

**Mendelova univerzita v Brně**

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické a dřevařské techniky

**Inovace v oblasti plně mechanizovaných technologií a jejich  
uplatnění v provozu**

Bakalářská práce

**2014/2015**

**Ondřej Suda**

## Zadávací list

## Zadávací list

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Inovace v oblasti plně mechanizovaných technologií a jejich uplatnění v provozu“ zpracoval sám a uvedl jsem všechny použité prameny. Souhlasím, aby moje bakalářská práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a uložena v knihovně Mendelovy univerzity v Brně, zpřístupněna ke studijním účelům ve shodě s Vyhláškou rektora Mendelovy univerzity o archivaci elektronické podoby závěrečných prací.

Autor kvalifikační práce se dále zavazuje, že před sepsáním licenční smlouvy o využití autorských práv díla s jinou osobou (subjektem) si vyžádá písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuje se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla dle řádné kalkulace.

V Brně, dne 2015: .....

Děkuji všem, kteří mi pomohli se zpracováním bakalářské práce. Zvláště pak vedoucímu mé bakalářské práce, panu doc. Ing. Radomíru Klvačovi, Ph.D. za odborné vedení, čas a poskytnuté materiály, které mi věnoval a panu Milanu Křenkovi, za čas věnovaný konzultacím, materiály týkající se strojů firmy Ponsse a umožnění odborné exkurze na stroji Ponsse Scorpion.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá inovacemi plně mechanizované techniky, které se v lesnickém sektoru objevují od počátku 21. století doposud. Cílem práce bylo shromáždit informace o vývoji harvesterů a vyvážecích traktorů, zjistit jejich základní charakteristiky a uvést způsoby, jakými jsou inovace strojů uplatnitelné v běžném provozu. Hlavní směry vývoje, které u tohoto technického odvětví můžeme pozorovat, jsou ve snižování tlaků na půdní povrch a poškození stávajících porostů, snižování emisních zátěží, zlepšování podmínek pro obsluhu, zvyšování výkonu strojů a v úspoře pracovní síly. Stěžejním obsahem práce jsou těžební a vyvážecí stroje, jejich inovace a schopnosti uplatnit se v praxi.

**Klíčová slova:** Harvester, vyvážecí traktor, těžba dřeva, inovace, využití v praxi

## **Abstract**

This bachelor's thesis deals with the innovation of fully mechanized technology that has been introduced in forestry since the beginning of the 21<sup>st</sup> century up to now. The goal of this work is to summarize the data on the development of harvesters and forwarders, to determine their characteristics and present the ways how the innovation of this machinery affects its daily operation. The main directions of development that can be seen in this branch of engineering are reduction of pressure on the soil surface and of the damage to existing forest stand, reduction in emissions, improvement in the working conditions, increased power and workforce efficiency. This thesis focuses on harvesting and forwarding machines, their innovation and practical utility.

**Keywords:** Harvester, Forwarder, logging, innovation, operations

## Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce .....	10
3. Literární přehled.....	11
3.1. Historie plně mechanizované techniky .....	11
3.2. Harvestory .....	12
3.2.1. Dělení harvestorů.....	12
3.2.2. Hlavní části harvestorů .....	17
3.2.2.1. Podvozek.....	17
3.2.2.2. Brzdící systém.....	19
3.2.2.3. Hydraulický jeřáb.....	20
3.2.2.4. Harvestorové hlavice.....	21
3.2.2.5. Kabina .....	22
3.2.2.6. Sedačka .....	23
3.2.2.7. Klimatizace .....	23
3.3. Vyvážecí traktory (forwardery) a vyvážecí soupravy .....	23
3.3.1. Vyvážecí traktory.....	25
4. Inovace v oblasti plně mechanizované techniky .....	28
4.1. Scorpion a Scorpion King .....	28
4.1.1. Konstrukce .....	29
4.1.2. Vyráběné modely .....	32
4.1.3. Výkon a spotřeba .....	33
4.2. Ponsse 10w .....	34
4.3. Ponsse modelová řada 2015 .....	35
4.4. Timbear Lightlogg C.....	36
4.5. Hybridní pohon vyvážecích traktorů a harvestorů od El-Forest .....	38
4.6. „Angled“ crane - hydraulický jeřáb .....	40
4.7. The Beast - bezoperátorový harvestor.....	41
4.8. Ponsse a Spolupráce s El-Forest .....	45
5. Diskuze.....	46
6. Závěr .....	51
7. Summary .....	53
8. Zdroje .....	55



# 1. Úvod

Dřevo je již od dávných časů hojně využívaným zdrojem energie a výrobní surovinou. Především díky tomu, že se jedná o obnovitelnou surovinu, se dá očekávat nejen v současnosti, ale i následujících letech trvalý či dokonce zvýšený zájem o tuto komoditu. Vzhledem k množství dřevní hmoty a poměrně krátké lhůty potřebné pro dodání na trh za zachování vysoké kvality lze očekávat častější nasazení moderních plně mechanizovaných technologií. V souvislosti s nasazením harvesterů a vyvážecích traktorů je však nutné dbát na minimalizaci poškození půdního povrchu a stávajících porostů. Z toho je patrné, že jeden z hlavních očekávaných směrů vývoje bude nejspíše snížení škod způsobených v lesních porostech za stálého zachování či dokonce zvýšení objemu těžeb.

Těžkými stroji je někdy nenávratně poškozen lesní povrch, vznikají hluboké erozní rýhy a následný odnos půdy i s lesní hrabankou. Právě z tohoto důvodu vzchází nutnost uvědomit si možnosti užití harvesterovými uzly. Při malém poškození na půdách s lehce sníženou únosností, známe již nyní možnosti, jak následky alespoň zmírnit, ale stále je díky velké různorodosti terénů mnoho oblastí, kde se tento druh technologie využít nedá. Zde pak musíme volit méně efektivní metody těžby a vyvážení dřevní hmoty, které jsou šetrnější.

Zachování a zvýšení schopnosti těžby a dopravy dřeva samozřejmě nezávisí pouze na únosnosti půd, ale také na cenách dřeva a od toho se odvíjejících cenách služeb v lesnickém sektoru. Je jisté, že inovace se budou více či méně projevovat za každých okolností vždy s ohledem na úsporu nákladů a technický vývoj, v neustálém zvyšování ergonomie pro obsluhu strojů, kvalitu zpracování dřeva, informačních technologiích a bezpečnostních požadavcích. V současné době je navíc velmi patrný nejen trend finanční úspory (zejména na pohonných hmotách), ale také snížení dopadů těžby na celý lesní ekosystém a životní prostředí zejména spalováním fosilních paliv.

## **2. Cíl práce**

Cílem předložené bakalářské práce je zjistit a popsat inovace v oblasti plně mechanizovaných technologií formou literárního přehledu. Uvést jejich možná využití v běžném lesnickém provozu na základě doporučené literatury, dalších literárních pramenů a konzultace s dodavatelem těchto technologií pro ČR. Klíčové zaměření je na směry vývoje u harvesterů a vyvážecích traktorů (forwarderů). Významnou součástí práce tvoří možnosti a způsoby využití představených inovací u jednotlivých strojů pro lesnickou praxi.

## 3. Literární přehled

### 3.1. Historie plně mechanizované techniky

Po dlouhou řadu let bylo lesní hospodářství charakteristické používáním technologických postupů, které byly spjaty bezprostředně s ruční a animální silou. Manuální pracovní postupy jsou však zejména v těžební činnosti spjaty s nízkou produktivitou práce, velkou námahou a v neposlední řadě nemalými bezpečnostními riziky pro dělníky. Až dvacáté století, a to zejména období druhé světové války a let následujících, přispělo klíčovým způsobem ve stupni mechanizace lesního hospodářství.

První prudký rozvoj v oblasti technických a technologických objevů a zdokonalení, který se v hlavních aspektech formoval do poloviny let 60. má za následek, že do lesní výroby byly zavedeny dnes již zcela běžné nástroje, jako například přenosnou motorovou řetězovou pilu, traktor s navijákem, odvozní automobilové soupravy a další (Neruda a kol. 2008). Mnohé z těchto nových mechanizačních postupů však nevněsly do lesního hospodářství pouze značnou úsporu času, ale s použitím těchto prvků se objevily také nová nebezpečí a v mnohých případech zejména zvýšená rizika v oblasti bezpečnosti a hygieny práce (m. j. vibrace, zplodiny a hluk motorové pily). Na bezpochyby vyšší úrovni můžeme první vlnu technického rozvoje pozorovat až do dnešní doby.

Další převratnou vlnou v oblasti těžebních technologií je považován nástup víceoperačních těžebně dopravních strojů. Zejména zavedení harvesterových řetězců vnáší do lesního hospodářství do té doby nevídanou dynamiku, která převratným způsobem mění organizační systém těžebních technologií a proces dopravy vytěženého dřeva k jednotlivým spotřebitelům.

Výkonnost, jakou zmíněné technologie běžně dosahují je ve srovnání s motomanuálními postupy jen těžko představitelná.

Zdokonalování plně mechanizovaných technologií je v lesním hospodářství patrné již od jejich zavedení do praxe. Zjišťováním projevených nedostatků a postupným vývojem nových technologií, dochází k neustálému zkvalitňování technologií nejen v oblasti techniky, ekonomiky a ekologie, ale stále aktuální je také optimalizace pracovních podmínek obsluhy strojů.

## 3.2. Harvestory

Harvestor je samopojízdný víceoperační stroj, který strom kácí, odvětňuje, rozřezává, měří, registruje, případně označuje, přemísťuje a ukládá výřezy v jednom cyklu, přičemž některé z těchto úkonů probíhají současně. Jednotlivé výřezy vyrobené harvestorem zůstávají v porostu v rovnáných či nerováných hraních, nebo jsou svazkovány u okrajů vyvážecích linek. Celkový cyklus je plně mechanizovaný a částečně automatizovaný. Harvestory a vyvážecí traktory (vyvážecí soupravy), jsou zpravidla nasazovány v tzv. harvestorových uzlech (Neruda a kol. 2008).

Použití harvestorových uzlů je možné u těžeb předmýtních, mýtních i nahodilých. Při uplatnění strojů ve výchovných těžbách je však vždy nutné dbát na citlivost a šetrnost zásahu, neboť nepřiměřeným zásahem bychom nenávratně poškodili stávající porost. Zásahy prováděné víceoperačními stroji v předmýtních těžbách jsou u skupiny lesnické veřejnosti neprávem chápány jako způsob nešetrné technologie (Simanov 1999).

### 3.2.1. Dělení harvestorů

Harvestory můžeme dělit dle mnoha rozdílných parametrů, pro tuto práci je zvoleno jako dostačující dělení základní, do tří skupin podle: technologických postupů při zpracování stromu, trakčního ústrojí a technických parametrů harvestoru.

#### a) Dle technologických postupů při zpracování stromu

Harvestory kompaktní

Kácecí, odvětvovací a rozřezávací aparát je nesen na přední části stroje, z čehož je patrné, že harvestor musí pro zpracování zajíždět do těsného kontaktu s těžným stromem (Novotný 2010).

Harvestory výložníkové

- 1) Jednouchopové - jedná se o konstrukci používanou zcela běžně u naprosté většiny nynějších harvestorů, kdy dochází k zpracování celého stromu těžební hlavicí nesenou na konci hydraulického jeřábu. Tento způsob na našem trhu jednoznačně převládá (Neruda a kol. 2008).

- 2) Dvouúchopové - při této technologii dochází kácení hlavicí, která je nesena na hydraulickém rameni k pokácení stromu a následnému vložení do výkyvné procesorové hlavice, umístěné na zadní části podvozku stroje. Procesorová hlavice provádí veškeré zbylé operace, tj.: odvětvení, druhození a kubírování měřeného stromu (Neruda a kol. 2008).

#### **b) Dle trakčního (pohybového) ústrojí**

Rozdělení dle pohybu harvestorů je jedním ze základních faktorů pro užití strojů v terénu. Mezi jednotlivými typy pohybového ústrojí mohou být značné rozdíly zejména ve svahové dostupnosti a působení a přenášení tlaku stroje na půdu.

#### **Kolové harvestory**

Při pojezdu se uplatňují flotační pneumatiky. Stroje jsou čtyř-, šesti-, nebo osmi-kolové. S vyšším počtem pneumatik je rovnoměrněji rozkládán tlak na půdu. Malík a Dvořák, (2007) uvádí, že tlak se v závislosti na počtu náprav a celkové hmotnosti pohybuje do 150 kPa, ve srovnání tlaků na půdu s další mechanizací dle Ulricha (2002) je tlak na půdu UKT = 160 kPa, LKT = 220 kPa a kůň = 150 kPa. Kola pohání centrální hydromotor, nebo mohou mít samostatný hydromotor, který se nachází v příslušném hnaném kole stroje. V případech, kdy nastávají špatné podmínky pro pohyb strojů (únosnost terénu, větší sklonitost) jsou na hnací kola připevněny kolopásky či protismykové řetězy.



Obrázek 1: Kolový harvestor Ponsse ([www.ponsse-austria.com](http://www.ponsse-austria.com))

U harvestorů šestikolových a osmikolových jsou používány tandemové boogie nápravy. Hnací síla přechází z hlavní osy přes zubové, nebo řetězové převody na příslušná kola na obou stranách stroje. Tato převodní soustava je uložena ve speciální skříni s olejovou lázní, která zajišťuje menší opotřebení materiálu (Malík, Dvořák 2007).

S použitím boogie nápravy získává stroj vyšší stabilitu, což se projevuje v menším naklápění stroje a přispívá k lepšímu rozkládání tíhových sil na půdní povrch, než při využití jednoho kola s větším průměrem.

S kolovým podvozkem je zajištěna lepší mobilita. Harvestor je možné přepravovat na kratší vzdálenosti po vlastní ose i po zpevněných cestách, což není možné u pásových podvozků, neboť by poškodily povrch vozovky (Neruda a kol, 2008).

### **Pásové harvestory**

Kabinová nástavba a hydraulický jeřáb s těžební hlavicí jsou často instalovány na univerzálním bagrovém podvozku. Pásky mohou být pryžové, kovové, nebo kombinací. Nekonečné kovové pásky se skládají z jednotlivých článků, nejčastěji jsou články jednobřité nebo trojbřité, u kterých je výhodou vyšší trakce (Neruda a kol, 2008).

Pohon pásového ústrojí je zajištěn hydraulicky hnacím kolem, u něhož zapadají trny do pásu. Gumové pásky jsou používány u menších harvestorů, s hmotností do cca 11 tun. Pro zvýšení odolnosti a životnosti gumových pásů mohou být oka vyztužena kovem (Malík, Dvořák 2007).



Obrázek 2: Pásový harvestor Neuson ([www.neuson-ecotec.com](http://www.neuson-ecotec.com))

Pásky jsou vedeny několika vodícími kladkami a neustále napínány. Hydraulika, která zajišťuje pohon pásů, je oddělena od pracovní, samotný pohon pásů se člení na dva samostatné uzavřené okruhy pro levý a pravý pás, čímž je dosaženo snazší směrové řízení stroje. Změna směru stroje je jako u naprosté většiny pásových vozidel způsobena zpomalením či dočasným pozastavením jednoho z pásů.

Pásový harvestor se speciálním podvozkem pro práci v lese - Valmet 911.1 Snake - má nasazený místo kol čtyři pásové jednotky o šíři 0,5m a délce 2 m. Jak uvádí (Malík, Dvořák 2007), výměna kol za pásky nebo zpětná demontáž trvá zhruba 0,5 směny. Výhoda pásového podvozku je především ve svahové dostupnosti a zvýšené stabilitě. Dále při pohybu na méně únosných půdách a v terénech bažinatých, kde je nutné nasazení strojů s nízkým měrným tlakem. Mezi nevýhody pásových harvestorů patří zejména mobilita spojená při přepravě na delší vzdálenosti. Prakticky nemožné je přejíždění strojů s kovovými pásky po zpevněných cestách, neboť po přejetí vozovky dochází k narušení vrchních vrstev a následné destrukci celé komunikace zejména důsledkem abiotických činitelů (vody a mrazu).

### **Kráčející harvestory**

Kráčející harvestor je nástavbou na bagrovém podvozku (např. Menzi Muck), nebo nástavbou na specifickém šestinohovém podvozku vyrobeném speciálně pro lesnické provozy - John Deere (Neruda et al., 2008).



Obrázek 3: Kráčivý harvestor Menzi Muck ([www.mountec-corp.com](http://www.mountec-corp.com))



Menzi Muck je známý zejména při použití jako krácející bagr, používaný v méně přístupných terénech, v nichž využívá specifického podvozku. Uplatňuje se například při čištění vodních toků a říčních koryt, úpravě svahů a stavbě cest. Již několik let se též používá v lesnickém sektoru, kdy se na hydraulický jeřáb připevňuje mulčovací hlavice, nebo těžební hlavice s názvem Woody. Podvozek zajišťuje vysokou stabilitu stroje i v prudkých svazích, díky teleskopickým stabilizačním podpěrám. Pohyb na svahu nebo v neprůjezdných terénech je umožněn díky patce, která se nachází na výsuvném hydraulickém jeřábu na spodní straně těžební hlavice.

Hydraulický jeřáb nadzvedává nápravy s podpěrami a zlamováním výkyvného a výsuvem teleskopického ramene jeřábu posouvá stroj na pojezdových kolech do nového pracovního postavení. Pohyb stroje v terénu je až 4 km/hod (Neruda a kol, 2008).

Harvestor John Deere, který dříve spadal pod obchodní označení Timberjack, má pohon hydrostatický. Řízení stroje zajišťují tři samostatné počítače první má na starosti pohyb stroje, druhý těžební hlavice a třetí ostatní funkce, zejména hydrauliku.



Obrázek 4: Kráčivý harvester John Deere (www.fcpc.ru)



### c) Dle technických parametrů stroje

Mezi hlavní ukazatele technických parametrů stroje patří například hmotnost a výkon motoru harvestoru, jeho šířka, dosah ramene výložníku a optimální hmotnost zpracovaných stromů. Toto jsou kritéria, která jsou nezávislá na obsluze stroje. Dle těchto skutečností se rozhodujeme, zda harvestor a jaký typ využijeme pro vykonání příslušného těžebního zásahu.

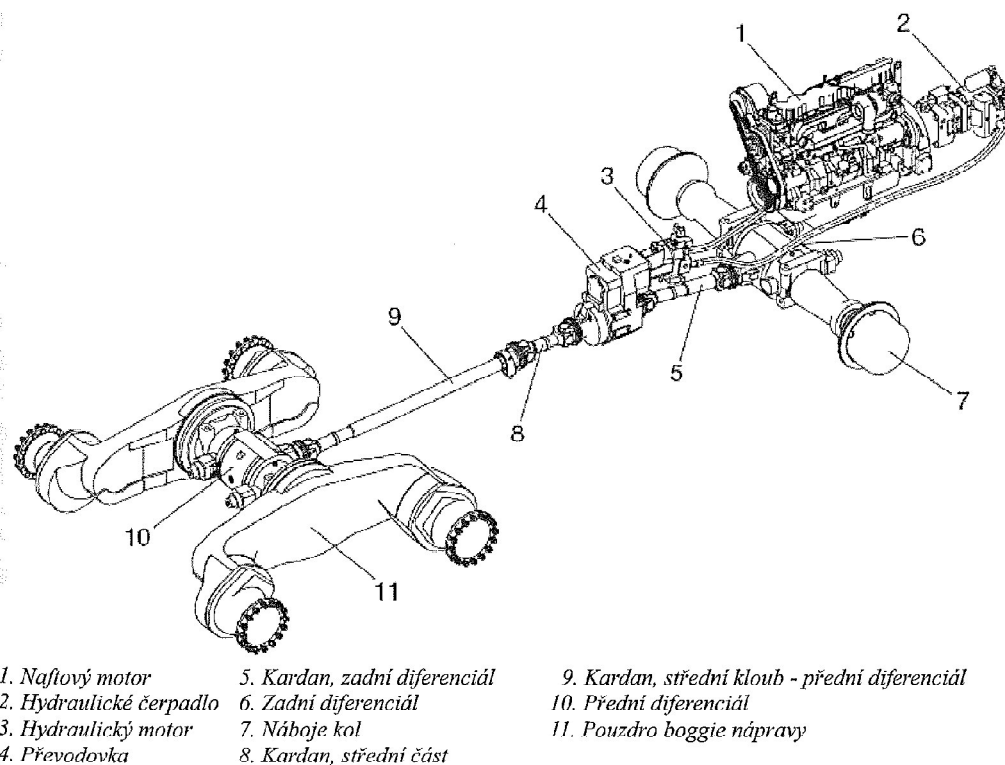
Tabulka 1: Orientační rozdělení harvestorů do výkonových skupin (Neruda), upraveno, zkráceno.

Orientační technická data kolových harvestorů	jednotka	malý harvestor	střední harvestor	velký harvestor
Hmotnost	t	8 - 13	13 - 17	17 - 24
Šířka	cm	200 - 250	250 - 270	270 - 310
Dosah ramene výložníku	m	7 - 10	8 - 12,5	8 - 12,5
Optimální hmotnost zpracovávaných stromů	m <sup>3</sup>	0,10 - 0,30	0,20 - 0,70	0,50 - 1,50
Maximální průměr úřezu	mm	550	620	750
Průměrná hodinová výkonnost	m <sup>3</sup> /hod	7	9	14
Výkon motoru	kW	< 70	70 - 140	> 140
Počet kol	ks	4	6	6-8

### 3.2.2. Hlavní části harvestorů

#### 3.2.2.1. Podvozek

Podvozek je u většiny strojů rozčleněn do tří segmentů, přední, střední a zadní část. U starší generace harvestorů byla střední a zadní část spojena pevně, přední část pak připojena skrze čepy. Řízení je umožněno za pomoci zlamovacího systému, který zajišťují dva přímočaré hydromotory, umístěné na levé a pravé straně stroje. Maximální zlamovací úhel rámu podvozku při řízení pohybuje do 44 °. Axiální náklon přední a zadní části lze uzamknout, což vede k vyšší příčné stabilitě stroje. (Malík a Dvořák 2007)



Obrázek 5: Schéma podvozku 6-ti kolového harvestoru (Neruda)

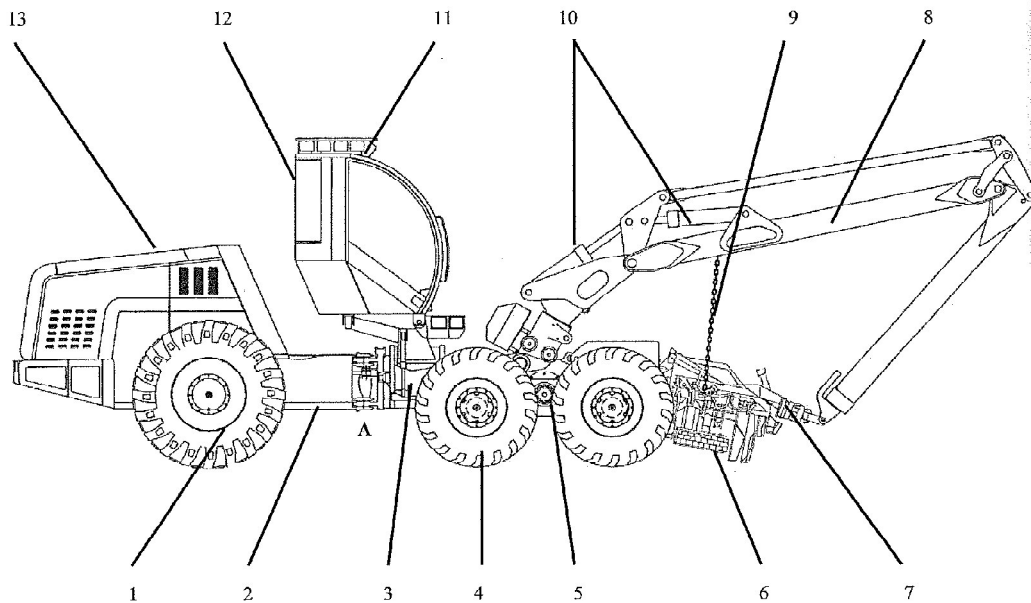
Vznik a přenos síly dle (Malík a Dvořák 2007)

Pohon harvestorů je zajištěn hydrauliko-mechanickým přenosem sil, který se skládá ze tří částí:

- a) mechanické - převodovka, kloubové hřídele, diferenciály, nápravy a agregáty náprav
- b) hydraulický - motor spojený s převodovkou, hydraulické čerpadlo napojené na diesellový motor. Hydromotor a čerpadlo spolu tvoří uzavřený systém.
- c) elektrické - elektronika řídí všechny funkce hnacího systému (především otáčky diesellového motoru, převodový poměr přenosu sil diesellového motoru a hydrogenerátoru, zapojování provozních brzd).

Točivý moment z diesellového motoru je přenášen na hydraulické čerpadlo, hydraulický motor, hydromotor a odtud přes rozvodovou skříň, na hnací kardanové hřídele k přední a zadní nápravě. Změnu pohybu stroje zajišťuje hydraulické čerpadlo opačným tokem oleje do hydraulického motoru. Hydromotor u harvestoru může být centrální, nebo mohou mít vlastní jednotlivá kola. Převod jízdních stupňů je dvoustupňový pohánějící přední i zadní kola stroje (Malík a Dvořák 2007).

Pokud dojde k zařazení rychlejšího stupně, vypne se automaticky pohon zadních kol. Dle platné legislativy musí být veškeré hydraulické systémy plněny ekologicky šetrnými a biologicky odbouratelnými oleji.



**Hlavní části šestikolového harvestoru** 1. kola zadní nápravy, 2. zadní rám, 3. přední rám, 4. kolo přední bogie nápravy, 5. boogie náprava, 6. harvestorová hlavice, 7. rotátor, 8. hydraulický jeřáb (výložník), 9. zajišťovací řetěz, 10. přímočaré hydromotory, 11. osvětlení, 12. kabina, 13. motor harvestoru

Obrázek 6: Hlavní části šestikolového harvestoru (Neruda)

### 3.2.2.2. Brzdící systém

Brzdící systém u těchto strojů je zajištěn za pomoci hydraulického brzdícího systému se dvěma okruhy. Brzdový pedál ovládá brzdový ventil, který dodává nepřetržitý variabilní tlak do brzdového válce. Při brzdění je olej čerpán z hlavního pracovního hydraulického systému a zastaven v tlakových zásobnících (Neruda a kol. 2008).

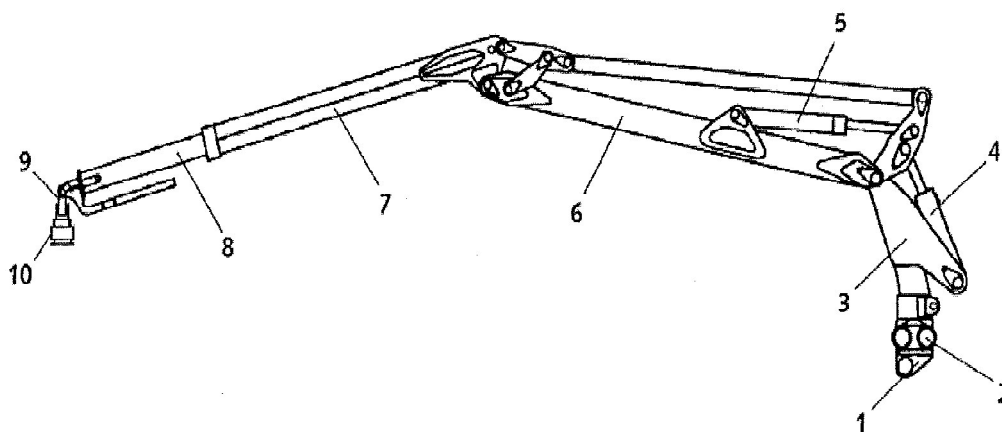
Pracovní brzda ovládá oba okruhy. Pokud je stroj stacionární, aplikuje se automaticky. Při ohybu stroje dojde k uvolnění brzdy a stabilizačního blokování. Celý systém je sestaven tak, aby stroj bylo možné zastavit v případě zastavení motoru, ztrátě tlaku v hydraulickém okruhu, aktivaci parkovací brzdy, nebo elektrické poruše (Malík a Dvořák 2007).

### 3.2.2.3. Hydraulický jeřáb

Zásadní částí všech harvestorů je hydraulický jeřáb, který nese harvestorovou hlavici a vykonává potřebné pohyby při zpracování stromu. U starší koncepce harvestorů byly jeřáby montovány vedle kabiny, nebo na přední části rámu, před kabinou operátora. Nový typ harvestoru Ponsse Scorpion má hydraulický jeřáb umístěný za kabinou, čímž je operátoru umožněn lepší výhled na těžební kmen, neboť při kácení, odvětvování a zkrácení stromu nevadí ve výhledu sloup hydraulického jeřábu. Dosah jeřábu harvestorů je odlišný dle typu. Střední hodnota stranového dosahu se pohybuje okolo 10 metrů.

Rozlišení jeřábů dle struktury podle (Neruda a kol 2008):

- jeřáb s hlavním výložníkem, zlamovacím a teleskopickým ramenem (nebo jen výložníkem se zlamovacím systémem)
- jeřáb se zlamovacím a teleskopickým výložníkem
- jeřáb s paralelně vedenými výložníkovými rameny



**Konstrukce hydraulického jeřábu s paralelně vedenými rameny** 1. základna hydraulického jeřábu, 2. válec otoče, 3. sloup, 4. válec hlavního ramene, 5. válec kyvného ramene, 6. hlavní rameno, 7. kyvné rameno, 8. teleskop (1 nebo 2 výsuvná ramena), 9. připojení rotátoru, 10. rotátor

Obrázek 7: Konstrukce harvestorového jeřábu (Neruda)

Pohyb jeřábu je ovládán hydraulikou. Běžný hydraulický tlak během pracovního procesu se pohybuje mezi 20 a 28 MPa. Při porušení a následném prasknutí vysokotlakých hydraulických hadic by mohlo docházet k rychlému úniku velkého množství oleje. Z tohoto důvodu jsou jednotlivé části hydraulického okruhu opatřeny automatickými hydraulickými zámky či ventily, které v případě poklesu tlaku v hydraulickém systému znemožní průtok kapaliny a zablokuje pohyb ramen. Mezi další

vlastnosti harvestorových jeřábů patří otočné uložení nosného sloupu, a náklon sloupu vpřed a vzad, což je nesporná výhoda zejména při manipulaci s kmenem, neboť snížením těžiště dochází ke zvýšení stability celého stroje.

Jednou z užitečných funkcí je tlumení hydraulického jeřábu. Tato funkce zvyšuje v obtížných provozních podmínkách pracovní komfort obsluhy stroje a redukuje zatížení, kterému je hydraulický jeřáb vystaven, což prodlužuje životnost systému (Neruda a kol 2008).

#### 3.2.2.4. Harvestorové hlavice

Harvestorová hlavice slouží k uříznutí, odvětvení, změření, zkrácení a uložení následného sortimentu (případně označení). Harvestorových hlavic rozeznáváme několik druhů. Zde budou představeny 2 základní.



Obrázky 8 a 9: Harvestorová hlavice finského typu (vlevo ([www.ponsse.com](http://www.ponsse.com))) a švédského typu (vpravo ([www.merimex.cz](http://www.merimex.cz)))

##### a) Finského typu

Jsou kompaktnější konstrukce s kratším nosným rámem. Posuv kmene je zajištěn pomocí čtyř posuvných válců. Vhodné jsou zejména pro křivější kmene, neboť díky kratší délce mají lepší schopnost přizpůsobit se tvaru kmene. Nižší hmotností dochází též ke snazší manipulaci s jeřábem.

#### b) Švédského typu

Ve srovnání s předešlým typem mají masivnější konstrukci a delší nosný rám. Opatřeny jsou dvěma válci posuvu s vyšší protahovací silou. Zvládají zpracovat kmeny slabších průměrů, jejich využití však limituje potřeba kmenů rovných s nižším procentem křivosti a menším počtem nerovností.

### 3.2.2.5. Kabina

Kabiny zabezpečují ergonomické nároky pro operátora s maximálním přihlédnutím k hygieně a bezpečnosti při celém procesu zpracování stromu. Vše je splněno díky stavbě a nivelaci kabiny, sedačky, klimatizace a za pomoci dalších technických úprav. Maximální přípustná hladina hluku je, jak uvádí Malík a Dvořák (2007), do 75 dB.

Kabiny harvestorů a vyvážecích traktorů jsou též konstruovány s ohledem na ochranu obsluhy před vlivem vibrací. Nutností je zajištění ochrany dle mezinárodně platných ISO ROPS (Roll-Over-Protective-Structures) standardů v oblasti ochranných prvků při převrácení traktoru, FOPS (Falling-Objects-Protective-Structures) ochranou před padajícím předmětem a OPS (Operator-Protective-Systems) proti proniknutí předmětu ze stran (tvrzená skla jsou vyrobená z vysoce odolného tónovaného polykarbonátu) (Neruda a kol 2008).

Mezi další vybavení kabiny patří tiskárna, rádio, osvětlení, palubní počítač s možným přístupem k internetu nebo například mikrovlnná trouba pro ohřívání potravin. Vytápění kabiny zajišťuje nezávislé topení. V blízkosti palubního počítače je též umístěna počítačová klávesnice pro nastavení počítače a zadávání potřebných údajů o těžebních sortimentech a individuálních informacích o porostech.

Vně kabiny na horní části rámu bývají upevněna halogenová nebo xenonová světla, která jsou nezbytnou součástí při práci v noci.

#### Nivelace kabiny

Vyrovnávání kabiny slouží na svažitéch terénech ke zvýšení stability změnou těžiště stoje a zajištění bezpečnosti práce. Jak uvádí Neruda (2008), s nivelací kabiny může svahová dostupnost stroje dosahovat až 45% terénní svažitosti. Vyrovnávání probíhá naklápěním kabiny do všech 4 stran a může být zajištěno automaticky, nebo

manuálně. Mezi běžné způsoby vyrovnávání kabiny patří systém, který je zajištěn přímočarými hydromotory.

Jak uvádí Malík a Dvořák (2007), například u stroje MHT 1100 2HV je kabina sklopena dopředu o 25 ° a dozadu o 15 °. Stabilizační válce jsou uloženy mezi otáčecím prstencem a rámem stroje.

Pokud jsou kabiny zavěšeny na profilovém rámu, je vyrovnávání zajištěno automaticky. V tomto případě je tlumení rázů zabezpečeno hydraulickým systémem.

#### **3.2.2.6. Sedačka**

Sedačka plní důležitou součást v oblasti zajištění odpovídajících pracovních podmínek pro operátora z ergonomického pohledu. Sedačky je možné přizpůsobit osobním požadavkům obsluhy stroje. Je možné upravit výši sedadla, úhel opěradla a mnohdy i délku bočních opěr. Nezbytnou vlastností je přizpůsobení úhlu otoče sedačky dle aktuální potřeby výhledu a její odpružení. Sedačky jsou též doplněny elektronickým vyhříváním.

Kabina a sedačka tvoří místo, z něhož jsou vykonávány veškeré řídicí funkce konané při výrobní činnosti. Úkoly spojené s ovládáním jeřábu a těžební hlavice jsou zajištěny pravou a levou řídicí pákou na sedačce operátora (Malík, Dvořák 2007).

#### **3.2.2.7. Klimatizace**

Klimatizace je dnes již neodmyslitelnou součástí těchto strojů. V klimatizačním zařízení obíhá chladicí prostředek pod tlakem přes kompresor, kondenzátor, nádrž, expanzní ventil a odpařovač. V jednotlivých částech soustavy dochází ke změnám tlaků a teplot chladicího média a tím dochází k chladicímu efektu zařízení. V chladném prostředí či v zimních měsících dochází klimatizací k ohřívání prostoru kabiny (Neruda a kol. 2008).

### **3.3. Vyvážecí traktory (forwardery) a vyvážecí soupravy**

Rozdíly v konstrukčních principech

Mezi vyvážecím traktorem a vyvážecí soupravou je nutné rozlišovat klíčové odlišnosti v konstrukci strojů, neboť mají přímý vliv na užití obou skupin strojů v provozu.

Vyvážecí traktor je speciální kompaktní stroj určený pro nakládání, převoz a skládání dříví. Skládá se z motorové a ložné části, které jsou sestaveny na dvou polorámech spojených kloubem (axiálním, nebo středovým). Řízení stroje je skrze zlamovací kloub za pomoci hydraulického systému, všechna kola (nejčastěji 6 až 8) mohou být poháněna. Užitná nosnost forwarderu dosahuje zřetelně vyšších hodnot, než nosnost vyvážecích souprav (Neruda a kol. 2008).

Vyvážecí soupravu tvoří dočasné spojení dvou jinak samostatných prostředků, traktoru (tahače) a přívěsu, z nichž každý může být použit pro rozdílné účely. Jednoduché soupravy jsou tvořeny kombinací traktoru a přívěsu s pevnou, či zlamovací ojí. Pohon kol boggie nápravy u přívěsu buď zcela chybí, nebo je řešen hydraulicky poháněným pastorkem, který doléhá mezi obě kola boogie nápravy. Bližší alternativou k vyvážecím traktorům může v příznivých terénech být souprava se zlamovací ojí, což napomáhá snadnějšímu ovládnutí stroje a v důsledku zlepšuje jeho dostupnost. Jak uvádí Neruda a kol. (2008) mohou tyto soupravy dosahovat až 90 % výkonnosti vyvážecích traktorů, což s přihlédnutím k pořizovací ceně, která může tvořit asi polovinu pořizovací ceny vyvážecího traktoru je jistě zajímavý a nezanedbatelný aspekt při výběru nového stroje. Nasazení vyvážecí soupravy však vyžaduje příznivější podmínky. Doporučený roční objem přibližovaného dříví vyvážecími soupravami je dle Nerudy a kol. (2008) v rozmezí 2000 až 8000 m<sup>3</sup>.

K poměrně podstatným rozdílům mezi těmito stroji dochází při hodnocení z hlediska pohybu. Zatímco vyvážecí traktor je schopen se bez větších obtíží pohybovat po lesních linkách oběma směry (nenaložený při dobrém výhledu z kabiny), u vyvážecích souprav s hydraulicky zlamovací ojí je couvání možné jen na krátké vzdálenosti a u souprav bez hydraulicky zlamovací oje je v běžném lesnickém provozu prakticky nemožné. Směr jízdy je u vyvážecích souprav značně ovlivněn jejich řízením a to i v případě, že není nákladem ovlivněna viditelnost pro obsluhu z kabiny. Mezi další slabší stránky z hlediska pohybu vyvážecích souprav patří jejich snížená trakční schopnost nejen u jednoduchých nepoháněných, ale ani souprav s boogie nápravou hnané pastorkem zpravidla nedosahují stejné stoupavosti, jako vyvážecí traktory se všemi hnanými nápravami. U jednoduchých souprav bez hnané boogie nápravy dochází k čtenějšímu prokluzu kol traktoru.

Vyvážecí stroje (soupravy a vyvážeče), označujeme jako sortimentní, neboť jsou primárně určeny k soustředování rovných sortimentů nebo krátkých výřezů nejčastěji s maximální délkou 6 nebo 8 m. K tomuto účelu jsou vybaveny klanicovou nástavbou,



do které se dříví ukládá celou svojí délkou, nebo s minimálním přesahem. Při provozu na veřejných komunikacích by měly být opatřeny kotevním zařízením, které zamezí samovolnému vypadnutí některého z výřezů. Během transportu na lesních komunikacích se však v drtivé většině případů náklad nepoutá. Nezbytnou podmínkou pro pohyb stroje na veřejné komunikaci je také kompletní a funkční osvětlení vozidla. Mezi ložným prostorem a kabinou stroje je umístěn čelní panel, který brání sesunutí nákladu na kabinu operátora. Tento štít může být posuvný, aby zabezpečil lepší uložení naložených sortimentů, zejména pokud se jedná o přepravu sortimentů různých délek (Neruda a kol. 2008).

Nakládka a vykládka je u vyvážecích strojů uskutečněna za pomoci hydraulického jeřábu s drapákem. Posádka je vždy jednočlenná, neboť soustředování vyvážecími stroji probíhá bez úvazkového soustředování dříví.

### **3.3.1. Vyvážecí traktory**

Vyvážecí traktory jsou dle Malíka a Dvořáka (2007) jednoúčelové stroje, navazující na pracovní proces harvestorů.

Neruda a kol. (2008) charakterizuje vyvážecí traktory jako samojízdné kompaktní stroje pro soustředování krátkých sortimentů dříví.

Sortimenty uložené při okrajích linek jsou za pomoci jeřábu nakládány na ložný prostor a transportovány na odvozní místo. V případě nasazování harvestorových uzlů ve svažitém terénu je nutné si uvědomit, že svahová dostupnost vyvážecího traktoru je vlivem vyššího těžiště horší, než u harvestoru. Tomuto faktu musíme podřídit výběr porostů při plánování těžby.



Obrázek 10: Vyvážecí traktor Elephant King ([www.ponsse.com](http://www.ponsse.com))

Vyvážecí traktory jsou 6 nebo 8 kolové, ve speciálních případech však mohou mít kol i 10. Stejně jako u harvesterů se zde využívá tandemových boogie náprav a flotačních pneumatik s šířkou profilu nejméně 600 mm. Na jednotlivé nápravy je možno stejně jako u harvesterů nasazení kolopásů, nebo řetězů, čehož se využívá zejména na kluzkých a málo únosných terénech. To vede k lepšímu rozložení hmotnosti, snížení tlaku na půdu a v důsledku menšímu poškození půdního krytu.

Většího snížení měrného tlaku na půdu můžeme dosáhnout použitím kolopásů, zejména při práci na méně únosných terénech. Pásové forwardery se v českém lesnictví objevují jen zřídka, zastupuje je pouze značka Terri (Malík a Dvořák 2007)

Základní částí vyvážecích traktorů je rámový podvozek, který se skládá ze dvou dílů (polorámů). Spojení je tvořeno skrze axiální nebo středový kloub a vzájemně vyklonitelný pomocí hydraulického systému. Podobné konstrukce je též užito u LKT. Díky této konstrukci je traktor schopen snadného zatáčení v obou směrech pohybu. Téměř běžnou součástí nových strojů je kamera, která snímá v případě couvání prostor za strojem a promítá ho na palubní počítač. Vyvážecí mohou být opatřeny čelní radlicí, která má využití při stabilizaci stroje ve svazích, shrnování sněhu, úpravě povrchu cest nebo velmi zřídka k navalování sortimentů (Neruda a kol. 2008).

## Konstrukce vyvážecích traktorů

Kabina je svými konstrukčními prvky obdobná, jako u harvestoru. Vybavení kabiny odpovídá specifickým požadavkům, které jsou na funkci stroje kladeny. Obdobně jako u harvestorů je z kabiny ovládán hydraulický jeřáb za pomoci dvojice páček, které jsou součástí sedačky (Neruda a kol. 2008).

## Nákladový prostor

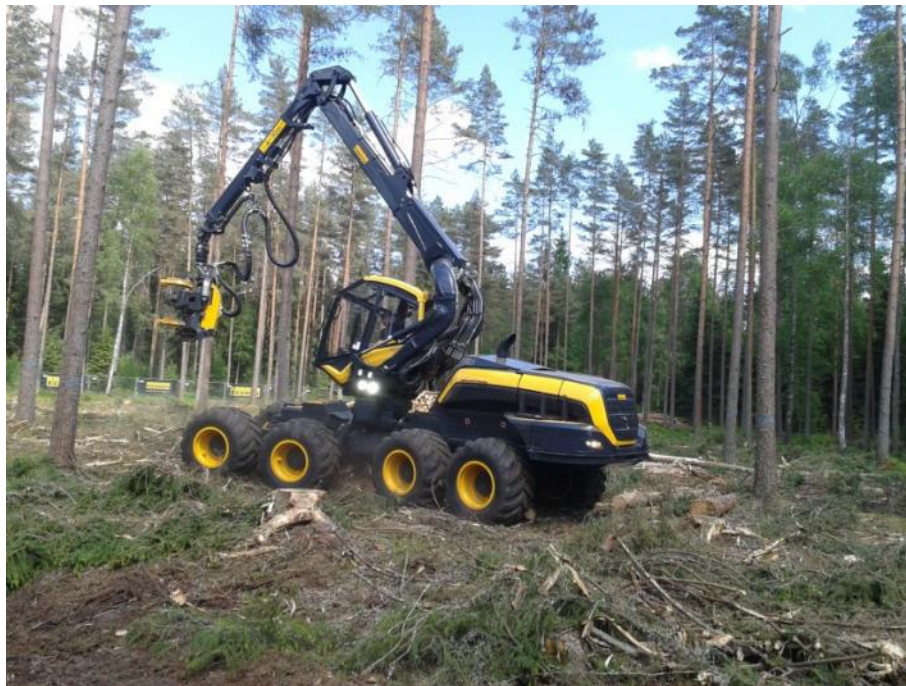
Nákladový prostor a jeho užitečná nosnost je důležitou veličinou, která charakterizuje vyvážecí traktor. Z hlediska nosnosti tedy někteří autoři Neruda a kol. (2008) a Malík a Dvořák (2007) člení vyvážecí traktory do velikostních tříd, není to však jediný parametr, podle kterého se třídy odlišují, a proto může docházet k menším odlišnostem. Mezi další znaky pro zařazení do určité třídy může sloužit zejména výkon motoru a v neposlední řadě rozměry stroje.

## 4. Inovace v oblasti plně mechanizované techniky

### 4.1.Scorpion a Scorpion King

Dlouho očekávanou novinkou se jistě stal nový harvester finské firmy Ponsse, vyráběný ve dvou modelech, který byl veřejnosti představen na tradičním švédském veletrhu Elmia wood v roce 2013. Jedná se o harvester Ponsse Scorpion, určený zejména pro předmýtní těžbu a o stroj určený především pro mýtní těžbu s označením Ponsse Scorpion King. Tento stroj díky mnohým konstrukčním řešením a jistě i z hlediska svého doposud nevídaného vzhledu vzbudil u veřejnosti velký zájem a obdiv.

Firma v tomto stroji spatřuje novou generaci v těžbě dříví harvesterovými technologiemi a používá pro stroj označení: „Ten nejlepší z harvesterů.“



Obrázek 11: Harvester Ponsse Scorpion

Jak uvádí Lasák (2015), s myšlenkou sestavit tento harvester přišel zakladatel a vizionář společnosti Einari Vidgrén před více než šesti lety. Již od roku 2010 jsou první stroje nasazeny do lesních porostů a zkoušeny při těžbě dřeva. Na oficiálním představení stroje došlo ze strany zákazníků k tak velkému zájmu, že firma Ponsse zbudovala novou, z 80 % robotizovanou výrobní linku, která dosahuje roční produkce 800 až 900 strojů. Při optimálních podmínkách dochází k vyrobení zhruba 2,5 stroje/den. Velký prostor pro diskuzi přináší nová koncepce třídičného rámu

a spojení dvou dílů ramen a jeřábu. Firma Ponsse uvádí, že toto řešení má s úspěchem za sebou již důkladné odzkoušení na testovací stoličce po dobu 12 000 mth a to s mnohem tvrdšími podmínkami, než nastávají v běžném provozu. Na začátku měsíce února dorazil stroj Ponsse Scorpion King i do České republiky a byl představen na třech místech, přičemž již během druhé ukázky si našel nového majitele (Lasák 2015).

#### **4.1.1. Konstrukce**

Nový stroj se oproti předchozím skládá ze třídielného rámu. Oba koncové rámy jsou jako u většiny dosavadních harvestorů určeny pro boogie nápravy. Prostřední část nového rámu nese kabinu pro operátora a za ní umístěný jeřáb. Při pohybu stroje přední a zadní části rámu s boogie nápravou kopírují povrch, ale kabina na prostředním rámu zůstává nepřetržitě ve svislé poloze. Jak uvádí výrobce, název Scorpion je odvozen od skutečnosti, že při pohledu zepředu připomíná stroj svým pohybem kraba.

Pozitivní vlastností je bezesporu šířka stroje, která dosahuje 2840 mm, což je pro mýtní harvestor poměrně nízká hodnota. Délka je 8 020 mm a výška stroje připraveného k transportu je 3 720 mm. Hmotnost stroje přesahuje 22 000 kg, což může být až o 3 tuny více, než harvestory stejné třídy u konkurenčních firem John Deere a Komatsu, avšak větší počet náprav umožňuje lepší rozložení tlaků na půdu, čímž se rozdíl snižuje. Světlá výška dosahuje hodnoty 655 mm.



Obrázek 12: PonsseScorpion s kolopásky (ponsse.com)

Nivelace kabiny je plně odvozena od základního třídičného rámu. Ve snaze předejít dosavadním nedostatkům vzniklých při konstrukci harvestorových kabin, spojila firma veškeré kladné vlastnosti otočné a nivelované kabiny. Již od samého začátku byl stroj koncipován se záměrem zlepšení pracovních podmínek pro operátora. Snaha byla zejména snížit dopady naklánění, zdokonalit výhled z kabiny a v neposlední řadě umístit sedadlo v kabině do osy stroje, aby se předešlo efektu kolotoče, který je způsoben působením odstředivé síly na tělo operátora. Jak dále uvádí Lasák (2015), je těžiště stroje posunuto o 80 cm níže, oproti konkurenci, což přináší skvělou stabilitu i při pohybu stroje v náročných terénech. V případě, že hrozí nebezpečí pro obsluhu stroje způsobenou převrácením stroje, je celý harvestor zastaven za pomoci speciálních čidel umístěných na jeřábu. Jedinečný stabilizační systém má svůj základ a odvíjí se od pozice a směru pohybu hydraulického jeřábu, na němž jsou uložena čidla, která nepřetržitě odesílají naměřené hodnoty do centrálního počítače. Po vyhodnocení těchto informací dochází díky Ponsse patentovanému systému k přitlačení zadních kol k terénu. Dle výrobce je tímto systémem umožněna, zejména během pohybu stroje, doposud u harvestorů nevídaná stabilita. Dochází tak ke značnému zvýšení efektivity a tím zlepšení podmínek pro obsluhu stroje.





Obrázek 13: Nivelace podvozku stroje Scorpion (PonssePlc.)

Výrobním tajemstvím zůstává unikátní provedení jeřábu s označením C50, který je spojen navařením na dvě postranní ramena vedoucí podél kabiny (Lasák 2015). Jak bylo zmíněno již výše, je tento způsob provedení a především jeho pevnost úspěšně testována již 12 000 mth ve výzkumném středisku firmy. Aby se předešlo případnému zhoršení výhledu z kabiny v důsledku poškození hydraulických hadic a následnému zhoršení výhledu, jsou veškeré rozvody hydraulického systému vedeny v blízkosti kabiny v ocelových trubkách s absencí hadic. Od roku 2013 je v nabídce firmy Ponsse užití mazacího tuku namísto mazacího oleje při chodu lišty a řetězu. Místo dávkování pulzního je užití mazání poměrnou pumpou, která zajišťuje mazání trvale, po celou dobu řezu a tak dochází k úsporám na liště i řetězu. Dávka je určena za pomoci počítače. Užitečnou změnou je též umístění světel pod kabinu harvestoru. Nejen, že dochází k neustálému osvětlení pracovního prostoru, v souvislosti s natočením kabiny, ale v důsledku toho, že světlo vychází zespod, není tak zásadním způsobem snížena účinnost světel v případě deště nebo sněžení.

Firma Ponsse zůstává, jako u předchozích modelů, věrná osvědčené značce kvalitních motorů společnosti Mercedes-Benz. Vzhledem ke kombinaci systémů SCR (použití AdBlue) a recyklaci výfukových plynů jsou moderní motory této značky schopny splňovat emisní normy 4F.

Spolehlivý a hospodárný šestiválcový motor Mercedes-Benz OM936 o výkonu 210 kW a točivém momentu 1150 Nm zaručuje stroji potřebnou efektivitu a vysokou hospodárnost (PonssePlc. 2015).



Obrázek 14: Maximální přizpůsobení podvozku povrchu (www.ponsse.com)

#### 4.1.2. Vyráběné modely

Nový model harvestoru je nabízen ve dvou základních verzích. První verze nese označení Ponsse Scorpion, ta druhá Ponsse Scorpion King. Výrobce doporučuje o užití prvního především pro předmýtní a druhého pro mýtní těžbu. Probírkový stroj nabízí jedno pracovní čerpadlo, zlamovací teleskopický jeřábe s dosahem 10 nebo 11 m a možnost volby ze dvou nových harvestorových hlavíc - H5 (nástupce H53) a H6 (nástupce hlavice s označením H60). Ponsse Scorpion King, určený primárně do mýtní těžby je vybaven 10 m jeřábem, dvěma pracovními čerpadly (190 cm<sup>3</sup> pro hlavici a 145 cm<sup>3</sup> pro jeřáb) (Lasák 2015).

Provedení hydraulického systému má svůj původ v osvědčeném modelu Ergo. Otáčky ventilátoru motoru jsou závislé zatížení hydrauliky. Samotný ventilátor je možné uvést do opačného chodu a tím odstranit veškeré nahromaděné nečistoty v těsné blízkosti chladiče. Při volbě způsobu ovládání stroje joysticky má kupující možnost volby mezi variantou Ponsse Comfort koule, nebo ovládáním za pomoci minipáček. Jak uvádí Lasák (2015), kontrolní a řídicí systém Opti 7 je kompletně umístěn v dotykovém displeji. Ponsse Scorpion King je vybaven hlavicí H7, která navazuje na hlavici s označením H73. Rozdíl je ve větším otevření nožů a způsobu uložení nože čelního, kdy navařovaný nůž byl vyměněn za nůž s maticovým uložením.



#### **4.1.3. Výkon a spotřeba**

Lasák (2015) uvádí, že model Scorpion King má o 25% vyšší výkon, než model s označením Ergo. Pokud by to byla pravda, můžeme od tohoto stroje, při optimálních pracovních podmínkách, očekávat zpracování až 250 m<sup>3</sup> za den. Cena stroje je s modelem Ergo srovnatelná, ale bezpečí, pohodlí a celková výbava nového modelu je posunuta mnohem výše.

Průměrná spotřeba paliva při 1 600 ot/min by se měla pohybovat v rozmezí 0,5 až 0,75 l/m<sup>3</sup>. Výrobce též uvádí delší intervaly mezi jednotlivou údržbou. Po 50 hodinách by měla být prováděna údržba jeřábu, po 900 hodinách výměna motorového oleje a pro ostatní olejové náplně doporučuje firma interval 1 800 mth. Dle Lasáka (2015) přináší novinka do světa harvestorů maximum ergonomie pro operátora, skvělou terénní dostupnost a efektivní práci.

## 4.2.Ponsse 10w

Ponsse 10w je označení pro nové řešení, které snižuje dopad těžké lesní techniky na porost a zejména půdní povrch vyvážecích strojů. Zkratka vychází z anglického označení 10 wheels. Jedná se o poměrně jednoduchý nápad, který vyžaduje ne příliš obtížná technická provedení. Na zadní nosný rám vyvážecího traktoru jsou společně s třetím párem kol přimontovány prodloužené kolopásky (PonssePlc). Tyto dva konstrukční postupy převádí stroj na desetikolový (původně osmikolový) vyvážecí traktor a tak podstatně zvyšují jeho styčnou plochu s podkladem. Dochází tak k lepšímu rozložení a snížení tlaků na terén a zvýšení schopnosti transportovat těžené sortimenty v oblastech s horší únosností zeminy. Jedná se o spolehlivé řešení, které je šetrné k životnímu prostředí a umožňuje efektivní vyvážení těžných sortimentů. Firma nabízí toto řešení pro své modely Wiesent, Elk a Buffalo. Pro Ponsse Wiesent je k dispozici pevná náprava, pro Buffalo a Elk náprava hydraulicky zdvihatelná.



Obrázek 15: Ponsse Buffalo 10w (foto Klvač R.)

### 4.3.Ponsse modelová řada 2015

Oživení a zkvalitnění služeb u strojů firmy Ponsse, jež začalo novou koncepcí harvestoru Scorpion a Scorpion King představením v roce 2013 na výstavě Elmia Wood ve Švédsku, má v následujících letech pokračování. V září roku 2014 byla na výstavě FinnMETKO u města Jämsä (ve Finsku) předvedena nová kolekce strojů této značky, která klade vyšší důraz na ergonomii, ekologii a celkové zkvalitnění a zdokonalení produktů. Použitím nových motorů a zdokonalením hydraulických systémů používaných při konstrukci nové série strojů umožňují prodloužení servisních intervalů na dvojnásobek původních. To vede ke zvýšení efektivity práce a snížení provozních nákladů. Jak se můžeme dočíst na serveru [www.krenekfs.cz](http://www.krenekfs.cz), za účelem prodloužení délky životnosti byly například zrekonstruovány silnější rámy strojů.

Zlepšením u nové modelové řady je také provedení inovativního odpružení kabin vyvážecích souprav Buffalo s názvem PonsseActivFrame. Systém má svůj základ ve vyrovnávání bočních sil, které působí na operátora během pojezdu stroje. Výsledkem je podstatně komfortnější jízda a výrazně nižší zátěž těla obsluhy stroje, než u předešlých modelů ([krenekfs.cz](http://www.krenekfs.cz)). Vzhledem ke snížení negativních dopadů na operátora, přispívá tento nový systém ke zvýšení produkce. Systém dále přináší větší komfort i při rychlejším pojezdu stroje (zejména při jízdě bez nákladu). Firma dále uvádí, že zlepšení podmínek je patrné i při operacích (nakládka/vykládka) s jeřábem, neboť kabina je neustále udržována ve vodorovné poloze. Systém ActivFrame je obdobný jako nivelace u modelu Scorpion. Vychází z konstrukce dvojitého rámu, čímž je bod nivelace posazen poměrně nízko (na úroveň boggie náprav) a tak chrání obsluhu stroje před přichozími vibracemi.

Od roku 2015 osazuje firma stroje určené pro evropský trh novými motory, které plní přísnější požadavky na emisní normy. Nové motory splňují díky systémům SCR a CEEGR emisní třídu EURO IV. Vylepšená technologie též přispívá ke zvýšení výkonu a točivého momentu.

V této kapitole poslední novinkou, o které se zmíním, je Fleet Management Software. Tento software je nyní přizpůsoben i operačním systémům Android a iOS. Díky softwaru má majitel strojů možnost neustálého přehledu o informacích z terénu, jen díky svému chytrému telefonu. Pohodlně si může zjistit například informace o poloze stroje, pracovní době, stavu paliva v nádrži, množství vytěžené hmoty a dalších charakteristik vztahujících se k jednotlivým strojům a operátorům.

#### 4.4. Timbear Lightlogg C

Švédská firma Timbear AB založená v roce 2008 je firmou zaměřenou na výrobu a vývoj malých lesních harvesterů a vyvážecích traktorů, vycházejících z konceptu Jana Eriksona krátce po roce 2000. Podnikatelským záměrem bylo vytvořit a dodat na trh stroje s vysokou efektivitou určené pro těžbu dřeva v oblastech s nízkou únosností půdy nebo v oblastech, kde si nemůžeme dovolit narušení půdního krytu. Základem je tedy sestavit lesní těžební stroje, které jsou maximálně šetrné k půdnímu povrchu a nepoškozují stávající lesní porosty.



Obrázek 16: Harvester Timbear Lightlogg C ([www.youtube.com](http://www.youtube.com))

Prvním produktem této značky je model s označením Timbear Lightlogg C. Jedná se o lehký stroj, který kombinuje harvester a vyvážecí traktor s minimálním dopadem na půdu. Lightlogg C je nejen jednoduchý stroj, který snižuje erozi půdy, ale zároveň může být použit i v terénech, kam se obdobné stroje nedostanou a posouvá tak o něco dále hranici dostupnosti těchto strojů. Je vyrobena s ohledem na pohodlí operátora a splňuje požadavky na pohodlné a bezpečné pracovní prostředí. Kabina obsahuje dnes již běžné prvky zvyšující komfort obsluhy, jako například klimatizaci, odpružení sedačky nebo rádio. Celá kabina je samozřejmě dobře izolována vůči hluku a prašnosti z vnějšího prostředí. Pro bezpečnou práci a maximální světelnou účinnost za šera a v noci nabízí firma xenonové nebo LED osvětlení na střeše kabiny.

Minimálních tlaků je dosaženo pomocí velké styčné plochy, kterou stroj získává skrze pásy o šířce 60 cm. Všechny nápravy mají stejný design se samostatným

hydraulickým pohonem. Light logg C je určen pro prořezávky v mladších porostech, a proto je kladen velký důraz na šířku stroje, která dosahuje hodnoty 2,2 m.



Obrázky 17 a 18: Kombinovaný stroj (vyvážecí traktor přestavitelný na harvester) Timbear Lightlogg C s dvěma ložnými prostory (foto Klvač R.)

Lightlogg C je možné přestavět z harvestoru na vyvážecí traktor (a nazpět) za pouhých 30 minut, jak uvádí výrobce. U vyvážecího traktoru jsou k dispozici dva samostatné ložné prostory, každý o objemu  $2,2 \text{ m}^3$  a nosnosti 5 tun. Celková ložná plocha dosahuje tedy objemu necelých  $4,5 \text{ m}^3$  a celkové nosnosti 10 tun. Délka forwarderu je 11,5 až 13,5 m a šířka 2,2 m. Hmotnost se standardně dodávaným jeřábem Cranab FC65 Combi o dosahu 7,9 m je 12 tun. K dispozici je i jeřáb Kone FC80 combi o dosahu 9,3 m. V případě přestavby na harvester, dosahuje stroj délky 6 m a hmotnosti 9,5 t. Výrobce nabízí k harvesterovému provedení dvě harvesterové hlavice, které se liší úřezem. První (Keto 51 Supreme) má úřez 37 cm, druhá (LogMax 928) 42 cm. Obě provedení stroje pohání motor o objemu 4,5 l a výkonu 97 kW ([www.timbear.se](http://www.timbear.se)).



## 4.5. Hybridní pohon vyvážecích traktorů a harvestorů od El-Forest

Další novinku do lesnictví, která později byla rozvinuta ve spolupráci s finskou firmou Ponsse, přinesla v roce 2008 švédská firma El-Forest. Nejprve u vyvážecích traktorů a později u harvestorů je k pohonu využita elektrická energie. Stroj nazývá novou ne-znečišťující alternativou, která díky velkým rozměrům kol a speciální konstrukci má také menší vliv na poškozování půdního pokryvu.



Obrázek 19: Harvester firmy ProSilva s hybridním pohonem od El-Forest hybridním pohonem (foto Klvač R.)

### Snížení dopadů na půdu

El-Forest uvádí, že jejich vyvážecí traktory mají snížený tlak na půdní povrch v důsledku nové konstrukce podvozku, který má lepší vlastnosti během průjezdu zatáčkou, neboť je aplikováno tzv. nadcházení zadních kol. Speciální konstrukce podvozku El-Forest umožňuje, pohon každého kola jednotlivě, čímž je možné navádění kol do stejné stopy a dosažení skutečnosti, že kola na příslušné straně vždy dodržují stejný rozchod kol a nedochází tak k poškození půdy a pneumatik v důsledku smyku. K minimalizaci škod na půdu též přispívá nízká váha stroje a velké pneumatiky, sloužící k lepšímu rozložení tlaků na povrch. Vyvážecí traktor El-Forest má nosnost 12 tuna vlastní hmotnost 8 tun. Běžné vyvážecí traktory s obdobnou nosností mají vlastní hmotnost zhruba 14 tun.

## Životní prostředí

Cílem při vývoji stroje bylo snížit limity vypouštění oxidu dusnatého a uhlovodíků do okolního prostředí. Se strojem od společnosti EL-Forest jsou díky kombinaci malého diesellového motoru (o výkonu asi 40 kW) a tří generátorů elektrické energie ekologické dopady zásadním způsobem sníženy. Podle měření společnosti Nissan, která prováděla měření na svém automobilu na hybridní pohon, se snížilo vypouštění oxidu dusnatého o 50% a vypouštění uhlovodíků o 95%. Tento výsledek je srovnatelný se strojem EL-forest.



Obrázky 20 a 21: Vyvážecí traktor s hybridním pohonem od společnosti EL-Forest (foto Bäck G.)

## Ergonomie a pohodlí operátora

Velká prostorná kabina stroje EL-Forest umožňuje díky velkému podílu skel dobrý výhled ve všech směrech. Umístění kabiny v přední části stroje umožňuje dobrý výhled i při jízdě v těžkém terénu. Způsob zavěšení přední nápravy poskytuje operátorovi velmi komfortní jízdu se sníženým dopadem na zdraví operátora.

## Přenos výkonu a účinnost

Pohon stroje zajišťuje diesellový motor o výkonu 40 kW ve spolupráci se třemi generátory elektrické energie, které nabíjí 6 samostatných baterií. Jednotlivé baterie slouží poté jako zdroj energie pro nezávislé elektromotory každého z kol. Účinnost soustavy se pohybuje okolo 80 %, což nelze srovnávat s přenosy hydraulické a mechanické energie, u kterých je účinnost asi 50 %. Teoretické výpočty udávají, že náklady spojené se spotřebou pohonných by se měly o polovinu až třetinu snížit.

#### 4.6.,,Angled“ crane - hydraulický jeřáb

Funkce běžných harvestorových jeřábů jsou nám již dobře známé. Může být roztažen do různých směrů, avšak vždy s omezeným dosahem na počet kácených stromů. Novým řešením jak zvýšit dosah, bez nutného popojíždění se strojem, přišla firma Cranab z městečka Vindeln ve Švédsku. Vyvinuli a veřejnosti představili novou koncepci jeřábu, u něhož je možné horizontální vyklonění (zlomení) o 30 stupňů ve střední části jeřábu, mezi hlavním sloupem a zlamovacím ramenem.

Toto řešení vnáší nové možnosti do probírkových těžeb, kdy je zvýšen dosah na větší počet stromů, což má při práci zejména v probírkových porostech ještě několik dalších pozitivních vlastností. Důsledkem snížení potřeby pojezdu jsou sníženy tlaky na půdu a dochází tak k nižšímu poškození půdního povrchu. Další výhodou tohoto nového jeřábu je časová úspora, které se dosáhne též díky ne tak časté nutnosti pojezdu. Při prvotních studiích nové koncepce jeřábu se prokázalo, že v probírkových porostech dochází k úspoře času mezi 4 - 6%. Simulace ukázaly, že snížení pracovní doby je výraznější u hustších, než u řidších porostů. Nová osa vychýlení přináší obsluze stroje lepší ovládání celého jeřábu, což se v porostech projevuje nižším procentem poškozených stromů. Při dalších studiích bylo též prokázáno, že míra dostupnosti stromů se zvýšila asi o 30 % v porovnání s klasickým harvestorovým jeřábem.

Zvýšení produktivity práce má bezesporu kladný dopad i na celkovou ekonomiku probírkových těžeb, což je v zejména současné době další z pozitivních vlastností tohoto nového způsobu konstrukce harvestorového jeřábu.



Obrázek 22: Harvestorový jeřáb „Angled“ crane s horizontálním vykloněním ([www.epsilon.slu.se](http://www.epsilon.slu.se))



## 4.7. The Beast - bezoperátorový harvester

The Beast je těžebně dopravní systém tří strojů (jeden harvester a dva vyvážecí stroje-forwardery) ovládaných pouze dvěma operátory, kdy harvester je dálkově ovládán z kabiny forwarderu (Klvač a Neruda 2008). Systém byl vyvinut firmou Fiberpac AB z města Visland v jižním Švédsku, byl navržen pro kácení mýtních porostů ve snaze uspořit náklady na těžbu a přibližování. Vývoj systému začal již na počátku 21. století v roce 2002 a původně zahrnoval pouze jeden forwarder, z kterého byl ovládán harvester.

V novější verzi systému z roku 2005 byl přidán druhý forwarder. Bezoperátorový harvester je ovládán z kabin forwarderů. Zpracované sortimenty jsou ukládány přímo na ložnou plochu vyvážecího traktoru. Ložnou plochu je z důvodu maximálního přizpůsobení otočit o 360° v horizontálním a naklonit o 10° ve vertikálním směru. V ideálním případě by se měl druhý forwarder vrátit z vykládky ve chvíli, kdy je první naložen a opouští porost. V tomto případě si operátoři mohou vyměnit těžební operace, aniž by vznikaly jakékoli čekací doby. Harvester je možné ovládat až na vzdálenost 300 m, ale z praktických důvodů dochází k ovládní nejvýše ze vzdálenosti 50 m.



Obrázek 23: Bezoperátorový harvester The Beast (vlevo) s vyvážecí soupravou (vpravo) (Nordén B.)

Studie prokázaly, že produktivita systému je za přibližovací vzdálenosti do 350 m stejně vysoká jako při použití klasického harvestorového uzlu, avšak jsou snižené náklady na pohonné hmoty. Při přibližování na vzdálenost přesahující 300 m již byla produktivita nižší, neboť forwardery nedokázali s Beastem udržet tempo a nedocházelo tak k plnému využití jeho těžebního potenciálu.

Při využití Beasta s jedním kurýrem odpovídá ve skutečnosti nasazení harwarderu. Harwarder je kombinovaný stroj s harvestorovou hlavicí a nákladovým prostorem, zatímco Beast tvoří harvestor a forwarder. Jsou to tedy dva stroje s odděleným nákladovým prostorem. Systém Beast s nasazením dvou forwarderů dosahuje v optimálních případech téměř dvojnásobku výroby než harwarder. Vše však závisí na vzdálenosti přepravní doby, čímž vzniká již zmíněná čekací doba harvestoru.

Při nasazení dvou forwarderů a Beastu, je na kratší vzdálenosti efektivita systému větší, než při nasazení klasického harvestoru a vyvážecího traktoru. Jak systém Beast, tak harwardery však snižují počet potřebných pracovníků, protože sortimenty jsou přímo nakládány na ložný prostor, což vede ke snížení nákladů. Studie ukazují, že přímé nakládání sortimentů na ložnou plochu Beastu (harwarderu) zvyšuje produktivitu v průměru o 20 stromů za hodinu.

#### Spotřeba paliva

Isabelle Bergkvist uvádí, že při prvotních studiích docházelo k úspoře paliva při nasazení systému The Beast oproti běžnému harvestorovému uzlu v rozmezí 20 - 40 %. Zároveň však dodává, že nebyl provedený dostatečný počet studií, který by tato čísla zcela potvrdil.

Tabulka 2: Porovnání spotřeby paliva při těžbě systémem The Beast, Harwarderem a běžným harvestorovým uzlem (Bergkvist)

Machine system	Consumption at transport distance of 350 m
The Beast system	<b>1 l/m<sup>3</sup></b>
The Harwarder system	<b>1 l/m<sup>3</sup></b>
The harvester/forwarder system	<b>1.2-1.4 l/m<sup>3</sup></b>

Pozn.: Machine system = strojní systém, consumption at transport distance of 350 m = spotřeba paliva při transportní vzdálenosti 350m

## Náklady

To, jaký systém je nejvhodnější užít pro těžbu a přibližování je velmi závislé na odlišných stanovištních podmínkách. Náklady každého ze systémů jsou zejména v:

- Produktivitě tj. možnost omezení pracovního prvku
- Spotřebě paliva (závislé na ceně pohonné hmoty v daném regionu)
- Počáteční investici

Při nízkém objemu kmene má nejnižší náklady harwarder. Souvisí to s vysokou produkcí stroje na osobu/hodinu, nízkými náklady na kapitál (nákup pouze jednoho stroje) a nízké spotřebě paliva. Beast je velmi jednoduchý stroj, náklady na pořízení stroje a spotřebu paliva jsou poměrně nízké. Výroba je na vysoké úrovni při maximální přepravní vzdálenosti do 400 až 500 m. Při větších přepravních vzdálenostech a vyšším průměrném objemu těžných kmenů je zdaleka nejúčinnější systém běžného harvesterového uzlu (harvester a vyvážecí traktor). Beast nachází svoje potencionální využití zejména ve švédském lesnictví, kde jsou vysoké náklady na pohonné hmoty, a průměrná dopravní vzdálenost se pohybuje do 350 m, jak uvádí Isabelle Bergkvist.



Obrázek 24: Systém The Beast při nakládce dříví na vyvážecí traktor (Nordén B.)

### Další výhody systému The Beast

System The Beast má další výhody zejména při manipulaci dříví. Tím, že dochází k přímému nakládání na ložnou plochu, nedochází k poškození sortimentů v důsledku kontaktu se zemí (kameny, písek). Další výhodou je praktická eliminace zapomenutí dříví v porostu, též díky přímému nakládání na forwarder. Mimo toho systém The Beast přispívá k dobré ergonomii, která je zlepšena díky nejednotvárnosti během pracovního procesu. Beast má též menší dopad na poškození půdy, čímž se u něj výrazně rozšiřuje možnost použití i do oblastí, kde těžší harvesterové uzly způsobují hluboké koleje a erozní rýhy. Díky širokému rozchodu a nízkému těžišti je možné nasazení i ve svažitéch terénech.

### Závěrem k systému The Beast

Ani systém Beast ani harwarder nemůže konkurovat běžné kombinaci harvestoru a forwarderu na delší dopravní vzdálenosti a v těžbách s větším průměrným objemem těžného kmene. Harwarder je konkurenceschopný Beastu s jedním forwarderem v mýtních těžbách s nízkou hmotností a krátkou přepravní vzdáleností, neboť se jedná pouze o nasazení jednoho stroje. Systém Beast má mnoho dalších výhod, u kterých možná vzroste uplatnění v budoucnosti. Hlavními výhodami je úspora pohonných hmot a široké spektrum nasazení stroje. Jedná se o stroj s vysokým potenciálem zejména pro použití ve švédském lesním hospodářství.

## 4.8.Ponsse a Spolupráce s El-Forest

V roce 2014 El-forest technologie a firma Ponsse, jeden z největších světových výrobců lesní techniky, postavili hybridní elektrický prototyp stroje s technologií El-Turbo. Finský výrobce strojů Ponsse v současné době testuje hybridní technologii společnosti El-forest na jednom ze svých harvestorů. Hlavním cílem projektu je úspora paliva a životního prostředí. Obě společnosti provedli testování hybridní technologie na harvestoru Ponsse Ergo u švédského města Örnköldsvik v roce 2014.

Do zkušebního stroje EL-Forest Technologies byla nainstalována technologie El-turbo. Jedná se o netradiční turbokompresor, který pomáhá v případě potřeby dodat hydraulickému čerpadlu a vznětovému motoru rychle potřebnou energii při zvýšeném požadavku na výkon. El-turbo umožňuje pracovní otáčky vznětového motoru v případě potřeby velmi rychle obnovit, například při řezání. Tím je získán plynulejší provoz a snížená spotřeba paliva, jak uvádí Per-Anders Bjuggstam, generální ředitel společnosti El-forest.

I když doposud nespécifikovaly firmy žádné výsledky, vidí tuto technologii jako průlom v oblasti hybridních pohonů. Zkušební provoz tohoto stroje nyní pokračuje ve Finsku.

Tord Ödmark, který testoval prototyp hybridního harvestoru na webových stránkách El-forest uvádí, že s novou technologií lze dosáhnout vyšší produkce. Elturbo poskytuje mnohem rychlejší a plynulejší stroj pro těžbu.

Nová technologie Elturbo může být instalována do nově vyráběných strojů, čímž jsou sníženy náklady na pohonné hmoty. Jediné, co je zapotřebí, je místo na elektromotor a baterie s počítačem. Turbo systém není připojen k pohonu s elektromotory v kolech, jak to provedl dříve El-forest u vyvážecích traktorů. Jak se můžeme dočíst na webových stránkách [www.lantbruk.com](http://www.lantbruk.com), tyto stroje se již nevyrábí, ale technologie byla nabídnuta výrobcům ostatních vozidel.

## 5. Diskuze

V soudobém lesním hospodářství mají plně mechanizované lesní technologie bezesporu nezastupitelné místo. Množství těžené suroviny, které potřebuje současná civilizace, dosahuje v průměru asi 0,9 kg dřeva na osobu/den (Neruda a kol. 2013). Takové množství není možné efektivně jiným, dnes nám známým, způsobem z lesních porostů získat jinak, než nasazením plně mechanizovaných technologií v místech, které nám to umožní. Díky tomuto faktu je otevřen velký prostor diskuzi o vhodnosti nasazení těchto technologií v různorodých lesních podmínkách. Jistotou je, že zdaleka ne všechny porosty jsou pro tuto těžbu vhodné. Díky této práci jsem zjistil, že jeden z hlavních směrů vývoje, kterým se v dnešní době nová řešení ubírají, jsou právě způsoby, jak rozšířit pole působnosti těchto strojů a zejména snížit dopady na lesní povrch. Další směry vývoje se objevují zejména ve zvýšení výkonu strojů, snížení spotřeby pohonných hmot a tak snaze snížit náklady na těžbu a přibližování dříví při vzrůstajících ceně ropy či zlepšení ergonomie pro operátory strojů.

Dle článku v časopisu *Lesnická práce* (Klvač 2009), který byl publikován v březnu toho roku, lze očekávat v oblasti harvesterových technologií rozvoj v mnoha směrech, od zvýšení kvality ergonomie pro obsluhu stroje, přes nová konstrukční řešení a zavádění nových systémů například pro monitoring nejen strojů, ale i porostů. Mnoho z inovací, uvedených v článku se v praxi opravdu projevuje mimo jiného nové způsoby nivelace kabin, či snaha o snížení emisní zátěže a o úsporu pohonných hmot zaváděním úspornějších motorů, nebo strojů s hybridními pohony u harvesterů i vyvážecích traktorů. Důležitým směrem, který v poslední době vzbuzuje zvýšený zájem, je bezesporu snížení tlaků, způsobovaných stroji na půdu a rozšíření možností nasazení harvesterových technologií i v oblastech s nižší únosností půdy. Značná část z inovací, které jsou popisované v článku, se však doposud neobjevily a čekají na své uvedení do lesnického provozu. Možné zpomalení ve vývoji technologií může být způsobeno celosvětovým poklesem ekonomiky v průběhu roku 2007. Je však jisté, že nové trendy a konstrukční řešení se v oblasti plně mechanizovaných technologií budou s větší či menší intenzitou projevovat i nadále.

Jak zde již bylo zmíněno, některé z firem se v posledních letech snažili minimalizovat dopad svých strojů na lesní půdu a minimalizovat jejich poškození. Velký průlom v této oblasti učinila švédská firma Timbear při konstrukci stroje Lightlogg C, který díky pásovému podvozku dosahuje nízkých tlaků na povrch

a nedochází tak k porušení půdního povrchu ani na půdách s nižší únosností. Tento stroj je jeden z prvních ve své třídě, u kterého bylo použito pásového podvozku. Stroj je určen pro těžbu v předmětních porostech, tedy kmeny s nižší hmotností. Tlaky tohoto „kombi-stroje“ na půdu, které firma uvádí na svých internetových stránkách [www.timbear.se](http://www.timbear.se) dosahují ve srovnání s klasickými kolovými forwardery a harvestory mnohem nižších hodnot. Pokud vezmeme navíc v úvahu jednoduché přestavení z vyvážecího traktoru na harvester a naopak, které je schopen samotný operátor učinit v několika jednoduchých krocích za pouhých třicet minut, jedná se o velmi efektivní technologii, která v předmětních těžbách, nejen v porostech s nižší únosností zemin, uplatnění jistě najde.

Další převratnou novinkou bylo využití hybridního pohonu u vyvážecích traktorů a následně harvesterů. Tato myšlenka byla realizována firmou El-forest na harvestoru značky ProSilva, díky této spolupráci došlo k sestavení prvního harvestoru s tímto druhem pohonu. Místo klasického dieselového motoru došlo ke kombinaci s akumulátory, čímž mohl být značným způsobem snížen výkon a následně spotřeba nafty motoru za stálého zachování výkonnosti stroje. Dieselový motor s několikanásobně nižším výkonem byl určen k napájení akumulátorů, což vedlo ke zvýšení účinnosti při přenosu energie a značnému snížení nároků na palivo pro naftový motor. Dále bylo každé ze šesti kol opatřeno vlastním elektromotorem, což v kombinaci s naváděním každého kola zvláště zlepšilo pohybové vlastnosti stroje (předešlo se smýkání zadních boogie náprav).

Jak se však můžeme dočíst na internetových stránkách [www.lantbruk.com](http://www.lantbruk.com), od výroby strojů El-forest s technologií se samostatnými elektromotory pro každé kolo již firma upustila. Nabídla však svá konstrukční řešení k dalšímu vývoji a využití jiným firmám.

Nově, od roku 2014, testuje ve spolupráci s firmou Ponsse nový způsob hybridního pohonu u harvesterů nazvaný El-turbo. Jedná se o speciální turbokompresor, který v případě zvýšené potřeby, například při řezání či posunu a odvětvování kmene dodává stroji nezbytný výkon. Nová koncepce spojení dieselového motoru a elektromotoru, za současného využití s technologií El-turbo snižuje nároky motoru na pohonné hmoty a dle prvotních testování dokonce zvyšuje celkový výkon stroje. Pokud by se technologie El-turbo po ověření v běžném provozu osvědčila a nebude překonána inovací jinou, zajisté se objeví nejen při konstrukci nových harvesterů, ale do budoucna i vyvážecích traktorů.

V neposlední řadě je třeba zmínit se o inovaci, která se týká bezoperačního harvestoru The Beast, který představila firma Fiberpack AB. Jedná se o harvestor, který je dálkově ovládán z vyvážecího traktoru na vzdálenost až 300 m. V nové verzi z roku 2005 je v systému použito dvou forwarderů a jednoho harvestoru, čímž je docíleno poměrně vysokého výkonu systému za současné úspory pracovní síly. Ovládání harvestoru si mezi sebou, dle potřeby, přepínají operátoři vyvážecích traktorů.

Systém The Beast dosahuje vysoké produktivity v porostech s nižším objemem těžených kmenů s optimální vývozní vzdáleností do 400 m, kde má až dvojnásobný výkon oproti harwarderu a může dokonce konkurovat běžnému harvestorovému uzlu. Na delší vzdálenosti a v porostech s vyšším objemem těženého kmene ztrácí tento systém těžbu na efektivitě. Z předešlé charakteristiky, která plyne z vypracované studie od Isabelle Bergkvist a kol. je patrné, že systém The Beast by jednoznačně mohl nahrazovat těžbu a následné přibližování harwardery, kde dosahuje na optimální vzdálenosti několikanásobně vyšší produktivity. Oproti běžnému harvestorovému uzlu však dosahuje lepších výsledků pouze na specifické přibližovací vzdálenosti, zejména díky snížené spotřebě pohonných hmot. Předpokládané využití je v nasazení systému místo harwarderu na přibližovací trasy o vzdálenosti okolo 350 m. Naopak nasazení systému v lesnickém provozu namísto běžných harvestorových uzlů se dá předpokládat spíše v minimální.

U nové koncepce harvestorového jeřábu, kterou představila firma Cranab a odzkoušela na harvestoru značky Valmet, je předpoklad, že se bude využívat do budoucna i na probírkových harvestorech jiných značek. Jeho horizontální zlomení o zhruba 30° je totiž pozitivním přínosem předmýtních těžeb hned z několika ohledů. Nejen, že snižuje, dle údajů od firmy, náklady na pohonné hmoty v důsledku menších nároků na popojíždění porostem, ale zároveň dochází k menšímu poškození stromů, ponechaných v probírkových těžbách. Dá se tedy očekávat, že tato inovace by mohla na harvestorech určených do probírkových těžeb najít své uplatnění, neboť neustále zmiňované snížení nákladů nejen na pohonné hmoty je podstatným argumentem, nejen lesní těžby.

Poslední zmíněnou novinkou je modelová řada harvestorů a vyvážecích traktorů pro rok 2015 od firmy Ponsse, podvozek vyvážecích traktorů 10 w a harvestor představený na veletrhu Elmia Wood ve Švédsku v roce 2013, také od tohoto výrobce lesních plně mechanizovaných technologií.



Modelová řada strojů od firmy značky Ponsse se na první pohled odlišuje od strojů starších, neboť zde byla provedena patrná změna vzhledu. Mimo toho dochází u vyráběných strojů k osazování novými dieselvými motory, které dosahují nižší spotřeby paliva a především plní přísnější EURO normy na vypouštěné emisní limity. U vyvážecího traktoru modelu Buffalo došlo k celkové přestavbě podvozku, při které bylo sníženo těžiště a zlepšeny jízdní vlastnosti stroje nejen v případě svahových dostupností, ale především snížení negativních dopadů na obsluhu stroje. U nově vyráběných strojů také firma prodlužuje servisní intervaly a to dokonce na dvojnásobek původních, což je pro běžný provoz velice cenný argument. Myslím, že touto skupinou inovativních řešení, která firma nabízí, dosahuje u mnohých zákazníků lepšího ohodnocení, neboť souhrn změn přináší v praxi nejen nemalé úspory času, ale vnáší značné zlepšení ergonomie pro obsluhu a v konečném součtu i snížení nákladů na těžbu stroji.

Ponsse 10 w je stroj, který je svojí konstrukcí primárně určen ke snižování dopadů těžkých vyvážecích strojů na půdu. U strojů s označením 10 w došlo k přidání jedné nápravy což má dopad na snížení a lepší rozkládání tlaků na půdní povrch. Stroje tímto řešením nepoškozují tolik půdní povrch a dokonce mohou být využity i v lokalitách se sníženou únosností půd. U některých z vyráběných modelů je poslední náprava hydraulicky zdvihatelná, čímž je navíc sníženo opotřebení pneumatik při přejezdu prázdného stroje.

Poslední zmíněnou inovací je harvester s názvem Scorpion od firmy Ponsse, který je vyráběn ve dvou modelech (Scorpion a Scorpion King) a přináší mnoho inovativních řešení v konstrukci harvesterů. Stroj nastavuje ve své třídě nové hranice v oblasti ergonomie, spotřeby paliva a tlaků přenášených na půdu. Uložení jeřábu za kabinou, třídičný podvozek a způsob nivelace kabiny jsou jen některá ze zdokonalení, která harvester veřejnosti nabízí. Stejně jako u modelové řady 2015, přináší firma mnoho řešení, které jsou pro lesnickou praxi poměrně důležité či při nejmenším vítané. Nová koncepce harvestoru přispěla k lepší ergonomii pro operátora. Uložení ramene za kabinou stroje je umožněn mnohem lepší výhled a pohodlí při těžbě. Nivelace a celý podvozek stroje je konstruován s co možná největší snahou přizpůsobit se terénu, a tak zajistit potřebnou stabilitu při práci v různorodých terénech. Díky své hmotnosti a rozložení tlaků na půdu za pomoci osmi kol, je sníženo poškození půdního povrchu, což je důležitý argument pro využití těchto strojů. Pro provoz je neméně důležitý fakt, že oba modely mají sníženou spotřebu paliva. Nový stroj své uplatnění jistě najde,

to dokazuje i skutečnost, že firma v důsledu velkého zájmu postavila novou robotizovanou linku, která je schopna sestavit až 2,5 ks stroje za jeden den. Jak bylo řečeno v textu, firma používá pro stroj označení ten nejlepší z harvestorů, jestli je tomu tak, je velmi těžké posoudit, neboť jde o mnoho parametrů, ve kterých se dají tyto plně mechanizované technologie srovnávat.

Dle recenzí operátorů, kteří se strojem pracovali, je stroj na velice vysoké úrovni, což potvrzují i servisní technici, kteří si chválí například přístup k jednotlivým hydraulickým hadicím apod.. Z faktu, že tento stroje je opravdu ten nejlepší ubírá velkou měrou fakt, že několik harvestorů muselo být krátce po prodeji staženo na servisní dílnu k výměně vadných čerpadel. Chyba však prý není na straně firmy Ponsse, ale na straně dodavatele, který dodal vadnou sérii čerpadel. Ponsse Scorpion je zjevně harvestor na vysoké úrovni v mnoha ohledech, opravdovou zkouškou je však obstát v těžkém lesnickém provozu.

## 6. Závěr

Z uvedené práce je patrné, že plně mechanizovaná lesní technika se neustále inovuje. Na začátku této práce jsem neočekával žádnou bouřlivou revoluci ve vývoji nových technologií, která by převratným způsobem měnila dosavadní průběh hospodaření a zejména lesní těžby. Překvapující je však, malé množství firem, které s inovacemi přichází. Je patrné, že se novinky v této oblasti neustále objevují, stroje zkvalitňují a zlepšují v mnoha směrech. Zvláštní je, že u celosvětových firem, zabývajících se harvesterovými technologiemi, nebyla zjištěna téměř žádná inovativní řešení, se kterými by firmy na trh vstupovali. Většina z novinek uvedených v práci je předvedena spíše středními a malými, nově zakládanými firmami.

Podářilo se zde popsat inovace, které se v poslední době objevují v lesním hospodářství a nastínit jejich použití v praxi. Mezi velké změny jistě patří pokusy o sestavení hybridních harvesterů a vyvážecích traktorů, které by díky nižšímu vypouštění emisí razantním způsobem ovlivňovali dopad na kvalitu životního prostředí, a zároveň spořily nemalé náklady na pohonné hmoty. Ke snížení pohonných hmot dochází i v případě osazování strojů novými motory, které plní přísnější emisní normy, při použití hybridních pohonů je však úspora vyšší. Další způsob, jak snížit náklady na pohonné hmoty je omezit popojíždění harvesteru v porostu, čímž přispívá firma Cranab se svým jeřábem „Angled“ crane. Ten díky horizontálnímu vyklonění umožňuje omezit časté popojíždění při výběru stromu.

Další význačnou novinkou je řešení firmy Timbear u svého harvesteru, který umožňuje lehkými a rychlými kroky přestavbu na vyvážecí traktor, a zároveň při použití pásového pohybu zásadním způsobem snižuje dopad na lesní povrch a tím dochází k minimalizaci poškození. S jiným řešením, jak snížit dopad těžké harvesterové techniky na půdu a lépe rozkládat tlaky působící na povrch přišla firma Ponsse. Pro některé ze svých vyvážecích traktorů nabízí možnost zvýšení počtu kol z osmi na deset. Tím je též lépe rozkládán tlak na půdu a dochází ke snížení poškození lesních linek a porostů při přibližování dříví.

Ke změnám dochází ještě v oblasti pohodlí a zejména ergonomie, která je věnována obsluze stroje. Některé firmy nabízí zvýšení kvality ergonomie, slibují kvalitnější součásti s delší životností, nebo například významné prodloužení servisních intervalů a lhůt pro výměnu provozních kapalin ve strojích.

Jak je patrné, inovace se v lesním hospodářství ve větší či menší míře projevují. Míra jejich realizace je vždy odvislá od finančních prostředků, které do nich firmy jsou ochotny investovat. V současné době se nejspíše nacházíme v období hospodářské recese, neboť počet a rozsah inovací by se za běžného hospodářského růstu dal očekávat na vyšší úrovni.

## 7. Summary

The thesis presented demonstrates that fully mechanized forestry machinery is being continuously innovated. Initially I did not expect to find any revolutionary development of new technologies that would dramatically change the current ways of forest management and especially of logging. It is surprising, though, that a few manufacturers do come with innovations. Apparently, novelties keep appearing in this industry, and the machinery keeps improving and is coming in better quality in many aspects. Strangely, the major global vendors of harvesting technology have not been found to market any innovations. Most of the novelties mentioned in the thesis has been presented rather by mid-size companies and small start-ups. Described are innovations that have recently appeared in forest management and their practical use is shown. Among the major changes are attempts to build hybrid harvesters and forwarders that would substantially reduce the emissions and provide significant savings thanks to greater fuel efficiency. Better fuel economy is also achieved by using modern engines, conformant to stricter environmental standards; using hybrid traction brings about even greater savings. A different approach to fuel efficiency is limiting the movement of the harvester in the forest stand, as adopted for example by „Angled” Crane by Canab. Thanks to greater horizontal radius, it can reach the tree chosen with less machine movement.

Another innovative design is Timbear’s harvester, convertible to a forwarder in several simple and quick steps. Its use of continuous track reduces the impact on forest surface and minimizes the damage. Manufacturer Ponsse took a different approach to reduce the impact of harvesting machinery on forest soil and to better distribute the pressure. Some of its forwarders come with an option to increase the wheel count from eight to ten. Thus the pressure on soil is better distributed and less damage is caused to forest growth when forwarding the logs.

There are also changes in the comfort of the machine operator and especially in ergonomics. Some vendors offer better ergonomics, higher-quality components with increased longevity, extended intervals of maintenance and of technical liquid change.

More or less, some innovative designs can be found in forest management. Often their implementation depends on funding that the manufacturers are willing to provide. Currently we probably find ourselves in the period of economic recession, as more numerous and extensive innovations could be expected at times of normal economic growth.

## 8. Zdroje

BERGKVIST, Isabelle, Berndt NORDÉN a Hagos LUNDSTRÖM. *The Beast, a remotecontrolledharvester*. Uppsala, 2006. Study. Uppsala Science Park.

Elforest Technologies Elturbo. *Elforest.se* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://elforest.se/sv/fordon/elforest-technologies-elturbo>

JOHANSSON, Petter. *Gallring med vinkelkran - en jämförandetsstudieavskördarkran med och utanhorisontelltledadvipparm*. Umeå, 2007. Examensarbete. SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET. Handledare Ola Lindroos.

KACETL, Bohumil. Modelová řada 2015: text. In: *Křenek forest service: prodej a servis lesní techniky* [online]. [cit. 2015-02-29]. Dostupné z: <http://www.krenekfs.cz/nove-stroje/modelova-rada-2015/modelova-rada-text-2015.html>

KLVAČ, Radomír a Radek JIROUŠEK. Co lze očekávat ve vývoji harvesterových technologií?. *Lesnická práce: Časopis pro lesnickou praxi*. 2009, roč. 88, č. 3. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-88-2009/lesnicka-prace-c-3-09/co-lze-ocekavat-ve-vyvoji-harvesterovych-technologie>

KLVAČ, Radomír a Jindřich NERUDA. Vývoj inovativních technologií v lesnickém sektoru. *Lesnická práce: Časopis pro lesnickou praxi*. 2008, roč. 87, č. 3. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-87-2008/lesnicka-prace-c-3-08/vyvoj-inovativnich-technologie-v-lesnickem-sektoru>

LASÁK, Oto. Král harvesterů dorazil i k nám: Mýtní harvester Ponsse Scorpion King. *Lesnická práce: Časopis pro lesnickou praxi*. 2015, roč. 94, č. 3.

MALÍK, Václav a Jiří DVOŘÁK. *Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty: Harvestertechnologies and impact on foreststands*. Vyd. 1. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2007, 84 s. Folia forestaliaBohemica. ISBN 978-80-86386-92-8.

NERUDA, Jindřich. *Determination of damage to soil and rootsystems of foresttrees by the operation of loggingmachines: monograph*. V Tribunu EU vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2008, 137 s. Knihovnicka.cz. 1ISBN 978-80-7375-251-4.



NERUDA, Jindřich. *Harvestorové technologie lesní těžby*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008, 149 s. ISBN 978-80-7375-146-3.

NERUDA, J., ULRICH, R., ZEMAN, V., ZEMAN, V., ZEMÁNEK, T.: *Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2006. 87 s. ISBN 80-7375-012-0.

NERUDA, Jindřich. 2013. *Technika a technologie v lesnictví: učební text pro předměty Technika a technologie v lesnictví, Základní procesy těžby a dopravy dříví, Technika a technologie lesní těžby a Technika a technologie dopravy dříví*. 1. vyd. V Brně: Mendelova univerzita, 2 sv. (362, 297 s.). ISBN 978-80-7375-840-0.

NOVOTNÝ, Miloš. *Zhodnocení současného stavu a potenciálu malých vyvážecích traktorů a harvestorů v LH ČR*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita.

PONSSE PLC. *Ponsse: A logger's best friend* [online]. Vieremä, Finland, [cit. 2014-10-08]. Dostupné z: [www.ponsse.com](http://www.ponsse.com)

SEGERSTEDT, Rolf. Skog: Ponssevillspara med nyelhybridteknik. *Lantbruk&Skogsland* [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.lantbruk.com/>

SIMANOV, V.: *Perspektivy harvestorových technologií v předmýtních těžbách*, Lesnická práce č. 11, 1999.

TIMBEAR. *VälkommentillTimbear!* [online]. [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: [www.timbear.se](http://www.timbear.se)

ULRICH, Radomír, Vladimír ŠTOREK a Adolf SCHLAGHAMERSKÝ. *Použití harvestorové technologie v probírkách*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002, 97 s. ISBN 80-7157-631-x.