assisted forwarder [online]. ISSN 1341-6979. Dostupné z: doi:10.1080/13416979.2018.1483131

HOLZLEITNER, Franz, Karl STAMPFER a Rien VISSER, 2011. Utilization rates and cost factors in timber harvesting based on long-term machine. *Croatian Journal of Forest Engineering*. **32**(2), 501–508. ISSN 1845-5719.

HONS, Urmila Bhoola BA, 2022. National Labour Law Profile: South Africa. https://www.ilo.org/ifpdial/information-resources/national-labour-law-profiles/WCMS_158919/lang--en/index.htm [online] [vid. 2022-03-09]. Dostupné

z: https://www.ilo.org/ifpdial/information-resources/national-labour-law-profiles/WCMS_158919/lang--en/index.htm

CHUNDELA, Lubor, 2015. *Ergonomie*. Praha: ČVUT Praha.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE a G. KANAWATY, 1992. *Introduction to Work Study* [online]. ISBN 9221071081. Dostupné z: doi:10.1097/00006199-195402000-00013

JACKE, H. a T. WAGNER, 2001. Einsichten aus einem virtuellen Wettbewerb - Teil 1 [Conclusions of a virtual competition – part 1]. *Forst & Technik*. **13**(9), 4–6.

JACKE, H. a T. WAGNER, 2002. Einsichten aus einem virtuellen Wettbewerb - Teil 2 [Conclusions of a virtual competition – part 2]. *Forst & Technik*. **14**(2), 4–6.

JAVŮREK, P. a Jiří DVOŘÁK, 2018. Evaluation of total time consumption in harvester technology deployment in conditions of the forest sector of the Czech Republic. *Journal of Forest Science* [online]. **64**(1), 33–42. ISSN 12124834. Dostupné z: doi:10.17221/92/2017-JFS

JIROUŠEK, R, R KLVAČ a A SKOUPÝ, 2007. Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*. **53**(10), 476–482.

JUROVÁ, Marie, 2015. *Organizace přípravy výroby*. 2nd vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM.

KÄRHÄ, Kalle, Esa RÖNKKÖ a Seppo-Ilmari GUMSE, 2004. Productivity and Cutting Costs of Thinning Harvesters. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **15**(2), 43–56. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2004.10702496

KLOUDA, Miloš, Zdeněk BLUĐOVSKÝ a K. SYROVÁTKA, 1988. *Normování práce v lesním hospodářství*. Praha: SZN.

KLVAC, Radomir, Shane WARD, Philip M O OWENDE a John LYONS, 2003. Energy Audit of Wood Harvesting Systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* [online]. **18**(2), 176–183. ISSN 1651-1891. Dostupné z: doi:10.1080/02827580310003759

KNYAZ, V. A. a A. A. MAKSIMOV, 2014. Photogrammetric technique for timber stack volume control. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives* [online]. **40**(3), 157–162. ISSN 16821750. Dostupné z: doi:10.5194/isprsarchives-XL-3-157-2014

KORHONEN, R., A. LONKA a P. RANTA, 2004. Forest Machine Simulator Based. In: *Proceedings of international seminar: Development Project in Forest Machine Based Training (ProForSim)*.

KRUGLOV, Artem a Yuriy CHIRYSHEV, 2017. The Image Analysis Algorithm for the Log Pile Photogrammetry Measurement. *WSEAS Transactions on Signal Processing*. **13**, 135–145.

KUITTO, P.J., Keskinen S., Lindroos J., Oijala T., Rajamäki J., Räsänen T. a J. TERÄVÄ, 1994. *Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. [Mechanized cutting and forest haulage.] English summary*. Metsätehon. Helsinki: Metsäteho.

LA HERA, Pedro a Daniel ORTÍZ MORALES, 2015. Model-based development of control systems for forestry cranes. *Journal of Control Science and Engineering* [online]. **2015** [vid. 2022-12-20]. ISSN 16875257. Dostupné z: doi:10.1155/2015/256951

LHOTSKÝ, Oldřich., 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. B.m.: ASPI. ISBN 8073570955.

LIANG, Xinlian, Juha HYYPPÄ, Harri KAARTINEN, Matti LEHTOMÄKI, Jiri PYÖRÄLÄ, Norbert PFEIFER, Markus HOLOPAINEN, Gábor BROLLY, Pirotti FRANCESCO, Jan HACKENBERG, Huabing HUANG, Hyun Woo JO, Masato KATOH, Luxia LIU, Martin MOKROŠ, Jules MOREL, Kenneth OLOFSSON, Jose POVEDA-LOPEZ, Jan TROCHTA, Di WANG, Jinhua WANG, Zhouxi XI, Bisheng YANG, Guang ZHENG, Ville KANKARE, Ville LUOMA, Xiaowei YU, Liang CHEN, Mikko VASTARANTA, Ninni SAARINEN a Yunsheng WANG, 2018. International benchmarking of terrestrial laser scanning approaches for forest inventories. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* [online]. **144**(December 2017), 137–179. ISSN 09242716. Dostupné z: doi:10.1016/j.isprsjprs.2018.06.021

LIANG, Xinlian, Anttoni JAAKKOLA, Yunsheng WANG, Juha HYYPPÄ, Eija HONKAVAARA, Jingbin LIU a Harri KAARTINEN, 2014. The use of a hand-held camera for individual tree 3D mapping in forest sample plots. *Remote Sensing* [online]. **6**(7), 6587–6603. ISSN 20724292. Dostupné z: doi:10.3390/rs6076587

LINDROOS, Ola, Pedro LA HERA a Carola HÄGGSTRÖM, 2017. Drivers of Advances in Mechanized Timber Harvesting – a Selective Review of Technological Innovation. *Croatian Journal of Forest Engineering : Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*. **38**(2), 243–258. ISSN 1845-5719.

LISKI, Eero, Pekka JOUNELA, Heikki KORPUNEN, Amanda SOSA, Ola LINDROOS a Paula JYLHÄ, 2020. Modeling the productivity of mechanized CTL harvesting with statistical machine learning methods [online]. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2020.1820750

LU, Cynthia a Pierre ACKERMAN, 2012. Work Study Nomenclature and Protocols : A Literature Review. *ICFR Bulletin Series*. **03/2012**.

LUKÁČ, Tibor, 2005. *Viacoperačné stroje v lesnom hospodárstve [anglicky]*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene.

MANNER, Jussi, Simon BERG a Back Tomas ERSSON, 2020. Forwarding during final felling: work element-specific distributions of driving distances at the stand level. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **31**(1), 51–69. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2019.1657058

MARX, Samuel E, 2015. *DigitalCommons@University of Nebraska-Lincoln Controller Area Network (CAN) Bus J1939 Data Acquisition Methods and Parameter Accuracy Assessment Using Nebraska Tractor Test Laboratory Data*.

MCCOLL, B J, 1958. *The "Forwarder" concept. To maintaining member companies. Technical Report No. 78. .*

MIKITA, Tomáš, Přemysl JANATA a Peter SUROVÝ, 2016a. Forest stand inventory based on combined aerial and terrestrial close-range photogrammetry. *Forests* [online]. **7**(8), 1–14. ISSN 19994907. Dostupné z: doi:10.3390/f7080165

MIKITA, Tomáš, Přemysl JANATA a Peter SUROVÝ, 2016b. Forest stand inventory based on combined aerial and terrestrial close-range photogrammetry. *Forests* [online]. **7**(8), 1–14. ISSN 19994907. Dostupné z: doi:10.3390/f7080165

MIZARAS, Stasys, Liana SADAUSKIENE a Diana MIZARAITE, 2008. Productivity of harvesting machines and costs of mechanized wood harvesting: Lithuanian case study. *Baltic Forestry*. **14**(2), 155–162. ISSN 13921355.

MOKROŠ, M., J. VÝBOŠT'OK, J. TOMAŠTÍK, A. GRZNÁROVÁ, P. VALENT, M. SLAVÍK a J. MERGANIČ, 2018a. High precision individual tree diameter and perimeter estimation from close-range photogrammetry. *Forests* [online]. **9**(11). ISSN 19994907.

Dostupné z: doi:10.3390/f9110696

MOKROŠ, M., J. VÝBOŠT'OK, J. TOMAŠTÍK, A. GRZNÁROVÁ, P. VALENT, M. SLAVÍK a J. MERGANIČ, 2018b. High precision individual tree diameter and perimeter estimation from close-range photogrammetry. *Forests* [online]. **9**(11). ISSN 19994907.

Dostupné z: doi:10.3390/f9110696

MOLOGNI, Omar, Peter DYSON, Dzhamal AMISHEV, Andrea Rosario PROTO, Giuseppe ZIMBALATTI, Raffaele CAVALLI a Stefano GRIGOLATO, 2018. Tensile force monitoring on large winch-assist forwarders operating in British Columbia. *Croatian Journal of Forest Engineering*. **39**(2), 193–204. ISSN 18455719.

MOSKALIK, Tadeusz, Stelian Alexandru BORZ, Jiří DVOŘÁK, Michal FERENCIK, Sotir GLUSHKOV, Peeter MUISTE, Andis LAZDIŅŠ a Oleg STYRANIVSKY, 2017. Timber Harvesting Methods in Eastern European Countries : a Review. *Croatian Journal of Forest Engineering*. **38**(2), 231–241.

MZE, 2019. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018* [online]. Prague: MZe. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/640937/Zprava_o_stavu_lesa_2018.pdf

MZE, 2020. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v r.2019*.

NATOV, Pavel a Jiří DVOŘÁK, 2016. *Objemový výrobní potenciál pro harvestorovou technologii v ČR k 31.12.2015 (specializované mapy s odborným obsahem)*. Praha: ČZU v Praze.

NATOV, Pavel, Ondřej NUHLÍČEK, Jiří DVOŘÁK, Leszek Marcin SZALA a Hana SYROVÁTKOVÁ, 2019. Analysis of volume differences occurring during timber scaling on different production locations. *Zpravy Lesnického Vyzkumu*. **64**(1), 45–50. ISSN 18059872.

NERUDA, Jindrich a Jan VALENTA, 2003. Factors of the Efficiency. 1–11.

NIMZ, R., 2002. Einbeziehung der Leistungsfähigkeit des Fahrers in Produktivitätsmodelle für Harvester [Considering of operator performance in productivity models]. *Forsttechnische Informationen*. **53**(12), 142–144.

NORDFJELL, Tomas, Rolf BJÖRHEDEN, Magnus THOR a Iwan WÄSTERLUND, 2010. Changes in technical performance, mechanical availability and prices of machines used in forest operations in Sweden from 1985 to 2010. *Scandinavian Journal of Forest Research* [online]. **25**(4), 382–389. ISSN 02827581. Dostupné z: doi:10.1080/02827581.2010.498385

NORDFJELL, Tomas, Emil ÖHMAN, Ola LINDROOS a Bengt AGER, 2019. The technical development of forwarders in Sweden between 1962 and 2012 and of sales between 1975 and 2017. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **30**(1), 1–13. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2019.1591074

NOVÝ, Vladislav, 2015. *Racionalizace práce vybraných výrobních systémů v těžbě a dopravě dříví*. B.m. ČZU v Praze.

NSR, Nordic Forest Work Study Council, 1978. *Forest Work Study Nomenclature*.

NURMELA, Sari, Kalle KÄRHÄ, Tuukka KATAJA, Heikki KARVONEN, Miikka NIEMINEN a Veli-Pekka KIVINEN, 2017. *Measuring Timber Piles with TRESTIMA*

Stack [online] [vid. 2018-09-29]. Dostupné z: <http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/T1.6.-Nurmela.pdf>

NURMINEN, Tuomo, Heikki KORPUNEN a Jori UUSITALO, 2006a. Time Consumption Analysis of Harvesting System. *Silva Fennica* [online]. **40**(2), 335–363. ISSN 00375330. Dostupné z: doi:10.14214/sf.346

NURMINEN, Tuomo, Heikki KORPUNEN a Jori UUSITALO, 2006b. Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system. *Silva Fennica* [online]. **40**(2), 335–363. ISSN 00375330. Dostupné z: doi:10.14214/sf.346

NUUTINEN, Yrjö, Kari VÄÄTÄINEN, Jaakko HEINONEN, Antti ASIKAINEN a Dominik RÖSER, 2008. The accuracy of manually recorded time study data for harvester operation shown via simulator screen. *Silva Fennica* [online]. **42**(1), 63–72. ISSN 00375330. Dostupné z: doi:10.14214/sf.264

NYLINDER, Mats, Tonny KUBÉNKA a Mikael HULTNÄS, 2009. *Roundwood measurement of truck loads by laser scanning A field study at Arauco pulp mill Nueva Aldea.*

PALONEN, Tuomo, Heikki HYYTI a Arto VISALA, 2017. Augmented Reality in Forest Machine Cabin. *IFAC-PapersOnLine*. **50**(1), 5410–5417.

PANDUR, Zdravko, Dubravko HORVAT, Marijan ŠUŠNJAR, Marko ZORIĆ, Davor BENIC a Bakaric MATIJA, 2015. Applicability of hydraulic dynamometer for measuring load mass on forwarders. *Glasnik Sumarskog fakulteta*. **2015**, 101–110.

PELTOLA, A., 2004. Improving the operator training in the future -Simulator/machine manufacturer perspective. In: *Proceedings of international seminar: Development Project in Forest Machine Based Training (ProForSim)*.

POULIN-GIRARD, Anne-Sophie, Simon THIBAUT a Denis LAURENDEAU, 2016. Influence of camera calibration conditions on the accuracy of 3D reconstruction. *Optics Express* [online]. **24**(3), 2678. ISSN 1094-4087. Dostupné z: doi:10.1364/OE.24.002678

PROTO, A. R., G. MACRÌ, R. VISSER, H. HARRILL, D. RUSSO a G. ZIMBALATTI, 2018a. A case study on the productivity of forwarder extraction in small-scale Southern Italian forests. *Small-scale Forestry* [online]. **17**(1), 71–87. ISSN 18737854. Dostupné z: doi:10.1007/s11842-017-9376-z

PROTO, Andrea R., Giorgio MACRÌ, Rien VISSER, Hunter HARRILL, Diego RUSSO a Giuseppe ZIMBALATTI, 2018b. Factors affecting forwarder productivity. *European Journal of Forest Research* [online]. **137**(2). ISSN 16124669. Dostupné z: doi:10.1007/s10342-017-1088-6

PURFÜRST, Frank Thomas a Jörg ERLER, 2011. The human influence on productivity in harvester operations. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **22**(2), 15–22. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2011.10702606

R CORE TEAM, 2017. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. 2017. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

RANTA, P., 2004. Possibilities to develop forest machine simulator based education with technology. In: *Proceedings of international seminar: Development Project in Forest Machine Based Training (ProForSim)*.

RODRÍGUEZ-GARCÍA, Cristina, Fernando MONTES, Federico RUIZ, Isabel CAÑELLAS a Pilar PITA, 2014. Stem mapping and estimating standing volume from stereoscopic hemispherical images. *European Journal of Forest Research* [online]. **133**(5), 895–904. ISSN 16124669. Dostupné z: doi:10.1007/s10342-014-0806-6

SAE TRUCK AND BUS CONTROL AND COOMMUNICATION NETWORK SUBCOMMITTEE, 2003. *SURFACE VEHICLE RECOMMENDED PRACTICE Vehicle Application Layer — J1939-71 (through December 2001)*. DEC2003 vyd. B.m.: SAE International.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, Mariola, Miguel CABRERA, Pedro Javier HERRERA, Roberto VALLEJO, Isabel CAÑELLAS a Fernando MONTES, 2016. Basal area and diameter distribution estimation using stereoscopic hemispherical images. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* [online]. **82**(8), 605–616. ISSN 00991112. Dostupné z: doi:10.14358/PERS.82.8.605

SHEARER, Scott A a Joe D LUCK, 2014. Use of Controller Area Network (CAN) Data To Determine Field Efficiencies of Agricultural Machinery. *Applied Engineering in Agriculture* [online]. (February), 829–838. ISSN 08838542. Dostupné z: doi:10.13031/aea.30.10618

SIMANOV, V., 1998. *Harvestorové technologie. Podmínky jejich provozního využití a perspektivy dalšího rozvoje v České republice*.

SISTER MARY LENORE, 1964. WORK MEASUREMENT. *Hospital progress*. **45**(3), 121–4. ISSN 0018-5817.

SKOGFORSK, 2007. *Standard for Forest Data and communications Contents*.

SOSA, Amanda, Radomir KLVAC, Enda COATES, Tom KENT a Ger DEVLIN, 2015. Improving Log Loading Efficiency for Improved Sustainable Transport within the Irish Forest and Biomass Sectors. *Sustainability* [online]. **7**(3), 3017–3030. ISSN 2071-1050. Dostupné z: doi:10.3390/su7033017

SPINELLI, Raffaele a Rien VISSER, 2008. Analyzing and estimating delays in harvester operations. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **19**(January), 36–41. ISSN 1913-2220. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2008.10702558

STANKIC, Igor, Tomislav PORŠINSKY, Željko TOMAŠIĆ, Ivica TONKOVIC a Marko FRNTIC, 2012. Productivity Models for Operational Planning of Timber Forwarding in Croatia. *Croatian Journal of Forest Engineering*. **33**, 61–78.

STANKIC, Igor, Tomislav PORŠINSKY, Ivica TONKOVI a Marko FRNTI, 2011. Development and implementation of productivity norms for forwarders in. In: *FORMEC Austria 2011: Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering* [online]. s. 1–16 [vid. 2019-08-23]. Dostupné z: https://www.formec.org/images/proceedings/2011/formec2011_paper_stankic_etal.pdf

STRANDGARD, Martin, Damian WALSH a Mauricio ACUNA, 2013. Estimating harvester productivity in *Pinus radiata* plantations using StanForD stem files. *Scandinavian Journal of Forest Research* [online]. **28**(1), 73–80. ISSN 02827581. Dostupné z: doi:10.1080/02827581.2012.706633

TUFTS, Robert A, 1997. Productivity and cost of the Ponsse 15-series, cut-to-length harvesting system in southern pine plantations. *Forest Products Journal*. **47**(10), 39–46. ISSN 00157473.

VÄÄTÄINEN, Kari, Lauri SIKANEN a Asikainen ANTTI, 2004. Feasibility of Excavator-Based Harvester in Thinnings of Peatland Forests. *International Journal of Forest Engineering* [online]. **15**. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2004.10702502

VICHR, Vladimír, 1955. *Cesty k technickému normování práce*. Praha: Práce, n.p.

VISSER, Rien a Raffaele SPINELLI, 2012. Determining the shape of the productivity function for mechanized felling and felling-processing. *Journal of Forest Research* [online]. **17**(5), 397–402. ISSN 13416979. Dostupné z: doi:10.1007/s10310-011-0313-2

VOSS, Wilfried, 2008. *A Comprehensible Guide to J1939*. Greenfield: Copperhill Media Corporation. ISBN 978-0-9765116-3-2.

WANG, J X a R HAARLAA, 2002. Production analysis of an excavator-based harvester: A case study in Finnish forest operations. *Forest Products Journal*. **52**(3), 85–90. ISSN 00157473 (ISSN).

WHITE, Joanne C., Nicholas C. COOPS, Michael A. WULDER, Mikko VASTARANTA, Thomas HILKER a Piotr TOMPALSKI, 2016. Remote Sensing Technologies for Enhancing Forest Inventories: A Review. *Canadian Journal of Remote Sensing* [online]. **42**(5), 619–641. ISSN 0703-8992. Dostupné z: doi:10.1080/07038992.2016.1207484

WILLMOTT, Cort J. a Kenji MATSUURA, 2005. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. *Climate Research* [online]. **30**(1), 79–82. ISSN 0936577X. Dostupné z: doi:10.3354/cr030079

WITTERING, Wo, 1973. *Forestry Commission Bulletin: Work study in forestry* [online]. London: Her Majesty's stationery office [vid. 2018-09-11]. ISBN 011 710139 7. Dostupné z: [https://www.forestry.gov.uk/PDF/FCBU047.pdf/\\$FILE/FCBU047.pdf](https://www.forestry.gov.uk/PDF/FCBU047.pdf/$FILE/FCBU047.pdf)

YAMADA, Yozo, 2005. A Comparison of Six Parallel Levers and Two Joysticks for the Maneuverability of Forwarders. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02348325> [online]. **1**(4), 199–203 [vid. 2022-09-03]. ISSN 13416979. Dostupné z: doi:10.1007/BF02348325

ZIESAK, Martin, Daniela ROMMEL, Stephan YING a Patrick PREUSCH, [b.r.]. Sensor-based, automated monitoring of fully mechanised harvesting processes – including options for automated process control.

ZORIĆ, Marko, Dubravko HORVAT, Zdravko PANDUR a Stjepan NIKOLIĆ, 2012. Umjeravanje prijenosne mjerne platforme za mjerenje osovinskog opterećenja vozila. *Nova mehanizacija šumarstva*. **33**(1), 45–52.

9 Přílohy

Příloha č. 1: Program k exportu dat z *.stm souborů do csv v prostředí Perl

```
#!/usr/bin/perl
```

```
# description: prepare csv file
```

```
# use: perl read_stm_all_v2.pl > stromky.csv
```

```
# Version 2.0 - adding metadata about files
```

```
#-----
```

```
my $VERSION='11.1.2018-nuhlicek@fld.czu.cz';
```

```
#use warnings;
```

```
use strict;
```

```
use POSIX;
```

```
#-----
```

```
# read one stm file and return reference to HASH with codes
```

```

sub read_one_file {

    my $file = shift;

    open(FILE, "<", $file) or die("Can't open file $file");

    my @lines = <FILE>;

    close(FILE);

    chomp(@lines);

    my $one_line = join(' ',@lines);

    my @split = split (/~/, $one_line );

    my %CODES=();

    for my $line ( @split ) {

        if ($line =~ /^(\d+\s+\d+)\s+(.*)/) {

            $CODES{$1}=$2;

            #print "$1 => $2\n";

        }

    }

    return \%CODES
}

```

```
#=====
=====
```

```
#          MAIN PROGRAM
```

```
#=====
=====
```

```
# CHANGE here for your keys !!!!
```

```
my @KEYS = ('21 1','120 2','299 2','296 3','293 5');
```

```
#-----
```

```
# SCAN ALL *.stm FILES
```

```
opendir DIR, ".";
```

```
my @files = grep { $_ ne '.' && $_ ne '..' && $_ =~ /\.?(stm|STM)$/ } readdir DIR;
```

```
closedir DIR;
```

```
#my $codes_ref = read_one_file('10001.stm');
```

```
#foreach (sort keys %$codes_ref) {print "$_ : $$codes_ref{$_}\n";}
```

```
#DECODING ALL FILES to MEMORY
```

```
my %ALL_FILES_CODES=();
```

```
for my $file (@files) {
```

```
    #print("processing $file ...\n");
```

```
    my $codes_ref = read_one_file($file);
```

```
    $ALL_FILES_CODES{$file}=$codes_ref;
```

```
}
```

```
#Export to CVS file
```

```
for my $file (@files) {
```

```
    # modification time
```

```
    my $mtime = (stat($file))[9];
```

```
    #format date for excel
```

```
    print POSIX::strftime("%m/%d/%Y,%H:%m:%S", localtime($mtime)).",";
```

```
    print("$file,");
```

```
    my $codes_ref = $ALL_FILES_CODES{$file};
```

```
    for (@KEYS) {
```

```
        print $$codes_ref{$_}.",";
```

```
    }  
    print "\n";  
}
```


Příloha č. 2: Návrh rámce pro vytváření norem výkonnosti víceoperačních strojů

Na následujících stránkách předkládáme rámec určený ke sběru a evidenci dat pro výpočet a sestavení výkonnostních norem vyvážecích traktorů.

Díky neustále se rozvíjejícím technologiím je zásadní provádět sběr dat tak, aby bylo umožněno jejich filtrování a třídění a

Sběr dat

Data jsou sbírána insitu při provádění pracovních snímků a dále z dostupných již pořízených dat – LHP. Sběr insitu by měl minimalizovat vliv na průběh pracovní směny. Je proto žádoucí použít metody které operátora zdržují minimálně. Jako vhodný způsob měření nákladu se doporučuje snímkování nákladního prostoru kamerami a následné určení nákladu pomocí měření výšky z fotografií rektifikovaných pro zkreslení čočkami. Data o pohybu stroje získat pomocí GPS data loggeru.

Pro pozdější získání dat LHP je nutné znát umístění porostu, nebo kód LHC.

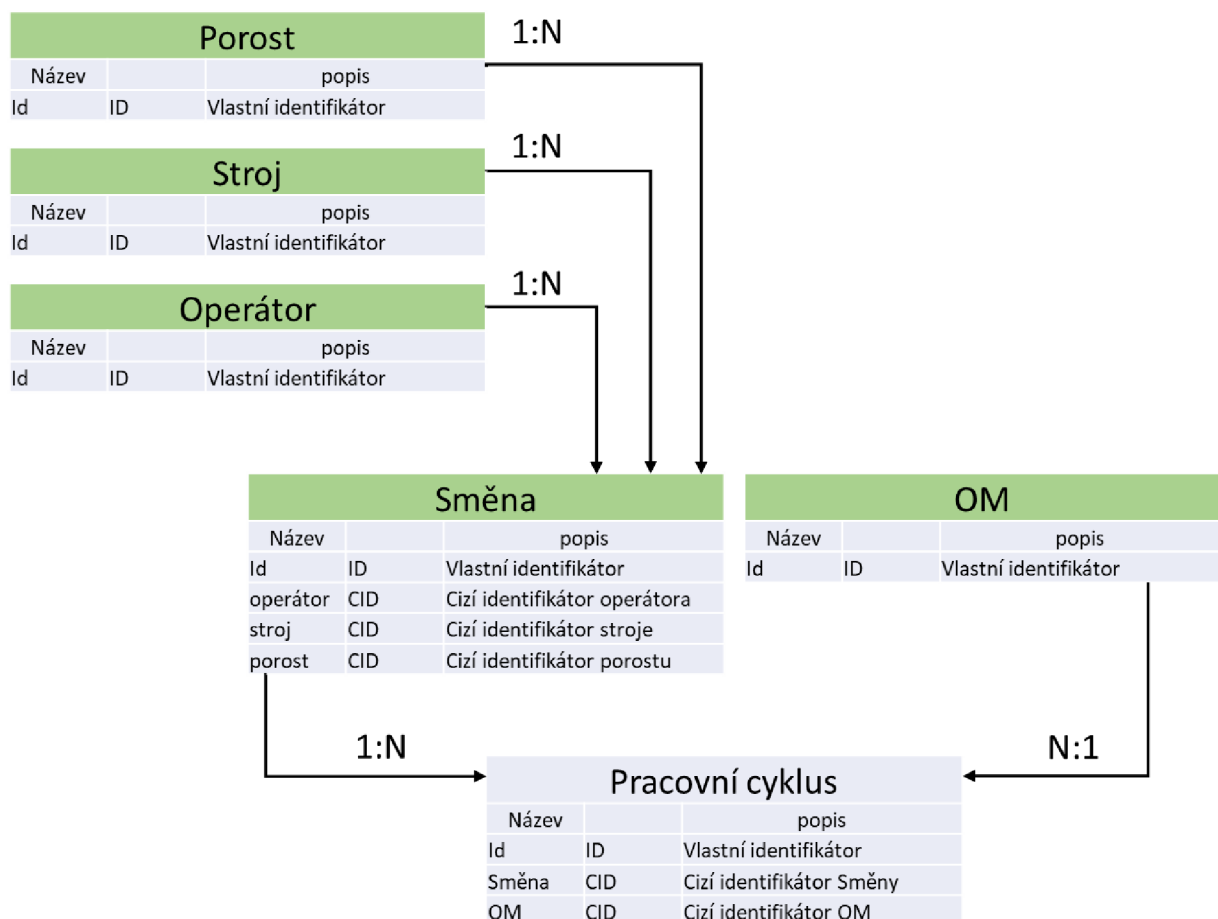
Ukládání dat

Data by měla být ukládána do relační databáze tak, aby umožnila snadnou orientaci a filtrování. Základním blokem je záznam o pracovním cyklu, tedy o jedné jízdě do porostu, sestavení nákladu, jízdě na odvozní místo a vyložení nákladu a k tomu přidružené údaje – vyvážecí vzdálenost, objem nákladu. Ke každému pracovnímu cyklu je pak přiložen identifikátor záznamu směny. Tento záznam eviduje směnové časy a další identifikátory – operátora, stroje, porostu a odvozního místa. Informace o operátorovi obsahují jeho věk, praxi a další relevantní informace. Stroj je popsán svým typem, rokem výroby, výkonem motoru a je u něj průběžně aktualizována mechanická

dostupnost. Porost obsahuje informace z LHP, stejně tak dodatečné informace o terénu. Odvozní místo pak eviduje umístění tohoto.

Odkazování probíhá pomocí systému vlastních identifikátorů a cizích identifikátorů – každý záznam má vlastní identifikátor (VID) a odkazuje se na VID jiných záznamů v dalších tabulkách – tzv. cizí identifikátor (CID). V případě, že by bylo třeba použít více CID pro jedne záznam – například práce ve dvou porostech během jedné směny, se záznam rozdělí na dva separátní – jeden pro každý CID.

Struktura relační databáze, včetně logiky identifikátorů je uvedena na následujícím E-R grafu.



Rozsah dat

Rozsah dat je uveden v následujících tabulkách. Pro každou tabulku je zde uveden popis pole, jeho datový typ a jednotky. Jedná se o minimální požadavky na rozsah primárních dat. Další data mohou být přidána, pokud se vyskytnou skutečnost

| Pracovní cyklus | | | |
|---------------------|------------|--------------------|--|
| Název | datový typ | jednotky | popis |
| Id | INT | ID | Vlastní identifikátor |
| Směna | INT | CID | Cizí identifikátor Směny |
| OM | INT | CID | Cizí identifikátor OM |
| náklad | SMALLINT | m ³ b.k | Objem nákladu v daném vyvážecím cyklu |
| P-OM vzdálenost | SMALLINT | m | vzdálenost P-OM v daném vyvážecím cyklu |
| jízda do porostu | TIME | hh:mm:ss | čas potřebný k jízdě z OM do porostu |
| sestavování nákladu | TIME | hh:mm:ss | čas od začátku sestavování nákladu do ukončení sestavování |
| jízda na OM | TIME | hh:mm:ss | čas od konce sestavování nákladu do momentu příjezdu na OM |
| vyložení nákladu | TIME | hh:mm:ss | čas od příjezdu na OM do doby odjezdu na OM |
| Sortimenty Ref | varchar | path | adresářová cesta k seznamu sortimentů |
| Fotogrametrie ref | varchar | path | adresářová cesta k repositáři fotografií |

Pracovní cyklus začíná po zahřátí stroje a přípravných pracích. Do tohoto cyklu se nezapočítává prvotní přejezd z místa, kde byl stroj zaparkován mimo pracovní směnu operátora. Pokud při nájezdu do porostu stroj neprojíždí daným odvozním místem, je třeba čas jízdy do porostu odvodit. Toho lze dosáhnout započítáním chronometráže v momentu, kdy je stroj vzdálený od porostu ve vzdálenosti obdobné jako je vzdálenost odvozního místa od porostu.

V případě, že se jedná o první pracovní cyklus v daném porostu a operátor po příjezdu

do porostu zastaví pro obhlédnutí situace, pomocné práce nebo obdobný důvod, čas jízdy do porostu bude měřen od momentu opětovného výjezdu stroje.

Za začátek sestavování nákladu se považuje moment, kdy operátor uvede v chod hydraulické rameno, aby uchopil výřezy určené k vyvážení. Obdobně, za moment ukončení sestavování nákladu se považuje uložení hydraulického ramene do transportní polohy po naložení posledních výřezů určených k vyklizení během daného pracovního cyklu.

Za moment příjezdu na odvozní místo se považuje opětovné uvedení hydraulického ramene do pohybu pro vykládku naloženého dříví.

Vzdálenost mezi porostem a odvozním místem je definována jako vzdálenost od hranice zpracovávaného porostu k první hromadě dříví, která je po cestě na daném odvozním místě.

Měření nákladu by mělo probíhat bez-zásahově. Tedy způsobem, který nikterak neovlivňuje průběh práce operátora. Doporučeným přístupem je fotogrammetrické měření nákladu pomocí kamer umístěných v kabině. Alternativním způsobem může být fotopast u odvozního místa, pokud je technika ověřena jako přesná, případně další metody. U veškerých dalších metod je třeba nejdříve ověřit jejich přesnost a spolehlivost. Za referenční způsob měření pro takové srovnání je považováno ruční měření nákladu latí nebo svinovacím metrem. Náklad by se měl měřit na obou stranách a pokud případně ve středu, pokud je výška nákladu uprostřed podstatně odlišná. Převod z prostorových metrů na metry krychlové bez kůry se řídí v maximální míře Doporučenými pravidly pro měření dříví, ačkoliv použití převodních koeficientů má svá uskalí. V případě, že je k dispozici jiný způsob zajištění převodu na kubické metry bez kůry, je třeba tento způsob poznamenat u daného pracovního cyklu/směny.

| Směna | | | |
|-------------|------------|----------|--|
| Název | Datový typ | Jednotky | Popis |
| Id | INT | ID | Vlastní identifikátor |
| operátor | INT | CID | Cizí identifikátor operátora |
| stroj | INT | CID | Cizí identifikátor stroje |
| porost | INT | CID | Cizí identifikátor porostu |
| Délka směny | TIME | hh:mm:ss | Celkový čas směny |
| PW | TIME | hh:mm:ss | Operativní čas |
| OP | TIME | hh:mm:ss | Čas na přípravu a ukončení |
| PL | TIME | hh:mm:ss | Čas na pracovní příkazy |
| AW | TIME | hh:mm:ss | Čas na technickou obsluhu pracoviště |
| MT | TIME | hh:mm:ss | Čas na údržbu stroje |
| RT | TIME | hh:mm:ss | Čas na opravy |
| ME+RP | TIME | hh:mm:ss | Čas přestávek |
| IT | TIME | hh:mm:ss | Technicko-organizační ztráty |
| DT | TIME | hh:mm:ss | Osobní ztráty |
| GPS ref | varchar | path | Adresářová cesta k GPS záznamu směny |
| STM ref | varchar | path | Adresářová cesta k STM souborům pro danou směnu z harvestoru |

Pro možné porovnání se zahraničními studii jsou jednotlivé časy v maximální míře definovány dle nomenklatury IUFRO avšak s přihlédnutím ke specifikům provozu v České republice.

Operativní čas – čas, během kterého je vykonávána práce přímo ovlivňující dokončení specifického pracovního úkonu. Zahrnuje jak úkony přímo spojené se změnou pozice, formy nebo stavu předmětu práce, tak úkony přímo spojené s těmito změnami jako pojezd stroje do pozice apod.

Čas na přípravu a ukončení – čas, kdy je stroj připravován na další práci na daném pracovišti – přejezd do porostu z místa zaparkování a zpět apod.

Čas na pracovní příkazy – čas, kdy je pracovník seznamován s pracovištěm, jeho specifiky a požadavky zadavatele.

Čas na technickou obsluhu pracoviště – čas věnovaný přípravě pracoviště a jeho sanaci po ukončení práce. Jde zejména o činnosti jako ořez přečnívajících větví na linkách, zátěr poškozených stromů apod.

Čas na údržbu stroje – čas, kdy jsou prováděny pravidelné úkony údržby pro udržení stroje ve funkčním stavu jako je mazání, kontrola hydraulických hadic apod. Do tohoto času se řadí i čekání na příjezd mechanika, nebo na dodání servisních dílů.

Čas na opravy – čas kdy je stroj mimo provoz pro opravy závad a poruch. Do tohoto času se řadí i čekání na příjezd servisního technika, nebo na dodání náhradních dílů, transport stroje do servisu apod.

Čas přestávek – sdružený čas pro biologické a oddychové přestávky a pro přestávku na jídlo. Jedná se o nutné přestávky potřebné k naplnění zákonných povinností a pro udržení psychické a fyzické kondice operátora na úrovni, kdy nedochází ke snížení pracovní výkonnosti.

Čas technicko-organizačních ztrát – čas, kdy stroj nemůže vykonávat práci vlivem třetí strany – čekání na jiný stroj a dokončení jeho činností apod.

Čas osobních ztrát – čas, kdy stroj nepracuje vlivem operátora – osobní telefonické hovory, nadměrné přestávky, návštěvy apod.

| Operátor | | | |
|-------------------|------------|----------|--|
| Název | Datový typ | Jednotky | Popis |
| Id | INT | ID | Vlastní identifikátor |
| Věk | SMALLINT | roky | Věk operátora |
| Praxe | SMALLINT | roky | Praxe operátora |
| OSVČ/zaměstnanec | BOOL | 0/1 | Rozlišení, zda je operátor OSVČ (0) nebo zaměstnanec (1) |
| sazba hodinová/m3 | BOOL | 0/1 | Hodinová sazba (0), sazba za m3 (1) |
| BioFeedback ref | varchar | path | adresářová cesta k záznamům z biofeedbacku |

Vzhledem k tomu, že vliv operátora je malý (10-15 %) a projevuje se více v extrémních podmínkách, není jeho sledování příliš velkou prioritou z pohledu určení pracovní výkonnosti. Je však důležité zajistit, aby byl operátor zapracovaný – tj. aby měl za sebou alespoň 180 pracovních směn.

| Stroj | | | |
|---------------------------|------------|----------------|--|
| Název | Datový typ | Jednotky | Popis |
| Id | INT | ID | Vlastní identifikátor |
| Výrobce | VARCHAR | - | Název výrobce |
| Typ | VARCHAR | - | Typové označení stroje |
| SN | VARCHAR | - | Sériové číslo stroje |
| Rok výroby | YEAR | roky | Rok výroby |
| Výkon motoru | SMALLINT | kW | Výkon motoru |
| Nosnost | SMALLINT | t | Nosnost |
| Objem nákladu | SMALLINT | m ³ | Maximální objem nákladu |
| Mechanická dostupnost | FLOAT | % | Dosavadní mechanická dostupnost, vycházející z dostupných dat |
| koeficient využití stroje | FLOAT | % | Dosavadní koeficient využití stroje vycházející z dostupných dat |

Sériové číslo umožňuje zpětné ověření, zda stroj již není v databázi. Na základě nosnosti vyvážecí traktoru je třeba traktor zařadit do výkonové třídy dle následující tabulky:

Navrhované výkonové třídy vyvážecích traktorů (dle Nordfjell et al. 2019)

| Výkonová třída vyvážecího traktoru | Nosnost (t) |
|------------------------------------|--------------|
| Micro | < 2 |
| XXS | ≥ 2 až < 5 |
| XS | ≥ 5 až < 8 |
| Small | ≥ 8 až < 11 |
| Medium | ≥ 11 až < 14 |
| Large | ≥ 14 až < 17 |
| XL | ≥ 17 až < 20 |
| XXL | ≥ 20 |

Záznam dat v databázi pak vypadá následovně:

| Id | Výrobce | Typ | SN | Rok výroby | Výkon motoru | Nosnost | Objem nákladu |
|-----------|----------------|------------|-------------|-------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| INT | VARCHAR | VARCHAR | VARCHAR | YEAR | SMALLINT | SMALLINT | SMALLINT |
| ID | - | - | - | roky | kW | t | m ³ |
| 1 | Ponsse | Buffalo | XXXXXXXX732 | 2014 | 210 | 15 | 21,4 |
| 2 | Novotný | LVS 511 | XXXXXXXX86 | 2019 | 55 | 5 | 3,2 |
| 3 | John Deere | 1210G | XXXXXXXX345 | 2018 | 156 | 13 | 17,5 |

| Porost | | | |
|----------------|------------|----------|---|
| Název | Datový typ | Jednotky | Popis |
| Id | INT | ID | Vlastní identifikátor |
| LHC | VARCHAR | - | Označení Lesního hospodářského celu |
| PSk | VARCHAR | - | Označení Porostní skupiny |
| Hlavní dřevina | TINYTEXT | - | Hlavní dřevina porostu |
| Další dřeviny | TINYTEXT | - | Další dřeviny porostu |
| Typ zásahu | TINYTEXT | - | Rozlišení mýtní těžby, probírky, nahodilé těžby |
| Věk | YEAR | roky | Věk porostu |
| Sklon | FLOAT | % | Průměrný sklon porostu |
| Únosnost | TINYTEXT | - | únosnost terénu porostu |

| OM | | | |
|----------|------------|----------|---------------------------------------|
| Název | Datový typ | Jednotky | Popis |
| Id | INT | ID | Vlastní identifikátor |
| GPS ref | varchar | path | Adresářová cesta k GPS označení OM |
| Sort ref | varchar | path | adresářová cesta k seznamu sortimentů |

Výpočty

Získaná data poskytují základní rámec pro potřebné výpočty a analýzy. Výpočty vycházejí z nomenklatury IUFRO pro zvýšení kompatibility se zahraničními studii.

Hrubá hodinová výkonnost

$$W_h = \frac{V}{T} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

kde:

W_h Hrubá výkonnost (m³/h)

V Objem dříví za daný časový úsek (m³)

T Délka časového úseku (h)

Čistá hodinová pracovní výkonnost

Čistá pracovní výkonnost udává ideální situaci, tj. pracovní výkonnost bez ztrátových časů pouze s časem produktivních činností.

$$W_{\check{c}} = \frac{V}{T_{WT}} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (\text{vzorec \check{c}. 2)}$$

kde:

$W_{\check{c}}$ Čistá pracovní výkonnost (m³/h)

V Objem dříví za daný časový úsek (m³)

T_{WT} Délka času práce (h)

V případě nomenklatury IUFRO se za T_{WT} považuje čas práce. Ten zahrnuje nejen produktivní práci, ale i práce podpůrné, včetně oprav a údržby, které jsou nezbytné pro její provedení.

Koeficient využití stroje

Koeficient využití stroje, v angličtině Machine utilization, (MU) je ukazatel míry využití stroje k primární práci, na kterou byl určen. V případě nomenklatury IUFRO je stejně jako v případě čisté pracovní výkonnosti za T_{WT} považován čas práce.

$$MU = \frac{T_{ope} + T_{zp}}{T} \quad (-)$$

Kde:

| | |
|---------------|----------------------------------|
| MU | Koeficient využití stroje (-) |
| T_{WT} | Délka operativního času (h) |
| T_{zp} | Délka času zákonné přestávky (h) |
| T | Délka směny (h) |

Mechanická dostupnost

Tento ukazatel, v angličtině „*mechanical availability (MA)*“, vyjadřuje podíl času, kdy byl stroj schopen provozu – tj. kdy nebyla práce omezena nutností oprav. Jde v zásadě o ukazatel spolehlivosti stroje.

V případě nomenklatury IUFRO se z délky směny odečítá ještě čas údržby.

$$MA = \frac{T - T_{opr} - T_{udr}}{T} (-)$$

kde:

MA Mechanická dostupnost (-)

T Délka směny (h)

T_{opr} Délka času oprav (h)

T_{udr} Délka času údržby (h)

Příloha č. 3: Ukázka dat získaných z *. Stm souborů

| Porost | Dřevina | Pořadové číslo kmeny | Objem (m ³ b.k) | počet kusů | počet typů sortimentů | Jednotlivé vyrobené sortimenty | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------------------|----------------------------|------------|-----------------------|--------------------------------|------------------|----------|------------------|----------|----------|----------|-------------------|-------|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 1 | 0,98 | 5 | 3 | Výběr_z_vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 2 | 1,59 | 7 | 3 | Vláknina | Výběr_z_vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 3 | 0,94 | 7 | 3 | Výběr_z_vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 4 | 1,05 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 5 | 0,61 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 6 | 0,76 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 7 | 0,75 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 8 | 3,96 | 9 | 4 | Výběr_z_vlákniny | Výběr_z_vlákniny | Agregát | Výběr_z_vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 9 | 1,41 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 10 | 0,66 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 11 | 0,66 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 12 | 1,16 | 8 | 3 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | (Neklasifikováno) | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|----------|---|---|----------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|----------|----------|-------|-------|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 13 | 3,4 3 | 8 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Agregát | Výběr_z_vlákn iny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 14 | 0,9 1 | 6 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 15 | 0,8 8 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 16 | 1,2 4 | 6 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 17 | 1,5 2 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 18 | 7,3 5 | 8 | 4 | Agregát | Agregát | Agregát | Výběr_z_vlákn iny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 19 | 0,6 | 5 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 20 | 0,7 4 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 21 | 0,9 2 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 22 | 0,8 9 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 23 | 0,7 8 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 24 | 1,0 4 | 5 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 25 | 0,8 7 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 26 | 0,5 4 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 27 | 0,8 3 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 28 | 0,6 7 | 4 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | (Neklasifiková no) | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|----------|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 29 | 0,8 9 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 30 | 0,5 9 | 8 | 3 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | (Neklasifi kováno) | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 31 | 1,0 5 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 32 | 0,8 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 33 | 1,4 9 | 9 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 34 | 1,0 4 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 35 | 1,5 3 | 9 | 3 | Vláknina | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 36 | 0,6 1 | 2 | 1 | Vláknina | Vláknina | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 37 | 1,0 7 | 9 | 3 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | (Neklasifi kováno) | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 38 | 0,8 4 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 39 | 0,8 9 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 40 | 0,6 6 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 41 | 0,8 4 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 42 | 1,4 7 | 9 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 43 | 4,7 8 | 8 | 3 | Vláknina | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 44 | 1,2 2 | 5 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|----------|---|---|----------------------|----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|--|--|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 45 | 0,5 1 | 1 | 1 | ROTO | | | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 46 | 1,2 5 | 8 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | (Neklasifiková no) | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 47 | 0,7 5 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 48 | 1,0 4 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 49 | 1,1 7 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 50 | 0,9 5 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 51 | 0,7 2 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 52 | 1,0 9 | 8 | 3 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | (Neklasifi kováno) | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 53 | 0,6 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 54 | 0,7 1 | 5 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 55 | 1,6 6 | 8 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | (Neklasifi kováno) | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 56 | 0,6 4 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 57 | 0,7 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 58 | 0,7 6 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | (Neklasifi kováno) | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 59 | 2,1 | 8 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 60 | 0,9 | 6 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|----------|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------|-----------------------|-------|--|--|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 61 | 0,6 6 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 62 | 2,0 5 | 7 | 3 | Agregát | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 63 | 3,3 2 | 7 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Agregát | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 64 | 1,4 2 | 8 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 65 | 0,8 2 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 66 | 0,8 6 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 67 | 1,0 7 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 68 | 0,7 4 | 4 | 2 | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 69 | 0,5 3 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | Odpad | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 70 | 0,5 2 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 71 | 5,3 3 | 6 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Agregát | Agregát | Vláknina | Vláknina | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 72 | 1,4 8 | 6 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 73 | 0,9 8 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 74 | 1,6 3 | 3 | 2 | Vláknina | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 75 | 1,1 2 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 76 | 2,3 2 | 7 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | (Neklasifi kováno) | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|----------|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|-------|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 77 | 0,6 6 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 78 | 1,5 9 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 79 | 0,8 7 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 80 | 1,5 2 | 9 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 81 | 1 | 6 | 3 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | (Neklasifi kováno) | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 82 | 1,7 2 | 7 | 4 | Agregát | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 83 | 0,7 6 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 84 | 1 | 2 | 2 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 85 | 3,0 4 | 6 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 86 | 2,4 2 | 9 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 87 | 0,9 9 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 88 | 2,2 5 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 89 | 0,9 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 90 | 0,8 5 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 91 | 0,8 4 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 92 | 1,9 4 | 8 | 3 | Vláknina | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----|----------|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|-------|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 93 | 0,5 3 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 94 | 0,8 7 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 95 | 0,6 3 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 96 | 0,7 6 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 97 | 0,7 6 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 98 | 2,4 9 | 7 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 99 | 1,6 7 | 7 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 100 | 0,5 4 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina Výběr_z_vlákn iny | Výběr_z_ vlákniny | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 101 | 0,6 4 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 102 | 1,1 7 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 103 | 0,7 7 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 104 | 1,5 9 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 105 | 0,8 4 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 106 | 0,9 1 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 107 | 0,6 1 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 108 | 2,6 7 | 5 | 2 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_vlákn iny | Vláknina | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----|----------|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|-------|--|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 109 | 5,6 3 | 9 | 4 | Vláknina | Vláknina | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Agregát | Výběr_z_ vlákniny | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 110 | 1,6 2 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 111 | 4,2 5 | 7 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Agregát | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 112 | 2,8 2 | 7 | 3 | Vláknina | Vláknina | Agregát | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 113 | 1,2 6 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 114 | 0,5 3 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 115 | 0,9 2 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 116 | 1,1 2 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 117 | 1,6 8 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 118 | 2,5 3 | 7 | 3 | Výběr_z_ vlákniny | Výběr_z_ vlákniny | Agregát | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 119 | 0,7 1 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 120 | 1,0 9 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 121 | 0,9 4 | 6 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 122 | 0,7 5 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 123 | 0,6 6 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----|----------|---|---|----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|--|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 124 | 0,7 1 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 125 | 0,6 6 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 126 | 0,6 4 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 127 | 1,1 1 | 9 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 128 | 0,9 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 129 | 1,3 6 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 130 | 1,4 9 | 8 | 4 | Výběr_z_ vlákniny | (Neklasifi kováno) | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 131 | 1,1 5 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 132 | 1,1 3 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 133 | 0,6 3 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 134 | 0,8 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 135 | 0,5 8 | 5 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 136 | 1,1 3 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 137 | 0,7 1 | 5 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 138 | 1,2 4 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 139 | 1,7 9 | 8 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----|----------|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|--|--|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 140 | 1,2 6 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 141 | 0,6 1 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 142 | 0,7 5 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 143 | 1,0 8 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 144 | 0,5 1 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 145 | 0,9 9 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 146 | 0,6 5 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 147 | 0,6 8 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 148 | 0,5 2 | 6 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 149 | 0,8 5 | 7 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 150 | 1,3 9 | 4 | 1 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smr k | 151 | 1,0 2 | 8 | 2 | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Vláknina | Odpad | | | | | |

| Porost | Dřevina | Pořadové číslo kmene | Objemy jednotlivých kusů (tisíciny m3 b.k.) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 1 | 390 | 220 | 180 | 140 | 50 | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 2 | 580 | 390 | 240 | 180 | 110 | 70 | 20 | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 3 | 400 | 170 | 120 | 100 | 80 | 40 | 30 | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 4 | 310 | 200 | 170 | 150 | 110 | 70 | 30 | 10 | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 5 | 240 | 140 | 110 | 70 | 30 | 20 | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 6 | 330 | 130 | 100 | 80 | 60 | 30 | 30 | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 7 | 310 | 170 | 130 | 80 | 40 | 20 | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 8 | 1200 | 900 | 880 | 370 | 230 | 180 | 110 | 70 | 20 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 9 | 560 | 250 | 170 | 150 | 110 | 80 | 50 | 20 | 20 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 10 | 260 | 130 | 110 | 80 | 50 | 30 | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 11 | 260 | 150 | 110 | 80 | 30 | 30 | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 12 | 490 | 210 | 150 | 130 | 90 | 60 | 30 | 0 | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 13 | 970 | 970 | 700 | 320 | 210 | 150 | 80 | 30 | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 14 | 440 | 170 | 130 | 90 | 60 | 20 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 15 | 330 | 160 | 140 | 120 | 90 | 40 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 16 | 470 | 250 | 200 | 150 | 110 | 60 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 17 | 570 | 270 | 210 | 170 | 130 | 90 | 50 | 20 | 10 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 18 | 2650 | 1920 | 1420 | 670 | 390 | 170 | 100 | 30 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 19 | 220 | 140 | 100 | 80 | 60 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 20 | 210 | 150 | 120 | 100 | 80 | 50 | 20 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 21 | 370 | 180 | 150 | 110 | 70 | 30 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 22 | 340 | 190 | 150 | 110 | 70 | 30 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 23 | 230 | 150 | 140 | 120 | 90 | 30 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 24 | 450 | 220 | 180 | 130 | 60 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 25 | 240 | 180 | 150 | 130 | 100 | 60 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 26 | 270 | 130 | 80 | 30 | 30 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 27 | 300 | 180 | 150 | 110 | 70 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 28 | 270 | 170 | 130 | 100 | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 29 | 330 | 160 | 130 | 100 | 80 | 60 | 20 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 30 | 200 | 110 | 90 | 80 | 60 | 30 | 20 | 0 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 31 | 340 | 180 | 150 | 140 | 110 | 70 | 30 | 20 | 10 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 32 | 320 | 160 | 120 | 100 | 70 | 30 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 33 | 660 | 230 | 170 | 150 | 120 | 80 | 40 | 20 | 20 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 34 | 410 | 170 | 150 | 120 | 80 | 60 | 30 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 35 | 510 | 310 | 200 | 160 | 130 | 110 | 70 | 30 | 10 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 36 | 470 | 140 | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 37 | 360 | 190 | 160 | 130 | 110 | 70 | 30 | 20 | 0 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 38 | 210 | 160 | 140 | 120 | 90 | 70 | 40 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 39 | 260 | 190 | 150 | 120 | 80 | 60 | 30 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 40 | 180 | 130 | 110 | 90 | 60 | 30 | 30 | 30 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 41 | 220 | 150 | 130 | 110 | 90 | 70 | 50 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 42 | 400 | 220 | 200 | 180 | 160 | 130 | 90 | 60 | 30 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 43 | 1120 | 900 | 850 | 670 | 540 | 390 | 240 | 70 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 44 | 500 | 240 | 180 | 160 | 140 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 45 | 510 | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 46 | 450 | 220 | 180 | 140 | 100 | 80 | 60 | 20 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 47 | 290 | 170 | 120 | 90 | 60 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 48 | 340 | 190 | 160 | 130 | 110 | 80 | 30 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 49 | 490 | 220 | 160 | 150 | 140 | 10 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 50 | 450 | 160 | 120 | 100 | 70 | 30 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 51 | 340 | 170 | 120 | 70 | 20 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 52 | 410 | 200 | 160 | 130 | 100 | 70 | 20 | 0 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 53 | 230 | 160 | 110 | 80 | 20 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 54 | 300 | 160 | 120 | 80 | 50 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 55 | 490 | 350 | 220 | 190 | 170 | 140 | 100 | 0 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 56 | 220 | 130 | 110 | 90 | 60 | 20 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 57 | 280 | 160 | 100 | 90 | 60 | 10 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 58 | 310 | 170 | 120 | 90 | 70 | 0 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 59 | 780 | 580 | 220 | 190 | 150 | 100 | 60 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 60 | 260 | 190 | 150 | 130 | 100 | 70 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 61 | 240 | 130 | 100 | 80 | 60 | 20 | 30 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 62 | 900 | 620 | 190 | 160 | 110 | 60 | 10 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 63 | 970 | 600 | 840 | 570 | 200 | 60 | 80 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 64 | 500 | 280 | 190 | 160 | 130 | 90 | 50 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 65 | 260 | 150 | 130 | 110 | 90 | 60 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 66 | 320 | 170 | 140 | 110 | 80 | 20 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 67 | 390 | 190 | 160 | 120 | 100 | 70 | 20 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 68 | 420 | 170 | 70 | 40 | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 69 | 170 | 100 | 90 | 40 | 40 | 30 | 30 | 30 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 70 | 190 | 110 | 80 | 70 | 50 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 71 | 1710 | 1540 | 1100 | 670 | 190 | 120 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 72 | 630 | 380 | 210 | 140 | 100 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 73 | 400 | 170 | 140 | 100 | 90 | 60 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 74 | 760 | 520 | 350 | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 75 | 430 | 190 | 150 | 130 | 110 | 70 | 30 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 76 | 730 | 480 | 340 | 220 | 190 | 160 | 200 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 77 | 200 | 140 | 110 | 90 | 60 | 20 | 30 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 78 | 580 | 260 | 210 | 160 | 140 | 120 | 80 | 20 | 20 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 79 | 270 | 180 | 150 | 130 | 100 | 40 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 80 | 400 | 320 | 210 | 170 | 150 | 120 | 90 | 40 | 20 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 81 | 410 | 200 | 160 | 120 | 90 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 82 | 840 | 330 | 220 | 170 | 110 | 40 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 83 | 270 | 160 | 130 | 100 | 60 | 30 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 84 | 470 | 530 | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 85 | 820 | 1110 | 680 | 210 | 140 | 80 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 86 | 670 | 480 | 410 | 320 | 210 | 150 | 110 | 60 | 10 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 87 | 310 | 200 | 170 | 140 | 100 | 60 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 88 | 750 | 390 | 330 | 280 | 200 | 160 | 120 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 89 | 300 | 170 | 140 | 120 | 90 | 60 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 90 | 290 | 180 | 150 | 120 | 80 | 30 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 91 | 380 | 170 | 140 | 90 | 40 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 92 | 460 | 650 | 260 | 220 | 170 | 110 | 50 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 93 | 220 | 120 | 100 | 70 | 20 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 94 | 280 | 160 | 140 | 110 | 90 | 60 | 30 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 95 | 200 | 130 | 110 | 90 | 60 | 20 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 96 | 200 | 140 | 130 | 110 | 90 | 60 | 30 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 97 | 270 | 150 | 130 | 110 | 70 | 30 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 98 | 810 | 840 | 290 | 240 | 160 | 110 | 40 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 99 | 580 | 550 | 220 | 160 | 90 | 60 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 100 | 200 | 130 | 100 | 70 | 40 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 101 | 240 | 130 | 110 | 80 | 60 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 102 | 350 | 190 | 160 | 150 | 120 | 90 | 60 | 30 | 20 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 103 | 210 | 140 | 120 | 110 | 80 | 60 | 30 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 104 | 410 | 260 | 210 | 180 | 150 | 120 | 80 | 60 | 30 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 105 | 270 | 210 | 170 | 110 | 70 | 10 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 106 | 270 | 190 | 150 | 120 | 90 | 70 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 107 | 260 | 130 | 110 | 80 | 30 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 108 | 830 | 610 | 510 | 450 | 270 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 109 | 1110 | 840 | 840 | 1110 | 960 | 360 | 220 | 150 | 40 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 110 | 510 | 280 | 240 | 200 | 160 | 120 | 80 | 30 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 111 | 880 | 1190 | 1000 | 690 | 250 | 160 | 80 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 112 | 680 | 520 | 860 | 320 | 230 | 90 | 120 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 113 | 530 | 220 | 170 | 140 | 110 | 70 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 114 | 230 | 110 | 80 | 60 | 40 | 10 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 115 | 390 | 200 | 140 | 100 | 60 | 30 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 116 | 430 | 170 | 160 | 130 | 110 | 70 | 30 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 117 | 650 | 250 | 200 | 170 | 150 | 110 | 60 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 118 | 780 | 490 | 610 | 240 | 190 | 140 | 80 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 119 | 310 | 150 | 100 | 80 | 50 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 120 | 310 | 190 | 150 | 130 | 110 | 90 | 70 | 30 | 10 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 121 | 270 | 200 | 160 | 120 | 100 | 90 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 122 | 290 | 140 | 110 | 90 | 70 | 30 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 123 | 220 | 120 | 100 | 70 | 60 | 30 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 124 | 230 | 140 | 110 | 90 | 70 | 50 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 125 | 340 | 130 | 90 | 60 | 20 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 126 | 290 | 120 | 90 | 70 | 50 | 20 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 127 | 270 | 200 | 170 | 140 | 110 | 90 | 70 | 50 | 10 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 128 | 360 | 200 | 150 | 110 | 60 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 129 | 360 | 270 | 210 | 170 | 140 | 110 | 70 | 30 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 130 | 450 | 330 | 190 | 170 | 140 | 100 | 80 | 30 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 131 | 410 | 190 | 150 | 130 | 110 | 90 | 40 | 30 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 132 | 460 | 200 | 160 | 120 | 100 | 60 | 20 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 133 | 220 | 140 | 110 | 80 | 60 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 134 | 300 | 160 | 120 | 90 | 70 | 40 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 135 | 190 | 170 | 110 | 80 | 30 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 136 | 490 | 210 | 160 | 120 | 90 | 50 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 137 | 240 | 170 | 130 | 100 | 70 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 138 | 390 | 260 | 160 | 150 | 120 | 80 | 60 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 139 | 440 | 310 | 270 | 240 | 200 | 150 | 100 | 80 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 140 | 530 | 210 | 170 | 150 | 110 | 70 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 141 | 260 | 120 | 90 | 70 | 50 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 142 | 230 | 160 | 120 | 90 | 80 | 50 | 20 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 143 | 330 | 210 | 160 | 130 | 100 | 80 | 50 | 20 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 144 | 170 | 120 | 100 | 60 | 50 | 10 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 145 | 460 | 160 | 120 | 100 | 80 | 50 | 20 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 146 | 270 | 140 | 90 | 70 | 50 | 20 | 10 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 147 | 290 | 130 | 100 | 80 | 60 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 148 | 180 | 110 | 90 | 70 | 50 | 20 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 149 | 250 | 180 | 130 | 110 | 80 | 60 | 40 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 150 | 480 | 370 | 300 | 240 | | | | | | | |

| Porost | Dřevina | Pořadové číslo kmene | Celková délka zpracované části kmene (m) | Skutečné délky (cm) | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------------------------|--|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 1 | 12,73 | 255 | 200 | 201 | 200 | 167 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 2 | 15,57 | 201 | 256 | 201 | 201 | 200 | 200 | 98 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 3 | 16,69 | 255 | 201 | 201 | 200 | 200 | 190 | 172 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 4 | 16,2 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 130 | 85 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 5 | 12,99 | 201 | 200 | 201 | 201 | 146 | 150 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 6 | 15,05 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 118 | 183 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 7 | 12,66 | 200 | 200 | 201 | 201 | 153 | 111 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 8 | 23,62 | 256 | 256 | 412 | 255 | 201 | 201 | 200 | 200 | 131 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 9 | 18,65 | 201 | 201 | 201 | 200 | 200 | 200 | 200 | 146 | 116 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 10 | 13,75 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 171 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 11 | 12,8 | 200 | 201 | 201 | 201 | 112 | 165 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 12 | 16,07 | 202 | 200 | 201 | 200 | 201 | 201 | 151 | 51 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 13 | 23,47 | 256 | 412 | 411 | 255 | 201 | 201 | 200 | 161 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 14 | 14,43 | 256 | 200 | 200 | 201 | 200 | 136 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 15 | 13,27 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 123 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 16 | 14,06 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 17 | 18,37 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 201 | 145 | 86 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 18 | 26,62 | 411 | 412 | 412 | 256 | 256 | 201 | 200 | 104 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 19 | 12,03 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 20 | 16,35 | 200 | 201 | 201 | 200 | 200 | 200 | 144 | 89 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 21 | 14,31 | 200 | 200 | 201 | 201 | 200 | 131 | 98 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 22 | 13,63 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 158 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 23 | 14,4 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 112 | 123 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 24 | 12,54 | 256 | 201 | 201 | 200 | 146 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 25 | 14,98 | 200 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 94 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 26 | 10,9 | 201 | 201 | 201 | 136 | 151 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 27 | 12,89 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 86 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 28 | 10,45 | 200 | 200 | 201 | 244 | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 29 | 16,31 | 201 | 201 | 201 | 200 | 200 | 200 | 126 | 102 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 30 | 15,25 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 134 | 147 | 40 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 31 | 17,67 | 200 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 134 | 122 | 107 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 32 | 13,59 | 200 | 200 | 201 | 201 | 201 | 156 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 33 | 19,41 | 256 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 138 | 129 | 165 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 34 | 16,7 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 200 | 139 | 127 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 35 | 19,04 | 200 | 256 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 143 | 101 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 36 | 6,02 | 201 | 201 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 37 | 17,1 | 200 | 201 | 201 | 200 | 201 | 200 | 162 | 142 | 3 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 38 | 16,38 | 200 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 164 | 71 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 39 | 15,7 | 200 | 200 | 200 | 201 | 200 | 201 | 168 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 40 | 17,14 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 147 | 176 | 188 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 41 | 17,15 | 201 | 200 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 111 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 42 | 20,86 | 255 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 175 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 43 | 19,76 | 201 | 255 | 256 | 256 | 256 | 255 | 201 | 96 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 44 | 12,01 | 201 | 200 | 200 | 200 | 200 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 45 | 4,01 | 201 | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 46 | 18,73 | 255 | 200 | 200 | 222 | 200 | 201 | 200 | 145 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 47 | 13,05 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 101 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 48 | 15,19 | 200 | 200 | 201 | 200 | 200 | 201 | 117 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 49 | 12,36 | 200 | 201 | 201 | 201 | 200 | 33 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 50 | 15,11 | 201 | 201 | 200 | 201 | 200 | 148 | 160 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 51 | 11,45 | 200 | 201 | 200 | 201 | 143 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 52 | 15,91 | 200 | 201 | 201 | 201 | 200 | 200 | 146 | 42 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 53 | 10,89 | 201 | 201 | 200 | 200 | 87 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 54 | 12,04 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 55 | 17,75 | 256 | 256 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 10 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 56 | 13,95 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 119 | 72 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 57 | 13,04 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 100 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 58 | 12,37 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 33 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 59 | 20,38 | 256 | 412 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 115 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 60 | 14,03 | 201 | 201 | 200 | 200 | 200 | 201 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 61 | 15,04 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 130 | 170 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 62 | 21,32 | 411 | 412 | 201 | 201 | 200 | 201 | 96 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 63 | 20,53 | 255 | 255 | 412 | 412 | 200 | 102 | 167 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 64 | 18,92 | 255 | 255 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 128 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 65 | 14,98 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 186 | 109 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 66 | 14,42 | 200 | 200 | 200 | 201 | 201 | 104 | 136 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 67 | 16,11 | 201 | 200 | 201 | 199 | 201 | 200 | 85 | 124 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 68 | 9,19 | 201 | 200 | 157 | 161 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 69 | 15,01 | 201 | 201 | 200 | 109 | 141 | 129 | 153 | 167 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 70 | 13,55 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 151 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 71 | 21,41 | 255 | 412 | 411 | 412 | 200 | 201 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 72 | 14,5 | 255 | 256 | 200 | 201 | 201 | 87 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 73 | 15,2 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 201 | 116 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 74 | 9,11 | 200 | 256 | 255 | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 75 | 16,36 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 201 | 145 | 87 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 76 | 20,5 | 256 | 255 | 256 | 200 | 201 | 200 | 432 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 77 | 15,15 | 201 | 200 | 200 | 201 | 200 | 72 | 150 | 91 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 78 | 18,04 | 200 | 200 | 201 | 200 | 200 | 200 | 200 | 94 | 109 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 79 | 12,97 | 201 | 200 | 201 | 200 | 200 | 95 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 80 | 20,6 | 255 | 256 | 200 | 201 | 200 | 201 | 200 | 165 | 132 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 81 | 13,35 | 200 | 200 | 201 | 200 | 222 | 112 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 82 | 19,44 | 411 | 255 | 201 | 200 | 202 | 160 | 105 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 83 | 14,52 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 148 | 101 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 84 | 9,18 | 256 | 412 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 85 | 19,32 | 256 | 413 | 411 | 201 | 201 | 200 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 86 | 21,47 | 255 | 255 | 256 | 256 | 201 | 201 | 200 | 201 | 72 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 87 | 14,74 | 202 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 68 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 88 | 16,86 | 200 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 201 | 82 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 89 | 15,1 | 200 | 201 | 200 | 201 | 201 | 200 | 107 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 90 | 12,9 | 202 | 200 | 200 | 201 | 201 | 86 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 91 | 12,21 | 202 | 201 | 201 | 201 | 126 | 90 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 92 | 18,2 | 201 | 412 | 201 | 201 | 200 | 200 | 127 | 78 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 93 | 11,29 | 201 | 201 | 200 | 201 | 126 | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 94 | 15,57 | 200 | 201 | 202 | 200 | 200 | 200 | 154 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 95 | 14,52 | 200 | 200 | 201 | 201 | 201 | 126 | 123 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 96 | 15,49 | 200 | 201 | 200 | 202 | 201 | 201 | 144 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 97 | 13,59 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 154 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 98 | 18,27 | 256 | 412 | 200 | 200 | 201 | 201 | 107 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 99 | 18,21 | 256 | 411 | 201 | 201 | 201 | 201 | 100 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 100 | 11,91 | 201 | 200 | 200 | 201 | 189 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 101 | 13,28 | 200 | 200 | 200 | 201 | 201 | 126 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 102 | 18,96 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 200 | 200 | 158 | 134 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 103 | 16,7 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 128 | 137 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 104 | 19,6 | 201 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 155 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 105 | 12,53 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 49 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 106 | 14,84 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 200 | 80 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 107 | 11,55 | 201 | 200 | 200 | 201 | 153 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 108 | 14,73 | 256 | 256 | 256 | 255 | 200 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 109 | 24,06 | 201 | 200 | 255 | 413 | 411 | 256 | 201 | 200 | 69 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 110 | 17,32 | 201 | 200 | 201 | 200 | 200 | 201 | 201 | 128 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 111 | 23,42 | 256 | 412 | 412 | 411 | 200 | 200 | 201 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 112 | 16,77 | 201 | 201 | 412 | 200 | 200 | 114 | 149 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 113 | 15,2 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 115 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 114 | 13,09 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 105 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 115 | 13,66 | 201 | 200 | 201 | 201 | 200 | 163 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 116 | 16,93 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 141 | 147 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 117 | 16,91 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 200 | 86 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 118 | 19,76 | 256 | 256 | 412 | 201 | 200 | 200 | 201 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 119 | 13,47 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 144 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 120 | 18,63 | 201 | 200 | 200 | 200 | 200 | 201 | 201 | 162 | 98 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 121 | 14,05 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 122 | 15,07 | 201 | 200 | 201 | 201 | 200 | 157 | 147 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 123 | 13,71 | 200 | 200 | 201 | 201 | 201 | 168 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 124 | 15,17 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 112 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 125 | 12,36 | 201 | 200 | 201 | 201 | 126 | 107 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 126 | 13,3 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 127 | 18,83 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 200 | 200 | 200 | 79 | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 128 | 13,33 | 200 | 201 | 200 | 201 | 201 | 130 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 129 | 17,4 | 200 | 201 | 200 | 200 | 201 | 200 | 200 | 138 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 130 | 18,81 | 255 | 255 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 117 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 131 | 16,58 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 129 | 124 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 132 | 16,34 | 201 | 202 | 201 | 200 | 201 | 201 | 137 | 91 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 133 | 13,45 | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 | 141 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 134 | 15,22 | 200 | 200 | 201 | 200 | 200 | 200 | 121 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 135 | 10,99 | 200 | 200 | 201 | 201 | 97 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 136 | 14,78 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 73 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 137 | 12,03 | 200 | 200 | 201 | 201 | 201 | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 138 | 17,32 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 200 | 127 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 139 | 18,06 | 201 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 140 | 15,27 | 200 | 200 | 200 | 201 | 201 | 201 | 124 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 141 | 13,51 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 146 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 142 | 15,14 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 108 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 143 | 17,04 | 200 | 200 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 101 | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 144 | 12,53 | 200 | 200 | 201 | 201 | 200 | 51 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 145 | 15,14 | 200 | 201 | 200 | 201 | 200 | 200 | 112 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 146 | 14,23 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 111 | 108 | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 147 | 13,3 | 201 | 200 | 201 | 200 | 201 | 127 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 148 | 13,33 | 200 | 200 | 200 | 200 | 201 | 132 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 149 | 15,64 | 200 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 160 | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 150 | 10,03 | 201 | 201 | 201 | 200 | | | | | | | |

| Porost | Dřevina | Pořadové číslo kmene | Jmenovitá délka (cm) | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 1 | 250 | 200 | 200 | 200 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 2 | 200 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 3 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 190 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 4 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 5 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 6 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 7 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 8 | 250 | 250 | 410 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 9 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 110 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 10 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 11 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 12 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 13 | 250 | 410 | 410 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 14 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 15 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 16 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 17 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 80 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 18 | 410 | 410 | 410 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 19 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 20 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 21 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 22 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 23 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 24 | 250 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 25 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 26 | 200 | 200 | 200 | 130 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 27 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 28 | 200 | 200 | 200 | 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 29 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 30 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 140 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 31 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 120 | 100 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 32 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 33 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 120 | 160 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 34 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 120 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 35 | 200 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 100 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 36 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 37 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 140 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 38 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 39 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 40 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 170 | 180 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 41 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 42 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 170 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 43 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 200 | 90 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 44 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 45 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 46 | 250 | 200 | 200 | 220 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 47 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 48 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 49 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 50 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 51 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 52 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 53 | 200 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 54 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 55 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 56 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 57 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 58 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 59 | 250 | 410 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 60 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 61 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 62 | 410 | 410 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 63 | 250 | 250 | 410 | 410 | 200 | 100 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 64 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 65 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 180 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 66 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 67 | 200 | 200 | 200 | 190 | 200 | 200 | 80 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 68 | 200 | 200 | 150 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 69 | 200 | 200 | 200 | 100 | 140 | 120 | 150 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 70 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 71 | 250 | 410 | 410 | 410 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 72 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 73 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 74 | 200 | 250 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 75 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 80 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 76 | 250 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 430 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 77 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 70 | 150 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 78 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 90 | 100 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 79 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 80 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 130 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 81 | 200 | 200 | 200 | 200 | 220 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 82 | 410 | 250 | 200 | 200 | 200 | 160 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 83 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 84 | 250 | 410 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 85 | 250 | 410 | 410 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 86 | 250 | 250 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 70 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 87 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 88 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 89 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 90 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 91 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 92 | 200 | 410 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 93 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 94 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 95 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 96 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 97 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 98 | 250 | 410 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 99 | 250 | 410 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 101 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 102 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 130 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 103 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 130 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 104 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 105 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 106 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 107 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 108 | 250 | 250 | 250 | 250 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 109 | 200 | 200 | 250 | 410 | 410 | 250 | 200 | 200 | 60 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 110 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 111 | 250 | 410 | 410 | 410 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 112 | 200 | 200 | 410 | 200 | 200 | 110 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 113 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 114 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 115 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 116 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 140 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 117 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 118 | 250 | 250 | 410 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 119 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 120 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 90 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 121 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 122 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 123 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 124 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 125 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 126 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 127 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 70 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 128 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 129 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 130 | 250 | 250 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 131 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 132 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 133 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 134 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 135 | 200 | 200 | 200 | 200 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 136 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 137 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 138 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 139 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 140 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 141 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 142 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 143 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 144 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 145 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 146 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 110 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 147 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 148 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 149 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JIN 230 A 7 Hanko | Smrk | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |