

**Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích**

Zemědělská fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2009

Jiří Brožek

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Katedra zemědělské techniky

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby

Analýza technologií těžebních prací
v lesním hospodářství

Vedoucí bakalářské práce

Ing. I. Celjak, CSc.

Autor

Jiří Brožek

2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Analýza technologií těžebních prací v lesním hospodářství vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 1.4.2009

Jiří Brožek

Poděkování:

Děkuji vedoucímu této bakalářské práce Ing. I. Celjakovi, CSc za podněty k vypracování této práce. Současně děkuji zaměstnancům společnosti Lesy České republiky, závod Konopiště a pracovníkům společnosti Orlík nad Vltavou s.r.o. za umožnění měření v jejich lesních porostech.

1.	Úvod.....	11
1.1.	Cíl práce	12
2.	Lesy z hlediska práv a povinností	13
2.1.	Kategorie lesů.....	13
2.2.	Práva a povinnosti návštěvníků lesa.....	13
2.3.	Užívání lesního pozemku k mysliveckým účelům.....	13
2.4.	Odborný dozor nad lesy	13
2.5.	Hospodaření v lese	14
2.5.1.	Obnova lesa	14
2.5.2.	Výchova mladého porostu.....	14
2.5.3.	Ochrana lesa	15
2.5.4.	Těžba dříví.....	15
2.5.5.	Doprava dříví.....	16
3.	Současný stav lesního hospodářství v ČR.....	16
4.	Lesní těžba a její technologie	20
4.1.	Význam těžby.....	20
4.2.	Těžební metody	20
4.2.1.	Metoda sortimentní	20
4.2.2.	Metoda kmenová	21
4.2.3.	Metoda stromová.....	21
4.2.4.	Budoucnost používání těžebních metod v České republice	22
4.2.5.	Technologie se štěpkováním	22
5.	Technika používaná ve výrobě surového dříví.....	23
5.1.	Těžba dřeva	23
5.1.1.	Kácení, odvětvování a krácení	23
5.2.	Soustředování dříví.....	25
5.2.1.	Příklady strojů pro soustředování dříví.....	32
5.3.	Těžebně dopravní stroje (TDS, harvesterová technologie).....	34
5.3.1.	Historický vývoj TDS v České republice.....	35
5.3.2.	Předpoklady pro práci a samotná činnost operátora TDS	37
5.3.3.	Rozdělení harvesterové technologie	38
5.3.4.	Harvestory určené do obtížných terénů.....	39
5.3.5.	Moderní technologie v konstrukcích harvesterů a vyvážecích souprav.....	40
5.3.6.	Novinky na těžebně dopravních strojích uvedené podle jejich výrobců.....	43

6.	Odstraňování těžebních zbytků	52
6.1.	Technologie užívané k nakládání s těžebními zbytky.....	52
7.	Pokusná část	55
7.1.	Cíl pokusné části	55
7.2.	Vyhodnocované veličiny	55
7.3.	Měření č. 1: Květov u Milevska.....	56
7.3.1.	Charakteristika společnosti Orlík nad Vltavou s. r. o.....	56
7.3.2.	Výchova lesních porostů v podmínkách lesní správy Orlík nad Vltavou	57
7.3.3.	Hodnocení těžebně – dopravní technologie	58
7.3.4.	Metodika práce harvestoru a vyvážecího traktoru	59
7.3.5.	Naměřené hodnoty u těžby harvestorem	59
7.3.6.	Shrnutí výsledků.....	60
7.4.	Měření č. 2: Štěchovice	62
7.4.1.	Metodika práce a popis strojů při těžbě ve svahu	62
7.4.2.	Naměřené hodnoty u pokácení, odvětvení a sortimentace pomocí JMP.....	63
7.4.3.	Shrnutí výsledků použité technologie	63
7.5.	Měření č. 3. Pohoří	65
7.5.1.	Metodika práce a popis pracujících strojů.....	65
7.5.2.	Naměřené hodnoty u těžby harvestorem, v určité činnosti doplněným JMP...	67
7.5.3.	Shrnutí výsledků použité technologie	67
8.	Diskuze a závěr	69
9.	Summary	71
9.1.	Key words	71
10.	Seznam použité literatury	72

1. Úvod

Člověk vždy nějakou činností využíval les. Nejprve sloužil jako zdroj paliva pro oheň, byl z něho získáván stavební materiál a také se v něm dalo nalézt něco k jídlu. Někaká využití lesa měla v průběhu minulosti navrch do té míry, že les jimi byl poškozován. Například využití dřeva jako paliva pro sklárny a další průmysl vedlo k velkému odlesňování. V současnosti dochází např. na našem území k jevu opačným, zalesňování, a to i na nevyužívané zemědělské půdy. Toto zalesňování je rovněž finančně podporováno. Je to účelné pro zemědělské pozemky s nevhodným tvarem, povrchem či mizivou úrodností. Proto se můžeme chlubit tím, že je u nás větší přírůstek dřevní hmoty za rok, nežli je její těžba. Poučením z minulosti při vysazování nových porostů je to, že je omezeno vysazování monokultur. Je např. nařízeno vysazovat tzv. MZD, tedy meliorační a zpevňující dřeviny (dub, douglaska). Monokultury, které byly vysazované na počátku i v průběhu dvacátého století jsou totiž obtíží. Když už jsou nějak napadeny – např. hmyzem, či povětrnostními vlivy, tak toto napadení a následné zničení porostů má značný rozsah. S časem se také mění způsob dalšího využití vytěženého dřeva. Nastal opět rozvoj výstavby domů ze dřeva, jako tomu bylo dávno v minulosti. Také využití dřeva jako paliva se opět rozvíjí především s rostoucí cenou fosilních paliv. Cenu fosilních paliv totiž zvedá jejich neobnovitelnost a postupně se vyprazdňující těžební ložiska. Dalším důvodem je vyšší tlak na snižování produkce tzv. skleníkových plynů.

Aby se dřevo vůbec dalo nějak využít, musí být v lese vytěženo a z lesa odvezeno k dalšímu zpracování. Dříve těžební činnost vázala velké množství pracovníků a tito lidé vykonávali velmi těžkou a nebezpečnou práci. Pomocníky jim byla pouze zvířata a jednoduché nástroje. K vyvážení dřeva z lesa byly vytvořeny i složité stavby, které jsou dnes mnohde vyhlášeny jako technické památky. Jsou jimi například plavební kanály (např. Schwarzenberský u Lipna a Vchynicko – Tetovský u Modravy), budovány byly rovněž úzkorozchodné lesní železnice. Samotné vyklizování dřeva bylo v příhodném terénu nejjednodušší v zimě, a to pomocí saní. Saně byly taženy koňmi, nebo sjížděly z kopců dolů pod vedením člověka.

Během dvacátého století bylo kácení za nutnosti mnoha pracovníků nahrazeno jednomužnou motorovou pilou. Nyní je i toto překonáno a nahrazeno výkonným a bezpečným strojem s názvem harvester, který je ve své technologii doplněn vyvázečím traktorem. Železnice se k přepravě dřeva využívá již pouze na velké vzdálenosti. Plavební kanály, jsou-li funkční, používají se jen pro historické ukázky.

1.1. Cíl práce

Dle zadání této bakalářské práce je jejím cílem provést analýzu rozdílných těžebních technologií těžebních prací v závislosti na konfiguraci terénu a na produkčním sortimentu. Údaje nutné pro tuto analýzu byly sbírány v terénu. Výsledky těchto terénních měření jsou uvedeny v oddílu číslo 7 této práce. Je v něm popsáno měření v terénu velmi svažitém i rovinatém. Také druh těžebního zásahu byl rozdílný, a to od probírky po mýtní těžbu. V rámci každého měření byl rovněž zpracován celkový přístup dané společnosti k hospodaření v jejich lesích.

Co se zpracování dalších částí této práce týče, tak na jejím počátku (oddíl č. 2) bylo zpracováno dělení různých činností prováděných v lese a dělení lesů samotných. Je zde rovněž uveden postup při hospodaření v hospodářském lese (od těžby přes pěstební činnost a zajištění mladých porostů po jejich výchovu). Další, 3. oddíl pojednává o současném stavu lesního hospodářství v České republice. Vychází hlavně ze Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR za rok 2007. Je tam rovněž uveden tabulkový přehled vypovídající o počtu strojů zařazených do harvesterové technologie (stav také z roku 2007). Oddíl č. 4 se již dostává k popisu samotné těžby dřeva. Rozebírá těžební metody často i ty méně používané a jejich budoucí vývoj v ČR. Velmi rozsáhlá je 5. část této práce, které popisuje techniku použitou v daných částech výroby surového dříví. Nejprve jsou uvedeny stroje pro kácení, odvětvování a krácení. Dále stroje pro soustředování dřeva. Potom je zde obsáhlá část věnovaná samotným strojům vhodných pro harvesterovou technologii (neboli těžebně dopravní stroje). Nejprve úvod s dělením strojů a následně jsou uvedeny především novinky používané na těchto strojích. Nebylo zapomenuto na činnosti probíhající na místě těžby po jejím skončení, tedy odstraňování těžebních zbytků. Pokusná část č. 7 byla již zmíněna v předchozím odstavci. Pro doplnění je tam uvedeno, co vlastně bylo měřeno.

2. Lesy z hlediska práv a povinností ¹

2.1. Kategorie lesů

Veškeré pozemky určené k plnění funkcí lesa musí být účelně využívány podle lesního zákona. Podle svých převažujících funkcí je les zařazen orgánem státní správy lesů (SSL) do jedné ze tří kategorií lesů:

- les hospodářský
- les ochranný (suťě, prudké svahy, strže, náplavy a písky, rašelinitě, výsypky, vysoké polohy)
- les zvláštního určení (pásma ochrany od, zvláště chráněná území, rekreační lesy, obory)

2.2. Práva a povinnosti návštěvníků lesa

Každý smí vstupovat do lesa na vlastní nebezpečí, sbírat v něm pro vlastní potřebu lesní plody a suchou na zemi ležící klest. O případném omezení, nebo vyloučení vstupu do lesa v odůvodněných případech rozhoduje orgán SSL. Je nejvýše na dobu 6 měsíců.

V lese je zakázáno (zákaz se nevztahuje na činnosti prováděné při hospodaření v lese):

- rušit klid a ticho, kouřit a rozdělovat otevřené ohně (to platí i do vzdálenosti 50m od okraje lesa) a tábořit mimo vyhrazená místa.
- nevstupovat o míst označených zákazem vstupu, nebo do míst oplocených, porostů, kde se provádí těžba, manipulace, nebo doprava dříví.
- sbírat semena lesních dřevin a jmelí, vyzvedávat semenáčky a sazenice stromů a keřů lesních dřevin, sbírat plody způsobem, který poškozuje les.
- provádět v lese terénní úpravy, narušovat půdní kryt (těžit hlínu, písek, kámen)

2.3. Užívání lesního pozemku k mysliveckým účelům

Každý lesní pozemek, přirozené prostředí pro zvěř, je s velkou pravděpodobností evidován jako honební. K tomu se váží výjimky ze zákazů uvedených výše. upravuje to zákon o myslivosti (č. 449/2001 Sb). Uvádí např. náhrady za škody způsobné zvěří, pohyb domácích zvířat, lov zvěře, evidence honiteb.

2.4. Odborný dozor nad lesy

- odborný lesní hospodář (to je licencovaná právnická, nebo fyzická osoba). S jeho součinností je vlastník povinen hospodařit ve svém lese

- lesní hospodářská osnova (LHO): Platí zpravidla na deset let. obsahuje podrobné údaje o daném lese (kategorii lesa, věk porostů, zásobu dříví atd.) pokud tuto osnovu vlastník nepřevzme, může v lese dříví těžít jen se souhlasem odborného lesního hospodáře.
- orgán státní správy lesů (SSL): Státní správu lesů vykonává obecní úřad obce s rozšířenou působností (ORP), krajský úřad a Ministerstvo zemědělství (Mze)

2.5. Hospodaření v lese

Vlastník je povinen hospodařit tak, aby neohrožoval lesy sousedních vlastníků. Spadá-li jeho les do kategorie lesa ochranného, je povinen zajistit především ochranné funkce lesa. Oleje používané k mazání řetězových pil a hydraulických soustav smí být jen biologicky odbouratelné.

2.5.1. Obnova lesa

Volbou vhodných dřevin a jejich rozmístěním v porostu je povinnost zvyšovat odolnost lesa a jeho stabilitu. Holinu je nutno řádně zalesnit do 2 let od jejího vzniku, do 7 let od jejího vzniku musí být následný porost řádně zajištěn. V zájmu dobrého zdravotního stavu porostu a budoucí produkce kvalitního dříví musí použitý reprodukční materiál splňovat několik zákonných požadavků. Použití reprodukčního materiálu z mateřského porostu lze jen za předpokladu, že je porost dostatečně kvalitní (to je uvedeno v LHO). Vlastník lesa je povinen obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami. Vhodné dřeviny jsou ty, které jsou v daných podmínkách původní. Nejsou-li původní, pak jsou to ty, které nejlépe snášejí působení všech činitelů určujících kvalitu stanoviště.

2.5.2. Výchova mladého porostu

Výchova lesních porostů je jednou z nejdůležitějších činností v lesním hospodářství. Je jí ovlivněn růst, vývoj, zdravotní stav a odolnost lesních porostů. Provádí se od stadia mlazin (což jsou porosty se střední výškou větší než 1,3 m a výčetní tloušťkou do 5 cm) až do počátku mýtního věku. Mají-li výchovné zásahy splnit svůj účel, musí být provedeny odborně a kvalitně a zároveň i včas. Mají tedy přímý vliv na hodnotu dříví později těžného. Prvními výchovnými zásahy jsou prořezávky (jsou prováděny ve stadiu mlazin, někdy i tyčkovin). Je jimi snižována hustota porostu a zároveň je upravován zdravotní a jakostní stav porostu. Měly by být provedeny do 40 let věku porostu.

2.5.3. Ochrana lesa

Při veškerém hospodaření je vlastník povinen dbát na to, aby nebyly poškozovány zájmy jiných vlastníků. Musí provádět preventivní opatření proti vzniku lesních požárů, bránit vývoji, šíření a přemnožení škodlivých organismů. Při zvýšeném výskytu je nutno neprodleně informovat orgán SSL. Zvláštní postavení mezi škůdci mají tzv. kalamitní škůdci (bekyně mniška, lýkožrout smrkový a lesklý, klikoroh borový, obaleč modřínový a ploskohřbetky). Veškeré polomy, vývraty a dříví atraktivní pro rozvoj škůdců vzniklé do 31.3. musí být zpracovány nebo asanovány do 31.5. téhož roku, v polohách nad 600 m. n. m. do 30.6. Při ochraně lesa se musí upřednostnit technologie šetřící životní prostředí a používat jen schválené přípravky na ochranu rostlin (seznam každoročně vydává MZe). Je zakázáno oplocovat les z vlastnických důvodů za účelem omezení užívání lesa veřejností (oplotit lze jen lesní školku, porost ohrožený škodami zvěří, oboru pro chov zvěře)

2.5.4. Těžba dříví

Kromě odůvodněných případů nesmí být lesní porost těžbou proředěn pod přípustnou mez. Je zakázáno provádět mýtní úmyslnou těžbu v porostech mladších než 80 let a snižovat zakmenění pod 0,7 (kromě prosvětlení při přirozené obnově). Výjimky povoluje orgán SSL. Je povinnost provádět přednostně těžbu nahodilou. Pokud by při tom vznikla souvislá holina větší než 0,2 ha, musí být úmysl této těžby oznámen orgánu SSL, a to nejméně 14 dnů před započítáním těžby. Maximální povolená velikost holé seče je 1 ha, maximální přípustná šířka holé seče je dvojnásobek nebo jednonásobek průměrné výšky těžného porostu. Při domýcení porostních zbytků a porostů o ploše menší než 1 ha není šíře holé seče omezena. holou seč nelze, bez ohledu na vlastnictví lesa, přiřadit k sousednímu mladému porostu na celé ploše nezajištěnému, pokud by výměra těchto nezajištěných porostů překročila maximální povolenou velikost nebo šířku holé seče. Povinná minimální vzdálenost holé seče od sousední holiny, nebo porostu nezajištěného je rovna průměrné výšce těžného porostu.

Dělení lesní těžby:

- předmýtní úmyslná (účelem je výchova porostu)
- nahodilá (zde dochází ke zpracování stromů suchých, vyvrácených, nemocných, nebo poškozených)
- mýtní úmyslná (slouží pro obnovu porostu)
 - holá seč: Při tomto druhu jsou vytěženy všechny stromy. Jde tedy o výrazný zásah, který má vliv na všechny okolní lesní porosty. To je o důvod, proč je velikost této seče zákonem omezena.

- clonná seč: Tato seč společně s výběrovou sečí je doporučována na mimořádně nepříznivých stanovištích v lesích ochranných. Záleží však na vlastníkově lesa, zda tyto šetrnější způsoby použije. Clonnou sečí je sledováno dosažení obnovy lesa pod mateřským porostem tak, je jí mateřský porost postupně prořezáván a nakonec je i on domýcen.
- výběrová seč: Zde se během dlouhého období odstraňují z porostu nejvyspělejší a nejzralejší stromy jednotlivým výběrem.

2.5.5. Doprava dříví

Přibližování, uskladňování a odvoz dříví je vlastník povinen zabezpečit tak, aby nedocházelo k nepřiměřenému poškozování lesa a pozemků, včetně sousedních (nadměrným rozrýváním půdy a lesních cest, odíráním stojících stromů). Nelze-li jinak, je vlastník oprávněn užít k přibližování, uskladnění a odvozu dříví cizí pozemky, ale pouze ve vhodné a nezbytné době, v nezbytném rozsahu a za náhradu. Nedojde-li k dohodě, rozhodne orgán SSL.

3. Současný stav lesního hospodářství v ČR²

Dle Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR pro rok 2007 byl tento rok z hlediska zdravotního stavu lesa mnohem méně příznivý než roky předcházející. Během roku byly porosty opakovaně vystaveny působení řady nepříznivých vlivů. Tyto vlivy byly v podobě orkánu, extrémních teplot a nevyrovnaném průběhu srážek. Nejničivější byl orkán s názvem Kyrill, který se vyskytl ve dnech 17. a 18. ledna 2007. Nejvíce zasažena byla území kraje Jihočeského, Plzeňského, Karlovarského, Vysočina, Libereckého. V postižených krajích vyhlásila vláda ČR nouzový stav. Tento stav nařizoval věnovat se pouze těžbě nahodilé s termínem dokončení těchto prací 31. 12. 2007. Dále bylo nutno zajistit opatření zamezující šíření nebo přímou likvidaci škůdců. Termín se podařilo dodržet, zpracovalo se celkem 10,8 mil. m³. Z biotických činitelů to byl zejména podkorní hmyz na smrku. Tyto vlivy se následně projeví na velkém nárůstu nahodilých těžeb. Tyto těžby se ve srovnání s rokem 2006 zdvojnásobily (na hodnotu 14,9 mil. m³) a představovaly tak více než 4/5 ročního objemu těžeb v průběhu posledních let. Celková těžba dřeva dosáhla největšího objemu od vzniku samostatné ČSR v roce 1918. (18,5 mil m³, z toho 93 % jehličnatých a zbytek listnatých stromů) Kladnou věcí je pokračující zalesňování zemědělsky nevyužívaných půd. Zlepšila se rovněž meziročně ekonomická situace vlastníků lesa i zaměstnanců v lesnictví.

Plocha obnovených lesních porostů se oproti roku 2006 snížila o přibližně 300 ha. Při obnově byl snížen podíl jehličnatých dřevin ve prospěch těch listnatých. Zastoupení přirozené

obnovy se snížilo, protože se více uměle obnovovalo na plochách vzniklých po nahodilé těžbě. Umělá obnova proběhla na ploše 18304 ha (v roce 2006 na 18010 ha) a přirozená na 2953 ha (3417 ha). Většina holin je zalesňována do jednoho roku po těžbě, tedy dříve, než je vyžadováno zákonem o lesích.

Co se harvesterové technologie týče, je nyní v provozu 308 těžebních strojů (harvestorů), z toho je 286 kolových. Nicméně na hranici životnosti je 28 strojů. Přesný početní stav harvestorů, vyvážecích traktorů a souprav je uveden v tabulkách níže.

Tabulka 1 - Zastoupení těžebních technologií u vybraných subjektů lesního hospodářství v ČR k 31.12.2007

subjekt	těžba [mil m ³]			podíl harvesterové [%]	[mil m ³]	
	harvesterová technologie	kmenová metoda	celkem těžba		štěpkování	soustřed. lanovkou
Lesy ČR	2,40	6,60	9,00	27	0,08	0,14
VLS ČR	0,90	0,50	1,40	64	0,06	0,05
LS Lány	0,09	0,002	0,02	89	neprovádí	neprovádí
Národní parky	0,50	0,50	0,90	49	0,03	0,12
Soukromé lesy	0,90	3,10	4,00	22	0,06	0,02

Tabulka 2 - Počet harvestorů a procesorů v ČR k 31.12.2007

Druh	Výrobce	počet celkem	počet dle úřezu harvestorové hlavy				počet dle roku výroby		
			do 55 cm	do 62 cm	do 72 cm	do 75 cm	do 1995	1996 - 1999	po 2000
kolové	John Deere	133	31	33	68	11	20	26	87
	Rottne	67	30	25		12		6	61
	Valmet	33	8	6	16	3		7	26
	Ponsee	33	8	6	16	3	4	8	21
	Logset	6		4	2				6
	Sampo	5	5						5
	Gremo	2	1	1			1		1
	SP-Maskiner	2	2				2		
	Caterpillar/EcoLog	2	1	1					2
	Nokka	1	1				1		
	Vimek 404	1	1						1
	UTC 1067	1	1						1
kolové celkem		286	89	76	102	29	28	47	211
pásové	Menzi Muck	3	3						3
	MHT Linz	17	16		1			5	12
	Konigs Tiger	2	1	1					2
procesory	Hypro AB	3							
Celkem		311	109	77	103	29	28	52	228

Tabulka 3 - Počet vyvážecích traktorů a vyvážecích souprav k 31.12.2007

Druh	Výrobce	počet celkem	počet dle nosnosti					počet dle roku výroby			
			do 3 t	do 6 t	do 9 t	do 12 t	do 14 t	do 17 t	do 1995	1996 - 1999	po 2000
Velké vyvážecí traktory	John Deere	161			87	61	11	2	21	54	86
	Rottne	58			18	25	14	1		10	48
	Valmet	57			29	16	9	3		5	52
	Ponsee	34				22	12			11	23
	Gremo	11			11				3	7	1
	Logset	9				6	3				9
	Norcar	6			6				6		
	Catepillar/EcoLog	3			3						3
	Farmi Trac	1			1				1		
	Nokka	1			1				1		
Dasser	2			2				2			
Malé vyvážecí traktory	Logbear	2		2						2	
	Terri	37	37						8	21	8
	Vimek	50		50							50
	Log Lander	58		58							58
	Entracon Delaware	14		14							14
vyv. soupravy UKT + návěs	71		40	27	4						71
Celkem	575	37	164	185	134	49	6	42	110	423	

4. Lesní těžba a její technologie³

4.1. Význam těžby

Lesní těžba je tradiční název oblasti lesnictví, zabývající se kácením stromů, jejich opracováním a dopravou dříví z porostu postupně až k odběratelům. Tržbami za dříví jsou kryty nejen náklady na provoz lesního hospodářství, ale i výdaje vyvolané poškozováním lesů činnostmi mimo les. Naši předkové říkali, že les se pěstuje sekerou. Tento názor byl později upraven na tvrzení, že výkon probírky je výkonem těžebním, nicméně její účel je hlavně pěstební a tudíž i její výkon musí být zaměřen pěstebně. Rozhodně tedy není těžba protikladem pěstování lesů, jak se často veřejnost domnívá. Také jí často uniká, že obnovní těžba zralých porostů je vlastně východiskem pro jejich obnovu, tudíž i opatřením pěstebním. Není-li těžba provedena vhodným způsobem, nemusí být dosaženo předpokládaného pěstebního záměru, dokonce se může i narušit lesní ekosystém. Proto musí mít osoba rozhodující o těžbě jasnou představu o použité technologii. Bohužel je u nás jedna generace lesníků poznamenána technokratickým pohledem na těžbu. Tito považují škody na ekosystémech po těžbě za běžný jev. Těžbu nelze omezit jen na sklizňové práce, ale na nástroj k cílenému ovlivňování porostů, jehož cílem je ekologická stabilita lesů.

4.2. Těžební metody

Proces výroby surového dříví je tvořen těmito fázemi: těžba, soustředování, odvoz a výroba dřevěných sortimentů. Fáze těžba a doprava zahrnují činnosti vykonávané mezi lokalitou pracoviště a odvozním místem. Jsou jimi vždy kácení, potom vyklizování (sestavení nákladu pro přibližování) a samotné přibližování (nebo vyvážení). Charakteristické je, že sled operací, ani místo jejich vykonání nejsou pevně dány (neplatí pro kácení). Proto je v procesu výroby surového dříví kombinační volnost při sestavování sledu prací a volby míst, na kterých mohou být vykonány (např. odvětvení může být uskutečněno v porostu, na přibližovací lince, odvozním místě, či až na manipulačním skladě). Z toho plyne, že místo uskutečnění výrobních fází těžba a sortimentování je vhodným rozlišovacím znakem těžebních technologií. Za základ systematiky těžebních metod je vzata forma, ve které je surové dříví dopraveno na odvozní místo.

4.2.1. Metoda sortimentní

Je metodou nejstarší. Hlavním důvodem byla v období výhradního manuálního a animálního soustředování dříví nízká použitelná tažná síla. Dřevo bylo vhodné odkornit (pro snížení tření

při vlečení) a nechat proschnout pro snížení hmotnosti. Na území České republiky ztratila na významu s nástupem traktorového soustředování, kdy obnovní těžby zajistily traktory a koně byly využívány ve výchovných zásazích, kde jejich síla postačovala. Počátkem sedmdesátých let 20. st. se ze Skandinávie do ČSSR rozšířila v předmětných těžbách jako motomanuální technologie s použitím motorové pily jak pro kácení, tak pro odvětvení (odvětvování bylo u nás v té době prováděno sekýrami). Po této činnosti následovalo ruční snášení výřezů k přibližovacím linkám, jejich následné vyvážení bylo řešeno vyvážecím traktorem. Přínosem byl nárůst výkonnosti práce a snížení poškození stojícího porostu. Nevýhodou byla fyzická náročnost, která ve Skandinávii vedla k rychlému vývoji mechanizované sortimentní metody s použitím procesorů a později harvesterů.

4.2.2. Metoda kmenová

Je mladší, než sortimentní, protože její nasazení bylo umožněno až s nasazením strojů s vyšší tažnou silou. Hlavním přínosem této metody s druhováním na manipulačním skladě jsou lepší podmínky k druhování na tomto skladě. Nevýhodou je vyšší poškození stojících stromů, které je závislé na délce vyklizovaného dříví. Narůstají i tzv. druhotné odvozy (tj. doprava sortimentů ze skladu k odběratelům).

4.2.3. Metoda stromová

Tato se rozvíjela opět s růstem výkonu přibližovacích strojů (pro vlečení stromů s větvemi je nutná síla o 25 – 30 % větší, než u vlečení kmene samotného) a s vývojem strojů pro strojní odvětvování.

Přínosy jsou:

- vyloučení motomanuálního odvětvování (to je vysoce pracná i nebezpečná činnost, u jehličnatých porostů činí i 70 % času na zpracování jednoho stromu)
- přenesení prací z porostu na příznivější místo
- vyklizení klestu současně s těžbou (to je významné u porostů s přirozeným zmlazením, kde rychlost vyklizení klestu ovlivňuje zachování zmlazení)

Nevýhody jsou:

- vyšší poškození stromů ve výchovných těžbách
- energetická náročnost a ztráty výkonnosti přiblížení i dopravy (na jednu jízdu se přepraví méně čistých kmenů, protože část objemu zabírají větve). Tyto nevýhody mohou být vyrovnány současnou dopravou klestu ke štěpkování.

4.2.4. Budoucnost používání těžebních metod v České republice

Nyní se nejčastěji vyskytuje metoda kmenová. Jelikož se do popředí zájmu dostává šetrnost provedení výchovných zásahů, přenechá zde tato metoda své výsostné postavení ve prospěch metody sortimentní. Tento proces bude na delší dobu a je to způsobeno tzv technologickou setrvačností technologií (tímto je míněno druhování dříví na manipulačních skladech a odvozních místech). Setrvačnost znamená, že jsou stále užívány technologie pro které v praxi již není racionální důvod. Setrvávají však proto, že dosud je v provozu neopotřebované zařízení na provádění těchto metod, nebo přechod na jinou technologii by byl příliš nákladný, či na ní nejsou lidé dostatečně proškoleni. Rychlost přechodu k harvestorové technologii bude záviset na růstu ceny tuzemské pracovní síly.

4.2.5. Technologie se štěpkováním

Lesní štěpka je také sortimentem. Přínosem štěpkování je zvýšení čistoty lesních porostů, lepší ochrana proti škodlivému hmyzu, hlodavcům a zplsnivění zmlazení pod klestem. dále je to snížení možnosti požárů a usnadnění zalesňování na vyčištěných plochách. Musí se ale dodržovat zásada neštěpkovat materiály, které jsou prodejné ve formě jiného sortimentu surového dříví (o tom ale rozhodne ekonomika). Je-li štěpka pro energetické využití, je žádoucí jí dodávat s nižší vlhkostí, než má dřevo ihned po skácení a bez obsahu vegetačních orgánů. Materiál pro štěpkování se tedy nechá na vzduchu proschnout až do samovolného opadu vegetačních orgánů a zpracuje se až potom. Nevýhodou může být na chudých stanovištích nebezpečí odnámání organického materiálu a živin z půdy.

5. Technika používaná ve výrobě surového dříví

V této části bude pojednáno o těchto výrobních fázích:

- Těžba (kácení, odvětvování, zkracování na sortimenty)
- Soustředování dříví (vyklizování, přibližování, vyvážení)

5.1. Těžba dřeva

Při těžbě dojde vždy k pokácení stromu, nicméně další činnosti (odvětvování, sortimentace) mohou probíhat s jiným strojem i na jiném místě (popsáno výše, podle místa se určují metody těžby)

5.1.1. Kácení, odvětvování a krácení

1) Pro činnost kácení, odvětvování a krácení se užívají tyto mechanizační prostředky:

- a) Jednomužná motorová pila (JMP): Tento způsob byl u počátku mechanizované těžby dřeva, který začal počátkem padesátých let minulého století. Tehdy se jednalo o dvoumužné motorové pily a s jednou touto pilou pracovala celá skupina dělníků. Převrat v těžbě zaznamenalo zavedení JMP. Prvními těmito pilami byla značka Solo, později Stihl Contra, v roce 1965 je následovaly Homelite XL 900 a Stihl 041 AV. Po roce 1970 si již pracovníci osvojili moderní techniku práce s JMP a zvýšila se tak i produktivita práce. Zde se pily začaly používat i pro odvětvování (dříve se s byly používány hlavně pro předkácování). Byla zavedena metoda samostatného dřevorubce, jenž byl vybaven nutnou výstrojí doplňující pilu samotnou (např. samonavíjecí pásma, přetlačná lopatka). Tato výbava umožnila zpracovat celý kmen na jeden přechod k vršku stromu a zpět.⁴
- b) Harvestorová hlavice s řetězovým, kotoučovým nebo nožovým kácecím ústrojím
 - Nesená na jeřábu harvestoru: O té bude psáno v rámci těžebně – dopravních strojů
 - Nesená na jeřábu, který je připojen k zadnímu tříbodovému závěsu UKT: Toto řešení je vyráběno např. společností Kesla ve Finsku. Byla založena roku 1960. Kesla vyrábí jak jeřáb, tak samotnou harvestorovou hlavici. Typy jeřábů určených pro nesení na traktoru jsou 561H (zdvihový moment 42 kNm, vodorovný dosah 6 m) a 571H (zdvihový moment 38 kNm a dosah 7 m). Oba typy mají shodný otočný moment 16 kNm, rozsah otáčení 220°, úhel naklonění 22°, požadavek příkonu 40 koní a hmotnost 1,2 t. Použitá hlavice je typu Kesla 18RH a je určena do probírek. Nejvhodnější je nasazení na kácení stromů o průměru do 25 cm. Konstrukce umožňuje zpracovat i křivé kmeny. Hlavice má hmotnost 450 kg, maximální rozevření válců posuvu je 40

cm, jejich síla 19 kN a protahovací rychlost max. $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Odvětvovací nože jsou dva pohyblivé a jeden pevný. Požadovaný příkon je 74 kW. Ve výbavě na přání je u hlavice zvláštní měřicí kolečko délky, barevné značení sortimentů, samočinné napínání řetězu a zařízení pro léčbu pařezů.

2) Pro činnost odvětvování a krácení, ale bez kácení se užívají tyto stroje

- **Processor:** Tento stroj nejčastěji nesený na zadním tříbodovém závěsu traktoru. V České republice je prodáván především švédské firmy Hydro AB. Firma začala s vývojem těchto strojů v roce 1987. Nejmenším, u nás prodávaným strojem je model Hypro 450. Ten má maximální úřez 35 cm, pohání jej vlastní hydraulický okruh s axiálním pístovým čerpadlem s load sensing. Ovládání je přes pákový rozvaděč, který je umístěn na samotném procesoru. Stůl s odvětvovacími noži a krátcí řetězovou pilou je možno vodorovně natočit o 140° a svisle naklopit o 60° . Rychlost posuvu odvětvovačích válců je $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hydraulická ruka má dosah 6 m. Naviják je ovládaný rádiem, má tažnou sílu 2 tuny a lano délky 50 m. Data o provedené práci (délka, průměr, počet kusů kmenů a objem v m^3) jsou vyhodnocována počítačem vlastní výroby. Požadovaný výkon na vývodové hřídeli traktoru je 48 kW. Naopak, největším strojem je model Hydro 755 s úřezem 45 cm. Pohon je řešen stejně, jen je zde vyšší průtok. Ovládání je již elektrohydraulické z kabiny traktoru (výhodné je, má-li otočné řízení). Je rovněž nutno na traktor zavěsit do předu přídatnou nádrž na olej. Rozsahy pohybu stolu jsou stejné stejně jako parametry navijáku. Hydraulická ruka má vyšší dosah, 7 m. Požadovaný výkon traktoru je 80 koní.
- **Harvestorová hlavice:** Toto řešení se užívá např. v horách, kde stroj vybavený harvestorovou hlavicí pracuje na rovném místě blízko místa těžby. Kmeny jsou k němu dopravovány buď pomocí lanového systému, nebo s SLKT. Může se jednat o těžební metodu stromovou, potom tedy hlavice i odvětvuje. Při metodě kmenové je hlavice užita ke krácení na sortimenty a měření dřeva (objem, počet sortimentů, délky, tloušťky). Dále je tohoto užito při tzv. komplexní harvestorové technologii (pracuje v ní harvestor i vyvážecí traktor) s motomanuální těžbou v mezizóně. Zde je rozestup přibližovacích linek 30 m. Z linky probíhá těžební zásah jako obvykle pomocí harvestoru. Dosah harvestoru je 10 m na každou stranu linky. V mezizóně široké 10 m se těží motomanuálně. Stromy jsou káceny směrem k přibližovací lince, kde jejich další zpracování je provedeno harvestorem, který tak vlastně plní úlohu procesoru. Zvětší-li se mezizóna na 20 m, pak se motomanuálně strom pokácí tak, aby čelo stromu směřovalo k bližší lince. Vykližení těchto stromů je obstaráno traktorovým

navijákem. Traktor se pohybuje po lince.⁵

3) Druhy kácecích a krátících ústrojí

- Nožové ústrojí: Tento typ se vyskytuje u zvláštních strojů určených pro kácení tenkých stromů z nárostů či plantáží rychlerostoucích dřevin. Zařízení se skládá buď z jednoho pevného a jednoho pohyblivého nože, nebo se dvěma proti sobě se pohybujícími se noži. Výhodou je jednoduchost tohoto zařízení. Nevýhoda je ta, že lze kácet či krátit jen tenčí stromy do průměru 25 cm. Další nevýhodou je nebezpečí vytrhávání dřevních vláken a poškození dřeva v místě řezu. To platí zvláště při kácení, a tím poškození nejcennější části stromu. V současné době toto ústrojí využívá harvester Makeri 33T a 34T.
- Kotoučové řezné ústrojí: Bylo používáno u starších typů harvesterů. Výhodou byla jednoduchost a snadná údržba. Nevýhodou velká robustnost daná nutností mít dvojnásobný průměr kotouče vůči tloušťce káceného stromu. Dnes se používá na plantážích rychlerostoucích dřevin.
- Řetězové: Tento druh je v současné době nejpoužívanější. Užívá se jak v harvesterových hlavicích a procesorech, tak u jednomužných motorových pil

5.2. Soustředování dříví

1) Mechanizované částečně (úvazkové): Zde je nutný podíl fyzické práce s lanem, navazování i odvazování. Obsluha je zde značně ovlivňována povětrnostními vlivy (mráz, déšť) a při práci je zde riziko úrazu.

- Zvířecí silou (kůň): V roce 1956 zajišťoval tento způsob 83 % veškerého soustředování dřeva. Nynější stav je těžko zjistitelný, bude však kolem 15 %. Nic ale nenasvědčuje tomu, že od tohoto způsobu bude opuštěno. Jejich malá výkonnost je vyrovnána při nasazení ve výchovných těžbách. Zde je totiž nutné, aby byl každý výřez vtažen po ideální dráze, ze které nedojde k poškození stojících stromů. Rovněž jeho nízká tažná síla je zárukou toho, že nebude vyklízovat mnoho výřezů. S rostoucím množstvím těchto výřezů se zvyšuje pravděpodobnost odklonu od ideální stopy, tedy poškození stojících stromů. Rovněž nutnost péče o koně i mimo pracovní dobu není omezující, protože se vždy najde dostatek pracovníků, kteří tuto práci přímo vyhledávají.
- Kolové a pásové navijáky a minitahače: Tyto stroje jsou schopny vyklízet dříví ve výchovných těžbách navijákem k vyklízecí či přibližovací lince. Provádějí tedy tzv. hromádkování. Některé z nich mohou i přibližovat dříví vlečením. K tomuto vlečení

se používají tzv. železní koně. Tento stroj je vybaven vlastním spalovacím motorem, nicméně práce s nimi je obdobná, jako při práci s koněm živým. Například firma Reparoservis dodává na český trh železného koně značky Kapsen. Tento stroj je zcela českým výrobkem a zvládne téměř stejný terén, kam se dostane pouze člověk. Důraz při vývoji byl kladen na kvalitu stroje. Je určen převážně k přibližování dřeva. Díky malým rozměrům a malém měrném tlaku na půdu se hodí i do málo únosných terénů (např. rašelinné půdy). Stroj má délku 2 m, šířku 1,2 m (při použití pásů širokých 40 cm) a váží 690 kg. Výkon motoru je 10 kW, objem palivové nádrže 6 l a nádrže na hydrauliku 25 l. Pojezdové ústrojí tvoří dva pásy, každý pás obepínají tři kola z plnogumy a jsou poháněné hydrostaticky. Regulace rychlosti je plynulá s nejvyšší rychlostí 6 km.h⁻¹. Jsou použity hydraulické zámky pojezdu pro zastavení stroje i v prudkém svahu. Stroj je vybaven hydraulicky poháněným navijákem s délkou lana 20 m. Lano je přes pevné rameno pomocí kladek, které jsou uloženy na ložiscích. Toto rameno umožňuje snazší naložení kmenu na ložnou plochu, která je pro lepší zachycení taženého kmenu rovněž vybavena zuby. Na této ploše může být otočný oplén se sklopnými klanicemi, nebo hydraulicky svěrný oplén (ten zrychlí práci hlavně se slabým dřívím). Vybavou je rovněž držák na motorovou pilu, kanystr na 5 litrů paliva, hasící přístroj, lékárničku a autozásuvku (pro napájení např. mobilního telefonu). Pracovní osvětlení je rovněž možné.



Obrázek 1 - Železný kůň Kapsen

- Lanovkové dopravní zařízení: Tento způsob se užívá v místech s velkým sklonem. Lanové systémy jsou děleny podle činností, které vykonávají. Takto se tedy dělí na

lanovky (přepravují náklad na větší vzdálenosti), lanovkové jeřáby (Tyto používají k přepravě tzv. rozdělené trasy, toto rozdělení je provedeno podpěrami. Jsou také schopny přitahovat těžené kmeny blíže k trase a zvednout tento náklad do úplného, nebo jen do polozavěšeného stavu a nakonec jej při vykládání spustit) a na lanové jeřáby (plní stejné činnosti jako lanovkové jeřáby, ale jejich trasa je tvořena jen jedním polem a dříví se tedy může přepravovat jen na kratší vzdálenosti).

- Univerzální kolový traktor (UKT) s lesnickou výbavou: Výbava zahrnuje lesní pneumatiky (ty jsou více odolné proti průrazu než běžné zemědělské a také dražší, mají totiž nárazník z ocelového kordu a speciální patní ochranu poskytující odolnost proti vnikání cizích předmětů mezi patku a okraj ráfku), hrany ráfku jsou vyztuženy navařeným ocelovým prutem po celém obvodu, ventilek je chráněn navařenou trubkou se šroubovací zátkou. Tvar a uspořádání záběrových zubů dovoluje použití řetězů. Způsobuje to ale sníženou samočisticí schopnost lesnických pneumatik, ale naopak, není to agresivní k půdní podložce. Je rovněž zvětšen rozchod kol. Dále je uplatněna ochrana spodku traktoru včetně palivové nádrže. To je zajištěno silnou ocelovou vanou. Do této vany v případě prasknutí nějaké hadice uniká kapalina v ní proudící a neznečišťuje tedy les. Není-li traktor rámové konstrukce, užívá se jeho stažení dvěma ocelovými kulatinami umístěnými vespod. Z hlediska prevence lesních požárů se doporučují přeplňované motory. Výfukové plyny u nich mají nižší teplotu a případný úlet rozžhaveného karbonu uhasí lopatky turba. Kabina je chráněna sítí přes zadní okno, případně i z boku (ochrana v případě prasknutí tažného lana) a tyčemi, které ve předu usměrňují větve pryč od předního skla. Nejdůležitější výbavou je zadní opěrný štít s lanovým navijákem a přední rampovač. Naviják je buď dvoububnový, nebo, méně častěji jednobubnový. Štít slouží k opření traktoru při natahování kmenů, pro větší jistotu se může zapřít o pařez. Dále je využit pro opření samotných kmenů při samotném přesunu a chrání zadní část traktoru před poškozením. Rampovač je vhodný pro rovnání kmenů na odvozním místě, případně i k jejich nakládání.

3) Mechanizované plně (bezávazkové): Činnost je provedena bez dotyku lidské ruky

- Vyvážecí traktor (forwarder): Tento stroj je součástí harvesterové technologie. Mají rámový podvozek, který je složený z předního a zadního polorámu. Tyto polorámy jsou vzájemně vychylovatelné, a tím je stroj směrově řízen. Jeřáb s drapákem je uložen na zadním polorámu (u dřívějších typů byl umístěn i na střeše kabiny). Pneumatiky mohou být na loggie nápravách osazeny kolopásky. Axiální kloub, kterým jsou spojeny zmíněné polorámy je vybaven aretací. Aretovány mohou být rovněž

výkyvné nápravy. Účelem těchto zámků je zvýšení příčné stability stroje při manipulaci s jeřábem. To je důvod, proč nemusí být vybaveny stavitelnými podpěrami, což také zrychluje činnost stroje. Předpokladem jejich řádného využití je jejich nasazení v součinnosti s harvestory. Nevýhodou je, že u výchovných těžeb je pohyb forwarderu omezen jen na linky, a proto musí být zajištěno vyklizení dřeva k těmto linkám jinými prostředky. Dále platí pro vyvážecí stroje (tedy i pro vyvážecí soupravy) jejich vyšší citlivost na příčný sklon, než je tomu u traktorů soustřeďujících dříví vlečením. Je to dáno jejich výše umístěným těžištěm. Jestliže se ale nelze vyhnout pojíždění po vrstevnici, tak může být stroj vyvážen vyložení jeřábu proti svahu (případně i s uchopeným břemenem).

- Vyvážecí souprava: Nejčastěji se jedná o UKT s připojeným návěsem s klanicemi pro odvoz sortimentů dřeva. Souprava je vybavena hydraulickou rukou umístěnou buď na traktoru, nebo na návěsu. Je nutné použití stabilizačních podpěr při práci s rukou. Zdrojem tlakového oleje pro ruku na návěsu, je buď vnější hydraulický okruh traktoru, nebo vlastní čerpadlo poháněné vývodovým hřídelem. U traktoru je vhodné, aby byl vybaven otočným řízením pro lepší komfort při práci s rukou. Návěs je často vybaven brzdami, méně často již pohonem kol. Ten se v případě tandemové nápravy může řešit vloženým kovovým kolem (poháněným hydromotorem) mezi kola s vhodným dezénem. Nákladnější, ale spolehlivější možností je pohon kol přímo od náprav buď hydromotorem, nebo přes vývodový hřídel (traktor musí ale umožňovat zařadit jeho pojezdovou závislost).
- SLKT s klešťovým závěsem: Základním principem je zde uchopení a sevření dříví do nástroje tvaru kleští. Tímto nástrojem může být buď svěrný oplén, nebo svěrný oplén (klemmbank). Rozdíl mezi nimi je v poloze čelistí (čelisti drapáku směřují směrem dolů a čelisti svěrného oplénu nahoru). V posledních letech nečasto na některých strojích uplatňuje kombinace navijáku s opěrným štítem, který je doplněn o jeřáb s drapákem nebo o svěrný oplén. Toto řešení má slibnou budoucnost, protože v sobě slučuje výhody jednotlivých principů v jeden celek.



Obrázek 2: SLKT s navijákem, štítem, radlicí a jeřábem LKT 82 C

- SLKT s drapákem: Drapák je vyráběn ve dvou provedeních. Jednak je na delším jeřábu (s dosahem kolem 8 m), který slouží k nakládání, skládání a přemístování břemen. Má malý rozměr úchopu, tak s ním lze uchopit max. dva kusy. Takovýmto způsobem jsou vybaveny některé vyvážecí traktory či soupravy a tahače. Druhé provedení drapáku je na krátkém výložníku s dosahem do tří metrů a s větším rozměrem čelistí, čímž je umožněno uchopit celý svazek dříví. Čelistmi některých drapáků mohou být protažena napjatá lana, která zlepšují uchopení nákladu a zamezí tak ztrátám jednotlivých kusů v průběhu přepravy. Výložník bývá stranově i výškově vychylovatelný, což je důležité při např. při průjezdu zatáčkou, kdy řidič může nadehnáním nákladu výložníkem omezit poškození okolních stojících stromů. Stroje s drapákem se hodí do mýtních těžeb. Při jejich použití v předmětních těžbách je vhodné připravit dříví do hromádek, aby nebyla snížena výkonnost tohoto stroje. K nevýhodám tohoto způsobu patří nutný plošný pojezd po těžené ploše. V současnosti se v ČR tyto stroje využívají málo.



Obrázek 3: SLKT s delším jeřábem HSM 904 H



Obrázek 4: SLKT s krátkým jeřábem a velkým drapákem HSM 904 Z

- SLKT se svěrným oplenem: Jsou určeny pro přibližování dlouhého dříví v polozávěsu. Tento adaptér je možno použít i na podvozku vyvážecího traktoru, kdy je svěrný oplení namontován namísto klanicové nástavby do kterého je jeřábem vkládáno dřevo. Nyní je výrobci těchto strojů v důsledku jejich menšího uplatnění voleno stavebnicové řešení. U něho lze za 30 minut přebudovat klanicový traktor na traktor se svěrným oplenem. Průřezy svěrných oplení jsou max. do 2 m². To umožňuje tvorbu velkých balíků nákladu. Pro zamezení vypadávání dřeva při přepravě jsou i zde protažena lana.

Takovýto stroj ale více zatěžuje půdu, neboť na jeho zadní nápravu působí větší zátěž, než při vlečení. Tyto stroje jsou rovněž velmi výkonné, a proto je nutná důkladná technologická příprava jejich nasazení. Jsou vhodné na místa koncentrované těžby (holoseče, kalamity, imisní těžby). Také tyto stroje jsou v ČR zastoupeny v mizivém počtu.



Obrázek 5: SLKT s drapákem a svěrným oplénem Welte W 180

- SLKT s lanový navijákem: Tyto stroje mají adaptéry shodné s LKT vybavenými lesnickými nástavbami. Jsou ale robustnější, od základu navrhovány pro využití v lese. Mají vyšší obratnost danou zlamovacím řízením.



Obrázek 6: SLKT s dvoububnovým navijákem LKT 50

5.2.1. Příklady strojů pro soustředování dříví

- John Deere 6120 SE: Jedná se o traktor v lesnické úpravě. Zkratka SE značí jednodušší výbavu traktoru bez automatiky a v lese zbytečné elektroniky (např. automatické řazení, výkonnostní monitor, automatická klimatizace). Rovněž motor není nabit moderní elektronikou. Motor je jednodušší (bez vstřikování Common Rail a bez čtyřventilového rozvodu), výkon je dostatečných 61 kW. Výhodou je použití mokré vícelamelové spojky pojezdu, která umožňuje reverzaci pod zatížením. Vlastní lesní úprava začala nemontováním zadního tříbodového závěsu již ve výrobě. Dále je stroj již z výroby vybaven převodovkou vývodového hřídele pro otáčky 540/1000 ot.min⁻¹. Důvodem není využití 1000 ot.min⁻¹ pro naviják, ale to, že skříň této převodovky je mohutněji dimenzovaná. Na této skříni je totiž z části zavěšen i naviják. Je provedena také úprava urychlující navíjení lana. Při navíjení totiž elektromagnet posune táhlo vedoucí od plynového pedálu, a tím jsou zvýšeny otáčky motoru. Rampovač vychází z čelního nakladače Quicke. Je osazen zesílenými písty a příčkami. Toto řešení má však jednu nevýhodu v tom, že v porovnání s běžným rampovačem je o něco delší, což může vadit při manévrování. Výhodou je ale větší zdvih a je to univerzální (lze nasadit i např. běžnou lopatu). Naviják je severské značky Igland. Je dvoububnový s tahem 6 tun a elektrohydraulickým ovládáním. Naviják pracuje ve třech režimech. Jednak odvíjení lana (je uvolněna brzda i spojka navijáku), dále

navíjení (povolena brzda a zapnuta spojka pohonu) a nakonec režim tažení (spojka vypnuta a brzda zabržděna). Brzda je pásová a slouží zároveň jako pojistka proti přetížení, kdy při zvýšeném tahu proklouzne. Zabudování navijáku je tak dobré, že vypadá, jako by byl traktor s ním vyráběn. Cena traktoru je 1.1 mil. Kč a nástavby 650 tis. Kč.



Obrázek 7: Dvoububnový naviják Igland

- Goldoni Maxter W 70 SN: Traktor nemá kabinu, výkon 52 kW. Tento stroj je menší, nežli ten výše popsany. Využití proto najde i v CHKO: Tam musí těžební technika splňovat přísnější normy. Týká se to i ochrany půdního podloží. Těžké traktory se do tohoto terénu nehodí. Na jejich místo nastupuje proto kůň, či železný kůň. Dá se použít i kloubový malotraktor Goldoni. Traktor i s lesní nástavbou stojí přes 1 mil. Kč. Výhodou kromě nízké hmotnosti (méně než 2 tuny, což je výhodné zvláště pro oblast podmáčených lesů Třeboňska) je i možnost jeho přepravy v dodávce.

Tabulka 4 – Přehled vybraných parametrů SLKT s lanovými navijáky

	Výrobce a typ	LKT 82 C	HSM 805	John Deere 540G-III
stroj	pojezd	hydrostatický	mechanický	mechanický
	hmotnost [kg]	9230	8600	10333
	palivová nádrž [l]		160	155
motor	výkon motoru [kW]	93	100	96
	točivý moment [Nm]	506	450	
	výrobce motoru	Cummins	Iveco	John Deere
hydraulika	průtok hydrauliky [l.min ⁻¹]	130	176	110
	max. pracovní tlak [Mpa]		35	21
naviják	síla [kN]	2 x 80 kN	80	156
	délka lana [m]		80	
jeřáb	výrobce	Loglift	Loglift	
	zdvihový moment [kNm]	93	93	
	otočný moment [kNm]	24	24	

5.3. Těžebně dopravní stroje (dále TDS, harvestorová technologie)

Tato technologie se v průběhu posledních let přirozenou součástí lesní mechanizace v ČR. Zpočátku byl tento způsob plošně odmítán. Důvodem byl vznik této technologie ve Skandinávii, že se tedy do našich podmínek nehodí a les dokonce poškozují. Nicméně současné odborné poznatky ukazují, že tento způsob má v našem hospodářství své místo. Záporné vnímání v současnosti je zapříčiněno nedostatečnou odbornou znalostí jak řídících lesních zaměstnanců, tak i samotných operátorů těchto strojů.

Východiskem pro nasazení této technologie je použití sortimentní těžební metody. Účelem rozměrování a potom i krácení kmenů na dané sortimenty je zajištění jejich vhodného dalšího uplatnění. Je však třeba co nejvíce využívat možností automatické optimalizace, kterou zajišťuje řídicí a měřicí systém. Každý sortiment je tedy vyráběn s ohledem na co největší zpeněžení. Harvestor zpravidla vyrábí více, než jeden sortiment, a to podle požadavku odběratele.

U této technologie jsou (je-li prováděna správně) její dopady na životní prostředí sníženy. Důvodem je např. kladení větví a vrcholků stromů harvestorem na linky, po kterých pojíždí jak tento stroj, tak i následný vyvážecí traktor. Tím je pak povrch těchto linek chráněn před nadměrným rozbahněním, či utužením. Výřezy, přiblížené na odvozní místo zůstávají při této technologii čisté. Jednotlivé sortimenty jsou ukládány do samostatných hrání. Jsou tak

sníženy dopravní náklady, protože dřevo nemusí procházet manipulačně - expedičními sklady (MES).

Z ekonomického hlediska je zde zkrácena doba celého výrobního procesu a snížení rozpracovanosti výroby. U běžných technologií s MES je doba obrátky zásob dřeva 25 dní, ale u těchto technologií jen 7 dní. Je rovněž zkrácena doba expozice dříví v lese. Zrychlení výroby je dáno těmito důvody: Současně s těžbou totiž probíhá manipulace sortimentů. A u klasických technologií dochází k prodlevám způsobeným různou výkonností nasazených prostředků (JMP, kuň, UKT). Nasazením výkonného harvestorového uzlu, kde jsou stroje výkonnostně sladěny dochází ke zrychlení výroby. Podmínkou je ale to, že forwarder začíná svou činnost s co nejmenším zpožděním za harvestorem.

Harvestor a vyvážecí traktor tvoří tzv. harvestorový uzel. Nicméně lze harvestory doplňovat i jinými prostředky např. lanové dopravní zařízení, či vyvážecí souprava. Nasazení harvestoru do jiné těžební technologie, kromě té sortimentní není doporučováno, a to ze dvou důvodů. Jednak nejsou naplno využity možnosti této technologie (možnosti měření, zvýšení bezpečnosti). Druhou věcí je to, že vznikají i technické potíže, např. odvětvování stromů v celých délkách vede k lámání těchto stromů a k přetěžování jeřábu.

5.3.1. Historický vývoj TDS v České republice

Používání těchto strojů v ČR je doloženo od poloviny 70. let 20. st. Prvními místy jejich výskytu byly severní a západní Čechy a severní Morava. V první fázi se používaly pouze jednooperační stroje (jednooperační proto, že vykonávají pouze jednu činnost – např. pouze kácení či pouze odvětvování). Jednalo se o procesory Logma. Byla používána kmenová metoda s motomanuálním kácením, přičemž procesor přímo na pasece odvětvoval stromy v celých délkách. Na procesor navazoval SLKT se svěrným oplenem jako přibližovací prostředek.

Od roku 1977 nastoupila úplně nová technologie. Již se jednalo o harvestory z stoupené dvěma značkami, a to Volvo a Osa. Harvestor Volvo vznikl jako nástavba na vyvážecí traktor. Harvestor Osa měl již podvozek speciální. Jeho zadní boggie náprava byla hydraulicky vyrovnávána, a tak se mohlo pracovat i na větších příčných a podélných sklonech. Jako odvoz se používaly buď vyvážecí traktory, nebo SLKT se svěrným oplenem.

Další generace strojů řešila upřednostňování dodávek sortimentů a potřebu úklidu těžebního odpadu. Začala se tedy používat v metodě stromové. Na SLKT Osa se svěrným oplenem byl přidělán hydraulický jeřáb s kácecí hlavicí. Hlavice strom pouze pokácela a následně byl jeřábem vložen do svěrného oplenu. Následně byl strom přiblížen na místo

vhodné pro provedení odvětvení. Na tom místě vykonával odvětvovací a případně i druhozací činnost jeřábový procesor Steyr (nebo zřídka se vyskytující LKT D s odvětvovacím strojem OVP 1).

Trendem počátku 80 let byly jednoúčelové kácecí stroje Osa a Kockums. Ty zajišťovaly pouze kácení. Stromy ale neopouštěly v porostu, ale vyklízaly je z něj nesením k přibližovací linii. Výhodou byla jejich schopnost pracovat v porostech s přirozeným zmlazením. Při rozestupu přibližovacích linek 15 m totiž pokácely a vynesly dřevo bez poškození nárostu.

V roce 1987 se ve světě objevily jednoúchopové harvestory druhé generace (Jednoúchopové proto, že provádějí kácení, zkracování a odvětvování těžební hlavicí. Dvouúchopové harvestory používají hlavicí kácecí. Touto hlavicí je strom pouze pokácen a následně vkládán do výkyvné procesorové hlavice nesené na zadní části podvozku. Procesorová hlavice plní všechny zbylé činnosti, jako je odvětvování, sortimentování a kubírování.). Do ČR dorazily tyto stroje v roce 1988, přesněji do lesního závodu Tachov. Jednalo se o stroje Osa a FMG, které byly doplněny o vyvážecí traktory Norcar. Tyto stroje se používaly pouze v probírkách. V roce 1990 byly výjimečně nasazeny při odstraňování následků větrné kalamity na lesním závodě Přimda.

V devadesátých letech se projevuje aktuální potřeba výchovy nejmladších porostů do 40 let věku, a proto bylo dovezeno několik harvestorů Timberjack 570 (pro lesní závody Horní Planá, Vyšší Brod, Žatec a Blatná). Vyvážení jim bylo zajišťováno traktory Bruunet 678 a Timberjack 810. Výroba malých harvestorů Timberjack 570 a Valmet 701 byla však roku 1995 zastavena. Důvodem byl nedostatečný odbyt těchto strojů, ale i skutečnost, že rozčleňování porostů (zejména šířka linek) musí být již od prvních zásahů stejné pro všechny kategorie harvestorů (je-li s harvestory uvažováno i pro další zásahy v budoucnu). Výrobci těchto malých strojů proto začaly doporučovat harvestory střední třídy (např. Timberjack 1070, Valmet 901).

Během 80. a 90. let byly (místa jsou činné i dnes) u nás rovněž provozovány finské harvestory Makeri 33T a 34T. Vyskytovaly se převážně u Vojenských lesů a statků (např. Plumlov, Sušice) a v lesních závodech Stříbro a Rájec. Tyto stroje měly smykem řízený kolový podvozek a kácecí hlavicí připevněnou na krátkém výložníku. Operátor musel dojet ke kácenému stromu, který kácecí hlavicí ustříhl, potom ho na stojato vyvezl na přibližovací linku, kde jej odvětvil a nakrátil na sortimenty. Nyní je však tato technologie, vhodnější pro borové porosty, překonána.

V některých případech se těžební technologie obešly bez harvestorů, nicméně vyvážecí traktory použity byly. Zde byla použita sortimentní technologie zajišťovaná motomanuálně. Tento způsob byl sice pracný, ale použití vyvážecího traktoru bylo šetrné k porostu. Hlavně v porostu mladém a netvárném.

Rychlý rozvoj TDS je možno v ČR pozorovat od roku 2000. V roce 2002 zde bylo 60 ks a roku 2005 již 140 ks harvestorů.

5.3.2. Předpoklady pro práci a samotná činnost operátora TDS

Co se předpokladů pro práci operátora (řidiče) těchto strojů, tento nemusí mít pro svou práci žádnou odbornost. Jedinou podmínkou je vlastnění řidičského oprávnění skupiny C nebo T, nemusí být splněno ani základní vzdělání, natož vzdělání odborné. Není povinný žádný kurz, ani žádné osvědčení (např. na práci s hydraulickým jeřábem). Z hlediska nároků lze operátora TDS srovnat s pomocným stavebním dělníkem. Nicméně někde odbornost operátorů je srovnatelná s výše uvedeným dělníkem, a to se projevuje na kvalitě práce a spolehlivosti strojů. Nyní však je tlak na zákonodárné činitele ze strany učitelů TDS, aby urychlili vznik a schválení vyhlášky, jež by stanovila požadavky na odbornost operátorů.

Mezi předpoklady pro práci operátora patří např. rozvážnost (zbrkllost se v lese nevyplácí), aktivní přístup (předávání jeho poznatků pomůže ve vývoji dalších strojů), kladný vztah k informačním technologiím (hlavně měřicí systém harvestoru) a manuální zručnost (při ovládání stroje a servisu). Častou podmínkou také bývá ochota operátora snášet pobyt mimo domov. Jedná se o přesuny za prací po ČR i do zahraničí. Proto zaměstnání jako operátor TDS vyhovuje spíše lidem svobodným (jak rodinným stavem, tak myslí).

Cílem každého provozovatele TDS je pokud možno nepřetržité vytížení technologie při vhodném počtu operátorů. Pro zajištění tohoto je nejrozšířenějším systémem turnusů, kdy operátor pracuje 10 dní na stroji (5 dní ranní a 5 dní odpolední směnu) a 5 dní je doma. Při tomto systému je nutno mít na každý stroj 3 operátory. V práci se střídají po 10 až 12 hodinách a při střídání provedou společně údržbu stroje. Osazení vyvážecí soupravy se uzpůsobuje výkonu harvestoru.

Denní činnost operátora se liší podle počtu směn. Jednosměnný provoz probíhá následovně. Po dostavení se operátora ke stroji se provede vizuální kontrola stroje (často dochází ke krádežím např. hasících přístrojů, nafty, či k úmyslnému poškození, a to i ze strany konkurence). Následuje doplnění pohonných hmot a provozních kapalin. Důležité je prohlédnutí pracoviště (linek, odvozního místa, v případě nového porostu seznámení se se sortimentací a prohlídka rizikových míst). Při otevírání nového porostu by měla být

uskutečněna prohlídka se zástupcem vlastníka lesa (zadání hranic pozemků, zadání sortimentace a předání technologické karty pracoviště). Tato prohlídka se bohužel v ČR provádí výjimečně. Vyznačení linek by měl provádět zástupce vlastníka lesa. V případě práce v noci je nutné značit fosforizující barvou jak stromy, tak linky včetně kořenových náběhů u linky. Je-li toto všechno splněno, je možno začít se samotnou těžbou dříví dle zadané sortimentace a vyvážením hotových sortimentů na odvozní místo.

Produktivita práce stoupá první 4 hodiny, potom je nutná přestávka (svačina, protažení těla). Potom následuje práce dalších 4 – 5 hodin. Doporučuje se tzv. pasivní přestávka (operátor nemusí opustit kabinu, jen na chvíli přeruší práci) v průběhu těch 4 hodin práce.

Operátor by během pracovní doby měl zvládnout základní servisní úkony (např. výměna hydraulických hadic). V případě větší poruchy musí být schopen odborně popsat závadu servisnímu technikovi.

Podkladem pro mzdové ohodnocení operátora TDS je množství vyrobeného dřeva a je brána v úvahu průměrná hmotnatost. U vyvážecího traktoru rozhoduje vyvážecí vzdálenost. Mezi nejčastěji uplatňované způsoby odměňování patří stanovení minimálního stálého základu s pohyblivou složkou dle výkonu. Operátoři s trvalým pracovním poměrem mají nárok na cestovné a stravné. Průměrná výše platu operátora TDS může dosahovat i dvojnásobku průměrného platu v ČR.⁶

5.3.3. Rozdělení harvestorové technologie

1) Podle charakteru těžby

- do probírek: výchovné zásahy do 60 let jehličnatého porostu
- střední probírky: výchovné zásahy do 80 let
- předmýtní a mýtní cesta: nad 80 a nad 100 let

2) Úřez harvestorové hlavičky

- do 45 cm
- do 55 cm
- 55, 65, 75, případně více cm

3) Dosah hydraulického jeřábu harvestoru

- 6 – 8 m
- 8 – 10 m
- 10 a více m

4) Podvozek harvestoru

- 4 kolové, 6 kolové s kloubovým řízením a pásové na podvozcích zemních strojů

- 4, 6 a 8 kolové (pásové)
- 6 a 8 kolové (pásové)

5) Podvozek vyvážecího traktoru

- 8 kolové, pásové (v probírkách je nutná větší šetrnost)
- 8 a 6 kolové (6 kolové mají lepší manévrovatelnost v lesních porostech)
- 6 a 8 kolové do málo únosných terénů

6) hmotnost harvestorů

- 8 – 10 t
- 12 – 14 t
- nad 16 t

5.3.4. Harvestory určené do obtížných terénů

- Menzi Muck: Dle podvozku je tento stroj zařazen mezi harvestory na podvozku zemních strojů, přesněji na podvozku samohybného rýpadla. Obvykle se tento stroj užívá při čištění říčních koryt nebo při úpravě svahů. Je-li však na hydraulický jeřáb připevněna harvestorová hlavice se jménem Woody, pak se z něho stává těžební stroj. Podvozek je vybaven výsuvnými stabilizačními podpěrami, které zajišťují stabilitu stroje na prudkých svazích. Pohyb na svahu a v neprůjezdných terénech je zajištěn jeřábem s hlavicí, která je pro tento účel vybavena podpěrnou patkou, o kterou se stroj při přesunu opírá (jako když se rýpadlo opírá o lopatu). Jeřáb nadzvedne jednu nápravu s podpěrami a následně zlamováním výkyvného a výsunem teleskopického ramene jeřábu se stroj posouvá na pojezdových kolech. Je tak schopen dosáhnout rychlosti až 4 km.h⁻¹.
- Neuson – Ecotec: Tyto stroje jsou vyráběny jen s pásovým podvozkem. Pro pásy obecně platí, že jsou pryžové (pro lehčí stroje do 11 t), kovové a kombinované (s oběma materiály). Nekonečné kovové pásy, jaké jsou používány i tímto výrobcem jsou složeny z jednotlivých článků. Pohon pásů je od hydraulicky poháněného vloženého hnacího kola, jehož trny zapadají do ok na pásu (zde se pro zajištění životnosti pryžových pásů používají oka vyztužená kovem). Pásy jsou napínány přes řetězku a jsou vedeny na několika vodících kladkách. Podvozek je odpružen zkrutnými tyčemi. Hydraulika zajišťující pohon pásů má samostatný uzavřený okruh pro levý a pravý pás zvlášť. Tím je usnadněno směrové řízení (děje se změnou rychlosti levého a pravého pásu, je při tom možno jeden pás zastavit a otočit se tak na místě). Výhodou těchto podvozků je vynikající trakce na málo únosných terénech,

velká stabilita svahová dostupnost. Nevýhodou je hlavně zhoršená možnost přesunu mezi pracovišti.

5.3.5. Moderní technologie v konstrukcích harvestorů a vyvážecích souprav

Od dvoumotorové motorové pily se díky vývoji přešlo k pile jednomotorové. Potom již pracovník usedl do kabiny různých těžebních strojů, např. zmíněných harvestorů. V příspěvku níže je však již popsán harvestor bez obsluhy sedící v jeho kabině.

- Harvestor, jenž je ovládán dálkově, pracuje ve skupině tří strojů. Skupina má název The Beast a tvoří ji dva vyvážecí traktory a jeden, již zmíněný, harvestor. Tyto tři stroje jsou ovládány pouze dvěma operátory, protože harvestor je ovládán z kabiny vyvážedky (sám kabinu nemá). Dosah dálkového ovládání je 300 m, z bezpečnostních a praktických důvodů se pracuje s nejvyšší vzdáleností 50 m. Jednotlivé sortimenty dřeva jsou před odříznutím z kmene nasměrovány na ložnou plochu vyvážedky a po odříznutí na ní zůstanou. Ložná plocha proto umožňuje vodorovné otočení v rozsahu 360° a také příčný náklon $\pm 10^\circ$. Důvodem je dosažení lepší pozice ramene harvestrou a ložné plochy. Kábecí hlavice je vybavena dvěma řezacími ústrojími, tedy horní a spodní lištou. Toto řešení je vhodné pro zpracovávání polomů. Tímto způsobem se mírně zvýší výkonnost, protože nedochází k nakládání vyvážedky jejím jeřábem. Nicméně je na ni naloženo několik sortimentů, které se pak musejí postupně na odvozním místě roztrždit. Výhodou u harvestoru je nepřítomnost jeho kabiny, tedy možnost otáčení ramene s hlavicí ve větším rozsahu. Tato souprava strojů je ale navržena pouze pro holosečném způsobu těžby.
- Hybridní pohon vyvážecí soupravy s obchodním označením El – Forest forwarder. Zatím se jedná pouze o prototyp vyvážedky, jejíž nosnost činí 12 t nebo 14 t. U nosnosti 12 t činí pohotovostní hmotnost 8 t. V této hmotnosti je jedna z výhod tohoto řešení. Běžná vyvážedka se stejnou nosností má pohotovostní hmotnost 14 t, což je o 6 t více. K pohonu prototypu je použito naftového motoru, který má výrazně nižší výkon, než je u stejné nosnosti obvyklé. Výkon je jen 40 kW oproti běžným 120 kW. Tento motor pohání tři generátory elektrické energie, které potom nabíjejí šest samostatných akumulátorů, které jsou následně zdrojem pro šest nezávislých elektromotorů jenž pohání kola. Při jízdě z kopce je stroj těmi elektromotory brzděn a vzniklou energií jsou dobíjeny akumulátory (dochází k tzv. rekuperaci energie). Hybridním pohonem lze snížit spotřebu paliva o 35 – 50 %. Každé kolo má vlastní elektromotor, čímž je umožněno přesně nastavovat jejich otáčky. To se využije pro

zlepšení záběru, prokluzují-li některá kola. Význam to má i při jízdě v zatáčce, kdy je omezeno smýkání kol ve vnitřní straně zatáčky. Tím se prodlouží jejich životnost a nepoškozuje se povrch půdy. Je tak rovněž umožněno použití větších kol, jimiž je zvýšena světlá výška stroje. Součástí elektrického přenosu výkonu na kola nejsou tak těžké jako v případě přenosu mechanického. Je tedy snížena pohotovostní hmotnost, a tím i měrný tlak pneumatik na povrch půdy. V současnosti do tohoto typu stroje investuje od roku 2007 společnost Volvo. První dodávka stroje měla proběhnout v roce 2008 pro Švédské státní lesy. Dodávky sériových strojů pro vnitřní trh Švédska mají začít na jaře 2009.



Obrázek 8: Vyvážecí traktor EL – forest F 14

- Dalším vylepšením je tzv. Angled crane, což je hydraulický jeřáb harvestoru, jenž umožňuje, kromě běžného horizontálního, i zlomení vertikální o $\pm 30^\circ$. Vývoj proběhl u společnosti Cranab. Horizontální zlomení je uskutečněno ve zlamovací části mezi hlavním sloupem a zlamovacím ramenem. Vertikální zlamování je v této části zachováno. Výhodou to je zejména v probírkových porostech. Je zde lepší dosažitelnost pro více stromů z jedné pozice harvestoru. Tím je snížen podíl času na pojezd stroje. Toto nové vychýlení jeřábu umožňuje operátorovi snížit poškození stromů. Prvními výzkumy bylo ukázáno zvýšení dosažitelnosti stromů o 30 % a vyšší výkonnost v probírkách o 8 %.
- Pro omezení poškození lesní půdy od kol vyvážecího traktoru je určen systém Tire pressure control. Spočívá v regulaci tlaku v pneumatikách, protože tlak jejich huštění má vliv na působení kol na půdu. Snížením tlaku v pneumatice dojde ke zvýšení její styčné plochy s povrchem půdy či cesty. Nižší je tedy i měrný tlak na tuto podložku.

Snížením tlaku jsou rovněž zlepšeny záběrové vlastnosti pneumatik, tedy i terénní dostupnost. Tlak je ovládán buď automaticky, nebo ručně. Např. v Kanadě je zákonem umožněno při použití tohoto systému na odvozní soupravě zvýšení její celkové hmotnosti o 6 t, a tím jsou sníženy i jednotkové náklady na odvoz dříví. V České republice je tohoto využito u traktorů vykonávajících polní práce (kde se snížením tlaku zlepší tahové vlastnosti), u strojů pohybujících se střídavě mezi polem a silnicí (na poli nízký tlak pro nižší tužení a na silnici větší tlak pro nižší spotřebu paliva a vyšší životnost pneumatik), nebo u prostředků, jež vykonávají činnost na málo únosných terénech (např. podmáčené louky).

- Pro účinné zpracování celých stromů, hlavně pro energetické účely je určen stroj s názvem Harboundler. V překladu se jedná o kombinovaný harvestor s balíkovacem. Stroj je určen pro nasazení v prořezávkách a probírkách. Je použita víceúčopová harvestorová hlavice (anglicky multi – tree handling head). Je tím umožněno pokácet více stromů na jedno vysunutí ramene. Po odkácení jsou stromy předány balíkovacímu zařízení, jež je umístěno na ložné ploše. Stromy jsou stlačeny v lisu, potom ovinuty motouzem a nakonec je tento balík po dosažení jeho nastavené délky odříznut řetězovou pilou. V ucelené technologii na tento stroj navazuje vyvážečka pro odvoz balíků z porostu. Výhoda balíků spočívá v možnosti jejich odvozu ke zpracování dopravními prostředky pro určenými běžné dřevo. Je tedy snazší logistika. Další kladná vlastnost je možnost dlouhodobého skladování balíků, na jehož konci je materiál i proschlý, tedy energeticky hodnotnější. Ve srovnání s technologií štěpkování je nevýhodou štěpky právě ta nemožnost dlouhodobého skladování.



Obrázek 9: Harboundler

5.3.6. Novinky na těžebně dopravních strojích uvedené podle jejich výrobců

1) Valmet (Komatsu Forest)⁷

- Zde jsou novinkou řídicí systémy, jejichž zastřešujícím názvem je Maxi. Dílčí části tohoto systému jsou tři, a to MaxiXplorer pro harvestory, MaxiForwarder pro vyvážecíky a MaxiHead pro stroje vybavené hlavicemi Valmet. Hlavní změnou je osazení výkonnými procesory, které tak vlastně zrychlují práci celého stroje. Tímto systémem jsou online propojeny těžebně dopravní stroje pracující v lese, majitel těchto strojů i zpracovatel vytěženého dřeva. Je zde rovněž seznam náhradních dílů i manuál, to vše pod názvem ESS. Je schopen pracovat s GIS (geografickým informačním systémem) a má připojení na internet.
- U forwarderů došlo k nahrazení modelů 840 a 860 novými s označením 840.4 a 860.4. Nejdůležitějším vylepšením je nová konstrukce boggie nápravy. Má lepší stoupavost ve strmém terénu a zachovanou vysokou světlost. Dále jsou nově hydraulicky zvyšované klanice (LoadFlex). Byla o 2 cm prodloužena vzdálenost mezi osami kol na jedné loggie nápravě za účelem možnosti použít řetězy na každé kolo zvlášť
- U harvestorů Valmet rovněž nabízí kabinu na společné otoči s jeřábem.



Obrázek 10: Vyvážecí traktor Valmet 860.4

2) John Deere (dříve Timberjack)⁸: U této společnosti je hlavní novinkou loni představená modelová řada E. Zásadními vylepšeními prošly jak harvestory, tak vyvážecí traktory

- Na první pohled je nová kabina vybavená otáčecím a polohovacím zařízením, která je vyráběna v německém továrně v Brushalu (zde jsou vyráběny i kabiny pro

traktory). Tato kabina je použita i u forwarderu. Není nutné již žádné otáčení operátora na sedačce. Tuto činnost provede kabina samočinně. Toto řešení velmi zvyšuje kvalitu práce. Dalším prvkem zvyšující pohodu při práci je možnost chladicího boxu i zařízení pro ohřev jídla.

- Motory jsou konstruovány na plnění platných emisních norem a mají zvýšený výkon. Změnou je použití ventilátoru chlazení s otočnými lopatkami (při otočení směru proudění vzduchu jsou nečistoty předtím zachycené v chladiči vyfukovány ven. Ventilátor je poháněn hydraulicky a intervaly profukování jsou pravidelné a nastavitelné. Vzduch nasávaný ke spalování je ještě před vlastním filtrem předčištěn v soustavě rotačních kanálků, kde je oddělena většina nečistot. Toto řešení prodlužuje interval čištění hlavního filtru. Filtr hydraulického oleje, kromě nečistot, odstraňuje i vlhkost.
- Harvestory mají nové jeřáby, přičemž u jednoho jeho typu (CH7) byl zdvihový moment zvýšen o 26 % a moment otočný o 12 % (oproti typu 210H).
- Změny, které nejsou vidět prodělal i elektronický řídicí a měřicí systém. Komponenty tohoto systému jsou teď již jen vlastní výroby. Nové uživatelské rozhraní sjednocuje systémy TimberMatic 300, TMC a SilviA do jednoho balíku s názvem TimberMatic H09 u harvestoru a u forwarderu F09. Forwarder může mít rovněž verzi zjednodušenou s názvem CommandCenter (toto je používáno i na traktorech John Deere ve výbavě Premium). Diagnostický modul byl nově doplněn o možnost online sledování tlaku oleje v hydraulickém systému. Systém Timberlink, určený pro sledování provozuschopnosti a výkonnosti strojů, byl též vylepšen. Doposud byl dostupný pouze pro harvestory (Timberlink H), nová verze počítá i s využitím pro forwardery (F), kde může být sledována jeho výkonnost v jednotlivých pracovních fázích (jízda do a z porostu, nakládání a vykládání). V palubním počítači je rovněž uložen návod k obsluze i seznam náhradních dílů. To mnoho výrobců v současnosti na trhu nenabízí.
- Pro zjednodušení údržby jsou kryty na stroji otevírány elektricky. Místa pod kryty jsou i dostatečně osvětlena. Rovněž kabina je do servisní polohy naklápěna elektricky.
- Plánování termínů pravidelné údržby velmi zefektivňuje služba pro analýzy převodového, motorového i hydraulického oleje a chladicí kapaliny motoru. Tím se minimalizují odstávky stroje a prodlužuje se jeho životnost. Složení oleje totiž

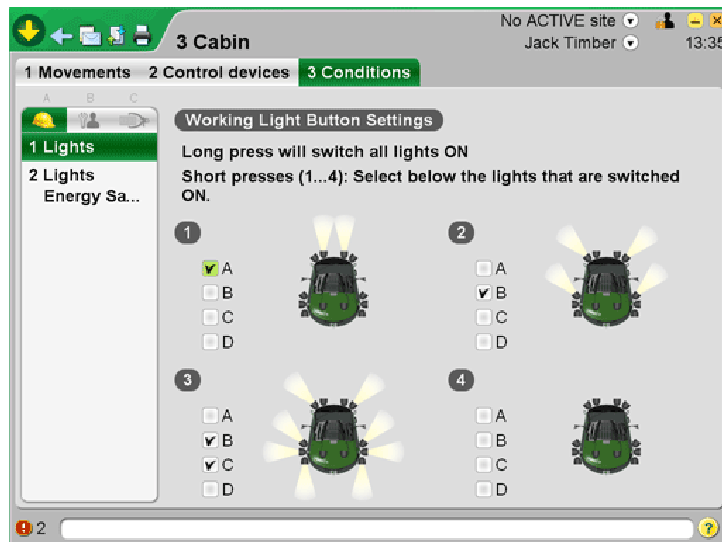
vypovídá o nutnosti jeho výměny i o stavu opotřebení stroje. Díky pravidelným odběrům vzorků a jejich rozborům je možno předem určit nastávající potíže. Tuto potíž lze potom odstranit v naplánovaném čase. Rozbory oleje samozřejmě umožňovaly i předcházející stroje. U nové řady E je k odběru vzorku určen v hydraulickém systému bod, z něhož se vzorky odebírají. Laboratoř jako výsledek analýzy uvede s online přístupem doporučení k údržbě stroje. Je sledováno 26 prvků v těchto kapalinách. Je tak možno i prodloužit interval výměny dané náplně.



Obrázek 11: Harvester John Deere 1470 E



Obrázek 12: Forwarder John Deere 1510 E



Obrázek 13: Nastavení spouštění světel v systému TimberMatic



Obrázek 14: Osobní nastavení zobrazovaných údajů

3) Ponsse⁹

- Zde je novinkou použití desetikolového podvozku na vyvážecím traktoru. Hlavním účelem vývoje byla šetrnost k půdě na měkkých terénech se malou únosností např. na rašelinném podloží. Výzkum prokázal, že tato vyvážecí souprava, naložená 10 tunami dřeva, působila na povrch půdy tlakem 26 kPa, což odpovídá tlaku vyvozeném lidskou botou. Pro odvoz stejného množství dřeva je s tímto řešením podvozku nutno méně přejezdů, než při použití např. osmikolového podvozku. Je to dáno jednak tím, že v daných podmínkách odveze větší hmotnost dřeva při

nižším tlaku na půdu. Tímto podvozkem lze dodatečně vybavit i starší modely vyvážecích souprav.



Obrázek 15: Vyvážecí traktor Ponsse 10w

- Dalším zajímavým výrobkem této společnosti je stroj Ponsse Dual Harwarder. Stroj může být převeden z harvestoru na vyvážecí soupravu v rámci několika minut. Může pracovat tam, kde by nebylo únosné provozovat tyto dva stroje odděleně. Například při těžbě tenkého dřeva, kdy výkonnost harvestoru a vyvážecí soupravy není v rovnováze. Zde je totiž harvestor pomalejší, než za ním jedoucí vyvážecí souprava. Při těchto těžbách může být stroj Dual nasazen společně s harvestorem a zvýšit tak jeho výkonnost. V rámci následného vyvážení by pak mohl stihnout vyvézt dřevo od sebe i od harvestoru. Během samotné přeměny vyvážecí soupravy v harvestor, mohou být odstraněny klanice a přední ochranný štít z ložné plochy. Při výměně drapáku za hlavici na hydraulickém jeřábu je propojení hydraulických hadic jednoduché. Jsou totiž soustředěny do společného propojovače. Tento způsob je obvyklý u připojení žacích lišt ke sklízecím mlátičkám a u čelních traktorových nakladačů. Samotná hlavice i drapák jsou měněny pomocí rychloupínacího systému. Hlavice může být v běžném provedení, zde je užíván typ Ponsse H53. Tato má úřez 520 mm, sílu válců posuvu 18 kN a rychlost posuvu $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Další možnou hlavici je Ponsse EH25. Zde se jedná o hlavici pro těžbu dřeva pro energetické účely. Tato má úřez 250 mm a váží 490 kg. Její zvláštností je to, že postrádá odvětvovací nože i válce posuvu. Místo toho jsou tam drapákové kleště. Je určena pro kácení. Následně je schopná uchopovat jednotlivé kmeny po jejich pokácení. Takto může být pokáceno a uchopeno i více

kmenů zároveň před tím, než jsou jeřábem naloženy na ložnou plochu. Stroj může být vyroben na osmi nebo šestikolovém podvozku podle přání zákazníka. Dále jsou děleny podle užitečné hmotnosti na BuffaloDual (14 t užitečná hmotnost, 5,1 m² ložné plochy, 205 kW, 1100 Nm a nádrž na 200 l paliva) a WisentDual (12 t, 4,5 m², 129 kW, 675 Nm, 130l).



Obrázek 16: Ponsse BuffaloDual



Obrázek 17: Ponsse WisentDual

Tabulka 5 - Přehled vybraných parametrů harvestorů s největším úřezem nabízených v České republice

	Výrobce a typ	Valmet 941.1	John Deere 1470E	Ponsse Bear	HSM 405 H2 8WD	Rottne H 20	Logset 10H
stroj	hmotnost [kg]	23500	20000	24000	19500	22000	22000
	palivová nádrž [l]	550	435	400	550	490	800
motor	výkon motoru [kW]	210	190	240	202	187	220
	točivý moment [Nm]	1300	1250	1300	930	1095	1300
	objem válců [l]	8,4	9		5,9	9	8,4
	výrobce motoru	Sisu	John Deere	Merc.-Benz	Iveco	John Deere	Sisu
podvozek	vpředu	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie
	vzadu	1 náprava	1 náprava	1 náprava	boggie	1 náprava	1 náprava
hydraulika	průtok hydrauliky [l.min ⁻¹]	346			406	357	330
	max. pracovní tlak [Mpa]	28	28		38	25	
	nádrž hydr. oleje [l]	235		350	240	200	300
jeřáb	dosah [m]	10	11	11	10	10	11
	zdvihový moment [kNm]	273	210	255	188	200	280
	otočný moment [kNm]	51	55	50	44	40	
	typ	CRH 24	CH8	C55	Loglift L220	RK200	Loglift L280V
harvestorová hlavice	max. úřez [mm]	700	720	720	650	750	700
	hmotnost [kg]	1470	1250	1300	1080	1400	1500
	rychlost posuvu [m.s ⁻¹]	5	6	5	4,7	3,7	5,6
	síla posuvu [kN]	30,7	30,2	36	30	27	31
	typ	Valmet 370.2	JD H480	H8	Waratah	EGS700	8X

Tabulka 6 - Přehled vybraných parametrů malých vyvážecích traktorů

	Výrobce a typ	Terri 34	Vimek 606 TT	Entracon Delaware	Logbear F4000
stroj	hmotnost stroje [kg]	4340	2960	5450	5100
	palivová nádrž [l]				100
	nosnost [kg]	4000	3000	4500	4000
motor	výkon motoru [kW] (při ot.min ⁻¹)	44,7 (2800)	18 (3600)	54,5 (2600)	60 (2600)
	točivý moment [Nm] (při ot.min ⁻¹)	192 (1800)			253 (1600)
	objem válců [l]				3,3
	výrobce motoru	Perkins	Kubota	Kubota	Perkins
podvozek	vpředu	pásky	1 náprava	boggie	pásky
	vzadu	pásky	boggie	boggie	pásky
	světlost [cm]	40	40		
	max. rychlost [km.h ⁻¹]	19	20	22	12
hydraulika	průtok hydrauliky [l.min ⁻¹]		27	140	
	max. pracovní tlak [Mpa]		18	40	19
	nádrž hydr. oleje [l]				175
jeřáb	dosah [m]	5,5	4,6	6,5	5,5
	zdvihový moment [kNm]	29		29	21
	otočný moment [kNm]	8,5		8,5	9
	plocha drapáku [m ²]		0,16	0,22	0,2
	typ	Mowi 300	Mowi 2046	Moheda M40	Logbear 235

Tabulka 7 - Přehled vybraných parametrů velkých vyvážecích traktorů v ČR

	Výrobce a typ	John Deere 1510E	Rottne SMV Rapid	Valmet 890.3	Ponsse Elephant	Gremo 1350 VT	Logset 10F	EcoLog 594C
stroj	hmotnost stroje [kg]	17900	16400	19100	20600	16730	22000	20000
	palivová nádrž [l]	167	195	210	250	210	165	
	nosnost [kg]	15000	16000	18000	18000	13000	18000	19000
	ložná plocha [m ²]		4,9 - 5,8	5,6 - 6,0	5,2 - 6,25	5,0 - 5,3	5,4 - 6,2	
motor	výkon motoru [kW] (při ot.min ⁻¹)	145 (1900)	137 (1600)	150 (2000)	205	141 (1700)	179	224
	točivý moment [Nm] (při ot.min ⁻¹)	800 (1300)	838 (1200)	1000 (1500)	1100 (1200)	900 (1200)	1000	1200
	objem válců [l]	6,8	6,8	7,4		6,7	7,4	
	výrobce motoru	John Deere	John Deere	Sisu	Merc.- Benz	Cummins	Sisu	Merc.- Benz
podvozek	vpředu	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie
	vzadu	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie	boggie
	světlost [cm]	61	69		80		73	71
	tažná síla [kN]	185	160	207	220	184	220	240
	max. rychlost [km.h ⁻¹]	23	25	25		25		25
hydraulika	průtok [l.min ⁻¹]		260	340			180	
	max. pracovní tlak [Mpa]	24	17,5	23,5	23,5	23,5		
	nádrž hydr. oleje [l]		150	130	200		170	
jeřáb	dosah [m]	10	7,1	7,5	9,5	7,8	9,2	8,5
	zdvihový moment [kNm]	125	125	155	145	106		151
	otočný moment [kNm]	32	25	41				
	typ	CF7	RK 125	CRF 14	K100	Cranab FC106	Loglift 111	Loglift 111

6. Odstraňování těžebních zbytků

Těžební zbytky jsou částí biomasy (dendromasy) těžených stromů s nízkou technologickou kvalitou. Hlavním podílem je klest, což jsou větve a nestandardní dříví z vrcholové části stromu. Tloušťka této dendromasy většinou nepřesahuje 7 cm, jedná se tedy o tzv. nehroubí. Podíl těchto zbytků na celkovém objemu dendromasy stromu je značný. Přesné podíly závisejí na druhu dřeviny, jejích rozměrech a věku. Například u mladých smrků s tloušťkou 10 cm je podíl klestu (tedy nehroubí) až 60 % vzhledem k objemu hroubí (částem s průměrem nad 7 cm). U starších stromů smrku (s tloušťkou 35 cm) tento podíl klesá na hodnotu okolo 16 %.

Těžební zbytky hrají kladnou i zápornou úlohu v lesním hospodářství. Zápornou vlastností je to, že tvoří překážku pro obnovu porostu, zvláště při strojním vysazování nových stromů. Významná záporná úloha spočívá v tom, že vytvářejí prostředí vhodné pro přemnožení podkorního hmyzu, který posléze napadá i živé zdravé stromy. V případě sucha znásobují ničivou sílu lesních požárů, protože jim umožňují šířit se účinně i po zemi. Nicméně jejich kladným významem je to, že jsou zdrojem živin a humusu pro lesní půdu a také omezují vodní erozi půdy.

Mohou být rovněž využity k dalším účelům konaným mimo samotný les. Nejčastěji se využívají k energetickým účelům, méně často pro výrobu kompostů a zahradnických substrátů. Stále je ale řešena otázka, zda není les poškozován tím, že je z něj hmota těžebních zbytků odebírána. Potíž je v tom, že jsou tím zároveň odebírány i živiny. Tato věc by mohla záporně působit jen na těch na živiny chudých stanovištích. Na běžném stanovišti se totiž během doby obmýtí dostanou do půdy živiny např. z hmoty asimilačních orgánů (jehličí, listí), z dendromasy prořezávek či ze spadanych větví.

6.1. Technologie užívané k nakládání s těžebními zbytky

1) Zbytky jsou likvidovány v lese a dále nevyužity

- Rozptýlení zbytků a jejich ponechání (na pasece či v porostu) k přirozenému setlení
- Seskupení do hromad či pásů (ručně, či mechanizovaně za pomoci shrnovačů klestu). Následuje buď jejich pálení, nebo opět ponechání k zetlení
- Rozdrcení zbytků a jejich ponechání na povrchu půdy nebo zapravení a promísení s půdou do hloubky kolem 10 cm.

2) Zbytky jsou zpracovány pro další využití mimo les. Samotné zpracování může proběhnout buď přímo v porostu, nebo je hmota převezena na jiné místo (např. k vývozní nebo

odvozní cestě). Teoretické výzkumy i praktické poznatky ukazují, že nejvhodnějším technologickým postupem je dezintegrace hmoty na odvozním místě popř. skládce. Při zpracování klestu přímo v terénu není možné dosažení dostatečného přísunu hmoty do výkonných drtičů či štěpkovačů. K nakládání a převozu klestu se používá běžných vyvážecích traktorů či souprav. Je vhodné použít na jeřábu drapák určený pro klest. Běžné drapáky díky své konstrukci nepronikají dobře do hromad klestu. Rovněž pláty, které jsou na jejich konci snadno nabírají hlínu a jiné nečistoty. Ve Finsku byl proto navržen tzv. prstový drapák. Byly odstraněny spojovací pláty standardního drapáku, zároveň byl drapák rozšířen ve vodorovné rovině a odlehčen. V praxi jsou využívány drapáky se dvěma až čtyřmi prsty na každé straně. Tento prstový drapák odstraňuje nevýhody běžného drapáku na kulatinu. Prstový drapák je schopen na jeden úchop naložit 0,32 m³ a vyložit 0,38 m³ klestu. Běžný drapák naloží 0,22 m³ a vyloží 0,26 m³. Rezervy jsou i ve využití ložné plochy strojů vyvážecích klest. Při použití standardních typů nedochází k využití užitečné nosnosti, protože hustota naložené hmoty je jen 80 – 150 kg.m⁻³. Pro zvýšení produktivity se provádějí úpravy spočívající ve zvětšení ložného prostoru. Nejjednodušeji a nejlevněji to lze provést prodloužením klanic do výšky nebo ložného prostoru do délky a použitím předních a zadních zábran (ty vyplňují prostory v přední a zadní části ložné plochy). Výhodná je ložná plocha vybavená kompresí. Spočívá např. v hydraulickém sklopení postranic, a tím stlačení hmoty tak, že je možno přepravit až 45 prostorových m³ klestu o hmotnosti 10 tun. Toto řešení používá finská energetická společnost Vapo. Dále je vyráběna nástavba se stlačováním na vyvážecí traktory a další vyvážecí prostředky s názvem Press collector. Vyrábí se v Nizozemí. Nástavba pojme 48 m³ klestu o hmotnosti 10 t. Nástavba samotná váží 3,7 t. Podobné řešení, navíc s možností naložený klest vyklopit, je vyráběno ve Švédsku. V České republice jsou v současnosti k vyvážení klestu využívány stroje stejné jako pro vyvážení kulatiny. Rozvoj specializovaných strojů bude záležet na ekonomické výhodnosti zpracovávání klestu pro energetické účely a rovněž na dostupnosti těchto strojů na trhu ČR. Rychlost nakládání je urychlena předchozím shrnutím klestu do řad nebo na hromady. Samotný harvestor může následné nakládání klestu ulehčit tím, že větve klade na linku, po které pojíždí. Nevýhodou mechanizovaného nakládání a shrnování je znečišťování klestu hlínou a kameny. Na tyto příměsi je náchylný zvláště štěpkovač. Z tohoto důvodu se pro velké objemy zpracovávaného těžebního odpadu používají hlavně drtiče.

- Drcení a štěpkování

- **Balíkování:** Tento způsob je ve střední Evropě nový. Časem se patrně zvětší počet pracujících strojů. Výhodou balíků je jejich snadná doprava, protože jsou rozměrově podobné dřevu. Při jejich dlouhodobém skladování nedochází v balících k tzv. kompostovacímu efektu. Naopak hmota v balíku dále vysychá. Způsob má vysokou produktivitu práce (24 – 40 m³.hod⁻¹). Energie spotřebovaná při samotném balíkování představuje pouze 3 % z energie, kterou v sobě mají balíky. Energie balíků je uvolněna při jejich spalování. Nevýhodou je vysoká cena pořízení balíkovacího stroje a také možné potíže s odbytem balíků, protože se spíše obchoduje již s hotovou štěpkou. Například stroj od společnosti John Deere 1490D stojí kolem 11 mil. Kč. K balíkování se hodí větve i tenké celé stromy (z prořezávek i z kalamitní těžby).



Obrázek 18: Svazkovač klestu John Deere 1490D

7. Experimentální část

7.1. Cíl experimentální části

Záměrem bylo zjistit, za jaký čas se zpracuje 1 m³ dřeva daným způsobem a v daných podmínkách. Zároveň byl zjišťován celkový způsob obhospodařování lesa na místě měření. Zpracování zahrnuje pokácení, odvětvění a případnou sortimentaci.

7.2. Vyhodnocované veličiny

V první řadě je vyhodnocován čas potřebný na jednotlivé operace, dále délka a středová tloušťka káceného stromu (pro výpočet objemu stromu). Čas se měří vždy ručně. Délku a průměr kmene je nutno u motomanuálního způsobu naměřit ručně. U harvestoru je možno využít výstup z počítače harvestorové hlavice, který udá jak tyto veličiny, tak vypočte i objem kmene. Pro motomanuální způsob jsou nutné tyto časy: pokácení, odvětvění, sortimentování a celkový čas na zpracování. Pro harvestor se počítá s těmito časy: přejezdu, ustavení jeřábu, pokácení, sortimentování a celkový. U každého měření je také uvedena venkovní teplota, průběh počasí, svažitost a případné překážky.

- Čas pokácení: Je to doba, měřená od prvního doteku řezného ústrojí ke kácenému stromu do jeho pádu.
- Čas odvětvění: Doba, která se měří od prvního doteku řezného ústrojí k první odřezávané větvi, měří se až do odříznutí poslední větve. Dochází-li v průběhu odvětvování zároveň i k dělení kmene na sortimenty, pak se při rozřezávání měření přesuší a při začátku dalšího odvětvování se pokračuje v měření.
- Čas sortimentování: Jedná se o dobu nutnou na rozřezání kmene na jednotlivé sortimenty nutné pro další zpracování dřeva. Měří se od prvního doteku řezného ústrojí ke kmeni až po doříznutí posledního kusu. Výsledný čas je součtem dílčích časů. U harvestoru se tento čas měří od doby spuštění válců posuvu až do odříznutí sortimentu.
- Čas přejezdu: Je měřen u harvestoru po dobu, po kterou přejíždí od stromu ke stromu a hledá nejvýhodnější umístění pro zpracování stromu. Tato doba začíná po odříznutí posledního sortimentu a uvedení stroje do pohybu až po zastavení pro ustavení jeřábu.
- Čas ustavení jeřábu: Měří se u harvestoru od doby zastavení stroje po přejezdu až po sevření kleští hlavice kolem kmene stromu, který bude kácen. Nepřejíždí-li harvestor,

pak je to doba od vyčištění hlavice od právě dokončeného stromu, po sevření stromu dalšího.

- Čas celkový: Jedná se o součet časů měřených pro daný způsob zpracování.
- Délka kmene: Vzdálenost mezi dolním čelem a horním čelem na kmeni
- Průměr kmene: Měří se uprostřed délky kmene
- Použitý fyzikální vztah:

$$t = \frac{t_c}{V \cdot 60}$$

kde: t... čas na zpracování 1 m³ [min]

t_c...doba zpracovávání jednoho stromu [s]

V...objem zpracovávaného stromu [m³]

7.3. Měření č. 1: Květov u Milevska

Toto měření proběhlo v rámci předvádění strojů pořádané společností Entracon Trade s. r. o. a společností Orlík nad Vltavou a. s. Byly zde předvedeny možnosti nasazení probírkového harvestorového uzlu od společnosti Entracon Trade v podmínkách lesní správy Orlík.

7.3.1. Charakteristika společnosti Orlík nad Vltavou s. r. o.

Společnost obhospodařuje 10156 ha lesa. Na 12 ha se nachází lesní školka, a to je postačující pro soběstačnost ve výrobě sazenic. Roční průměrné hospodářské úkoly jsou pro těžbu na úrovni 63000 m³, roční plocha na zalesnění je 120 ha (s podílem melioračních a zpevňujících dřevin 40 – 50%). Výchovné zásahy (prořezávky, probírky do a nad 40 let) jsou v rozsahu 710 ha ročně. Průměrný roční stav zaměstnanců je 140. Umístění lesních porostů se nachází v přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina v nadmořské výšce 354 – 570 m. n. m. O zastoupení dřevin současném a cílovém vypovídá tato tabulka:

Tabulka 8 - Zastoupení daných druhů dřevin

druh dřeviny	zastoupení [%]	
	současné	cílové
smrk	64	38
borovice	16	15
jedle	0,4	5
douglaska	1	7
modřín	1,5	5
buk	3,5	13
dub	8,5	12
ostatní listnaté	5,1	5

Z tabulky je patrné do budoucna značné snížení zastoupení smrku. Naopak je počítáno s velkým rozšiřováním jedle, douglasky, modřínu a buku. Menší nárůst zastoupení je u buku. Nepatrně bude snížen podíl borovice.

7.3.2. Výchova lesních porostů v podmínkách lesní správy Orlík nad Vltavou

Výchova je zaměřena na smrkové porosty, které jsou zde hojně zastoupeny. Zásady výchovy vycházejí ze znalostí a zkušeností Josefa Bohdaneckého s odstupňovanou výchovou porostů. Tento lesník působil na majetku Schwancenbergů v letech 1890 – 1920. Základem jsou první intenzivní prořezávky v období zapojování smrkových mlazin, které je spojeno s rozčleněním porostu na pracovní pole o šířce 15- 20 metrů. Rozčleňování linky jsou široké 3,5 – 4 m a jsou vedeny převážně kolmo na směr předpokládaného nebezpečného větru. První probírkové zásahy jsou uskutečňovány v období začátku usýchání spodních pater větví do výšky 2 – 3 m. Zde je již možno využít harvesterové technologie. Po překročení věku 50 let jsou smrkové porosty vychovávány slabými probírkami, které jsou zaměřeny hlavně na zdravotní výběr. Uskutečnění intenzivního rozčlenění pro harvesterové technologie je v tomto věku již nepřijatelná.

Na výchovný zásah reaguje pouze mladý porost. Není vhodné, aby koruny dospělých stromů měly nasazeno mnoho větví. Takový strom je pak náchylnější k poškození při silném větru. Méně bohatých korun se docílí, jsou-li porosty hustější. Z hlediska koloběhu živin je vhodnější smíšený les, protože živiny jsou jím získávány z větší hloubky.

Harvestor by bylo možno použít i do prvních prořezávek, protože na to správa Orlík má pozemky bez velkých nadzemních kamenů. Nicméně by byla nejvhodnější nožové řezací ústrojí na hlavici (u řetězového je značné riziko jeho poškození z důvodu omezené viditelnosti na hlavici v mladém hustém porostu).

Výchovné zásahy v mladých jehličnatých porostech (do 40 – 50 roků) musí být prováděny pouze v době vegetačního klidu (dochází k menšímu poškození stojících stromů) a pouze za dobré viditelnosti (operátor harvestoru musí vidět i z větší vzdálenosti stromy označené).

7.3.3. Hodnocení těžebně – dopravní technologie

Těžba probíhala harvestorem Entracon Apache a vyvážení na odvozní místo (případně místo štěpkování) vyvážecím traktorem Entracon Delaware.

- Harvestor Apache: Jedná se o první harvestor vyrobený v České republice. Je určen do probírkových zásahů. Potíží, která vyplynula z praktického nasazení prototypu v lese byla v malém nájezdovém úhlu pod motorovým prostorem, kdy tato část působila na půdu.

Osmikolový podvozek tvoří čtyři boggie nápravy, v každé je umístěn jeden hydromotor. Pojezd je od francouzské firmy Poclain Hydraulics, spalovací motor od John Deere (čtyřválcový, výkon 96 kW při 2000 ot.min⁻¹, palivová nádrž 260 l). Využívá se plynulá regulace otáček motoru v závislosti na jeho zatížení. Převodovka řadí automaticky 3 převodové stupně. Brzdy jsou negativní (pro odbrždění potřebují tlakový olej) a umístěné v hydromotorech. Hydraulický okruh má dvě větve, a to větev pracovní a větev pojezdovou. Je využita trojitá filtrace se zvláštním okruhem jemného filtrování s odlučováním vody. Hlavice LogMax. 928 je původem ze Švédska. Má dva páry odvětvovačích nožů, automatické napínání a mazání řetězu pily, největší úřez 42 cm, síla podávacích válců je 15,3 kN a rychlost odvětvování 3,7 m.s⁻¹. Její hmotnost činí 430 kg. Hydraulická ruka je od finské firmy Logmer 770 s dosahem 7,2, zdvihový moment 75 kNm, otáčecí moment 22 kNm. Vzhledem k osmikolovému podvozku je dosahováno nízkého měrného tlaku na půdu a zvýšila se tím rovněž stabilita stroje. Cenu harvestoru tvoří ze 60 % hydraulický jeřáb a zbylých 40 % je tvořeno cenou ostatních dílů (motor, kabina, pojezd).

- Vyvážecí traktor Delaware: Jedná se o již třetí generaci původní verze Log Lander. Stále je používán osmikolový podvozek, výroba je prováděna rovněž v České republice. Výrobce uvádí, že stroj je vybaven nejvýkonnější a nejdelší hydraulickou rukou ve své třídě. Jeho uplatnění na lesní správě Orlík spočívá ve vyvážení sortimentů. špiček určených ke štěpkování, klestu z pasek a svážení z dílčích skládek sortimentů na větší deponie. Důvodem je značná kapacita odvozních prostředků pro

silniční dopravu. Často totiž přijedou dvě nákladní auta, z nichž jen jedno má hydraulický jeřáb pro nakládání).

Motor je značky Kubota (výkon 55 kW při 2600 ot.min⁻¹, palivová nádrž 50 l). Nejvyšší rychlost je 22 km.h⁻¹. Nosnost ložného prostoru je 4500 kg. Může být naloženo 2 x 2 – 2,5 m nebo 1 x 3 – 5m. Hydraulická ruka je od firmy Mowi, typ 300, dosah 5,6 m, zdvih na plné vyložení je 300 kg a otáčecí moment 8,5 kNm.

7.3.4. Metodika práce harvestoru a vyvážecího traktoru

Předvádění strojů probíhalo na dvou místech, která se lišila hlavně věkem porostu. V každém porostu oba stroje pracovaly asi 20 minut. Jednalo se o tyto porosty:

- Porost smrku ve věku 26 let: Zde bylo provedeno první rozčlenění porostu linkami a následně prořezávka označených stromů. Půda byla vlhká, nicméně kladení klestu na linku značně omezilo její další rozbahňování. Byla zde malá hmotnatost těžných stromů. Většinou došlo k odvětvení jediného sortimentu délky čtyř nebo pět metrů, zbytek byl ponechán neodvětven. Vyváženy byly nejprve sortimenty odvětvené na odvozní místo vzdálené 400 m. Neodvětvené části byly vyvezeny zvlášť a shromažďovány na zvláštní skládce. Tato hmota je později štěpkována a štěpka je využita jako energetická. Tato činnost bude vykonána formou služby od jiné společnosti. Je důležité, aby neodvětvené části nebyly příliš dlouhé, jinak byly patrné značné potíže při jejich nakládání na vyvážecí traktor.
- Smíšený porost (dub, smrk, borovice) ve věku nad 40 let: Při prováděné probírce již byla hmotnatost vyšší a bylo to patrné na časově náročnější sortimentaci. Vyráběné sortimenty byly v délkách 4 metry. Klest byl, stejně jako špičky stromů, ponecháván na místě, bez dalšího využití.

7.3.5. Naměřené hodnoty u těžby harvestorem

Tabulka 9 – Veličiny popisující těžené stromy

Charakteristika kácených stromů	číslo stromu	1	2	3	4	5
	druh stromu	smrk	smrk	smrk	smrk	smrk
středová tloušťka [mm]		80	130	100	200	240
délka [m]		4	8	10	16	16
počet sortimentů [ks]		1	2	2	4	4
objem [m ³]		0,03	0,09	0,07	0,46	0,66

Tabulka 10 – Veličiny naměřené při práci harvestoru

	strom 1	strom 2	strom 3	strom 4	strom 5
čas přejezdu [s]	7,9	0	0	0	15,2
délka přejezdu [m]	5	0	0	0	10
čas ustavení jeřábu [s]	13,7	16	11,1	33	10,6
vzdálenost stromu od středu harvestoru [m]	5	5	4	6	5
čas pokácení [s]	1,5	2,7	2,2	3,1	5,5
čas sortimentace [s]	24,6	33,3	29	52,5	45,8
čas celkem [s]	47,7	52	42,3	88,6	77,1

Tabulka 11 – Výsledné časy a objemy

Strom	čas celkový [s]	objem stromu [m ³]	čas na zpracování 1m ³ [min]
1	47,7	0,03	26,5
2	52,0	0,09	9,6
3	42,3	0,07	10,1
4	88,6	0,46	3,2
5	77,1	0,66	1,9

7.3.6. Shrnutí výsledků

Stromy číslo 1, 2 a 3 byly těženy při prořezávce a měly malou hmotnost. To se projeví při vyjádření času potřebného na zpracování 1 m³ těchto stromů, který mnohem větší, než u stromů č. 4 a 5 s vyšší hmotností. Naopak u tenčích stromů je čas potřebný na ustavení jeřábu nižší (velmi ale záleží na vzdálenosti stromu od harvestoru, protože je porost při prořezávce ještě hustý a manipulace s jeřábem obtížnější). Čas pokácení roste s rostoucím průměrem čela kmenu.



Obrázek 19: Harvester Entracon Apache



Obrázek 20: Pracovní linka

7.4. Měření č. 2: Štěchovice

Lesní porost, kde proběhlo toto měření patří do polesí Tomkovka, které spravuje lesní závod Konopiště. Zde se měření uskutečnilo dne 7. 11. 2008. Počasí bylo mlhavé s teplotou + 6°C. Bylo provedeno po dohodě s místním lesníkem. Jednalo se o mýtní těžbu ve svahu se stoupáním 70 %. Ke kácení, krácení a odvětvození byly použity motorové pily. Vyklizení ze svahu na místo sortimentace a dokončení odvětvození proběhlo pomocí lanovky. Přiblížení k na odvozní místo zajistil speciální lesní kolový traktor (SLKT).

7.4.1. Metodika práce a popis strojů při těžbě ve svahu

- Kácení na svahu bylo zajištěno dvěma dřevorubci s JMP značky Stihl. Stromy byly káceny korunou směrem proti svahu (jinak by docházelo ke sjíždění stromu po svahu a značné nebezpečnosti této situace). Spodní část u hmotnatých stromů byla odvětvena a oddělena od zbývajících částí ještě ve svahu, jinak byly vytahovány kmeny v původní délce. V průběhu vyklizování se nekácelo. Jeden z dřevorubců zajišťoval navázání a druhý odvětvení.
- Při vyklizování paseky pomocí lanovky zajišťoval jedem pracovník navazování kmenů na lano a druhý obsluhoval samotnou lanovku z její ovládací kabiny (ovládal: vytahování, spouštění, odvázání). Vzájemně se dorozumívali vysílačkami. Lanovka byla typu LS 2 – 500 (tedy nosnost 2 t a dosah 500 m), rok výroby 1990. Jako energetický zdroj byl použit UKT Zetor 7745 (rok výroby 1989) v lesní úpravě (pneumatiky, rozchod). Nároky lanovky byly: pohon pomocí vývodového hřídele, tlakový vzduch pro posilovače brzd lan a spojek a dále elektrika nejen jako napájení, ale i jako dálkové ovládání otáček motoru traktoru.
- Po poloautomatickém odvázání břemene z lanovky byly kmeny navázány na lano SLKT a taženy dále asi 30 metrů k místu, kde byly opět odvázány. Zde proběhlo odvětvení, sortimentace, měření a evidence vytěženého dříví.
- Hotové sortimenty byly přibližovány k odvozní (asfaltové) cestě vzdálené 800 m dále do kopce. Typ užitého SLKT byl LKT 80 s pevným štítem, jednobubnovým (hydraulicky poháněným) navijákem a čelním rampovačem.

7.4.2. Naměřené hodnoty u pokácení, odvětvení a sortimentace pomocí JMP

Tabulka 12 – Veličiny popisující těžené stromy

Charakteristika kácených stromů	číslo stromu	1	2	3
	druh stromu	Smrk	smrk	smrk
průměr [mm]		320	220	280
délka [m]		12	10	12
počet sortimentů [ks]		2	2	2
objem [m ³]		0,89	0,35	0,68

Tabulka 13 - Veličiny naměřené při práci JMP

JMP	strom 1	strom 2	strom 3
čas pokácení [s]	180	95	340
čas odvětvení [s]	320	170	380
čas sortimentace [s]	35	20	40
Čas celkem [s]	535	285	760

Tabulka 14 – Výsledné časy a objemy

Strom	čas celkový [s]	objem stromu [m ³]	čas na zpracování 1m ³ [min]
1	535,0	0,89	10,0
2	285,0	0,35	13,6
3	760,0	0,68	18,6

7.4.3. Shrnutí výsledků použité technologie

Výsledné časy uvedené v tabulkách počítají pouze dobu, po kterou byla v činnosti JMP. Nejsou zde tedy uvedeny časy na vyklizování. Naměřené stromy měly nižší hmotnost, proto byly ve svahu jen pokáceny (dále již neděleny) a odvětvení se sortimentací proběhlo až po jejich vyklizení lanovkou mimo paseku. Navazování stromů 1, 2 a 3 na lanovku trvalo 2 minuty, 45 vteřin probíhalo vytahování a odvázání (ovládané dálkově) zabralo pouhé 3 vteřiny. Následovalo opětovné navázání, tentokrát na SLKT, které trvalo 50 vteřin, přesun a rozpojení trvalo další 1,5 min. Potom již následovalo odvětvení, jehož časy jsou uvedeny v tabulce výše. Dlouhý čas pokácení byl dán náročným svahem. Nicméně je zde dlouhý i čas odvětvení, který byl způsoben tím, že po rozpojení nákladu od SLKT byly kmeny na jedné hromadě, tudíž větve nebyly tolik dostupné.

Technologie s použitím této stromové metody byla zvolena proto, že se očekávalo snížení objemu větví zanechaných na pasece jako těžebních zbytků. Tím se mělo ulevit následnému ručnímu čištění paseky. Nicméně této činnosti bude stejně potřeba, protože nemalá část větví byla ulámána, tedy zůstala na pasece. Způsob s dvojitým navazováním a odvazováním z SLKT byl časově velmi náročný, stejně jako odvětvování. Dle uvedených pracovníků by zde byl vhodnější tzv. systém komplexní čety. V ní by byli rovněž 4 pracovníci. Dva by přitom byli na pasece a zajišťovali kácení spolu s navazováním, třetí by obsluhoval lanovku. Čtvrtý (obsluha SLKT) měl zajišťovat navázání kmene po lanovce a tento kmen odvětvit strojně. Strojní odvětvení by bylo provedeno protáhnutím kmene mezi noži nesenými na jiném LKT.



Obrázek 21: Použitý SLKT

7.5. Měření č. 3. Pohoří

Toto měření proběhlo dne 22.1.2009, a to opět na území spravovaném lesním závodem Konopiště. Teplota byla -1°C a jasno. V porostu bylo 10 cm sněhu. Jednalo se o mýtní těžbu spojenou s dokončením těžby nahodilé (stromy napadené lýkožroutem a ty poškozené větrem). V této oblasti se jedná o již druhou těžbu většího rozsahu během jednoho roku (první byla nahodilá kvůli likvidaci následků vichřice). Pracoval zde celý harvestorový uzel, jenž je v majetku LZ Konopiště. Tento uzel se skládal z harvestoru UTC F1067 a vyvážecího traktoru Welte 130T. Tento uzel byl doplněn o jednu JMP. Lesní závod totiž, na rozdíl od lesní správy, může vlastnit těžební stroje. Mezi další stroje vlastněné LZ Konopiště patří: vyvážčečka LogLander, 3 nákladní automobily Volvo, 1 nákladní automobil Scania a Liaz. Dále to jsou UKT s lesními nástavbami John Deere (3 ks) a Zetor (2 ks).

7.5.1. Metodika práce a popis pracujících strojů

Harvestor byl doplňován JMP z několika důvodů. JMP byla použita pro kácení stromů příliš silných, které by harvestor kácel jen se značným rizikem poškození stroje. JMP po pokácení silného stromu zároveň provedla odříznutí prvního sortimentu, který byl pro harvestor rovněž příliš silný. Další sortimentaci a odvětvení prováděl pouze harvestor. Ten byl rovněž užitečný například při sevření JMP, kdy úchopem stromu a pohybem jeřábu uvolnil sevření a případně i nasměroval strom na dané místo. Dále byla tato kombinace využita při těžbě stromů v blízkosti vyvinutého přirozeně zmlazeného porostu ve věku asi 15 let. JMP totiž dokázala přesně nasměrovat kácený strom k lince, na které se pohyboval harvestor, který nejprve jeřábem přemístil kmen z místa již podrostlého na paseku, kde provedl samotnou sortimentaci.

Vyvážecí traktor pracoval ve dvoudenním zpoždění za harvestorem. Průměrná vyvážecí vzdálenost byla 300 m. Hráně byly založeny podél obou stran šterkové cesty.

Byla zde rovněž vyvíjena činnost spočívající v odstraňování těžebních zbytků pro jejich energetické využití. Na vyvezených pasekách byl nasazen manipulátor Merlo vybavený shrnovačem klestu vlastní výroby. Prsty byly odpruženy hydraulickými válci. Tlak zajišťoval dusíkový akumulátor tlaku. Tlak bylo možno občas zvýšit přes hydraulický okruh manipulátoru. Shrnuté hromady byly vyváženy soupravou traktoru Valtra a dvouosého vyvážecího návěsu na hromady umístěné v části paseky. Samotné zpracování tohoto materiálu proběhne až po zaschnutí jehličí a vzniklá hmota se bude spalovat v teplárně Plzeň.

- Harvestor UTC F1067 byl vyroben roku 2005 v bývalém východním Německu firmou CTL. V roce 2007 měl odpracováno 2500 motohodin. Celkové náklady na

zpracování 1 m³ byly 220 Kč, z toho na opravy 80 Kč. Celkové náklady na hodinu provozu byly 1460 Kč. Spotřeba paliva na 1 m³ byla 0,9 l. Nejvážnější poruchou bylo v roce 2007 zlomení sloupu jeřábu, na tuto opravu se částečně vztahovala záruka. Motor je značky Perkins s výkonem 88 kW při 2200 ot.min⁻¹. Zde byl za celou dobu provozu měněn pouze alternátor. Nevýhodou je umístění výparníku klimatizace na boku kabiny přivráceném jeřábu. Výparník je totiž často zanášen odlétávajícími pilinami. Rovněž při chlazení motoru je vzduch nasáván v přední části kapoty motoru a opouští stroj v místě pod kabinou. V zimě to kabinu navíc i vytápí, nicméně v létě je kabina přehřívána. Čerpadlo hydrauliky má průtok 210 l.min⁻¹ a pracuje v systému load-sensing. V předu je kyvná jednoduchá a vzadu tandemová náprava. Přední náprava je odpružena, nicméně válce odpružení lze při práci s jeřábem zablokovat. Spojka je nahrazena měničem točivého momentu a převodovka má 3 pod zatížením řazené stupně pro každý směr jízdy. Jsou použity dva jízdní rozsahy, a to pracovní a přepravní. Při přepravním rozsahu je poháněna pouze přední náprava a zpravidla bývá zadní tandem naklopen tak, že ve styku s vozovkou jsou jen dvě kola. Nejvyšší rychlost je 35 km.h⁻¹. Dosah jeřábu je 10 m a zdvižný moment 140 kNm. Hlavice je rovněž značky CTL a má úřez 53 cm. Dle zkušeností provozovatele je nejvhodnější kácený průměr 40 – 48 cm. Lišta je mazána pouze před kácením. Rychlost posuvu kmene při odvětvování je 4,5 m.s⁻¹ a síla posuvu 20 kN. Hlavice má hmotnost 650 kg a je systém měření má název Motomit 4+.

- Vyvážecí traktor Welte 130T. Tento stroj nahradil původně používanou vyvážecí soupravu traktoru Valtra a vleku Kronos. Tato souprava totiž nebyla schopna zvládnout terény, ve kterých byl harvester ještě schopen pracovat. Welte 130T je schopen vyvážet tyto sortimenty: 2x2 m, 4 m, 5 m a 2+3m. Stroj je poháněn motorem Deutz, 113 kW při 2500 ot.min⁻¹. Maximální rychlost je 36km.h⁻¹

7.5.2. Naměřené hodnoty u těžby harvestorem, v určité činnosti doplněným JMP

Tabulka 15 - Veličiny popisující těžené stromy

Charakteristika kácených stromů	číslo stromu	1	2	3	4	5
	druh stromu	modřín	smrk	smrk	smrk	smrk
průměr [mm]		300	100	120	200	180
délka [m]		25	15	10	22	20
počet sortimentů [ks]		6	4	2	6	4
objem [m ³]		1,64	0,1	0,1	0,63	0,46

Tabulka 16 - Veličiny naměřené při práci harvestoru

HARVESTOR	strom 1	strom 2	strom 3	strom 4	strom 5
čas přejezdu [s]	0	5	0	0	8
délka přejezdu [m]	0	5	0	0	10
čas ustavení jeřábu [s]	5	20	15	5	4
vzdálenost stromu od středu harvestoru [m]	6	5	6	7	5
čas pokácení [s] * ¹	110	30	20	75	50
čas sortimentace [s] * ²	135	90	35	75	45
čas celkem [s]	250	145	70	155	107

*¹ káceno JMP

*² u stromu č. 1 byla provedeno odříznutí nejsilnější části JMP v čase 30 s, dále již pracoval harvestor

tabulka 17 – Výsledné časy a objemy

strom	čas celkový [s]	objem stromu [m ³]	čas na zpracování 1m ³ [min]
1	250	1,64	2,5
2	145	0,10	24,2
3	70	0,10	11,7
4	155	0,63	4,1
5	107	0,46	3,9

7.5.3. Shrnutí výsledků použité technologie

Použitý postup byl vhodný z hlediska ochrany mladého porostu. V době činnosti JMP byl zpravidla harvestor z bezpečnostních důvodů zastaven a naopak. Tyto prostoje nejsou zaznamenány, odpovídají však součtu časů kácení dané skupiny stromů. Náročná byla rovněž obsluha jeřábu, protože každý kmen byl několikrát uchopován za účelem jeho přemístění na již hotovou paseku. Obtížné bylo rovněž ustavení hlavice na kraj čela kmenu za účelem jeho

přesného změření. Většinou se poloha našla přibližně, odřízlo se asi 7 cm kmenu, a tím se začalo měřit jakoby od počátku. Výhoda této kombinace strojů byla však u stromů velkých průměrů, kde byl harvester využit na práci, při které je nejrychlejší, a to na odvětvování a sortimentaci.



Obrázek 22 - Harvester UTC F1067 v roce 2006



Obrázek 23: Vyvážecí traktor Welte 130T

8. Diskuze a závěr

Výsledkem experimentální části jsou průměrné časy potřebné ke zpracování 1 m³ dřeva. Při měření v Květově u Milevska (harvestorem) byl tento průměrný čas 10,3 min.m⁻³. Výsledek kombinovaného užití motorové pily a harvestoru, jak bylo naměřeno u obce Pohoří je 9,3 min.m⁻³. U měření, kde byla použita ryze motorová pila, bylo dosaženo 14,1 min.m⁻³. Vzhledem k hodinové výkonnosti měřených harvestorů (Entracon Apache 5,8 m³.hod⁻¹ a Utc F1067 6,5 m³.hod⁻¹) mohou být tyto stroje zařazeny do výkonové třídy malých harvestorů, podle literatury¹⁰. U kombinovaného nasazení JMP a harvestoru vyšla potřeba tohoto času na zpracování o minutu kratší, než u nasazení samotného harvestoru. Je to dáno těžbou stromů s vyšší hmotností u kombinovaného nasazení. Zde průměrná hmotnost je 0,59 m³.ks⁻¹ (tabulka 16), nicméně u samotného harvestoru na lokalitě Květov byla tato hodnota pouze 0,26 m³.ks⁻¹ (tabulka 10). Je však nutno dodat, že při činnosti JMP byl harvestor hlavně z bezpečnostních, ale i materiálových (neměl co zpracovávat) důvodů v klidu. Tento prostoj není do výpočtu jeho výkonnosti započten zcela. Ve výpočtu je počítáno s časem pokácení od JMP, nicméně chybí zde čas nutný pro opuštění místa těžby od pracovníka s JMP. Kdyby byl započten i tento čas, výkonnost harvestoru by byla nižší.

V rámci řešení samotné analýzy těžebních prací v lesním hospodářství bylo sledováno několik technologií těžby. Česká republika může těžit harvestorovou technologií až 80 % všech těžeb. V současnosti je takto těženo 33 %. Zbytek připadá hlavně na metodu kmenovou. Stromová metoda je využívána okrajově na velkých svazích v technologii JMP, lanovkou a procesorem. Při kmenové metodě je samozřejmě používána JMP a jako vyklizovací a přibližovací prostředek převažuje UKT s lesní nástavbou. Méně je využíván SLKT a mizivě, SLKT se svěrným oplnem či s drapákem na jeřábu, jak je uvedeno v kap. 5.2. Malé zastoupení je dáno nutností mít připraveno, nejlépe v hromadách, dřevo, které bude vyklizováno. Pojízďením od kmene ke kmeni je značně snížena výkonnost těchto strojů. Nejvhodnější jsou tyto stroje do mýtních těžeb. Při zavěšení kmenů na stroj je značně zatěžována jeho zadní náprava, která potom vyvíjí velký tlak na půdu. Vývoj nových strojů je ale mimo jiné zaměřen na snižování utužování půdy, a to by tento stroj nesplnil. I samotný UKT působí rušivě na povrch půdy, neboť tažené kmeny tento povrch narušují, obzvláště za vlhka.

U harvestorové technologie je značně zkoumán právě vliv v ní používaných strojů na půdu a kořeny v ní rostoucí. Dochází zde k viditelnému odření kmenů a kořenových náběhů. Rovněž je vidět linka či cesta poškozená pojezdem strojů. Nicméně i na viditelně

nepoškozené lince dochází k ničení kořenů a půdního prostředí nacházejícího se pod touto linkou. Proto, aby se zajistila šetrnost této technologie musí být důkladně provedena příprava pracoviště. Je tím myšleno budovat linky 4 m široké a ve stopách pojezdu strojů zajistit vrstvu klestu min. 30 cm (měřeno již ve ztuhlém stavu). Velkou roli potom hraje také obsluha. Obsluha harvestoru je nejtěžší strojnickou profesí a je to vidět na délce nutné alespoň k průměrnému zaučení. Tato doba je půl roku.

Uplatnění zmiňovaných kombinovaných strojů (např. harboundler a harwarder) určené pro přípravu energetického dříví bude výhodné na plantážích rychle rostoucích dřevin a v případě odstraňování lesních kalamit způsobených např. těžkým sněhem. Rovněž budou vhodné pro odstraňování náletů.

Využívání zbytkové biomasy dřevin vzniklé po těžbě nebude účelné provádět po každém těžebním zásahu. Při prořezávkách se rozhodně nevyplatí odstraňovat z hustého porostu pokácené stromky. Zde se také příliš harvestory nepoužívají. Probírkové zásahy také nejsou vhodné pro využívání větví pro energetické účely. Zde má mít přednost kladení klestu na linky, kvůli snížení, již zmíněného utužování půdy a ničení kořenů. Využití ale může nalézt celý vytěžený strom zaříděný jako palivo. Takto to bylo řešeno ve společnosti Orlik nad Vltavou s. r. o. Při mýtní těžbě je samozřejmě vhodné využít celý strom. Je tak rovněž zjednodušeno následné zalesňování. Těžební zbytky jsou dnes hlavně vyklizovány na místo štěpkování, nebo drcení. Málo se používá svazkování, nebo štěpkování přímo na pasece. Nicméně, potom v České republice nastává problém najít odběratele této hmoty. Většinou je nalezen, ale za cenu velké dopravní vzdálenosti, čímž je mazána výhoda biomasy. Nejvýhodnější totiž u ní je využít jí co nejbližší místa její výroby.

Budoucnost používaných technologií je taková, že bude narůstat podíl harvestorové technologie na úkor kmenové. Ostatní technologie budou zastoupeny minimálně. Rozvoj harvestorové technologie se bude uplatňovat hlavně u větších vlastníků lesů. Její průnik mezi drobné vlastníky bude obtížný, právě kvůli malé soustředěnosti případných těžeb u těchto majitelů. Řešením by mohlo být sdružování těchto drobných vlastníků, jako je tomu například v Rakousku. Tato družstva pak mají lepší možnosti vyjednat za výhodných podmínek těžbu i následný prodej dřeva. Nicméně bude ještě náročné přesvědčit vlastníky k tomuto sdružování a vysvětlovat jim výhody družstva i samotné těžebně – dopravní technologie.

9. Summary

The aim of this study was to analyse logging technologies, which are used in the forests. Field test is focused on comparison between logging provided by wood workers and by machines (harvesters). The results are that harvesters are faster. But it depends on terrain conditions. In the test which was done in Štěchovice, there was big slope. So the harvester cannot be used there. But big slope is not so limited for harvesters, as for forwarders. They are more predisposed for turning over especially when they are full. On big slopes it is good to use wood workers and cableways.

When is the whole harvester technology done well it is very productive and at once considerate of forest. But it takes long time teach the operator how to operate his machine best. It also cost much money and time. It takes about 7 months to have only average operator. Machines themselves are also very expensive. So they have to work more than 12 hours a day. It needs large forest surface, where they work more days. Often changes of work places are not efficient.

Study also searched for some innovations which are applied on harvesters and forwarders. Producers tries, for example to develop machines which are less aggressive for forest soil and tree's roots. They use chassies with 10 wheels or tracks on wheels. Other innovations are in field of reducing fuel consumption. Now, there are prototypes of forwarders with system of hybrid propulsion. Operator's environment is also important. So that swinging cab was developed. Movement of crane is followed by the same movement of the cab.

Horses, as an animals are not so considerate of forest soil when forwarding trees. So we can choose some type of so called iron horse. It is small machine with tracks and without cab. The operator must go next to the machine. This machine is very considerate of forest soil, because it's ground specific pressure is smaller than human's.

In this study is also written something about energy wood harvesting and tree's residual biomass. Producing energy biomass, for example wood chips, is efficient especially in major harvests. It is good when customers are not so far from place of harvest.

9.1. Key words

Harvesters, forwarders, logging technologies, time necessary for processing the tree

10. Seznam použité literatury

- ¹ Vejlupek, M. at al. *Rádce pro vlastníka lesa do 50 ha*. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 2005. 30 s.
- ² Kolektiv. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2007*. Praha: Mze, 2007. 80 s. ISBN 978-80-7084-733-6.
- ³ Neruda, J. – Simanov, V. *Technika a technologie v lesnictví*. Skripta. Brno: MZLU, 2006. 150 s. ISBN 80-7157-988-2.
- ⁴ Klíma, J. at al. *Lesář/dřevorubec*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1991. 40 s. ISBN 80-209-0183-3.
- ⁵ Dvořák, J. *Harvestorové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD*. Praha: ČZU, 2004. 45 s. ISBN 80-213-1154-1.
- ⁶ Kajzar, O. *Práce operátora těžebně dopravních strojů*. Článek. *Lesnická práce* 3/2008. 40 s.
- ⁷ *Valmet* [online]. 2008 [cit. 2009-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.komatsuforest.com/>>.
- ⁸ *John Deere* [online]. 2008 [cit. 2008-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-series.fi/en/welcome.html>>.
- ⁹ *Ponsse* [online]. 2006 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.ponsse.com>>.
- ¹⁰ Neruda, J. at al. *Harvestorové technologie lesní těžby*. Skripta. Brno: MZLU, 2008. 65 s. ISBN 978-80-7375-146-3.