Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Bakalářská práce

Příprava výukových materiálů: Harvestorová technologie

Autor práce: Jan Hauser

Vedoucí práce: Ing. Martin Filip

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 11. 04. 2022 .....

Podpis

Abstrakt

Tato práce se zabývá popisem harvestorové technologie lesní těžby.

Je zde popsáno základní rozdělení strojů, částí harvestoru, strojů pro speciální použití. V závěru práce jsou představeny tři firmy a jejich nabízené modely strojů s největším zastoupením harvestoru v České republice.

Klíčová slova: harvestor, kácecí hlavice, hydraulický jeřáb, podvozek.

Abstract

This work deals with the description of technology of harvestors forest logging.

It describes the basic division of machines, description of harvestor parts, machines for special use. Finally it presents three companies and their offered models of machines with the largest representation of the harvestors in the Czech Republic.

Keywords: harvestor, harvestor head, hydraulic crane, chassis.

Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat všem, kteří mi během zpracování této práce byly nápomocni. Především patří můj velký dík panu Ing. Martinu Filipovi za odborné konzultace a za vedení při realizaci této bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat všem osloveným operátorům harvestorů za cenné rady a za možnost nafotit si jejich stroje.

Obsah

Úvod 8

1 Historie 9

2 Popis stroje 12

2.1 Hydraulický jeřáb 12

2.1.1 Výkyvný jeřáb 12

2.1.2 Paralelní jeřáb 12

2.1.3 Teleskopický jeřáb 13

2.2 Kácecí hlavice 13

2.2.1 Hlavice švédského typu 14

2.2.2 Hlavice finského typu 15

2.2.3 Podávací válce 15

2.2.4 Odvětvovací nože 16

2.2.5 Kácecí a krátící zařízení 17

2.2.6 Měřící zařízení 17

2.2.7 Kalibrace 18

2.2.8 Rám a rotátor 19

2.2.9 Další příslušenství těžební hlavice 19

2.2.10 Střižné kácecí hlavice 19

2.3 Přenos síly 20

2.4 Podvozek 21

2.5 Kabina 21

2.6 Nivelační systém 23

2.7 Řídicí systém 23

2.8 GPS systém 24

3 Rozdělení harvestorů 25

3.1 Podle velikosti 25
3.2 Podle umístnění hlavice 25
3.3 Podle způsobu odvětvení 26
3.4 Podle trakčního ústrojí 26
3.4.1 Kolové harvestory 27
3.4.2 Pásové harvestory 27
3.4.3 Kráčivý harvestor 28
4 Harwarder 30
5 Stroje do horských podmínek 31
5.1 Trakční naviják 31
5.2 Harvestory Highlander 32
6 Sázecí harvestorové hlavice 34
6.1 Valmet EcoPlanter 34
6.2 Bracke P12.a 34
7 John Deere 36
7.1 John Deere 1070G 36
7.2 John Deere 1170G 37
7.3 John Deere 1270G 38
7.4 John Deere 1470G 38
8 Rottne 40
8.1 Rottne H8 ^{D} 41
8.2 Rottne H11 ^{D} 42
8.3 Rottne H21 ^{D} 42
9 Ponsse 44
9.1 PONSSE BEAVER 44
9.2 PONSSE FOX 45
9.3 PONSSE COBRA 45

9.4 PONSSE SCORPION a SCORPION KING 46
9.5 PONSSE ERGO 46
9.6 PONSSE BEAR 47
10 Prezentace 48
Závěr 59
Seznam použité literatury 60
Seznam obrázků 63
Seznam tabulek 65

Úvod

Již několik let se české lesy potýkají s kůrovcovou kalamitou. Tento činitel způsobil výrazně vyšší škody než ostatní, například vítr, námrazy či sucho. Dle Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020, kterou vydalo ministerstvo zemědělství, došlo v roce 2020 k nárůstu objemu těženého dřeva o 11 % oproti předešlému roku. Nahodilá těžba v roce 2020 činila 95 % celkového objemu vytěženého dřeva tedy 33,91 mil. m^3. Celkový objem vytěženého dřeva je pak 35,75 mil m^3. Harvestorové technologie byly použity na vytěžení 48 % celkového objemu. Podle statistických podkladů od firem dovážejících těžebně dopravní stroje se v České republice nachází 938 harvestorů, z toho 901 kolových a 37 na pásovém podvozku. 248 strojů je vybaveno těžební hlavicí s úřezem do 55 cm, tedy strojů především do předmýtních porostů. Strojů s úřezem 62, 72 a 75 cm, tedy strojů pro mýtní těžbu, je 653 kusů. Během roku 2020 zaznamenala tato skupina nárůst o 92 kusů právě v důsledku kůrovcové kalamity. Strojů, které byly dovezeny od roku 2010 do roku 2020, je u nás 375 kusů, což činí 40 % z celkového počtu harvestorů v ČR. Zbývající harvestory (563 kusů) jsou stroje se starším datem výroby (Riedl, 2021).

1 Historie

První harvestory, stroje, které dokážou pokácet, odvětvit a nařezat požadovaný sortiment, se do České republiky začaly dovážet v polovině 80. let minulého století. Konkrétně se jednalo o stroje od firmy ÖSA a VOLVO. Zatímco harvestor VOLVO vznikl jako nástavba na vyvážecí soupravu, ÖSA měla svůj speciální podvozek. Výhodou tohoto provedení byla zadní hydraulicky nastavitelná náprava, což umožňovalo práci v horších svahových podmínkách (Brožek, 2009).

Obrázek 1.1: ÖSA 250 Super Eva (landwirt.com, 2021)

Během roku 1982 zakoupily Vojenské lesy a statky probírkový harvestor Makeri 33T a později v roce 1985 jeho modernizaci Makeri 34T, který sloužil na výchovné zásahy v porostu. Stroj byl osazen hydraulickými nůžkami pro pokácení stromu. Po překlopení stromu do odvětvovací a zkracovací polohy hydraulické nůžky zároveň sloužily k nakrácení na sortimenty. Kácecí hlavice ovšem neměla žádné mě-

Obrázek 1.2: Makeri 34 T (agrojournal.cz,2015)

řící prvky, obsluha musela délku sortimentu odhadovat. Tyto harvestory se také používaly v těžbě celých kmenů (kmenová metoda). Stroj v porostu strom pokácel a vyvezl na linku, kde došlo k odvětvení a uložení do svazku na kraj linky. Dále pak už práci přebral jiný stroj pro vytažení hmoty z porostu na skládku (například speciální lesní kolový traktor). Této metody se využívalo především kvůli absenci vyvážecích souprav a také vybavenosti zpracovatelských závodů, které nedokázaly sortimenty zpracovat. Zajímavostí firmy Makeri je, že považovala české operátory za nejlepší v Evropě a hojně je využívala na předváděcích akcích.

Československá výroba představila stroj OKS 25 (odkorňovací a krátící stroj), který neuměl kácet, ale dokázal odvětvovat a sortimentovat zvaný procesor do předmýtní těžby. Výroba tohoto stroje ovšem netrvala příliš dlouho. K jejímu ukončení došlo hned po výrobě ověřovací série pro zájem především proto, že trh a lesní hospodaření nedokázaly přijmout mechanizovanou sortimentní těžbu. (Šimanov, 2015)

Během 90. let se dovážely malé probírkové harvestory značek ÖSA, FMG, Timberjack a Valmet. Jejich použití bylo především ve výchově porostu do 40 let věku, zřídka kdy likvidovaly následky větrné kalamity. Roku 1995 byla výroba malých harvestorů omezena a případným zákazníkům byla nabídnuta střední velikost strojů.

Hlavní rozmach v harvestorové technologii je zaznamenám až po roce 2000. V roce 2002 bylo evidováno v České republice 60 strojů a v roce 2005 již 140 (Brožek, 2009).

Obrázek 1.3: Valmet 701 (komatsuforest.fi, 2011)

Ke konci roku 2020 bylo v České republice registrováno 938 harvestorů, z toho 901 kolových a 37 na pásových podvozcích. Z tabulky níže vyplývá, že největší zastoupení u nás mají stroje od firmy John Deere, následují je stroje od výrobce Rottne a třetí je společnost Ponsse. Ostatní firmy mají zastoupení pod 10 % (Riedl, 2021).

Tabulka 1.1: Harvestory podle velikosti a roku výroby (Riedl, 2021)

Výrobce	Celkem	%	Z toho le úřezu kácecí hlavice				Z toho dle roku výroby			
			do 55 cm	do 62 cm	do 72 cm	do75 cm	až 1995	1996-2000	2001-2009	2010-2020
John Deere	436	48	65	104	183	84	20	38	211	167
Rottne	182	20	87	53	6	36	0	3	110	69
Komatsu	51	5.6	17	9	21	4	0	8	36	7
Ponsse	135	15	11	0	15	109	3	2	66	64
Logset	22	2.4	1	2	5	14	0	0	11	11
HSM	5	0.5	2	0	2	1	0	0	0	5
Sampo	34	3.8	31	2	1	0	0	0	12	22
Gremo	3	0.3	2	1	0	0	0	1	2	0
SP-Maskiner	1	0.1	1	0	0	0	1	0	0	0
Caterp./Ecolog	1	0.1	1	0	0	0	1	0	0	0
Profipro	2	0.2	1	1	0	0	0	0	0	2
Vimek 404	18	2.7	18	0	0	0	0	0	6	12
UTC 10-67	1	0.1	1	0	0	0	0	1	0	0
Entracon	10	1	10	0	0	0	0	0	2	8
Kolové celkem	901	100	248	172	233	248	25	53	456	367
Kaiser	1	2.7	0	0	0	1	0	0	0	1
Menzi Muck	3	8.1	3	0	0	0	0	0	3	0
MHT Linz	32	87	31	1	0	0	0	4	21	7
Königs Tiger	1	2.7	1	0	0	0	0	0	1	0
Pásové celkem	37	100	35	1	0	1	0	4	25	8
Celkem	938	100	283	173	233	249	25	57	48	375
Procesor Hypro	3		3	0	0	0	0	0	3	0

2 Popis stroje

Harvestor je samochodný víceoperační stroj. Strom pokácí, odvětví, změří délku a průměr, zaznamená (případně označí) výřez, přemístí a uloží v jednom pracovním cyklu. Celý tento cyklus je mechanizovaný a částečně také automatizovaný (Ulrich et al., 2006).

2.1 Hydraulický jeřáb

Hydraulický jeřáb je nedílnou součástí harvestoru, používá se k vykonávání všech požadovaných pohybů se stromem a také k nesení kácecí hlavice. Jeřáb může být namontovaný vedle, před, za, anebo na kabině obsluhy. Provedením můžeme dělit jeřáby do tří kategorií: výkyvný, paralelní a teleskopické. Dále je také lze dělit dle velikosti zvedacího momentu na: malé se zvedacím momentem do 100 kNm, střední 100 až 160 kNm a velké nad 160 kNm. Mezi další parametry, udávané výrobcem, patří dosah jeřábu, který se pohybuje od 9 do 11 metrů, úhel otáčení zhruba 275° a úhel naklápění 17° (Ulrich et al., 2002).

Veškeré pohyby jeřábu jsou prováděny hydraulicky. Hydraulický olej pracuje s tlaky od 20 do 280 bar (20-28 MPa). Pro případné porušení hydraulického vedení je každý okruh vybavený automatickým hydraulickým zámkem či ventilem, které zablokují pohyb jeřábu při snížení tlaku v systému nebo uzavřou průtok kapaliny. Zamezí tak rychlému úniku oleje, poškození stroje a ohození obsluhy. Dále je jeřáb vybaven zařízením pro tlumení rázu, které výrazně zlepšuje komfort obsluhy a zvyšuje životnost celého stroje (Neruda et al., 2013).

2.1.1 Výkyvný jeřáb

Tento typ výložníku je tvořený hlavním sloupem, zdvihovým ramenem, zlamovacím rámem s případným teleskopickým ramenem. Každá část je ovládaná samostatným přímočarým hydromotorem. Jedná se o jednoduchou, levnou a široce využitelnou konstrukci. Především se nasazuje na malé a střední harvestory (Malík a Dvořák, 2007).

2.1.2 Paralelní jeřáb

Přímočaré hydromotory nepřímo ovládají druhé zlamovací rameno přes kloubový mechanismus. Tento systém poskytuje výhody v pohyblivosti a jednoduchosti, například

horizontální pohyb posledního dílu jeřábu je prováděn pouze jedním přímočarým hydromotorem (Ulrich et al., 2006).

Obrázek 2.1: Paralelní jeřáb Rottne H8

2.1.3 Teleskopický jeřáb

Tento jeřáb je tvořen sloupem, zdvihovým ramenem a teleskopickým rámem, Těžiště je položené nízko, což zlepšuje stabilitu při práci se stromy o vysoké hmotnosti (Malík a Dvořák, 2007).

Obrázek 2.2: Teleskopický jeřáb Ponsse Ergo

2.2 Kácecí hlavice

Harvestorové hlavice mají za úkol uříznout a sklopit kmen do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit, případně označit a uložit zpracovávané dřevo. Svým provedením umožňuje hlavice pohyb do všech směrů a naklápění do stran. Při kácení stromu je hlavice nasazena vertikálně na patu stromu. Strom je uchopen pomocí odvětvovačích nožů a pila

provede řez. Pomocí natlakování hydraulických válců se strom předepne do směru pádu, čímž zajistí plynulý průchod řezací lišty. Po pádu stromu se za pomocí podávacích válců strom odvětví. Podávací válce strom protáhnou přes odvětvovací nože, které useknou větvě. Poté dochází k naměření požadované délky a nakrácení na sortimenty. Hlavice můžeme rozdělit do dvou základních typů podle konstrukce na hlavice švédského typu a finského typu (Ulrich et al., 2008).

2.2.1 Hlavice švédského typu

Hlavice švédského typu je robustnějšího provedení, rám je delší. Posuv kmene je zajišťovaný dvěma válci, které zajišťují o několik procent větší protahovací sílu. Dokáže zpracovat kmen o menším průměru, především se používá pro těžbu rovného a dlouhého dřeva s malým počtem nerovností (Neruda et al., 2008).

Obrázek 2.3: Hlavice švédského typu John Deere H212

2.2.2 Hlavice finského typu

Konstrukce je kompaktnější a základní rám kratší. Posuv kmene je zajištěný 4 či více válci. Tento typ hlavice nachází své uplatnění především při práci s křivým dřívím. Jeho krátký rám umožňuje dobré kopírování kmene. (Ulrich et al., 2002).

Obrázek 2.4: Hlavice finského typu John Deere H424

2.2.3 Podávací válce

Podávací válce jsou ovládané rotačním hydromotorem. Přitlačení válců ke kmeni pak provádí přímočarý hydromotor. Zpracovávaný strom dosahuje rychlosti až 5 m/s (Malík a Dvořák, 2007).

Základní válce lze dělit na dva typy. První celokovový typ válce je tvořen válcem, na jehož povrchu jsou konické či ploché hroty, nebo žebra. Tento typ válce velmi dobře přenáší sílu na kmen a má velkou životnost. Využívá se především u stromů se silnými

Obrázek 2.5: Podávací válce hlavice Rottne

větvemi. Jeho nevýhodou je ale poškození kmene, na které je třeba hledět při dalším zpracování.

Druhý typ válce je tvořen pogumovaným válcem, na jehož obvodu je natažen protiskluzný řetěz či vrstva s hroty. Díky tomu nedochází k poškození kmene, čehož se využívá při důrazu na kvalitu kulatiny (Neruda et al., 2013).

Další možností pohybu kmene v hlavici je pásové podávací ustrojí. To je tvořeno dvěma pásy z ocelových článků a dvou válečků. Jeden z válečků zajišťuje pohon a druhý napnutí pásů. Hlavní výhodou je zvětšení styčné plochy s kmenem, což minimalizuje prokluz. Díky tomu lze docílit větší přesnosti v měření. Nevýhodou je vyšší složitost a velikost (Neruda et al., 2008).

2.2.4 Odvětvovací nože

Hlavice je vybavena třemi noži, které určují maximální rozpětí hlavice. Při kácení je strom pomocí nožů objatý, nože korigují jeho pád na zem. Na zemi ve spolupráci s protahovacími válci, který strom protáhnou přes nože, kmen odvětví. Proto mají nože obloukovitý tvar, díky němuž dochází k těsnému přilehnutí ke kmeni a maximální kvalitě odvětvení. Nože je možné jednotlivě vychýlit, čehož se využívá k překonání větších nerovností na kmenu především u listnatých stromů (Šimanov, 2015).

Nože by měla obsluha pravidelně kontrolovat a udržovat je správně nabroušené, úhel nožů by měl být 35° (Malík a Dvořák, 2007).

Obrázek 2.6: Kácecí nože a podávací válce během kácení

2.2.5 Kácecí a krátící zařízení

Řezné ústrojí tvoří vodící lišta, řetěz, řetězka, konzole vodící lišty, rotační a přímočaré hydromotory, vysílač polohy a mazání řetězu. Řetěz je podobný jako na klasické jednomužné motorové pile. Jeho rozteč je 0,404" nebo 3/4", skládá se z hoblo-

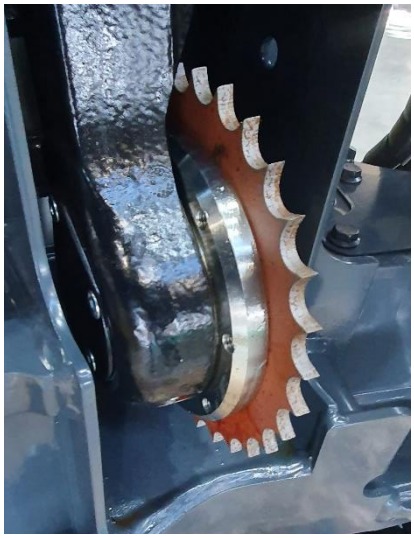
Obrázek 2.7: Lišta na hlavici Log Max 6000B

vacích zubů (střídá se pravý a levý), vodících článků a spojovacích článků. Délka lišty je u největších strojů až 1320 mm, šířka vodící drážky 1,6 mm nebo 2,0 mm. Řezací lišta je vyrobena z kvalitní legované oceli. Drážka pro řetěz je zakalená především pro zvýšení životnosti a minimalizování otřepů. Lišta je zesílená, aby nedocházelo k ohýbání a také je opatřena vodícím kolečkem pro lepší chod řetězu a zvýšení životnosti. Mazání řetězu je zajištěno pomocí čerpadla, které vhání olej ze samostatné nádrže rovnou do drážky vodící lišty ihned po spuštění krácení. Řetěz je poháněn přes řetězku, která je napojena na rotační hydromotor. Přítlak pak zajištuje přímočarý hydromotor. Přítlak musí být slazen s otáčkami řetězu, aby nedocházelo k velkému namáhání řetězu (Malík a Dvořák, 2007)

2.2.6 Měřící zařízení

Hlavním úkolem měřících zařízení je měřit délku a průměr výřezu. Průměr je měřen ve dvou na sebe kolmých směrech po deseti centimetrech délky, které jsou zprůměrovány. Rozměr je snímaný pomocí potenciometrů reagujících na pohyb nožů nebo podávacích válců. Signál pak zpracuje řídící jednotka a společně s operačním systémem ho vyobrazí operátorovi v kabině.

Délka je měřena pomocí odpruženého ozubeného kolečka, které se odvaluje po kmeni. Otáčením kolečko zaznamená impulz, který odpovídá určité jednotce délky. Z počtu impulsů je spočítána délka sortimentu a vyobrazena na obrazovce v kabině. Přesnost zařízení se pohybuje do jednoho centimetru, vyšší nepřesnost může být způ-



Obrázek 2.8: Zařízení pro měření délky kmene

sobena opotřebením zubů, špatně provedenou kalibrací nebo ve výjimečných případech posunem stržené kůry, či nerovností kmene. Pro zlepšení přesnosti se nechá kolečko vyměnit za víceřadé či širší (Malík a Dvořák, 2007).

2.2.7 Kalibrace

Kalibrace přímo ovlivňuje měření průměru a délky, z kterých je počítán objem zpracované hmoty a vyhotovených sortimentů. Kalibrací se porovná skutečná délka změřená pásmem a průměr výřezu na čepech s naměřenými hodnotami. Na základě rozdílu se pak upravuje kalibrace pro každou dřevinu zvlášť. Kontrola přesnosti by měla probíhat při nasazení stroje do nového úseku, při montáži nové hlavice, nahrazení kodéru, změně počasí, či při opravě zařízení pro měření (Šimanov, 2015).

2.2.8 Rám a rotátor

Rám těžební harvestorové hlavice je vyroben z obdélníkového profilu nebo plátové oceli. Rám je stále ve svislé poloze. Pomocí hydromotoru zajišťuje postavení a sklopení hlavice. Rám je přichycen k hydraulickému jeřábu pomocí rotátoru, který zajišťuje rotační pohon, ovládaný rotačním hydromotorem, v úhlu 280° v závislosti na délce hydraulického vedení (Malík a Dvořák, 2007).

Obrázek 2.9: Rám hlavice Ponsse

2.2.9 Další příslušenství těžební hlavice

Zařízení pro ošetření pařezů, které rozstřikuje fungicid na pařez k zabránění hniloby pařezu. K rozstřiku dochází v místě řezu přes trysku, která je uložena ve vodící liště.

Zařízení pro značení sortimentů pomocí barev tvoří dvě nádrže, filtr a zpětný ventil. Díky tomu může docházet ke značení čel sortimentů podobných délek. Značit lze až tři sortimenty jednou barvou, druhou barvou, oběma najednou (Malík a Dvořák, 2007).

2.2.10 Střižné kácecí hlavice

Střižné kácecí hlavice naleznou své využití během těžby méně objemných stromů s menším průměrem kmene. Používají se při prvních probírkách a prořezávkách, sklizni plantáží rychle rostoucích dřevin, nebo při údržbě silničních a železničních komunikací a také údržbě prostoru pod elektrickým vedením.

Hlavice mohou být doplněny o funkci akumulačního nebo také skupinového kácení. Odstřižené stromy jsou přidržovány v kácecí hlavici ve svislé poloze, stroj se přesune k dalšímu stromu a provede další střih. Tato funkce umožní držení 2-3 stromů najednou.

Samotné ustřižení kmene je prováděno dělícím ústrojím. Dělící ústrojí tvoří nůž, který může konat přímočarý pohyb nebo je uložen na otočném čepu a koná úhlový pohyb. Střih může také provádět čelist drapáku pohybem proti stacionárnímu noži, nebo pohyblivému noži, který se pohybuje proti drapáku. Lze také využít dvou proti sobě jdoucích nožů, které odstřihnou strom principem nůžek.

Úřez hlavice se pohybuje zhruba od 15 do 50 cm, rozevření hlavice se poté pohybuje od 50 do 130 cm, což umožnuje již zmíněnou akumulaci (Brychta, 2018).

Obrázek 2.10: Střižná kácecí hlavice John Deere 240EFI

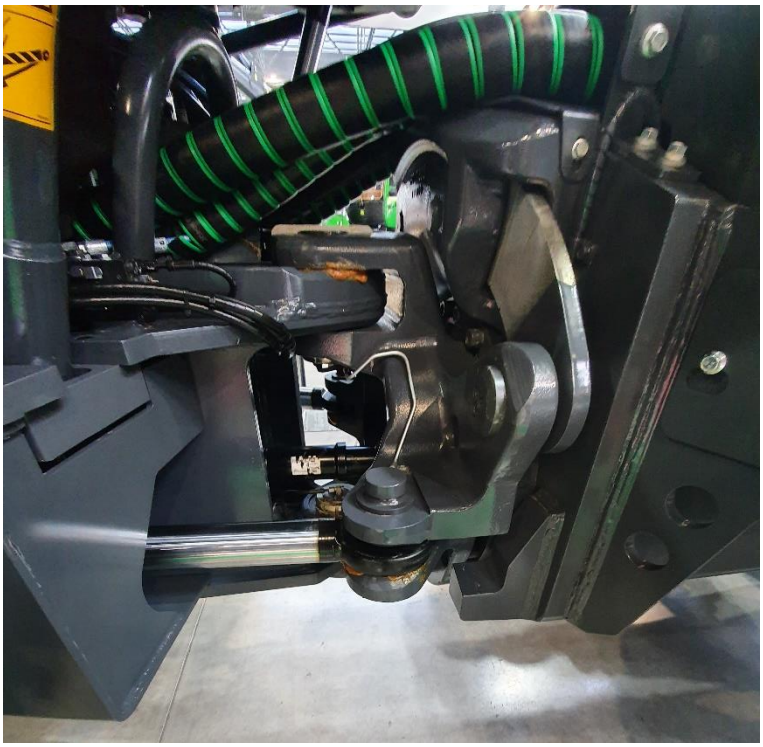
2.3 Přenos síly

Přenos hnací síly je řešen hydrostaticko-mechanicky. Skládá se ze tří hlavních částí, mechanické, hydraulické a elektrické. Mechanickou část tvoří převodovky, diferenciály, soustrojí náprav a kloubových náprav. Hydrostatická část se skládá ze sestavy hydrogenerátorů připojených na dieselový motor a hydromotorů propojených s převodovkou. Hydrostatickou část řídí elektronické systémy, dochází tak k plynulé regulaci

rychlosti a řazení pohybu vpřed či vzad. Rotační hydromotor je nainstalovaný na hnanou hřídel převodovky, přenáší tak hnací sílu na soukolí v převodovce, které dokáže řadit rychlý či pomalý rychlostní stupeň. Z převodovky je síla přenášena pomocí kardanu do diferenciálu přední a zadní nápravy a na koncové převody kol. Společnost John Deere má speciální koncový převod chráněn patentem. Tento systém poskytuje stálou trakci kol při jejich záběru, nedochází k zvedání jednotlivých kol z povrchu terénu. Díky tomu můžou být koncové převody umístěny v disků kol, což zajištuje větší světlost a průjezdnost stroje (Ulrich et al., 2008).

2.4 Podvozek

Podvozek je rozdělen na tři části, přední, střední a zadní. Střední a zadní část je pevně spojena. Přední a střední část spojuje čep a zlamovací systém umožňující řízení stroje. Řízení samotné je ovládané pomocí dvou přímočarých hydromotorů, jeden na levé a druhý na pravé straně rámu, které zároveň určují maximální úhel zlomení rámu podvozku, který se pohybuje okolo 44° v závislosti na typu a výrobci stroje (Malík a Dvořák, 2007).



Obrázek 2.11: Středový čep John Deere 1170G

2.5 Kabina

Kabiny harvestorů jsou klimatizované a zvukotěsné, jejich konstrukční provedení zajišťuje nízký přenos vibrací. Zároveň kabiny splňují ISO normy Roll Over Protective

Structures ochrana při převrácení, Falling Objects Protective Structures ochrana proti pádu stromu či jiného předmětu na kabinu a Operator Protective Systems ochrana proti proniknutí předmětů do kabiny především ze stran. Skla harvestorů tvoří vysoce odolný tónovaný polykarbonát. Tvar oken snižuje odrazy světla, které dále můžou být eliminovány slunečními clonami. Sedadlo operátora je ergonomické, má vyhřívání a několik prvků, které si může obsluha nastavit přímo na své tělesné proporce. Nedílnou součástí je také nezávislé vyhřívání.

Horní část ochranného rámu kabiny jsou umístněná světla pro zlepšení viditelnosti ve tmě do všech směrů. Na některých strojích je kabina vybavena otáčením kolem své osy nebo nivelací (viz kapitola 2.6) (Neruda et al., 2013).

Obrázek 2.12: Kabina John Deere 1170G

2.6 Nivelační systém

Nivelování kabiny vede k zajištění stability stroje a zajištění bezpečnosti při práci ve svažitém terénu. Díky těmto systémům může stroj dosáhnout až 45% terénní svažitosti. K nivelaci se běžně používají přímočaré hydromotory. Nivelace kabiny může probíhat automaticky pomocí řídicího systému, nebo lze ovládat manuálně (Malík a Dvořák, 2007).

Obrázek 2.13: Nivelace Neuson 183HVT

2.7 Řídicí systém

Řídicí systém je založen na počítači, který řídí měřící systém a vyhodnocuje z něj data. Z dat poté vypočítá zpracované objemy vyrobených sortimentů dle druhu dřeviny a

Obrázek 2.14: Řídící počítač na harvestoru John Deere 1270E

její kvality. Tyto údaje pak lze vytisknout a předat zadavateli těžby. Firma John Deere nabízí řídicí systém s označením Timbermatic. Systém pracuje v prostředí Windows a jednotlivé moduly mezi sebou komunikují pomocí CAN sběrnice. Během zpracování jednotlivých stromů systém pracuje optimalizační metodou, která na základě parametrů, které si obsluha nastaví (například délka, maximální a minimální průměr kmene), a sbíhavosti kmenů predikuje optimální zpracování, aby došlo k jeho maximálnímu využití. Systém si také zaznamenává pracovní hodiny a celkový objem vytěženého dřeva. Další součástí systému je diagnostický režim, snadná identifikace problému v elektrickém systému harvestorové hlavice (Neruda, 2008).

2.8 GPS systém

Firma John Deere nabízí systém pro komunikaci mezi stroji během těžby. Systém TimberNavi Professional Logistics zaznamenává pracovní linky a vyrobené sortimenty a jejich GPS souřadnice. Tato data jsou odeslána do vyvážecího traktoru, kde se obsluze vyobrazí na monitoru a může si naplánovat optimální trasu pro vyvážení (deere.co.uk, 2022).

3 Rozdělení harvestorů

Harvestory lze dělit do čtyř kategorií, podle velkosti, způsobu odvětvení, umístnění hlavice a trakčního ústrojí. Rozdělení harvestorů se používá především pro výběr vhodného porostu pro daný harvestor (Neruda, 2008).

3.1 Podle velikosti

Dle velikosti se harvestory dělí do tří kategorií na malé, středně velké a velké, hlavní kritéria pro hodnocení je výkon motoru, hmotnost, šířka, dosah jeřábu, výkon v m^3 na motohodinu stroje se zahrnutou 15minutovou přestávkou, úřez hlavice, roční výkon v m^3 a hmotnatost stromů. (Ulrich et al., 2002).

Tabulka 3.1: Charakteristické údajů harvestorů (Ulrich et at., 2002)

		malý	středě velký	velký
výkon motoru	kW	méně než 70	70 až 140	nad 140
hmotnost	t	4 až 8	9 až 13	13 až 15 (18)
šířka	mm	1600 až 2000	2400 až 2800	2600 až 2900
dosah jeřábu	m	6	8,5 až 10	10 až 11 (15)
max. průměr na úřez	mm	200 až 350	350 až 450	450 až 650
výkon motoru	m^3/mth +	3 až 5	4 až 8	5 až 15
roční výkon	m^3/ rok	7 až 8 tis.	12 tis	18 tis
+ motohodina zahrnuje 15 min. přestávku				

3.2 Podle umístnění hlavice

Dle způsobu odvětvení lze rozdělit harvestory na úzkozáběrové a širokozáběrové.

Úzkozáběrové harvestory se vyznačují připevněním harvestorové hlavice přímo na zesílený rám stroje v přední části. Tudíž nemají hydraulický jeřáb. Operátor je tak nucen ke každému stroji přijet do těsné blízkosti a poté zpracovat. Díky tomu dochází k většímu poškození okolního porostu a utužení půdy. Dnes jsou tyto harvestory vidět výjimečně.

Širokozáběrové harvestory tvoří podstatnou část dnešních strojů. Harvestorová hlavice je připevněna na hydraulický jeřáb. Dosah jeřábu umožňuje obsluze kácet stromy z přibližovacích linek a také není potřeba kvůli každému stromu přejíždět (Brychta, 2018).

3.3 Podle způsobu odvětvení

Způsob zpracování může být jednoúchopový nebo dvojúchopový. Jednoúchopový způsob je standartně využívaný na širokozáběrových harvestorech. Celý strom je pokácen a zpracován harvestorovou hlavicí zavěšenou na hydraulickém jeřábu. Dvojúchopový systém zpracování je tvořen kácecí hlavicí připevněnou na hydraulický jeřáb, která slouží pouze k pokácení stromu a jeho umístněné do výkyvné procesorové hlavice v zadní části stroje. V procesorové hlavice dojde k odvětvení, sortimentaci a kubírování vloženého stromu (Malík a Dvořák, 2007).

Obrázek 3.1: Procesor Hypro 755

3.4 Podle trakčního ústrojí

Dle trakčního ustrojí lze stoje rozdělit na kolové, pásové a kráčivé. Nejvíce se používají harvestory s kolovým trakčním ústrojím, které tvoří 96 % harvestorů v České republice (Neruda, 2008).

3.4.1 Kolové harvestory

Pojezdové ústrojí tvoří čtyři až osm flotačních pneumatik, tedy pneumatik, na které je kladen důraz na snížení utužení půdy. V závislosti na počtu pneumatik a váhu stroje je vyvíjený tlak na půdu přibližně 150 kPa, oproti tomu univerzální kolový traktor vyvíjí 160 kPa, a u speciálních lesních kolových traktorů do 220 kPa. V nepříznivých podmínkách lze kola doplnit o kolo pásy či protismykové řetězy, které zlepší trakci (Malík a Dvořák, 2007).

Obrázek 3.2: Kolopásy a řetězy na harvesotoru JD 110E

U šesti a osmi kolových strojů je použita tandemová boogie náprava. Hnací síla je rozdělena z hlavní osy na dvě kola uložená po stranách. Síla může být přenášena ozubeným soukolím nebo řetězovým převodem. U obou provedení je olejová náplň pro zvýšení životnosti. Boogie náprava nahrazuje jedno velké kolo, čímž dochází k větší stabilitě stroje a lepšímu rozkladu zátěžových sil na půdní povrch (Neruda et al., 2008).

Kolový podvozek zároveň dovoluje pohyb po pozemních komunikacích. Zpravidla přepravovací vzdálenost nepřesahuje 30 km (Neruda et al., 2013).

3.4.2 Pásové harvestory

Hydraulická ruka, kácecí hlavice a kabina jsou instalovány na univerzální bagrový podvozek. Pásy můžou být kovové či pryžové, nebo jejich kombinace. Gumové pásy

se používají na harvestorech o nižší hmotnosti cca do 11 tun. Nekonečné kovové pásy tvoří jednotlivé články. Články jsou nejčastěji jednobřité či trojbřité, které zvyšují

Obrázek 3.3: Neuson 183 HVT

trakci. Pohon pásu je hydraulický přes hnací kolo pásu, jehož trny zapadají do ok na pásu. Napínání pásu je řešeno pomocí napínací kladky. Podvozek je odpružený pomocí zkrutných tyčí, které zajišťují dokonalý styk s terénem, a je tak docíleno maximální trakce. Hydraulický okruh pro pohon pásu je oddělen od ostatních okruhů, a zároveň je rozdělený levý a pravý pás, které lze ovládat každý samostatně (Malík a Dvořák, 2007).

3.4.3 Kráčivý harvestor

Tento typ harvestoru je vyráběn jako nástavba na bagrový podvozek (například značky Menzi Muck), nebo jako speciální nástavba na nohovém podvozku od firmy John Deere. Pohyb u tohoto stroje je zajišťovaný hydrostaticky a je řízený počítačem.

Obrázek 3.4: Menzi Muck (menzimuck.eu,2022)

Ovšem výroba těchto strojů ještě není optimalizována a jedná se spíše o prototypy (Malík a Dvořák, 2007).

Kráčející bagr Menzi Muck je běžně nasazován při čištění říčních koryt, úpravě svahů, stavbě cest, ale také při mulčování lesních povrchů a těžbě dřeva. Pro toto použití je třeba stroj dovybavit o mulčovací nebo těžební hlavici „WOODY“. Podvozek je pak upravený pro lepší stabilizaci v terénu pomocí teleskopických podpěr. Pohyb ve svažitém terénu je pak prováděn pomocí hydraulického jeřábu a těžební hlavice, která je dovybavena podpěrnou patkou. Hydraulickým jeřábem je nadzvednuta náprava stroje, která je pak pomocí teleskopických noh a pojezdových kol přemístí celý stroj do nové polohy. Pohyb stroje v terénu je až 4 km/h (Neruda et al., 2008).

4 Harwarder

Harwardery, nebo také forwestery, jsou stroje stejné jako vyvážecí traktory, jediný rozdíl je, že hydraulický jeřáb je osazen harvestorovou hlavicí. Vyvážecí traktor, téže forwarder, je samochodný více operační stroj sloužící k soustřeďování dříví na odvozní místo. Nejběžnější konstrukce forwarderu je kloubová konstrukce osazena hydraulickým jeřábem s drapákem, klanicemi a opěrnou mříží pro převoz dřeva. Název harwarder je tedy spojení dvou anglických slov harvestor a forwarder. Největší výhodou toho stroje je možnost pokácení jednoúchopovou hlavicí, zpracování kmene a následné naložení a vyvezení na odvozní místo jedním strojem, tudíž ušetření finančních nákladů na pořízení a provoz stroje. Také ušetříme počet přejezdů po linkách, čímž se snižuje utužení půdy. Tento stroj najde své uplatnění během prvních probírek, či malých mýtních těžbách.

V praxi se běžně používají vyvážecí traktory, u kterých je možnost vyměnit drapák za harvestorovou hlavici, nebo stroje které jsou na tento způsob těžby připraveny rovnou z výroby.

Společnost Komatsu vyrobila prototyp stroje s označením X19. Jedná se o velký harwarder do mýtní těžby, která se testuje. Jeho výroba navazuje na stroj od firmy Valmet, která se s Komatsu spojila. Valmet 801 combi je 16 tunový stroj s 12 tunami úložného prostoru, dosah hydraulického jeřábu je 11 m, je osazený harvestorovou hlavicí Valmet 330 duo s úřezem do 50 cm. Celý stroj je široký 2800 mm což z něj činí stroj do probírek či předmýtní těžby (Lesnická práce.cz, 2022).

Firma Malwa nabízí stroj s označením 560 C, u kterého lze provést výměnu hlavice za cca 20 minut. Z českých výrobců představuje firma Entracon s.r.o. hned tři stroje s označením EC 45, EC 60 a EC 75. (Brychta, 2018).

Obrázek 4.1: Valmet 801 Combi (Richard J., 2017)

5 Stroje do horských podmínek

Možnost nasazení klasického harvestoru ve svažitém terénu je limitována sklonem svahu. Pro stroje je nebezpečnější příčný sklon více než podélný. Příčný sklon by neměl přesahovat 10 %, na což je třeba dbát při výběru pracovních linek. Podélný sklon může být 35-45 % maximálně 50 %, podle stavu povrchu. Nad 45 % je třeba používat stroje k tomu předurčené, pásové harvestory, kráčivé harvestory, horské harvestory nebo použití trakčních navijáků (Filo, 2013).

5.1 Trakční naviják

Technologie trakčních navijáků využívá stroj nainstalovaný přímo na harvestor nebo stroj samostatně stojící na vrcholu svahu. Stroje dodávají tažnou sílu k udržení stability a trakce v příkrém svahu, což má mimo jiné za následek výrazné snížení půdní eroze spojené s prokluzem pohonu stroje. Ovládání navijáku je řízeno počítačem, který hlídá nastavené předepnutí. V případě, že obsluha chce se strojem popojíždět, řídicí systém automaticky synchronizuje odvíjení či navíjení lana s rychlostí pohybu.

Nejběžněji se používají navijáky přímo namontované na rám stroje, na kterém je potřeba udělat určitou úpravu. Lano je přichyceno na vrcholku svahu ke stromům, pařezům či uměle vytvořeným kotvám. Lano se navíjí přímo na zařízení umístněné na

Obrázek 5.1: Trakční naviják TimberMax T10

harvestoru, takže nedochází k tažení lana po zemi. Nevýhodou této metody je zvýšení váhy stroje a potřeba jeho vyššího výkonu. Výrobou těchto zařízení se zabývá například firma HAAS, HSM, Herzog či Komatsu.

Samostatné trakční navijáky jsou stroje umístněné na vrcholu svahu, které můžou či nemusí být připevněny pomocí kotev ke stromům, pařezům či uměle vytvořeným kotvícím bodům. Také mohou být vybaveny radlicí, která zlepší stabilitu. Nevýhodou těchto strojů je tažení lana po zemi, což vede k snížení životnosti. Stroje můžou být samostatné například ECOFORST T-WINCH nebo jako nástavba na harvestor, kdy dojde k vyměnění hydraulického jeřábu za naviják, například HERZOG SYNCHROWINCH či HAAS UNI WINCH (Stampfer, 2016).

Obrázek 5.2: T-winch 10.2

5.2 Harvestory Highlander

Firma Konrad Forsttechnik sídlící v alpské oblasti vyrábí speciální horský kolový harvestor s označením Highlander, který spadá do kategorie větších harvestorů. Stroj je svým zpracováním odlišný od všech ostatních harvestorů. Podvozek s nízkým těžištěm je doplněn o dvě výsuvná ramena, na kterých jsou uloženy zadní kola, které lze nezávisle na sebe vysouvat, čímž dochází ke změně rozvoru stroje. Kola jsou klasická šípová, pro zlepšení trakce je možné nasadit řetězy, nebo také měnit jejich světlou výšku. Stroje se vyrábí ve dvou modelech. HL10-1 čtyř kolová verze a HL20-1 šesti kolová verze. U šesti kolové verze je přední pohon tvořen párem boogie náprav. Pohon kol je zajištěný pomocí hydromotorů umístněných v každém kole. Úhel řízení v rozmezí 54° a zatáčením pomocí 2 či 4 kol je ještě doplněn o funkci krabího chodu. Maximální

rychlost dosahuje 18 km/h. Celý stroj je poháněný vodou chlazeným šestiválcovým turbodieselovým motorem o výkonu 212 kW.

Hydraulický jeřáb umístěný za kabinou stroje se otáčí společně s kabinou v úhlu 360° a disponuje nivelací až 42°, dosah ramene je 10,8 metrů. Veškeré hydraulické vedení je schováno uvnitř jeřábu, díky čemuž se minimalizuje možnost poškození. Hydraulický jeřáb je osazen kácecí hlavicí WOODY od stejného výrobce s možností úřezu od 4 do 65 cm.

Stroj je v přední části osazen výškově stavitelnou radlicí, která slouží jako opora během těžby, ale své uplatnění najde také při manipulaci. V prostoru nad radlicí může být na přání zákazníka umístěný trakční naviják s 300 metry lana o průměru 14 mm a tažnou sílou 90kN. Ještě nad navijákem se nachází tzv. clam bunk, drapák, který slouží při přepravě kmenů při kmenové metodě těžby (Brychta, 2018).

Obrázek 5.3: Highlander Hl10-1 (forsttechnik.at, 2022)

6 Sázecí harvestorové hlavice

Pro usnadnění výsadby sazenic stromů, která je stále ve velké míře prováděna ruční fyzickou prací, byly vynalezeny sázecí hlavice na obalované semenáčky stromů. Hlavice mohou být upevněny na jakýkoliv harvestor s dostatečným průtokem hydraulického oleje a nosností hydraulického jeřábu (Sigurdh, 2004).

6.1 Valmet EcoPlanter

Jedním z výrobců sázecích hlavic je Valmet, v současné době prodávaný pod značkou Komatsu. Hlavice je duální a je schopna zasadit dvě sazenice naráz, což značně zlepší efektivitu práce. Dvojice frézovacích kol, která jsou poháněná hydraulicky, ale ovládaná stlačeným vzduchem vyhloubí jámu pro sazenici, poté se automaticky ze dvou revolverových zásobníku na každé straně podá semenáček, který lze chemicky ošetřit a také pro snížení rizika uschnutí postříkat vodou. Stlačeným vzduchem je pak vytlačen do sadbové jámy a následným rázem o tlaku 0,4 MPa se rostliny zatlačí na dno jámy. Vzduch také vhání vybraný materiál z díry na obal semenáčku a zakryje ho. V tvrdých půdách lze ještě sazenici utužit pomocí frézovacích kol. Dvojice revolverových zásobníků pojme až 240 rostlin s možností tvorby i smíšeného lesa snadným vložením různých druhů dřevin. Zásobník vydrží na cca 20 až 30 minut práce stroje, poté je potřeba ručně doplnit. Výrobce uvádí, že montáž hlavice na hydraulický jeřáb stroje by měla zabrat cca 1 hodinu.

Požadavky hlavice na příkon hydraulického oleje jsou minimálně 190 l/min při konstantním tlaku 21 až 23 MPa. Požadavky na hydraulický jeřáb s minimální zvedací silou 1300 kg v 7 metrech, splňují stoje těžší než cca 13 tun. Také je potřeba zajistit přísun stlačeného vzduchu o tlaku 0,6 až 0,7 MPa. Samotná hlavice váží zhruba 1350 kg (Sigurdh, 2004).

6.2 Bracke P12.a

Bracke Forest je švédská firma, která se již od roku 1922 zabývá výrobou strojů. V současné době nabízí mnoho strojů pro sadbu, rýhování, vertikutaci ale také kácecí hlavice. Sázecí hlavice Bracke P12.a je nástupce předchozího modelu P11.a. Zlepšení je především v objemu zásobníku (kruselu), který se zvýšil z 62 na 196 sazenic. Což velmi ovlivňuje hodinovou výkonnost stroje. U Bracke P12.a došlo ještě k druhému významnému vylepšení: rýhovacího dláto, které přehrne zeminu a vloží doprostřed sazenici, bylo nahrazeno vertikutátorem, který prokypří půdu a následně se vloží sazenice. Tento stroj je určen pro výsadbu v teplých a suchých oblastech, zejména je

vhodný pro výsadbu plantáží. Volitelnou výbavu tohoto stroje tvoří zařízení pro přihnojení a zavlažení semenáčku. Dvojicí trubek je během výsevu přidán pod sazenici granulované hnojivo, zároveň je možné pomocí trysky vstřik vodného nebo gelového roztoku. Celý stroj je ovládán z kabiny řidiče pomocí systémového počítače. Obsluha má přehled nad veškerými informacemi, například počet sazenic v zásobníku, spotřeba vody či hnojiva. Hloubka výsadby, zhutnění a další proměnné se nechají nastavit pomocí displeje v kabině. Displej zároveň zaznamenává provozní data, například hodinovou výkonnost, počet vysazených sazenic a pracovní dobu. Zároveň stroj umí vyhodnotit diagnostiku závad a poruch s návrhem jejich odstranění.

Požadavky na příkon hydraulického oleje jsou 125 l/min a tlak 15 MPa. Samotná hlavice váží od 1100 do 1500 kg a výrobce doporučuje stroje od 16 do 20 tun (Bracke, 2022).

Obrázek 6.1: Sázecí hlavice Bracke P12.a

7 John Deere

Firma založena Johnem Deerem v roce 1837 ve Spojených Státech. První lesní techniku firma uvedla na trh v roce 1937. Traktor s označením Model D byl využíván jako naviják, byly odstraněny kola a sedadlo. V přední části byl stroj doplněn o dřevěné ližiny pro pohon stroje z místa.

První harvestor opustil bránu firmy roku 1977. Jednalo se o stroj s označením John Deere 734 Tree Harvester. Stroj kombinoval rychlost pryžových pneumatik a dosah výložníku, což umožňovalo zpracování dvou stromů za minutu.

Během roku 1998 se společnost John Deere spojila s Hitachi Construction Machinery Co., Ltd. na výrobu účelových strojů pro těžbu dřeva. Deere-Hitachi Specialty Products (DHSP) se nachází v Langley, Britská Kolumbie. Roku 2000 byla firmou John Deere zakoupena firma Timberjack & Waratah, která vznikla ve švédské Alftě roku 1918, původně pod označením Ösa, tedy Östbergs Smidesfabrik Alfta, M&G Östberg.

Nové technologie a aktiva ve výzkumu a vývoji potvrdily firmu John Deere jako jasného světového lídra v oblasti lesnictví. V roce 2020 byla značka John Deere v České republice zastoupena 436 harvestory, což představuje 48,4 % celkového objemu kolových harvestorů u nás. V dnešní době výrobce nabízí 5 typů strojů (Deere.com, 2022)

7.1 John Deere 1070G

Nejmenším nabízeným harvestorem od značky John Deere je model s označením 1070G. Svými rozměry, šířkou odvíjející se od pneumatik použitých na stroji 2710 mm a délkou 6990 mm, je vhodný spíše do probírek. Stroj je možné si zakoupit ve 4kolové nebo 6kolové verzi. Motor o výkonu 135,5 kW pohání hydraulické čerpadlo o objemu 160 cm^3 s pracovním tlakem od 24 do 28 MPa. Hydraulický jeřáb je možno si zvolit ze tří variant s dosahem 8,6 m, 10 m nebo 10,8 m. Všechna tři provedení mají nivelaci v úhlu 42°. Jeřáb lze osadit těmito hlavicemi: H412 s váhou 735 kg a maximálním úřezem 470 mm, H413 s váhou 940 kg a maximálním úřezem 580 mm a hla-

vicí H414 s váhou 1100 kg a maximálním úřezem 620 mm. Provozní hmotnost s hlavicí H414 je pak 15200 kg u 4kolové verze a 16000 kg u 6kolové verze (Merimex.cz, 2022).

Obrázek 7.1: John Deere 1070G (Merimex.cz, 2022)

7.2 John Deere 1170G

Model 1170 G výrobce nabízí v provedení 6kolovém nebo 8kolovém. Motor s výkonem 155 kW pohání hydraulické čerpadlo o objemu 190 cm^3 a pracovním tlakem od 24 do 28 MPa. Hydraulický jeřáb je nabízený s dosahem 10 m a 11,3m, nivelace v úhlu 42°. Harvestorové hlavice, které je možno na tento typ jeřábu osadit, jsou totožné s modelem 1070G. Rozměry 6kolové verze s délkou 7240 mm, šířka se odvíjí od velikosti obutí stroje maximálně 2840 mm. 8kolová verze má totožnou šířku, ale je o 210 mm delší. Váha stroje v 6kolové verzi poté činí 17800 kg a v 8kolové verzi 19500 kg ve výbavě s hlavicí H413 (Merimex.cz, 2022).

Obrázek 7.2: John Deere 1170G

7.3 John Deere 1270G

Stroj s označením 1270G už svojí váhou a rozměry patří spíše do mýtních těžeb. Motor s výkonem 200 kW pohání dvě hydraulická čerpadla o kapacitě 190 a 180 cm^3 s pracovním tlakem od 24 do 28 MPa. Stroj lze osadit třemi druhy hydraulického ramene s dosahy 8,6 m, 10 m, a 11,7 m. Hlavice vhodné pro tento stroj výrobce nabízí v pěti variantách. Hlavice H413 a H414, které lze použít i na dva menší typy, doplňuje o hlavice H480C s maximálním úřezem 710 mm a váhou 1350 kg, H270 II s úřezem 650 mm a váhou 1350 kg, H415 s úřezem 750 mm a váhou 1330 kg a hlavicí H215E s úřezem 550 mm a váhou 1690 kg.

Stroj lze pořídit v 6kolové nebo 8kolové verzi. Délka šestikolové verze 7700 mm. 8kolová verze je delší o 230 mm, šířka je pak u obou provedení totožná, 2960 mm, v závislosti na zvoleném typu pneumatik. Váha stroje s hlavicí H413 je pak 20650 kg u 6kolové a 22900 kg u 8kolové verze (Merimex.cz,2022).

Obrázek 7.3: John Deere 1270E

7.4 John Deere 1470G

Největším harvestorem od společnosti John Deere je model s označením 1470G. Stroj pohání 6válcový motor John Deere o objemu 9,0 litru. Hydraulický systém je plněn dvojicí hydraulických čerpadel o objemu 210 cm^3 a 180 cm^3 a maximálním tlakem od 24 do 28 MPa. Na stroj lze namontovat tři typy hydraulického jeřábu s dosahem 8,6 m, 10 m a 11 m; hlavice H270 II, H415, H480C a H415E, které jsou totožné s před-

chozím modelem. Jsou ještě doplněny o hlavici s označením H290 s maximálním úřezem 750 mm a váhou 1950 kg. Délka stroje je 7950 mm a šířka v závislosti na použitých pneu 2990 mm. Váha stroje s hlavicí H415 je pak 22900 kg (Merimex.cz, 2022).

Obrázek 7.4: John Deere 1470G

8 Rottne

Rottne Industri je plně švédská firma s historií sahající až do roku 1955. V dnešní době společnost produkuje kolem 200 harvestorů a vyvážeček ročně. Firma zaměstnává přibližně 230 lidí v továrnách v Rottne, Lenhovda a Stensele.

Börje Karlsson, který založil společnost Börjes Mekaniska, ze které se nakonec stala Rottne Industri AB. V roce 1955 pomáhal svému otci s těžbou dřeva v lese. Na tahání klád se používal traktor, ale nakládka se stále prováděla ručně. Zkonstruoval jednoduchý jeřáb z pár kusů pluhu, kusu dřeva, navijáku a kleští. Zvěst o jeřábu pojmenovaném „Börje Crane“ se rychle rozšířila a objevili se první zájemci o koupi. Se slibem svému otci, že vyrobí ještě lepší Börje, první jeřáb prodal. Zájem o jeřáb raketově rostl a jejich kovárna na rodinné farmě začala být nedostačující. Jeřáb byl tak známý, že se začal vyvážet mimo jiné do Norska a Dánska. Dokonce byl vyvezen i do Tanzanie a Chile. Roku 1968 byl na trh představen první vyvážecí vůz, který byl pojmenován Blondin. Uvedení stroje na trh přešlo z úspěchu na velký hit. Na rozdíl od konkurence vyvinula firma Rottne relativně malý a pružný vyvážecí vůz s dobrým zatížením a provozními vlastnostmi. Během dovolené v roce 1976 začal Börje Karlsson vymýšlet první harvestor.

Stroj s označením 770 byl prvním prototypem procesoru. S tímto strojem poskytovala firma komplexní strojový program. V roce 1981 byl uveden na trh nový jeřáb s označením RG-81 společně s novou kácecí hlavicí RF-81. Tyto stroje umožňovali pokácení stromu a jeho přesunutí do procesorové hlavice. Jeřáb měl dosah 10 metrů a nosnost 1,5 tuny při plném vytažení. Ve stejném roce byla na trh uvedena náprava pro vyvážecí vůz Blondin, která nahrazovala řetězový pohon ozubenými koly. Tento typ nápravy dnes využívá většina výrobců.

Na konci 70. let firma zavedla systém pro výměnu dílů. Dnes se tento systém nazývá Rottne Xparts. Tento systém včasně signalizuje výměnu určitých dílů, čímž eliminuje vznik závad. Je tak možné stroj v daný čas odstavit a potřebné opravy provést ve vhodném časovém úseku.

Dalším novým strojem byl harvestor Rottne 2000, který byl představen roku 1991. Jedná se o předchůdce dnešního harvestoru H8. V druhé polovině 90. let začala firma s vývojem nové řady harvestorů s označením H. Zároveň také vznikl první největší firmou vyráběný harvestor H20. Na řadu H byl kladeny velké požadavky a silná

prodejní čísla ukázala, že požadavky splňuje. Zároveň s novými harvestory byla modernizována řada vyvážecích vozů Solid. Řada Solid byla nahrazena v roce 2000 novou řadou vyvážecích strojů s označením F.

Výsledkem stálé inovace a vývoje bylo představení harvestoru H21D v roce 2014. Jedná se o ještě silnější a efektivnější harvestor určený pro mýtní těžbu. V dnešní době firma nabízí tři druhy harvestorů (Rottne.com,2022).

8.1 Rottne H8 ^{D}

Rottne H8 je malý a všestranný harvestor. Své uplatnění najde především v probírkové těžbě. Jeho unikátní vlastnosti, jako je například přesné vedení stopy, výkyvná ramena kol, variabilní převodovka či automatizace proti kluzu, z něj tvoří velmi dobře ovladatelný stroj. Díky šířce stroje 2050 mm v závislosti na obutém rozměru pneumatik, je stroj možné se pohybovat mezi stromy, a správně tak vybrat stromy při probírkách. Maximální vzdálenost stroje od stromu je 6 až 7 metrů. Délka stroje je 4834 mm a váha 10 200 kg. U tohoto stroje stojí za zmínku světlá výška, která se pohybuje od 285 mm do 1067 mm. Hydraulický jeřáb má dosah 7 metrů s náklonem v 35°, lze ho osadit harvestorovou hlavicí EGS406 s maximálním úřezem 330 mm a váhou 480 kg nebo hlavicí LOGMAX 3000T s úřezem 516 mm a váhou 615 kg. Celý stroj pohání motor o výkonu 125 kW. Hydraulická čerpadla mají objem 245 litrů a pracovní tlak od 3,0 do 25,0 MPa (Rottne.com, 2022).

Obrázek 8.1: Rottne H8^{D}

8.2 Rottne H11 D

Harvestor Rottne H11 D je vhodný do probírkové těžby, ale zvládne také mýtní těžbu. Výrobce stroj nabízí v 6kolovém a 8kolovém provedení. Díky možnosti individuálního přizvednutí náprav je stroj flexibilnější ve stísněných prostorech, na mokru či ve svahu. Stroj je poháněn motorem John Deere o výkonu 164 kW. Hydraulické čerpadlo má objem 357 litrů s pracovním tlakem od 3,0 do 25,0 MPa. Hydraulický jeřáb s dosahem 10.3 m a 11,3 m s možností nivelace v 44° lze osadit pěti typy harvestorových hlavic: hlavicí EGS596, která je určena i pro model H21 D a která má maximální úřez 630 a 720 mm a váhu 1155 kg. Dále je osazen hlavicemi: LOGMAX 4000T s úřezem 580 mm a váhou 780 kg, která je vhodná do výchovných zásahů; hlavicí LOGMAX 5000T s úřezem 570 a 630 mm a váhou 895 kg; hlavicí SP461 LF s úřezem 530 mm a váhou 680 kg a hlavicí SP561 LF s úřezem 600 mm a váhou 980 kg. Hmotnost stroje je u 6kolové verze 17400 kg a u 8kolové verze 18900 kg. Délka stroje je 7940 mm a šířka 2830 mm (Rottne.com, 2022).

Obrázek 8.2: Rottne H11D

8.3 Rottne H21 D

Rottne H21 D je největším firmou nabízeným harvestorem. Byl navržen pro optimální a efektivní mýtní těžbu v hustém lese. Výrobce nabízí 6kolovou a 8kolovou verzi. Stroj pohání motor John Deere o výkonu 227 kW. Hydraulická čerpadla mají objem 357 litrů s maximálním tlakem od 3,0 do 30,0 MPa. Hydraulický jeřáb má dosah 11 metrů s možností nivelace v 41°. Jeřáb lze osadit čtveřicí hlavic: hlavice EGS706 s úřezem 680 a 810 mm a váhou 1580 kg; hlavicí LOGMAX 6000B s úřezem 650 a 720 mm a váhou 1306 kg; hlavice LOGMAX 7000C s úřezem 650, 690 a 750 mm a váhou 1627 kg; hlavicí SP76 LF s úřezem 750 mm a váhou 1600 kg. Stroj v 6kolové

verzi váží 24200 kg a v 8kolové verzi 26700 kg. Délka je 9233 mm a šířka 3160 mm (Rottne.com, 2022).

Obrázek 8.3: Rottne H21^{D}

9 Ponsse

Einari Vidgrén ve svých 14 letech začal v roce 1957 pracovat v lese. Roku 1960 vytvořil traktor z recyklovaného materiálu a pojmenoval ho po psovi, který se potuloval po vesnici Ponsse. V roce 1970 založil továrnu na lesní stroje ve švédské vesnici Vieremä. Prvních deset let firma neměla jednoduchých, bylo vyrobeno pouze 50 lesních traktorů.

Obrovský posun firma zaznamenala roku 1983, kdy byl představen legendární vyvážecí traktor PONSSE S15. Rám stroje byl částečně vyroben z hliníku, což snižovalo jeho hmotnost. První harvestor s označením PONSSE HS15 firma představila roku 1987. Následující rok pak firma představila první měřící přístroje. V roce 1994 byla firma PONSSE první firmou zabývající se výrobou lesních strojů, která získala certifikát ISO 9001. Roku 1995 byla firma uvedena na burzu a začala s exportem do zahraničí.

Dnes dodává stroje do více než 40 zemí světa a čistý příjem ze zahraničí tvoří více než 80 % přijmu. V roce 1996 byla představena nová řada harvestorů Ergo HS16 a Cobra HS10. Roku 2002 byla představena v Pärnävaaře v Liperi nový stroj BuffaloDual. V roce 2019 oslavuje PONSSE 14000. vyrobený kus techniky (Ponsse.com,2022).

9.1 PONSSE BEAVER

Tento stroj je nejmenším nabízeným strojem od firmy Ponsse. Hodí se tedy zejména do probírek. Stroj je stejně jako ostatní poháněn motorem Mercedes Benz, tento konkrétně motorem o výkonu 150 kW. Hydraulické čerpadlo o objemu 190 cm^3 pohání hydraulický jeřáb s dosahem 8,6 m, 10 m nebo 11 m. Jeřáb lze osadit dvojící hlavic: hlavicí H5 s maximálním otevřením 530 mm a váhou 900 kg a hlavicí H6 s maximálním otevřením 600 mm a váhou 1050 kg. Stroj váží 17700 kg, je dlouhý 7300 mm a široký 3085 mm (Ponsse.com,2022).

Obrázek 9.1: Ponsse Beaver (lectura-specs.cz, 2022)

9.2 PONSSE FOX

Ponsse FOX najde své uplatnění především na nestabilních podmáčených půdách. Jeho konstrukce 8kolového podvozku se vyznačuje úžasným rozložením váhy na jednotlivé kolo. Stroj je poháněn motorem o výkonu 145 kW. Hydraulická pumpa má objem 210 cm^3. Stroj lze osadit hydraulickým jeřábem s dosahem 10 m nebo 11 m. Harvestorové hlavice, které lze na stroj namontovat, jsou totožné s modelem BEAVER, tedy hlavice H5 a H6. Váha stroje je 20200 kg. Délka je 8175 mm a šířka 2930 mm (Ponsse.com,2022).

Obrázek 9.2: Ponsse Fox (Ponsse.com, 2022)

9.3 PONSSE COBRA

Model COBRA se svým provedením hodí jak do probírkové těžby, tak na mýtní těžbu. Stroj je poháněn motorem o výkonu 210 kW. Hydraulické čerpadlo má objem 210 mm^3. Hydraulický jeřáb má dosah 8,6 m, 10 m nebo 11 m. Harvestorové hlavice H5 a H6, které jsou totožné jako u modelu BEAVER a FOX, jsou doplněny o hlavici H7 s maximálním otevřením 650 mm a váhou 1150 kg a o hlavici H7 HD EUCA s maximálním otevřením 630 mm a váhou 1300 kg. Stroj váží 20900 kg, na délku měří 8130 mm a na šířku 3080 mm (Ponsse.com,2022).

Obrázek 9.3: Ponsse Cobra (lectura-specs.com, 2022)

9.4 PONSSE SCORPION a SCORPION KING

Ponsse SCORPION má hydraulický jeřáb uložen za kabinou. Díky tomu má obsluha maximální rozhled nad vším, co je se strojem třeba udělat. Oba modely pohání stejný motor s výkonem 210 kW. Hydraulické čerpadlo pro model SCORPION má objem 210 cm^3. U modelu SCORPION KING jsou čerpadla dvě, jedno pohání jeřáb a má objem 145 cm^3 a druhé s objemem 190 cm^3 pohání hlavici. Dosah hydraulického jeřábu je u obou variant totožný 10 m a 11 m. Oba modely také disponují nivelací ramene v úhlu 27°. Harvestorové hlavice jsou totožné jako u modelu COBRA, tedy H5, H6, H7 a H7 HD EUCA. Váha modelu SCORPION je 22700 kg, model SCORPION KING váží 23200 kg. Šířka 3085 mm a délka 8020 mm je u obou modelů totožná (Ponsse.com,2022).

Obrázek 9.4: Ponsse Scorpion (technickytydenik.cz, 2022)

9.5 PONSSE ERGO

ERGO je neprodávanější model od značky Ponsse. Používá se na celém světě, ať už na Sibiři nebo v jihoamerických lesích. Stroj zvládá jak chladná, tak velmi teplá podnebí. Svým provedením se hodí na práci ve strmějších terénech. Stroj se vyrábí v 6kolové verzi a v 8kolové verzi. Motor s výkonem 205 kW pohání dvojici hydraulických čerpadel o objemu 145 cm^3 pro pohon jeřábu a 190 cm^3 pro pohon kácecí hlavice. Dosah hydraulického jeřábu je 8,6 m, 10 m a 11 m. Stroj lze osadit hlavicemi H6 a

H7, které jsou totožné jako u předchozích modelů. Také se stroj nechá osadit hlavicí H8 s maximálním otevřením 740 mm a váhou 1250 kg. Váha samotného stroje je 21500 kg. Šířka 3085 mm a délka 8130 mm (Ponsse.com,2022).

Obrázek 9.5: Ponsse Ergo

9.6 PONSSE BEAR

Tento model je největším nabízeným strojem značky Ponsse. Nejvíce se hodí do mýtních těžeb. Motor o výkonu 240 kW pohání hydraulická čerpadla o objemu 190 cm^3 každé. Jedno pro pohon hydraulického jeřábu, druhé pro pohon hlavice. Hydraulický jeřáb má dosah 8,6 m a 11 m. K hlavicím použitých na předchozích strojích se ještě přidávají hlavice H8 HD s maximálním otevřením 740 mm a váhou 1450 kg a upravená hlavice H8 NEW s maximálním otevřením 740 mm a váhou 1400 kg. Váha stroje je 24500 kg. Šířka je 3130 mm a délka 24500 mm (Ponsse.com,2022).

Obrázek 9.6: Ponsse Bear (lectura-specs.cz, 2022)

10 Prezentace

Úvod

Objem vytěženého dřeva za rok 2020 byl 35,75 mil m3. Harvestorové technologie byly použity na vytěžení 48 % z tohoto objemu.

Ze statických podkladů od firem dovážejících těžebně dopravní stroje vyplývá, že se v České republice nachází 938 harvestorů, z toho 901 kolových a 37 na pásovém podvozku.

Výrobce	Celkem	%	Z toho le řezu kácecí hlavice				Z toho dle roku výroby			
			do 55 cm	do 62 cm	do 72 cm	do75 cm	až 1995	1996-2000	2001-2009	2010-2020
John Deere	436	48	65	104	183	84	20	38	211	167
Rottne	182	20	87	53	6	36	0	3	110	69
Komatsu	51	5.6	17	9	21	4	0	8	36	7
Ponsse	135	15	11	0	15	109	3	2	66	64
Logset	22	2.4	1	2	5	14	0	0	11	11
HSM	5	0.5	2	0	2	1	0	0	0	5
Sampo	34	3.8	31	2	1	0	0	0	12	22
Gremo	3	0.3	2	1	0	0	0	1	2	0
SP-Maskiner	1	0.1	1	0	0	0	1	0	0	0
Caterp./Ecolog	1	0.1	1	0	0	0	1	0	0	0
Profipro	2	0.2	1	1	0	0	0	0	0	2
Vimek 404	18	2.7	18	0	0	0	0	0	6	12
UTC 10-67	1	0.1	1	0	0	0	0	1	0	0
Entracon	10	1	10	0	0	0	0	0	2	8
Kolové celkem	901	100	248	172	233	248	25	53	456	367
Kaiser	1	2.7	0	0	0	1	0	0	0	1
Menzi Muck	3	8.1	3	0	0	0	0	0	3	0
MHT Linz	32	87	31	1	0	0	0	4	21	7
Königs Tiger	1	2.7	1	0	0	0	0	0	1	0
Pásové celkem	37	100	35	1	0	1	0	4	25	8
Celkem	938	100	283	173	233	249	25	57	48	375
Procesor Hypro	3		3	0	0	0	0	0	3	0

Tabulka 1: Harvestory podle velikosti a roku výroby (Riedl, 2021)

Historie

První harvestory se u nás objevily v první polovině 80. let 19 století. Jednalo se o stroje od firmy VOLVO a ÖSA.

Během 90. let se dováželi malé probírkové harvestory značek ÖSA, FMG, Timberjack a Valmet. Využívaly se především ve výchově porostu do 40 let věku.

Hlavní rozmach v harvestorové technologii je zaznamenám až po roce 2000. V ČR je v roce 2002 nasazeno 60 strojů a v roce 2005 již 140.

Ke konci roku 2020 bylo v České republice registrováno 938 harvestorů.

Popis stroje

- Hydraulický jeřáb
- Kácecí hlavice
- Přenos síly
- Podvozek
- Kabina
- Nivelační systém
- Řídící systém
- GPS systém

Hydraulický jeřáb

Výkyvný jeřáb

Je tvořený hlavním sloupem, zdvihovým ramenem, zlamovacím rámem s případným teleskopickým ramenem. Každá část je ovládaná samostatným přímočarým hydromotorem. Jedná se o jednoduchou, levnou a široce využitelnou konstrukci.

Paralelní jeřáb

Přímočaré hydromotory nepřímo ovládají druhé zlamovací rameno přes kloubový mechanismus. Tento systém poskytuje výhody v pohyblivosti a jednoduchosti.

Teleskopický jeřáb

Je tvořen sloupem, zdvihovým ramenem a teleskopickým rámem, Těžiště je položené nízko, což zlepšuje stabilitu při práci se stromy o vysoké hmotnosti.

Obrázek 1: Teleskopický jeřáb

Obrázek 2: Paralelní jeřáb

Kácecí hlavice

Hlavice švédského typu

Je robustnějšího provedení a rám je delší. Posuv kmene je zajišťovaný dvěma válci. Dokáže zpracovat kmen o menším průměru. Především se používá pro těžbu rovného a dlouhého dřeva s malým počtem nerovností.

Hlavice finského typu

Je kompaktnější a základní rám kratší. Posuv kmene je zajištěný čtyřmi či více válci. Používá se při práci s křivým dřívím. Jeho krátký rám umožňuje dobré kopírování kmene.

Obrázek 3: Finská harvestorová hlavice

Obrázek 4: Švédská harvestorová hlavice

Kácecí hlavice

Podávací válce

Podávací válce jsou ovládané rotačním hydromotorem. Přitlačení válců ke kmeni provádí přímočarý hydromotor. Zpracovávaný strom dosahuje rychlosti až 5 m/s.

Lze je dělit na dva typy. První celokovový typ válce je tvořen válcem, na jehož povrchu jsou konické či ploché hroty, nebo žebra. Tento typ válce velmi dobře přenáší sílu na kmen a má velkou životnost. Využívá se především u stromů se silnými větvemi. Jeho nevýhodou je ale poškození kmene.

Druhý typ válce je tvořen pogumovaným válcem, na jehož obvodu je natažen protiskluzný řetěz či vrstva s hroty. Díky tomu nedochází k poškození kmene, čehož se využívá při důrazu na kvalitu kulatiny.

Obrázek 5: Podávací válce John Deere H212

Obrázek 6: Podávací válce Tireco (Tireco, 2022)

Obrázek 7: Podávací válce Komatsu C144

Kácecí hlavice

Odvětvovací nože

Odvětvovací nože mají během kácení za úkol korigovat strom a následné oddělení větví od stromu. Je potřeba je udržovat nabroušené v úhlu 35°.

Kácecí a krátící zařízení

Řezné ústrojí tvoří vodící lišta, řetěz, řetězka, konzole vodící lišty, rotační a přímočaré hydromotory, vysílač polohy a mazání řetězu.

Měřící zařízení

Úkolem je měřit délku a průměr výřezu.

Průměr je měřen ve dvou na sebe kolmých směrech po deseti centimetrech délky, které jsou zprůměrovány. Rozměr je snímaný pomocí potenciometrů reagujících na pohyb nožů nebo podávacích válců.

Délka je měřena pomocí odpruženého ozubeného kolečka, které se ovaluje po kmeni. Otáčením kolečko zaznamená impulz, který odpovídá určité jednotce délky.

Obrázek 8: Odvětvovací nože

Obrázek 9: Senzor měření délky

Obrázek 10: Řez krátícího zařízení

Obrázek 11: Harvestorové lišty

Kácecí hlavice

Kalibrace

Kalibrací se porovná skutečná délka a průměr výřezu s hodnotami vyhodnocenými strojem. Na základě rozdílu se pak upravuje odchylka pro každou dřevinu zvlášť.

Rám a rotátor

Rám je stále ve svislé poloze. Pomocí hydromotoru se zajišťuje postavení a sklopení hlavice. Rám je přichycen k hydraulickému jeřábu pomocí rotátoru, který zajišťuje rotační pohon.

Další příslušenství těžební hlavice

Zařízení pro ošetření pařezů, které rozstřikuje fungicid na pařez k zabránění hniloby pařezu.

Zařízení pro značení sortimentů pomocí barev.

Obrázek 12: Rám a rotátor

Kácecí hlavice

Obrázek 13: Střižná kácecí hlavice

Obrázek 14: Střižná kácecí hlavice John Deere 240 EFI

Střižné kácecí hlavice

Ustřižení kmene je prováděno dělícím ústrojím. Dělící ústrojí tvoří nůž, který může konat přímočarý pohyb nebo je uložen na otočném čepu a koná úhlový pohyb.

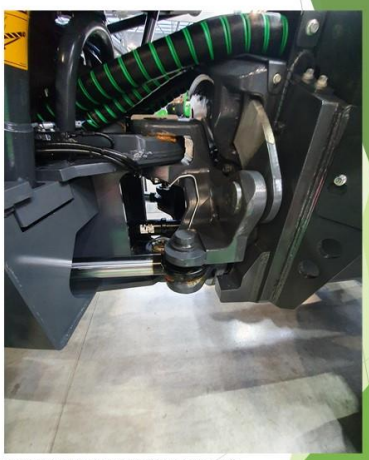
Přenos síly

Přenos hnací síly je řešen hydrostaticko-mechanicky. Skládá se ze tří hlavních částí, **mechanické, hydraulické** a **elektrické**. **Mechanickou** část tvoří převodovky, diferenciály, soustrojí náprav a kloubových náprav. **Hydrostatická** část se skládá ze sestavy hydrogenerátorů připojených na dieselový motor a hydromotorů propojených s převodovkou. Hydrostatickou část řídí **elektronické** systémy.

Podvozek

Podvozek je rozdělen na tři části, přední, střední a zadní. Střední a zadní část je pevně spojena. Přední a střední část spojuje čep a zlamovací systém umožňující řízení stroje.

Řízení samotné je ovládané pomocí dvou přímočarých hydromotorů, které určují maximální úhel zlomení rámu podvozku.



Obrázek 15: Středové uložení John Deere 1170G

Kabina

Kabiny harvestorů jsou klimatizované a zvukotěsné. Zároveň kabiny splňují ISO normy pro bezpečný povoz. Skla harvestorů tvoří vysoce odolný tónovaný polykarbonát. Tvar oken snižuje odrazy světla, které dále můžou být eliminovány slunečními clonami.

Sedadlo operátora je ergonomické, má vyhřívání a několik prvků, které si může obsluha nastavit přímo na své tělesné proporce. Nedílnou součástí je také nezávislé vyhřívání.

Obrázek 16: Kabina John Deere 1170G

Nivelační systém

Obrázek 18: Rottne H8D

Obrázek 17: Rottne H8D

Obrázek 19: Rottne H8D

Nivelování kabiny vede k zajištění stability stroje a zajištění bezpečnosti při práci ve svažitém terénu. Díky těmto systémům může stroj dosáhnout až 45% terénní svažitosti.

Řídící systém

Je založen na počítači, který řídí měřící systém a vyhodnocuje z něj data. Z dat poté vypočítá zpracované objemy vyrobených sortimentů dle druhu dřeviny a její kvality. Tyto údaje pak lze vytisknout a předat zadavateli těžby.

Obrázek 20: Řídící počítač Timbermatic

GPS systém

Firma John Deere nabízí systém pro komunikaci mezi stroji během těžby. Systém TimberNavi Professional Logistics zaznamenává pracovní linky, vyrobené sortimenty a jejich GPS souřadnice. Tato data jsou odeslána do vyvážecího traktoru, kde se obsluze vyobrazí na monitoru a může si naplánovat optimální trasu pro vyvážení.

Obrázek 21: Aplikace TimberNavi (agrireview.com, 2022)

Rozdělení harvestorů

Podle velikosti

Dle velikosti se harvestory dělí do tří kategorií na malé, středně velké a velké. Hlavní kritéria pro hodnocení je výkon motoru, hmotnost, šířka, dosah jeřábu, výkon v m3 na motohodinu stroje se zahrnutou 15minutovou přestávkou, úřez hlavice, roční výkon v m3 a hmotnatost stromů.

		malý	středě velký	velký
výkon motoru	kW	méně než 70	70 až 140	nad 140
hmotnost	t	4 až 8	9 až 13	13 až 15 (18)
šířka	mm	1600 až 2000	2400 až 2800	2600 až 2900
dosah jeřábu	m	6	8,5 až 10	10 až 11 (15)
max. průměr na úřez	mm	200 až 350	350 až 450	450 až 650
výkon motoru	m^3 /mth +	3 až 5	4 až 8	5 až 15
roční výkon	m^3/ rok	7 až 8 tis.	12 tis	18 tis
+ motohodina zahrnuje 15 min. přestávku				

Tabulka 2: Charakteristické údaje harvestorů (Ulrich et al., 2002)

Podle umístnění hlavice

Harvestory lze dělit na **úzkozáběrové** a **širokozáběrové**.

Úzkozáběrové harvestory se vyznačují připevněním harvestorové hlavice přímo na zesílený rám stroje v přední části. Tudíž nemají hydraulický jeřáb. Operátor je tak nucen ke každému stroji přijet do těsné blízkosti a poté zpracovat.

Širokozáběrové harvestory tvoří podstatnou část dnešních strojů. Harvestorová hlavice je připevněna na hydraulický jeřáb. Dosah jeřábu umožňuje obsluze kácet stromy z přibližovacích linek a také není potřeba kvůli každému stromu přejíždět

Obrázek 22: Harvestor Mekeri 34 T (www.agrojournal.cz, 2022)

Obrázek 23: Harvestor Sampo HR46

Podle způsobu odvětvení

Způsob zpracování může být **jednoúchopový** nebo **dvojúchopový**.

Jednoúchopový způsob je standartně využívaný na širokozáběrových harvestorech. Celý strom je pokácen a zpracován harvestorovou hlavicí zavěšenou na hydraulickém jeřábu.

Dvojúchopový systém zpracování je tvořen kácecí hlavicí připevněnou na hydraulický jeřáb, která slouží pouze k pokácení stromu a jeho umístněné do výkyvné procesorové hlavice v zadní části stroje. V procesorové hlavice dojde k odvětvení, sortimentaci a kubírování vloženého stromu

Obrázek 24: Procesor Hypro 755

Podle trakčního ústrojí

Dle trakčního ustrojí lze stoje rozdělit na kolové, pásové a kráčivé.

Obrázek 25: Osmikolový podvozek Rottne H21D

Obrázek 26: Pásový podvozek Neuson 183 HVT

Obrázek 27: Kráčivý podvozek Menzi Muck M545 (menzimuck.eu, 2022)

Harwarder

Harwardery, nebo také forwestery, jsou stroje stejné jako vyvážecí traktory, jediný rozdíl je, že hydraulický jeřáb je osazen harvestorovou hlavicí.

Největší výhodou tohoto stroje je možnost pokácení jednoúchopovou hlavicí, zpracování kmene a následné naložení a vyvezení na odvozní místo jedním strojem. Tento stroj najde své uplatnění během prvních probírek, či malých mýtních těžbách.

Obrázek 28: Harwarder Komatsu (komatsuforest.fi, 2022)

Stroje do horských podmínek

Možnost nasazení klasického harvestoru ve svažitém terénu je limitována sklonem svahu. Pro stroje je nebezpečnější příčný sklon více než podélný. Nad 45 % příčného sklonu je třeba používat stroje k tomu předurčené, pásové harvestory, kráčivé harvestory, horské harvestory nebo použití trakčních navijáků.

Obrázek 29: John Deere 1170E při těžbě ve svahu

Obrázek 30: Trakční naviják Twinch 10-1

Obrázek 31: Trakční naviják Timbermax T10

Stroje do horských podmínek

Trakční naviják

Technologie trakčních navijáků využívá stroj nainstalovaný přímo na harvestor nebo stroj samostatně stojící na vrcholu svahu.

Stroje dodávají tažnou sílu k udržení stability a trakce v příkrém svahu, což má mimo jiné za následek výrazné snížení půdní eroze spojené s prokluzem pohonu stroje.

Ovládání navijáku je řízeno počítačem, který hlídá nastavené předepnutí. V případě, že obsluha chce se strojem popojíždět, řídicí systém automaticky synchronizuje odvíjení či navíjení lana s rychlostí pohybu.

Stroje do horských podmínek

Harvestory Highlander

Firma Konrad Forsttechnik sídlící v alpské oblasti vyrábí speciální horský kolový harvestor s označením Highlander, který spadá do kategorie větších harvestorů.

Obrázek 32: Highlander HL 20-1 (forsttechnik.at, 2022)

Obrázek 33: Highlander HL 10-1 (forsttechnik.at, 2022)

Sázecí harvestorové hlavice

Pro usnadnění výsadby sazenic stromů byly vynalezeny sázecí hlavice na obalované semenáčky stromů.

Valmet EcoPlanter

Dvojice frézovacích kol vyhloubí jámu pro sazenici. Poté se automaticky ze dvou revolverových zásobníku na každé straně podá semenáček a zasadí se do jámy. Semenáček lze chemicky ošetřit a také pro snížení rizika uschnutí postříkat vodou.

Zásobník pojme 240 rostlin, které vydrží na 20 až 30 min práce.

Bracke P12.a

Tento stroj vyhloubí jamku pro sazenici pomocí rýhovacího dláta nebo vertikutátoru. Dvojicí trubek je během zasazení přidáno pod sazenici granulované hnojivo. Zároveň je možné pomocí trysky vstřik vodného nebo gelového roztoku. Zásobník pojme 196 sazenic.

Obrázek 34: Sázecí hlavice Bracke P12a

Obrázek 35: Krusel hlavice Bracke P12a

John Deere

- John Deere 1070G
- John Deere 1170G
- John Deere 1270G
- John Deere 1470G

Obrázek 36: John Deere 1270E

Obrázek 37: John Deere 1170G

Obrázek 38: John Deere 1470G (foresttech.cz, 2022)

Obrázek 39: John Deere 1070G (2 merimex.cz, 2022)

Rottne

- Rottne H8D
- Rottne H11D
- Rottne H21D

Obrázek 40: Rottne H8D

Obrázek 41: Rottne H21D

Obrázek 42: Rottne H11D

Ponsse

- BEAVER
- FOX
- COBRA
- SCORPOION a SCORPOION KING
- ERGO
- BEAR

Obrázek 43: Ponsse Scorpoin (mascus.cz, 2022)

Obrázek 44: Ponsse Beaver (lectura-specs.cz, 2022)

Obrázek 45: Ponsse Ergo

Zdroje:

Basic principles of spatial harvest optimization in forest management. Edition 1st. (2020) Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-213-3013-9.

Bracke forest, (2022). Bracke P12.a. [online] [12.03.2022]. Dostupné z: https://www.brackeforest.com/products/planters-seeders/164-bracke-p12-a-planter

Brožek, J. (2009). *Analýza technologií těžebních prací v lesním hospodářství.* Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta

Brychta, V. (2018). *LESNÍ TĚŽEBNÍ STROJE.* Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství.

Filo, P. (2013). *Nové metody v ergonomii.* Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7375-870-7

John Deere, (2022). Historie v lesnictví. [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.deere.com/en/forestry/history-in-forestry/

Lesnická práce.cz (2022). VALMET NA METKO 2002 - Novinky TDS Valmet 2002. [online] [cit. 10.02.2022]. Dostupné z: https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-81-2002/lesnicka-p c-10-02/valmet-na-metko-2002-novinky-tds-valmet-2002

Lesnická práce (2007). *Harvestor Vimek 404 T - malý, lehký, výkonný: Dosáhne nový harvestor Vimek 404 T podobných úspěchů jako vyvážecí traktor Vimek 606 TT?* Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. ISSN 0322-9254.

Lesnictví v České republice 2016 (2018). Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem. ISBN 978-80-88184-16-4.

Neruda, J. (2008). *Harvestorové technologie lesní těžby.* Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-146-3.

Neruda, J. (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.* Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-839-4.

Malík, V. a Dvořák, J. (2007). *Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty.* Lesnická práce, s. r. o., Kostelec nad Černými lesy. ISBN 978-80-86386-92-8

Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1070G.* [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1070g/

Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1170G.* [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1170g/

Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1270G.* [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1270g/

Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1470G.* [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-147...

Zdroje:

Ponsse Plc, (2022) *Abuot Ponsse.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/company/ponsse#/

Ponsse Plc, (2022) *Beaver.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/beaver#/

Ponsse Plc, (2022) *Fox.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/fox#/

Ponsse Plc, (2022) *Cobra.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/cobra#/

Ponsse Plc, (2022) *Scorpoin.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/scorpion#/

Ponsse Plc, (2022) *Ergo.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/ergo_6w#/

Ponsse Plc, (2022) *Bear.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/bear#/

Riedl, M. et al. (2021). *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství české republiky v roce 2020.* Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-625-5

Rottne industri AB, (2022) *Rottne – 65 years of innovations and development.* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/om-oss/

Rottne industri AB, (2022) *ROTTNE H8 D* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/skogsmaskin/rottne-h-8/

Rottne industri AB, (2022) *ROTTNE H11 D* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/skogsmaskin/rottne-h-11/

Rottne industri AB, (2022) *ROTTNE H21 D* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/skogsmaskin/rottne-h-21d/?description

Sigurdh, M. 2004. *Mechanized planting with Eco-Planter in southern Sweden.* Institutionen för skogens produkter och marknader, ISSN: 1651-4467

Simanov, V. (2015). *Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945-1992.* NZM, Praha. ISBN 978-80-86874-63-0.

Stampfer, K. (2016). *Harvester and Forwarder on Steep Slopes - The European Perspective.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.dlfc.org/wp-content/uploads/2016/10/Stampfer.pdf

Ulrich, R. et al. (2002). *Použití harvestorové technologie v probírkách.* MZLU v Brně, Brno. ISBN 80-7157-631-X

Ulrich, R. et al. (2006). *Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi.* MZLU v Brně, Brno. ISBN 80-7375-12-0.

Ulrich, R. (2008). *Využití těžebně dopravních strojů v lesním hospodářství ČR: metodika přípravy výroby v těžební činnosti pro vlastníky a uživatele lesů.* Tribun EU, Brno. ISBN 978-80-7399-604-8.

Ulrich, R. et al. (2020). *Těžba a vyvážení dřevin na ochranných pásmech železničních tratí harvestorovou technologií: Harvesting and forwarding of trees with harvestor technology on railway protection zone lines.* Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-740-8.

Závěr

Harvestory jsou v dnešní době nedílnou součástí lesního hospodářství. Největší nárůst počtu strojů podpořila mimo jiné i kůrovcová kalamita, při níž se harvestory osvědčily jako efektivní nástroje pro zpracování napadených stromů.

S příchodem těžebně dopravních strojů se zvedl objem a kvalita zpracovaného dřeva. Za rok 2020 bylo zpracováno harvestory 48 % celkového objemu vytěženého dřeva, tedy 17,16 mil. m^3. Zvedla se také kvalita a bezpečnost práce, která je na prvním místě. Obsluha harvestorů pracuje v čisté, klimatizované a bezpečné kabině, což eliminuje možnost vzniku nebezpečné situace, případně zranění.

Během posledních let rapidně ubývá porostu vhodných pro těžbu pomocí klasického harvestoru. Proto se těžba dřeva přesouvá na méně vhodné lokality – do svažitých oblastí. Pro zajištění bezpečnost a ochrany zdraví při práci ve svahu se začaly používat trakční navijáky. Stroje, které zajistí trakci a harvestoru ve svahu dodají oporu. Tato technologie má svá úskalí a je velmi náročná na obsluhu. Přesto je jednodušší než klasický ruční způsob těžby.

Seznam použité literatury

Basic principles of spatial harvest optimization in forest management. Edition 1st. (2020) Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-213-3013-9.

Bracke forest, (2022). Bracke P12.a. [online] [12.03.2022]. Dostupné z: https://www.brackeforest.com/products/planters-seeders/164-bracke-p12-a-planter

Brožek, J. (2009). *Analýza technologií těžebních prací v lesním hospodářství.* Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta

Brychta, V. (2018). *LESNÍ TĚŽEBNÍ STROJE*. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství.

Deere.co.uk (2022). *TimberMatic Maps.* [online] [cit. 9.4.2022]. Dostupné z: https://www.deere.co.uk/en/forestry/timbermatic-manager/

Filo, P. (2013). *Nové metody v ergonomii.* Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7375-870-7

John Deere, (2022). *Historie v lesnictví*. [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.deere.com/en/forestry/history-in-forestry/

Lesnická práce.cz (2022). *VALMET NA METKO 2002 - Novinky TDS Valmet 2002.* [online] [cit. 10.02.2022]. Dostupné z: https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-81-2002/lesnicka-prace-c-10-02/valmet-na-metko-2002-novinky-tds-valmet-2002

Lesnická práce (2007). *Harvestor Vimek 404 T - malý, lehký, výkonný: Dosáhne nový harvestor Vimek 404 T podobných úspěchů jako vyvážecí traktor Vimek 606 TT?* Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. ISSN 0322-9254.

Lesnictví v České republice 2016 (2018). Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem. ISBN 978-80-88184-16-4.

Neruda, J. (2008*). Harvestorové technologie lesní těžby*. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-146-3.

Neruda, J. (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.* Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-839-4.

Malík, V. a Dvořák, J. (2007). *Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty.* Lesnická práce, s. r. o., Kostelec nad Černými lesy. ISBN 978-80-86386-92-8

Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1070G*. [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1070g/
Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1170G*. [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1170g/
Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1270G*. [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1270g/
Merimex s. r. o., (2022) *John Deere 1470G*. [online] [13.03.2022]. Dostupné z: https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/harvestory/john-deere-1470g/
Ponsse Plc, (2022) *Abuot Ponsse*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/company/ponsse#/
Ponsse Plc, (2022) *Beaver*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/beaver#/
Ponsse Plc, (2022) *Fox*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/fox#/
Ponsse Plc, (2022) *Cobra*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/cobra#/
Ponsse Plc, (2022) *Scorpoin*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/scorpion#/
Ponsse Plc, (2022) *Ergo*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/ergo_8w#/
Ponsse Plc, (2022) *Bear*. [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.ponsse.com/en/web/guest/products/harvesters/product/-/p/bear#/
Riedl, M. et al. (2021). *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství české republiky v roce 2020*. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-625-5
Rottne industri AB, (2022) *Rottne – 65 years of innovations and development.* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/om-oss/
Rottne industri AB, (2022) *ROTTNE H8 D* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/skogsmaskin/rottne-h-8/
Rottne industri AB, (2022) *ROTTNE H11 D* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/skogsmaskin/rottne-h-11/
Rottne industri AB, (2022) *ROTTNE H21 D* [online] [19.03.2022]. Dostupné z: https://www.rottne.com/en/skogsmaskin/rottne-h-21d/?description
Sigurdh, M. 2004. *Mechanized planting with Eco-Planter in southern Sweden.* Institutionen för skogens produkter och marknader, ISSN 1651-4467

Simanov, V. (2015). *Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945-1992.* NZM, Praha. ISBN 978-80-86874-63-0.

Stampfer, K. (2016). *Harvester and Forwarder on Steep Slopes - The European Perspective.* [online] [20.03.2022]. Dostupné z: https://www.cif-ifc.org/wp-content/uploads/2016/10/Stampfer.pdf

Ulrich, R. et al. (2002). *Použití harvestorové technologie v probírkách.* MZLU v Brně, Brno. ISBN 80-7157-631-X

Ulrich, R. et al. (2006). *Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi*. MZLU v Brně, Brno. ISBN 80-7375-12-0.

Ulrich, R. (2008). *Využití těžebně dopravních strojů v lesním hospodářství ČR: metodika přípravy výroby v těžební činnosti pro vlastníky a uživatele lesů.* Tribun EU, Brno. ISBN 978-80-7399-604-8.

Ulrich, R. et al. (2020). *Těžba a vyvážení dřevin na ochranných pásmech železničních tratí harvestorovou technologií: Harvesting and forwarding of trees with harvestor technology on railway protection zone lines.* Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-740-8.

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: ÖSA 250 Super Eva (landwirt.com, 2021) 9
Obrázek 1.2: Makeri 34 T (agrojournal.cz,2015) 9
Obrázek 1.3: Valmet 701 (komatsuforest.fi, 2011) 10
Obrázek 2.1: Paralelní jeřáb Rottne H8 13
Obrázek 2.2: Teleskopický jeřáb Ponsse Ergo 13
Obrázek 2.3: Hlavice švédského typu John Deere H212 14
Obrázek 2.4: Hlavice finského typu John Deere H424 15
Obrázek 2.5: Podávací válce hlavice Rottne 15
Obrázek 2.6: Kácecí nože a podávací válce během kácení 16
Obrázek 2.7: Lišta na hlavici Log Max 6000B 17
Obrázek 2.8: Zařízení pro měření délky kmene 18
Obrázek 2.9: Rám hlavice Ponsse 19
Obrázek 2.10: Střižná kácecí hlavice John Deere 240EFI 20
Obrázek 2.11: Středový čep John Deere 1170G 21
Obrázek 2.12: Kabina John Deere 1170G 22
Obrázek 2.13: Nivelace Neuson 183HVT 23
Obrázek 2.14: Řídící počítač na harvestoru John Deere 1270E 23
Obrázek 3.1: Procesor Hypro 755 26
Obrázek 3.2: Kolopásy a řetězy na harvesotoru JD 110E 27
Obrázek 3.3: Neuson 183 HVT 28
Obrázek 3.4: Menzi Muck (menzimuck.eu,2022) 28
Obrázek 4.1: Valmet 801 Combi (Richard J., 2017) 30
Obrázek 5.1: Trakční naviják TimberMax T10 31
Obrázek 5.2: T-winch 10.2 32
Obrázek 5.3: Highlander Hl10-1 (forsttechnik.at, 2022) 33
Obrázek 6.1: Sázecí hlavice Bracke P12.a 35
Obrázek 7.1: John Deere 1070G (Merimex.cz, 2022) 37
Obrázek 7.2: John Deere 1170G 37
Obrázek 7.3: John Deere 1270E 38
Obrázek 7.4: John Deere 1470G 39
Obrázek 8.1: Rottne $H8^{D}$ 41
Obrázek 8.2: Rottne $H11^{D}$ 42

Obrázek 8.3: Rottne H21^{D} 43
Obrázek 9.1: Ponsse Beaver (lectura-specs.cz, 2022) 44
Obrázek 9.2: Ponsse Fox (Ponsse.com, 2022) 45
Obrázek 9.3: Ponsse Cobra (lectura-specs.com, 2022) 45
Obrázek 9.4: Ponsse Scorpion (technickytydenik.cz, 2022) 46
Obrázek 9.5: Ponsse Ergo 47
Obrázek 9.6: Ponsse Bear (lectura-specs.cz, 2022) 47

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Harvestory podle velikosti a roku výroby (Riedl, 2021)……11
Tabulka 3.1: Charakteristické údaje harvestorů (Ulrich et al., 2002)……. 25