

11. MECHANIZAČNÍ PROSTŘEDKY PRO LESNÍ TĚŽBU

11.1 Ruční stroje

11.1.1 Rozdělení

Jednomužné benzínové řetězové pily (JMP) zařazené k tzv. motomanuálním metodám, se používají při kácení, odvětvování a zkracování. Rozdělujeme je podle několika základních hledisek:

a) podle **objemu válce, výkonu motoru a hmotnosti pily**

- *třída 40 ccm* (33-45 cm³) nízkoobjemových motorů, výkon motoru 1,2-2,3 kW, lehké pily 3,5-4,9 kg vhodné do prořezávek,

např. Husqvarna 242 XP/G, Stihl 020 AVSEQ, Homelite 240 SL

- *třída 50-70 ccm* (51-72 cm³) středněobjemových motorů, výkon 2,4-3,8 kW, středně těžké pily 5,0-6,9 kg vhodné do předmýtních a mýtních těžeb, např. Husqvarna 262XP, 266XP/G, 272XP, Jonsered 2051 Turbo, Stihl 034, Sachs-Dolmar 120

- *třída nad 80 ccm* (80-125 cm³) vysokoobjemových motorů, výkon motoru 4,0-6,8 kW, těžké pily 7,0-11,0 kg vhodné k těžbě především silných tvrdých listnatých dřevin, na manipulačních skladech a v tropech, např. Husqvarna 394XP, 3120XP, Sachs-Dolmar 143, Stihl 084.

b) podle základního **technologického určení**

- *univerzální*, jsou určeny pro všechny technologické operace v těžebním provozu (kácení, odvětvování, krácení),

- *specializované*, jsou určeny pro výkon jen některých operací (kácení, popřípadě krácení), např. Družba-4 (pouze SNS)

c) podle použitého **antivibračního systému**

- vnější antivibrační systém (silentbloky mezi drždlem a motorickou částí a vodící lištou)

- kombinovaný antivibrační systém (vyvážený klikový hřídel, speciální řetěz Low Vib - snížení až o 60%)

d) podle **druhu použitého motoru**

- motor s přímočarým vratným pohybem pístu

- motor s krouživým pístem (Wanklův) - Sachs-Dolmar KM 144

Dále je možno rozdělit jednomužné pily podle uspořádání válců, podle polohy válce, převodu mezi motorickou a řezací částí a jiných hledisek.

11.1.2 Technická charakteristika jednomužných řetězových pil

Měřítkem dokonalosti konstrukce motorů jednomužných pil je **objemový výkon motoru**, je dán poměrem výkonu motoru a zdvihového objemu, u soudobých pil je 36 až 57 kW.dm⁻³.

Měřítkem vyspělosti konstrukce celé pily je tzv. **výkonová hmotnost**, tj. hmotnost pily připadající na jednotku výkonu motoru, u pil soudobé konstrukce se pohybuje mezi 1,5 až 3,0 kg.kW⁻¹.

Z hlediska dosažení co nejvyšší řezné výkonnosti, nižší namáhavosti při práci a snížení nebezpečí úrazu vlivem vzniku zpětného vrhu pily je možno charakterizovat jednomužné pily s ohledem na dosahovanou obvodovou rychlost řetězu a obvodovou sílu působící na řetězu. Soudobé pily mají obvodovou sílu na řetězu 150 až 160 N a obvodovou rychlost 16 až 18 m.s⁻¹.

Motor jednomužných benzínových pil je možno charakterizovat jako jednoválcové, dvoudobé zážehové s vratným vyplachováním pracovního prostoru válce, dosahují maximálního výkonu při otáčkách 150 - 170 s⁻¹, maximálně možné otáčky těchto motorů jsou v současné době 160 až 222 s⁻¹, kompresní poměry jsou 6:1 až 9:1. Zdvihové objemy válců motoru se pohybují od 30 do 135 cm³.

Palivová soustava se skládá z nádrže na palivo a karburátoru. Objem nádrže odpovídá minimální hodinové spotřebě paliva 0,6 až 1,5 dm³. V nádrži je palivové potrubí (hadička) opatřena sacím košem, který slouží jako filtr paliva. Karburátor je bezplovákový membránový u většiny pil typ Tillotson. Membrána kmitá díky změně tlaku pod membránou v prostoru, který je spojen s klikovou skříní motoru. Průtok paliva do prostoru mísení paliva se vzduchem řídí druhá membrána, která ovládá jehlový ventil mezi membránovým čerpadlem a difuzorem. V difuzoru je vedle škrtící klapky ještě vzduchová přívěra (sytič), která se používá při startování studeného motoru. Vzduch násávaný do motoru prochází vzduchovým filtrem. K seřízení otáček slouží šroubky H (vysoké otáčky) a L (nízké otáčky) a třetí šroubek slouží k nastavení škrtící klapky.

Zapalování je výhradně magnetoelektrické (rotující permanentní magnety v setrvačnicku) s *mechanickým přerušovačem* nebo *elektronické* (také bezkontaktné, kondenzátorové, tyristorové).

Chlazení pily vzduchem nuceně od odstředivého ventilátoru vedené pláštěm k žebřím válce.

Třetí odstředivá **spojka** přenáší kroutící moment na hnací řetězové kolečko (řetězku) přes 2 až 5 segmentů (závaží) spojených a stahovaných ke středu pružinou. Hnanou část spojky tvoří buben spojený s hnacím kolečkem. Při zvýšení otáček klikového hřídele nad 3000 min⁻¹ překonává odstředivá síla segmentů sílu pružiny a dojde ke spojení hnací a hnané části.

Řezací část jednomužných pil je možno charakterizovat jako konzolovou, vzhledem ke konzolovému uspořádání vodící lišty, koncová část vodící lišty je buď v provedení "**Hard-Top**" s návarem tvrdokovu v obloukové části, nebo v provedení "**Roll-Top**" s vodícím řetězovým kolečkem, koncová část může být symetrická nebo asymetrická.

Řezací řetěz lze charakterizovat jako nekonečný pás tří typů článků (vodící, řezací - hoblovací zub s omezovací patkou a spojovací). Hoblovací zub je střídavě pravý a levý, omezovací patka určuje tloušťku třísky (hoblíny). Z geometrie zubu mají praktický význam pro broušení: úhel sklonu hřbetní řezné hrany (úhel hřbetu), úhel sklonu boční řezné hrany (úhel břitu) a úhel ostří čela (úhel čela). Rozteč nýtů je vzdálenost mezi třemi nýty dělená dvěma, udává se v palcích ("). Běžně se používají řetězy s roztečí 3/8" (9,52 mm) nebo 0,404" (10,26 mm). S ohledem na snížení intenzity zpětného vrhu byly zkonstruovány tzv. bezpečnostní řetězy. Před vlastní hoblovací zub je předřazen boční nebo středový článek s výběžkem různého geometrického tvaru, nebo se upravuje samotná omezovací patka. Tyto výběžky tvoří systém opěrných bodů, které zabraňují nárazům omezovací patky a tím i zabezpečují snížení zpětného silového působení řetězu. V ČR se nejčastěji používají řetězy firem **OREGON, WINDSOR, STIHL** a **SANDVI**; méně **PARTNER, PIONEER, McCULLOCH, SABRE**.

Hnací řetězové kolečko (řetězka) uvádí do pohybu řetěz. Je otočně nasazené na pravém konci klikového hřídele. Používají se 2 typy: *spojené s bubnem* na drážkový hřídel nebo *prstencové* - nasazené na drážkový hřídel bubnu. Většina pil používá prstencové kolečko, které se snadno vymění bez výměny bubnu.

Automatické mazání řetězu je řešeno pomocí čerpadla se šnekovým pohonem pístu.

Brzda řetězu je nejčastěji *pásová* - obepíná buben spojky (Husqvarna, Sachs-Dolmar, Stihl) nebo méně *čelistová* kombinovaná se speciálním mechanickým zařízením na spojení motoru. Ovládání brzdy probíhá nárazem přes ochrannou opěrku levé ruky nebo nověji (Swed-O-Matic) přes nastavitelný úderník a čep při využití pružného uložení rukojetí. Doba zastavení při zpětném vrhu je podle výrobce (Husqvarna) rovna 0,06 sec.

Desing. Těžiště pily je blízko tělu pracovníka, takže působí dojmem, že je lehčí, nemá žádné vyčnívající součásti, které by při práci překážely, boky těla pily jsou hladké se zaoblenými rohy a víčko palivové nádrže a hlavy šroubu jsou zapuštěny. Hladká spodní část krytu zrychluje a usnadňuje ořezávání větví. Všechny ovládací prvky jsou pohromadě a snadno dosažitelné. Hladina vibrací a hluku je velmi nízká.

K posledním konstrukčním zdokonalením patří:

- **nucené nasávání vzduchu** + **odstředivé čištění vzduchu** (Husqvarna Air Injection) zabezpečuje účinné čištění vzduchu s nízkými nároky na údržbu tím, že využívá odstředivé síly, která těžší nečistoty žene okrajem vnějšího vzduchového kanálu okolo chladících žeborů

ven a vzduch, který má menší kinetickou energii na středu a vnitřním okraji je tlačén vestavenou hubicí (vnitřním vzduchovým kanálem) do prostoru vzduchového filtru a karburátoru, který je oddělen izolační přepážkou od prostoru válce čímž jednak snižuje přenášení tepla z válce na karburátora zároveň brání vnikání nečistot do prostoru filtru a karburátoru. Při práci ve studeném prostředí lze otevřít speciální kanál, který zabrání zamrzání filtru.

- řízení zapalování **mikroprocesorem** (Jonsered 2051 Turbo) umožňuje dokonale *seřadit karburátor* díky světelné indikaci správných otáček volnoběhu, *ustálený volnoběh* - při poklesu otáček se zrychlí časování zapalování, *regulované maximální otáčky*, *spouštění pily bez pohybu řetězu* - otáčky při startování 2700 min^{-1} , čímž se nezapíná odstředivá spojka, *snadné startování* - naprogramování umožňuje nezávislost motoru na magnetické síle, toleranci součástek a vzdálenosti mezi setrvačníkem a železným jádrem s cívkou, a tím vzniká jiskra o vysoké energii, která má delší dobu zážehu, což umožní i snadnější spouštění

- **mazání motoru** pro poměr oleje a benzínu 1:40, 1:50, 1:100 využitím rostlinných olejů, použití **katalyzátorů**, **mazání lišty** pomocí rostlinných (řepkových) olejů snadno rozložitelných v prostředí.

11.1.3 Požadavky na konstrukci jednomužné řetězové pily z hlediska bezpečnosti a hygieny práce

Na [obr. 11.1](#) je schematicky znázorněna jednomužná benzínová pila s vyznačením základních bezpečnostních a hygienických požadavků:

Bezpečnostní řetěz (1), který snižuje pravděpodobnost zpětného vrhu pily jako zdroje úrazů.

Brzda řetězu (2) má zastavit řezací řetěz v co nejkratším čase v případech nebezpečného výkmitu (zpětného vrhu) řezací části směrem k pracovníkovi nebo při nebezpečném sklouznutí ruky z přední rukojeti směrem k řezacímu řetězu.

Účinný *tlumič zvuku* (3) má zajišťovat útlum hluku působeného činností motoru a snižovat jej tak, aby nepůsobil škodlivě na sluchové orgány obsluhy.

Vyhřívaná přední (4) a *zadní* (7) *rukojet'* mají podstatně snížit nebo vyloučit stimulační účinek chladu, a tím snížit riziko určitých onemocnění z vibrací (vázoneurózy).

Účinný *antivibrační systém* (5) je jedním z nejnaléhavějších soudobých požadavků na konstrukci pily, má zabezpečit útlum vibrací přenášených na ruce obsluhy.

Jištění plynové páčky (6) má zabránit samovolnému přidání plynu, a tedy i činnosti řezací části, což může nastat např. při pádu s pilou apod., jde o jednoduché přídavné zařízení

umístěné na hřbetu zadní rukojeti, plynovou páčku je možno ovládat pouze po předchozím stisknutí jistící páčky.

Ochrana pravé ruky obsluhy (8) má chránit zejména hřbetní část ruky proti odření, např. při odvětvování, popřípadě též chrání ruku před úderem roztrženým řetězem, v podstatě jde o rozšířenou spodní část zadní rukojeti.

Zachycovač řetězu (9) má zachytit přetržený řetěz a zabránit poranění ruky, popřípadě dolních končetin obsluhy. Je to zpravidla kolík nebo nálitek umístěný ve spodní části pily pod řetězovým kolem.

Požadavkem hygieny práce je, aby *koncentrace výfukových zplodin* (10) odpovídala hygienickým předpisům. Tuzemské hygienické předpisy vymezují koncentraci oxidu uhelnatého v dýchací zóně obsluhy na 0,003 obj. % CO. Při práci s jednomužnou pilou, zejména při odvětvování, při práci v prořezávkách a hustě zapojeném porostu, přesahuje množství oxidu uhelnatého velmi často hodnoty koncentrace povolené hygienickými předpisy. Jednou z možností snížení výfukových emisí je použití vyšších poměrů mísení oleje s benzínem (1:40,1:50,1:100), předpokladem jsou však speciální druhy olejů. Uvedené směšovací poměry kromě jiného vylučují ucpávání výfukového potrubí, snižují karbonizaci dna pístu a znečištění svíčky.

11.2 Těžební stroje

11.2.1 Rozdělení

Těžební stroje je možno rozdělit podle různých hledisek. Za základní je možno považovat skutečnost, zda stroj vykonává jednu pracovní operaci nebo více operací. Podle toho se stroje dělí na **jednooperační** nebo **víceoperační**, popřípadě mohou tvořit **víceoperační sestavu strojů**. Dále je možno rozdělit těžební stroje podle toho, zda jsou **samohybné** nebo **převozné**, podle druhu podvozku, konstrukce rámu apod.

Jednooperační stroje vykonávají jen jednu operaci, např. kácení nebo odvětvování.

Víceoperační stroje vykonávají více operací, např. kácení, vyklizování a hromádkování; kácení, odvětvování, krácení a hromádkování; odvětvování, kácení a hromádkování apod. Víceúčelové stroje jsou zpravidla pojmenovány podle operací v pořadí, jak jsou vykonávány.

Víceoperační sestava strojů je charakterizována tím, že se skládá z několika strojů (minimálně ze dvou), z nichž alespoň jeden stroj nemůže pracovat samostatně, přičemž sled vykonávaných operací je časově neoddělitelný.

Světové prvenství ve vývoji a výrobě víceoperačních strojů zaujímají bezesporu švédské a finské strojírenské firmy, především mezinárodní společnost **Rauma-Repola FMG AB** (Forest Machine Group), ovládající značnou část světového trhu s TDS. V průběhu 80. a 90. let

spojila samostatné firmy s výrobou severských typů strojů: FMG Lokomo Forest Oy v Tampere a Joensuu (Finsko); FMG Cemet-Agrip S.A. ve Francii; FMG ÖSA Ab, FMG Alfta Ab a FMG Filipstad Ab ve Švédsku a Timberjack Inc. v Kanadě s největší produkcí SLKT. **The Tractor Group of Valmet** zahrnující také širokou skupinu výrobců: Velsa Oy v Kurice (Finsko); Umea Mekaniska Ab a Cranab Ab ve Švédsku; Gafner Machine Inc. v Michiganu, Implemater Equipamentos Florestais v Brazílii a společnou výrobu UKT v Brazílii, Finsku a Tanzánii. Do třetí skupiny finských výrobců TDS patří **Oy Norcar Ab**, který se specializuje na výrobu lehčích TDS. K dalším producentům menšího formátu patří např. firmy **BRUUN, Fx, PIKA, NORDTRAC, KOCKUMS, NOKKA, ROTTNE RAPID, PONSEE, VOLVO BM, SOMET, SKOGSJAN** aj.. V porovnání s ostatními zeměmi je severská technika lehká, šetřící lesní prostředí a na vysoké ergonomické úrovni. S tím souvisí i vysoká cena těchto prostředků.

Vývoj se zpočátku zaměřil na vývoj procesorů, které zpracovávaly již pokácené stromy pomocí JMP nebo kácecích a svazkovacích strojů. V 80.letech se vývoj zaměřil na vývoj *harvestorů*, které vedle ostatních operací prováděly i kácení, takže jeden stroj prováděl veškeré operace od kácení až po svazkování.

První generace víceoperačních strojů často poškozovala zpracovávané dřevo hydraulickými noži a hroty podávacích válců a rovněž přesnost krácení nebyla vyhovující. Zároveň byly tyto stroje nemotorné a těžké. Celková hmotnost se pohybovala okolo 15-30 tun, což značně poškozovalo porostní půdu nadměrným zhutňováním a vznikem hlubokých kolejí. Dnešní moderní typy *harvestorů* zpracovávají dřevo s vyšší kvalitou, svojí hmotností se řadí do skupiny strojů okolo 10 tun a lze je nasadit do mýtních i předmýtních těžeb.

Efektivní kombinace víceoperačních strojů může být také postavena na lehčích podvozcích malých vyvážecích souprav, UKT nebo lehkých kolopásových traktorech, umístěním relativně lehké *harvestorové* hlavice na hydraulickém manipulátoru traktoru, což konkuruje alternativě s *dvojúchopovým harvesteřem*. Tyto *jednoúchopové harvestery* měly určitý vliv na nový směr vývoje těžebně dopravních strojů. K prvním strojům od finských konstruktérů založených na tomto principu byly např. *harvestor Tapio* s postupným posunem zpracovávaného dřeva a procesor *Finko I.* s plynulým posunem. Kromě toho univerzální lesní mechanizační prostředky, jako jsou výložníková rypadla, mohou být rovněž používány jako základní nosič pro *harvestorovou* hlavici. Fyzicky náročné motomanuální metody založené na použití JMP tak začaly rychle ustupovat.

Větší zastoupení plně mechanizovaných těžebních metod lze očekávat po dořešení přesnosti měření délek při zkracování a vyššího celkového stupně automatizace. Podle pozorování prováděných v srpnu 1988 byl každý 4. víceoperační stroj schopen uspokojit přesnost krácení následovně: asi 70% strojů v rozmezí ± 3 cm a 90% v rozmezí ± 5 cm ze

skutečné délky. Tento rozdíl v přesnosti mezi jednotlivými stroji byl závislý na typu stroje, na jeho seřízení a na zručnosti operátora.

V ČR se v 2. polovině 80.let začaly používat v probírkách a předmýtních porostech následující typy víceoperačních těžebních strojů: kolopásový harvestor **LOKOMOMAKERI 33T** a později vylepšený **FMG 34T LOKOMO-MAKERI**, kolový **FMG 0470**, **FMG ÖSA 250 Ewa**, **SOMET 7700** (na podvozku LKT 120).

V zahraničí patří ke špičce pro předmýtní porosty typy **FMG 570**, **VALMET 701**, **FX 50 H** a pro mýtní těžby **FMG LOKOMO 990**, **VALMET 901 a 902**, **NORCAR 660 H Multi**.

Zvláštnosti předmýtních těžeb podstatně snižují možnosti nasazení víceoperačních strojů, které by konaly celý komplex výrobních operací při vysoké výkonnosti a bez poškození porostu, který po těžebním zásahu zůstává.

11.2.1.1 Jednooperační těžebně-dopravní stroje

Jednooperační stroje vykonávají jen jednu hlavní operaci a celou řadu operací pomocných. K zajištění celého těžebně dopravního procesu musí být jednooperační stroje uspořádané do různých strojových sestav, ve kterých jsou jednotlivé jednooperační stroje za sebou pracovně zapojené. Problémem je synchronizace práce jednotlivých strojů v sestavě spolu s výkonností, která se snižuje asi o 10-20% v porovnání s víceoperačními stroji.

Existují následující typy mobilních jednooperačních strojů: kácací, odvětvovací, přibližovací, vyvážecí, odkorňovací, zkracovací, nakládací, štěpkovací a odvozní.

11.2.1.2 Víceoperační těžebně-dopravní stroje

Tyto stroje vykonávají více pracovních operací, jednak těžebních spojených s řezáním a opracováním stromů, jednak dopravních, spojených s přemístěním stromů, kmenů nebo sortimentů, na pracovišti nebo mezi pracovními zařízeními víceoperačního stroje, či celé soustavy strojů.

Víceoperační stroje vykonávají operace hlavní, při kterých se surovina přímo mění v polotovary - sortiment a operace pomocné, které jsou ve výrobním procesu nevyhnutelné k tomu, aby se surovina mohla měnit hlavní operací na sortiment. U víceoperačních strojů se však někdy mění pomocná operace na hlavní operaci, když je vykonávána samostatným pracovním zařízením.

U víceoperačních těžebně-dopravních strojích rozlišujeme následující hlavní operace:

- a) kácení stromu - podřezání, povalení, odložení
- b) odvětvování stromu - pokáceního, stojícího

- c) odkornění kmene - do hněda, do běla, loupání
- d) zkracování kmene - na výřezy, sortimenty, vrcholku
- e) svazkování stromů, kmenů, výřezů - volné, vázané
- f) soustřeďování kmenů, stromů, výřezů - přibližování, vyvážení (svěrný oplén, ložná plocha)
- g) druhování - kmenů, sortimentů
- h) třídění - kmenů, sortimentů
- i) štěpkování - stromů, kmenů, výřezů, větví
- j) nakládání - stromů, kmenů, výřezů, štěpek
- k) skládání - stromů, kmenů, výřezů, štěpek
- l) měření - délek, průměru, kubatury
- m) rovnání - hromad, palet, kontejnerů
- n) odvoz - stromů, kmenů, výřezů, krátkého dřeva

Víceoperační lesní stroje zajišťují vždy jen určitý omezený počet operací jdoucích za sebou v určitém sledu, to znamená, že zajišťují jen určitou výrobní fázi celého těžebně-výrobního procesu. Podle počtu a druhu vykonávaných operací vytvářejí víceoperační stroje tzv. varianty. K zajištění komplexní mechanizace celého výrobního procesu je potom nutné pracovně za sebou zapojit různé varianty víceoperačních strojů, případně i strojů jednooperačních, čímž vzniknou účinné systémy strojů. Úzkou vazbou systému strojů s výrobní metodou a technologií vzniká potom výrobní systém.

Podle druhu vykonávaných operací se víceoperační těžebně dopravní stroje rozdělují na :

a) **harvestory** (odklízecí stroje) - jsou víceoperační stroje, které strom podřezávají a částečně i opracují (odvětví a zkrátí) nebo též dopraví na kratší vzdálenost (přiblíží, naloží, vyloží). Vždy provádějí kácení, případně další operace.

b) **procesory** (opracovávací stroje) - jsou víceoperační stroje, které pokácený strom různě opracují (odvětví, zkrátí, odkorní) případně na kratší vzdálenost též dopraví (vyklidí, přiblíží, naloží, vyloží). Nikdy nekácí.

11.2.2 Pracovní části těžebních strojů

Jednou ze základních funkčních částí každého těžebního stroje je **řezné ústrojí** uložené v kácecí hlavici nesené na hydromanipulátoru (*obr. 11.2*), případně teleskopicky výsuvném výložníku. Stromy je tak možné kácet ve větší vzdálenosti od stroje (*stroje širokozáběrové*).

Jindy je kácecí hlavice umístěna přímo na stroji, případně na krátkém rameni a stroj pak musí pojíždět po porostní půdě až k těženým stromům (*stroje úzkozáběrové*).

Pro strojové *kácení* se v současné době uplatňují prakticky jen dva druhy řezných nástrojů: **nůž** (beztrískové dělení dřeva) a **řezací řetěz** (trískové dělení dřeva).

Přetlačení stromu do žádaného směru pádu umožňují svěrné čelisti, kterými je strom sevřen, při podřezávání nadzdvihován a po doříznutí buď nadzvednut a přenesen na místo uložení (robustnější konstrukce) nebo častěji, podtrhnut v žádaném směru díky kloubovitě připojené kácecí hlavici k volnému konci hydraulického výložníku, či teleskopicky výsuvného ramene.

Pro *odvětvování* se používají **profilované nože** v jednoduché nebo složitější sestavě, **nože** umístěné **na článkovém řetězu** nebo **soustava rotačních fréz**.

Pro *zkracování* se využívá **řezací řetěz**, **kotoučová pila** nebo **nůžky**.

Pro *odkorňování* se u víceoperačních strojů používá převážně odírací ústrojí.

Řezná ústrojí pro strojové kácení

Na [obr.11.3](#) jsou schematicky znázorněna **řetězová řezná ústrojí** pro strojové kácení. Řetězové řezné ústrojí je u soudobých typů strojů řešeno převážně s vodící konzolovou lištou (a) nebo méně s trojúhelníkovým vedením řetězu, u něhož se posuv děje dvěma přímočarými hydraulickými motory. Proti řetězům používaným u motorových pil mají řetězy řezného ústrojí pro strojní kácení větší rozteč článků. Běžně se používají řetězy s roztečí 3/4" a 1". Také ostatní rozměry řetězu jsou větší a odpovídá jim řezná spára široká 15 až 24 mm, obvodová rychlost řetězů bývá 15 až 20 m.s⁻¹ a rychlost posuvu 8 až 10 m.s⁻¹.

Na [obr. 11.4](#) jsou znázorněna **nožová řezná ústrojí** (k použití v probírkách do průměru stromů na pařezu cca 35 cm). Nožový podřezávací mechanismus je vždy těžší než řetězový, který dnes u těžebních strojů převládá. Nožové kácecí zařízení vytrhává dřevní vlákna na řezné ploše, takže tato není nikdy hladká jako řezná plocha po řetězové pile a rovněž způsobuje trhliny a rozvláknění v zóně řezání. Rozlišujeme ústrojí s jedním nebo dvěma pohyblivými noži.

U ústrojí *s jedním pohyblivým nožem* působí ostří na kmen, který se opírá na opačné straně o pevnou lištu. Lepších výsledků se dosahuje při tzv. tažném řetězu, kdy břit nezabírá po celé délce řezu současně. U nože s obloukovým pohybem lze toho dosáhnout konstrukcí řezného ústrojí s tzv. plovoucím nožem (a), u této konstrukce se nůž staví do polohy, která je dána okamžitou velikostí tlaku přímočarého hydraulického motoru do řezu a silou odporu přerézávaného kmene. Na [obr. 11.4](#) je schéma konstrukčního řešení jednonožového řezného ústrojí s otočným nožem.

Řezná ústrojí se *dvěma pohyblivými noži* mají ve srovnání s ústrojím s jedním pohyblivým nožem menší řezný odpor asi o 10% a jsou řešena jako symetrická (každý nůž přereže polovinu průřezu kmene). U konstrukce (c) jsou oba nože otočné kolem pevných čepů, přičemž každý nůž je ovládán přímočarým hydromotorem. Konstrukce (d) má oba nože ovládané společným přímočarým hydromotorem přes dvě dvouramenné páky a táhlo, nože jsou plovoucí, tažený řez umožňuje táhla spojující nože s tělesem řezného ústrojí.

Řezná ústrojí pro strojové odvětvování

Je možno rozdělit podle toho, zda se větve oddělují od kmene *třískovým způsobem* (řezání řetězem, frézování), nebo *beztrískovým*, tj. silovým působením nožů seskupených zpravidla v nožové hlavici.

Odvětvovací ústrojí s **řezacím řetězem** se uplatnilo jen u jednoho typu stroje, a to u šplhacího stroje, který odvětvuje stojící stromy.

Na [obr. 11.5](#), [11.6](#), [11.7](#) jsou znázorněna typická odvětvovací řezná ústrojí:

Frézovací ústrojí (a) je tvořeno např. frézovací hlavici skládající se z osmi válcových fréz, poháněných samostatnými elektromotory. Frézovací ústrojí se může též skládat z rotující čtveřice fréz, které se navíc otáčejí kolem své osy. Frézovací odvětvovací ústrojí je velmi výkonné, zabezpečuje velmi kvalitní odvětvění kmene, je však konstrukčně složitě a v provozu se používají vyjímečně.

Dosti rozšířeným odvětvovacím ústrojím je ústrojí, jehož hlavní funkční část tvoří **článekový pás s břity** (b) na čelní obvodové části, pomocí ramen, zpravidla ze dvou stran kmene, se pás přitlačuje ke kmeni, velmi dobře kmen obepíná a sleduje nerovnosti jeho tvaru.

K nejrozšířenějším typům řezných odvětvovacích ústrojí patří **nožové hlavice**, vynikají konstrukční jednoduchostí a zaručují dobrou kvalitu oddělení větví.

Odvětvovací ústrojí v hlavici je tvořeno pevnými a výkyvnými hyperbolicky tvarovanými noži. Posun odvětvovaného kmene může být buď postupný (např. Tapio) nebo plynulý, pomocí podávacích válců (většina hlavice, např. FMG, ÖSA).

Jednoduché hlavice jsou zpravidla *třínožové* - 1 pevný, 2 pohyblivé nože ([obr.11.5c](#)), dosahují vyhovujícího krytí obvodu kmene v rozsahu jeho průměru 100 až 300 mm. Při průměrech kmene nad 300 mm zaručují dokonalejší krytí obvodu např. *pětinožové* hlavice - 3 pevné, 2 pohyblivé nože.

Zkracovací ústrojí

Zkracovací mechanismus je založený na principu:

- *hydraulicky ovládané okružní pily* (např. Steyr KP40) - je velmi výkonné, je ho však možno použít ke zkracování jen tenčích kmenů, cca do 35 cm. Nalezneme je na procesorových hlavících nebo na dvojúchopových harvestorech

- *řetězové pily* (většina hlavíc, např. FMG, ÖSA), která se používá současně i ke kácení, je nejčastější a používá ke zkracování i silnějších kmenů

- *zkracovacích nožů* (FMG Lokomo Makeri)

- *pila drapáková*, uložená mezi čelistmi drapáku, umístěného na konci hydromanipulátoru, která slouží k hromadnému zkracování kmenů ve svazcích

Kotoučová zkracovací pila a řetězová pila jsou umístěné buď na rámu nadstavby stroje (dvojúchopové harvestory) hned za odvětvovacím zařízením nebo jsou součástí kácecí hlavice.

K odřezávání vrcholu odvětvových stromů se v současné době již nevyužívá speciální ústrojí, ale kácecí nebo zkracovací ústrojí.

Odkorňovací ústrojí

Odkorňovací ústrojí nebývá častý u víceoperačních strojů a sice proto, že se v zahraničí dodává dřevo odběratelům přímo v kůře. Také u nás nebudou výhledově lesní akciové společnosti dřevo v lese odkorňovat.

Odkorňovací mechanismus, používaný u víceoperačních strojů je převážně odírací. Nože, tvarované jako dláto, uložené v rotoru se hydraulicky nebo mechanicky přitlačují k odkorňovanému kmeni a svým tupým ostrím kůru z kmene odírají.

Svazkovací, nakládací a skládací ústrojí

Svazkovací mechanismus ([obr.11.8](#)) u jedno nebo víceoperačních strojů představuje kloubový výložník hydromanipulátoru, ukončený drapákem. Dosah kloubového výložníku je až 7,5 m, teleskopického až 12 m. Drapákem pevně sevřený kmen nebo výřez přenese, při možnosti otáčení až o 360°, na libovolné místo svého dosahu a přesně uloží do volného svazku nebo uloží do hydraulicky ovládaného svěrného oplenu. Oplen může být na vlastním podvozku ([obr.11.9](#)).

Ve vzájemné závislosti jsou nosnost a dosah manipulátoru a stabilita stroje. Drapák má různé rozměry, závislé na nosnosti výložníku (hydromanipulátoru) a také různý tvar čelistí, které jsou optimálně přizpůsobené druhu nakládaného a skládaného sortimentu. Celé toto zařízení je ovládáno převážně hydraulicky křížovými ovladači, v řídkých případech je manipulátor ovládán na základě mechanických principů.

Podávací ústrojí

Podávací mechanismus zajišťuje posuv opracovávaného stromu nebo kmene mezi jednotlivými pracovními orgány. Nejčastěji se používají *podávací válce* gumové nebo ocelové různě ozubené zpravidla kuželovitého tvaru, horizontálně nebo vertikálně postavené, které pevně svírají zpracovávaný strom. Válce jsou posuvné, posuv se řídí průměrem kmene a je odvozen hydraulicky. Dosahuje se tímto způsobem velké tahové síly. Válce s gumovým povrchem se dodávají v kombinaci s řetězy, které zabraňují brzkému opotřebení povrchu válce. Z praktických pozorování vyplývá, že při použití ocelových válců s různě tvarovanými hroty dochází k častějšímu prokluzu a tím i k poškození povrchu zpracovávaného dřeva. Firma NORCAR používá ve svých univerzálních hlavicích ocelové podávací pásy, které díky větší stykové ploše snižují četnost prokluzu a navíc zvyšují přesnost měření délky.

Měřicí zařízení

Měřicím zařízením jsou obvykle vybaveny složité víceoperační stroje, které mohou mít automatizované měření **délek, průměrů a výpočet objemů** zpracovávaných kmenů. Toto zařízení může měřit jak kmeny jako celek, tak i jednotlivé sortimenty.

Měření rozměrů opracovávané biomasy se může uskutečňovat mechanickou (zarážky), elektromechanickou (ozubené kolečko+elektronika), elektrooptickou (fotobuňka) nebo hydro-mechanickou cestou (tryska+klapka).

Automatizované měřicí zařízení je vybavené složitými elektronickými systémy např. firma **Kajaani Automatiikka OY model Norcar 1024** s přesností měření délek 90% do 3 cm a 97% do 5 cm. Pomocí programovatelného procesoru je možné nastavit program výroby sortimentů podle jejich rozměrů.

Třídící ústrojí

Třídící zařízení víceoperačních strojů je založeno na jednoduchém principu a je určeno k třídění vyráběných sortimentů. Může třídit zpravidla tolik sortimentů, kolik jich může víceoperační stroj vyrábět. Bývají to nejčastěji dva rozměrové sortimenty, maximálně však šest. Zkrácený sortiment padá na dopravník a z tohoto dopravníku je hydraulicky separován do příslušného zásobníku nebo padá přímo do zásobníku. Z jednotlivých zásobníků je po naplnění ve formě volného svazku vypouštěn na zem (např. OKS-25). Některé víceoperační stroje mohou sortimenty dřeva pevně svázat a vypouštět je jako jeden pevný svazek (viz. [obr.11.10](#)). Při třídění vyráběných kmenů padají tyto kmeny z dopravníku do stran stroje, kde vytváří volné svazky.

11.3 Stavba a konstrukce harvestorů

Jeřáb s kácecí hlavicí harvestoru bývá převážně uložen na kolovém podvozku, který poskytuje větší možnosti nasazení (např. v balvanitém, rovinatém, nebo v horském terénu) a využívá lépe svých jízdních vlastností (např. rozjezd vozidla). Harvestor na kolovém podvozku se může snáze a rychleji přesunovat. S určitým omezením dovoluje přesun po veřejných cestách. Při nasazení na prudkém svahu využívá ke zvýšení trakce kol řetězu a pásu na poháněcích kolech. Tandemová náprava s protikluznými řetězy je znázorněna na [obr. 11.11.](#)

Podvozek je vybaven šesti, nebo osmi koly. Sestává z předního a zadního vozíku, který je složen ve zlamovacím kloubovém rámu. Pomocí hydraulického ovládaní vozíku se dosahuje snadného řízení vozidla (hydrostatický systém) i v těžkém terénu. Úhel natočení podvozku vozíku může dosáhnout až 40 stupňů. Nápravy vozíku jsou: a) pevné, b) výkyvné, c) tandemové (boogie).

Tandemové nápravy jsou buď poháněny systémem ozubených kol, nebo z centrálního náhonového kola pomocí řetězů ([obr. 11.12](#)).

Tyto nápravy mají oproti jednoduché nápravě s velkým kolem výhodu při přejíždění překážek. Malá kola mohou snadno překonat vysokou překážku, aniž by docházelo k porušení stability vozidla – [obr. 11.13](#).

Boční výkyv podvozku s tandemovou nápravou je menší, než u nápravy s dvěma velkými koly. Pohon harvestorového podvozku obdobně jako u vyvážecího traktoru se děje buď pomocí centrálního hydromotoru přes převodovou skříň a další náhonové elementy, nebo s přímo namontovaným hydromotorem v kole. Systém Load-Sensing dovoluje řízení rychlosti kol pomocí počítače v závislosti na zatížení vozidla. Tím se značně snižuje poškození půdy při rozjíždění, neboť prokluz kol je do značné míry omezen. Také u pásových podvozků se používá hydrostatického pohonu. Pohonná ozubená kola mají svůj vlastní hydromotor.

Systém pohonu kol s hydraulickým motorem je znázorněn na [obr. 11.14](#).

11.3.1 Hydraulický traktorový jeřáb

Podstatnou součástí každého harvestoru je jeřáb, který slouží k nesení kácecí hlavice a k vykonávání všech potřebných pohybů při zpracování stromu. Jeřáby mohou být montovány:

- na střeše řidičovy kabiny (Valmet typ)
- před řidičovou kabinou
- za řidičovou kabinou

Podle konstrukce lze jeřáby rozdělit na ([obr. 11.15](#)):

- jeřáb s hlavním výložníkem, zlamovacím a teleskopickým ramenem (nebo jen výložníkem se zlamovacím systémem, ([obr. 11.16](#)))
- jeřáb se zlamovacím a teleskopickým výložníkem,
- jeřáb s paralelně vedenými výložníkovými rameny.

Konstrukce jeřábu jen se zlamovacím ramenem je jednoduchá, levná a všeobecně používaná. Teleskopické provedení dodává výložníku stabilitu a větší dosah jeřábu. Ten je dán hustotou porostu a konstrukcí jeřábu s hlavicí. Běžně lze předpokládat dosah jeřábu 8 m ve 40-ti letých smrkových porostech.

Výložník s paralelně vedenými rameny poskytuje výhody v pohyblivosti a jednoduchosti, např. horizontální pohyb konce jeřábu je ovládán jen pomocí jednoho hydraulického válce. Na konci zlamovacího nosníku, či teleskopického ramene je otočně upevněn rotátor s těžební hlavicí. Rotátor dovoluje otáčet hlavicí bez omezení vlevo, nebo vpravo.

Podle zvedacího momentu (nosnosti) se jeřáby rozdělují na

- malé, zvedací moment cca 40 kNm
- střední, zvedací moment cca 100 kNm
- velké, zvedací moment cca 160 kNm

Nosnost jeřábu $N(t)$ je dána násobkem zvedací síly (kN) a dosahu jeřábu (m). Výsledek se udává v kiloNewtonmetrech.

Pohyb jeřábu

Pohyb jeřábu je ovládán hydraulicky. Pracovní tlak hydrauliky se pohybuje mezi 2100 – 2500 kPa. Při prasknutí hydraulického vedení dochází k rychlému úniku oleje, což může ohrozit i obsluhu jeřábu. Některé nové typy harvestorů mají již zařízení proti rychlému úniku oleje v případě poškození vysokotlakých hadic. Nosný sloup jeřábu je uložen otočně, u některých typů dovoluje i stanové vychýlení, což zvyšuje stabilitu harvestoru při manipulaci s kmenem. Hydraulické systémy harvestorů ovládají následující operaci:

- zvedání klesání výložníků
- ulomení, či pohyb teleskopického ramene
- pohyb vlevo a vpravo
- pohyb rotátoru s hlavicí

- vychýlení jeřábu v rámu
- otevírání a zavírání úchytných odkornovacích nožů
- spouštění a zastavování motorové pily
- aktivace podávacích válců pro odkornění.

11.3.2 Kácecí hlavice

Kácecí hlavice má za úkol strom uříznout, sklopit do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit a uložit. U harvestorů existují různé konstrukce hlavice. Konstrukční prvky hlavice s podávacími válci jsou na [obr. 11.17](#).

Hlavice je uložena ve dvou ložiscích tak, aby mohla být v pohybu, i stranově sklopena. Při kácení je nasazena vertikálně na patu stromu. Strom je uchopen zavřením odvětvovacích nožů a pila provede odříznutí stromu. Při řezání lze tlakem hydraulického válce vyvinout předpnutí stromu a tím odlehčení pily v řezu (pila nesmí být v řezu pevně sevřena). Pomocí podávacích válců je strom v horizontální poloze protažen přes odvětvovací nože, které vyvíjejí patřičný tlak dle tloušťky větví. Dobré odvětvení je závislé na přítlačném tlaku odvětvovacích nožů a na jejich koncovém překrytí. Nože mají obloukovitou formu. Z těchto důvodů je nutné vědět, jak velký může být průměr kmene při kácení.

K překonání křivosti kmene lze nože během protahování otevřít.

Podávací válce

Pro kvalitu zpracování kmene je důležitá konstrukce podávacích válců. Všeobecně lze říci, že se používá dvou typů válců. První typ sestává z válců, na jejichž povrchu jsou připevněny kónické, nebo ploché hroty, či zuby, nebo je povrch válce pokryt gumovým pláštěm s destičkami, které mají ozuby. Druhý typ válce sestává z ocelové obruče, na které je upevněn gumový plášť. Na jeho povrchu jsou nataženy ostrohranné protikluzné řetězy. Gumový plášť je na válcovou obruč nalepen, našroubován, či pod tlakem natažen. Kácecí hlavice s podávací tyčí je na [obr. 11.18](#).

Hydraulický válec ovládá podávací tyč, která je pohyblivě uložena v rámu hlavice. Strom je uchopen čelistmi, upevněnými na podávací tyči. Čelisti protáhnou strom přes dva pohyblivé nože a jeden pevný koncový nůž. Hlavici je možno sklápět. Je zavěšena na rotátor. Čelisti hlavice nedovolí prokluz kmene, takže odvětvení i silnějších dimenzí není žádný problém. U současných typů se podávací tyč vysune asi o 1 m a vrací se při otevřených čelistech zpět do vysouvacího rámu, kde po sevření čelisti kolem stromu se strom opět o 1 m posune. Žádaná délka výřezu se zde dá poměrně dobře nastavit a dodržet. Tento systém je

levný a používá se i u menších těžebních stromů. Hlavice s pásovými podavači je na [obr. 11.19](#). Posun stromů při zpracování je proveden pomocí dvou, či tří podávacích pásů. Všechny pásy jsou vybaveny ostrými hroty, či výstupky ke zvýšení tahové síly pásu při posunu. Pásové ústrojí je poháněno a přitlačováno na strom hydrostaticky. S ohledem na velké dotykové plochy pásů (v délce asi 40 – 50 cm) je možno posun přesně nastavit. Úchytky v délkách výřezů jsou zde minimální. Při posuzování podávacího zařízení dochází často k diskusím, jak velké je poškození povrchu výřezu při zpracování, zda dochází k zatlačování kůry do dřeva, k vytrhávání třísek, k povrchovým trhlinám na povrchu dřeva, apod. V těchto případech je nejlépe, když odběratel sám posoudí kvalitu zpracování přímo v lese. Teprve potom lze rozhodnout o typu a značce harvestoru, který by měl být nasazen do probírek.

11.3.3 Měřicí a řídicí systémy harvestorů

V současné době nabízejí téměř všichni výrobci harvestorů počítači řízené měřicí a vyhodnocovací systémy, které vypočítávají zpracované objemy vyrobených sortimentů dle druhů dřeviny, tloušťkové třídy a kvality. Tyto údaje jsou zaznamenány v přehledném výtisku o výrobě dřeva počítačem zadávací firmy. Po ukončení těžebního úkolu jsou všechny údaje potřebné k jeho provedení uloženy na disketě, nebo na paměťové kartě v kabině řidiče harvestoru. Disketa a karta slouží k dalšímu zpracování pomocí osobního počítače (PC), nebo pomocí EDV (elektronické zpracování dat) u podnikatele, či zadávací firmy. Měřicí systém (MŘ) slouží ke kontrole vyrobeného množství dřeva harvestorem s naměřeným množstvím dřeva u spotřebitele. Původní skandinávské EDV – programy jsou dnes upravovány pro poměry středoevropské, kde je třeba splnit zvláštní přání při třídění dřeva (např. HKS v SRN, kde je nutno zohlednit délkový přídavek, výpočet středního průměru kmene, přepočet na kůru, apod.) při zachování kompatibility přenosu dat na lesní závod.

Hardwary a softwary měřicích systémů sestávají z podobných základních stavebnicových kamenů funkcí:

1. Kontinuální měření délek v 1 cm rozestupu pomocí měřicího kolečka v hlavici agregátu harvestoru a předání dat do kabiny řidiče na vlastní měřicí systém k vyhodnocení a uložení délek v cm do paměti při současné kontrole kalibračních dat. Měření jsou vždy skutečné délky s přesností na cm, případně i s nepřesností, vzniklou příliš velkou, nebo příliš krátkou délkou (vliv např. části kmene, která je odkorněna).
2. Při každém cm měřené délky je také měřen průměr buď nad dolními odvětvovacími noži, nebo podávacími válci, a to v 10 cm intervalu, jako společný průměr sekce kmene až k vršku kmene. Je měřen v mm s kůrou. Měření průměru slouží ke kontrole zvoleného průměru čepu na horním konci kmene, případně i pro různé systémy

třídění. U některých harvestorů je střední průměr vypočten ze všech průměrů celkově sečtených a vyhodnocených sekcí kmene. Přesnost měření by měla ležet v rozmezí $< 2 \text{ mm}$ – viz. [tab. 1](#).

3. Ke správnému určení objemu z prodejní délky – nikoliv ze zpracované délky – výřezů je střední zaokrouhlení průměru na celé cm s vymezením tloušťkových tříd nutností. Při zpracování kmenů na 2 – 3 m dlouhé výřezy, které se prodávají v prostorových metrech, stačí určení objemu dle délky sekce.
4. V kabině řidiče je umístěno zařízení na příjem dat s klávesnicí, obrazovkou, tiskárnou, eventuelně zařízení na použití diskety s mikropočítačem (486 PC), kde se ukládají data do paměti na pevný disk (6MB, disketa 3,5“), nebo na memory card od čtyř druhů dřevin a 8 druhů sortimentů.

Data mohou být vytištěna přímo na Journal-pásek, přehrána do MDE – přístroje a přes modem přenesena PC lesního závodu.

5. Vyhodnocení dat:

- 5.1. V době mimo mizu je celková přesnost měření délek uspokojivá za předpokladu dobré kalibrace. Podle výsledku z praxe je i přesnost v míze stromu dostačující (počet kratších kusů pod nominální míru leží po 3%).
- 5.2. V době mízy je dodržení přesnosti průměru čepu (ve vrcholu) dosaženo v 95 %, což je uspokojivé.
- 5.3. Přesto, že měřicí systémy pracují poměrně spolehlivě, vyskytují se stížnosti na nepřesnost stanovení objemu s podotknutí, že údaj může sloužit jen ke kontrole, ale nikoliv k vyúčtování.

Měřicí systémy se složitými elektronickými počítači byly zavedeny u harvestorů až v devadesátých letech a dnes představují jednu ze složitých a nákladných součástí stroje. Po určitém vývoji se na trhu prosadily systémy Ponssee- Opti, Timberjack 3000, Valmet VMM 1100, a další. K osvětlení MŘ systému byl vzat za příklad systém Timberjack 3000.

11.3.3.1 Popis měřicího a řídicího systému Timberjack 3000

MŘ systém dělený a pozůstává ze čtyř počítačových modulů, digitálně spolu spojených (CAN). Tyto modul obsahují:

- modul s udáním dat u řidič
- dálkově ovládaný modul v kabině řidič
- modu harvestorového agregátu (hlavice)

- modul hlavního počítače, který vyhodnocuje data.

Počítačový systém v kabině řídí podávání kmene pomocí válců v hlavici harvestoru a zkracování kmene na výřezy, přičemž je tlak válců a odvětvovacích nožů automaticky nastavován – [obr. 11.20](#).

Kabinový MŘ systém umožňuje následující zpracování kmene:

- manuální
- poloautomatické
- automatické řízení zpracování kmene. Například měření délky výřezu a průměru může být provedeno dle uvážení řidiče manuálně, nebo dle programu, kde je přihlíženo ke kvalitě, účelu a ceně výřezu, poloautomaticky, či plně automaticky.

11.3.3.2 Měření délek kmene a jeho zkracování

- Měření délek a zkracování kmene je prováděno manuálně – obsluhou systému.
- Zkracování kmene se provádí dle programu v závislosti na kvalitě dřeva poloautomaticky, či automaticky.
- Zkracování kmene se provádí dle ceny sortimentů – automaticky
- K měření délek při výrobě výřezů se užívá ozubeného kolečka, které je umístěno na vnitřní části hlavy harvestoru a je přitlačováno na povrch kmene. Ostré hroty měřicího kolečka se přitom opírají o povrchovou část kmene. Při posunu kmene se kolečko otáčí a tím předává impuls na počítači – [obr. 11.21](#).

11.3.3.3 Měření tloušťky kmene a sortimentu

Průměr kmene a výřezu je měřen pomocí potenciometru (senzorů) umístěného v úchytných ramenech odvětvovacích nožů v hlavici harvestoru. Průměr kmene je měřen po sekcích 10 cm dlouhých a je výsledkem 11 měření průměru (každý jeden cm, u některých systémů 0,5 cm pro impuls). Každé měření sestává z průměru dvou měřených tloušťkových hodnot.

([obr. 11.22](#) a [obr. 11.23](#)). Zjišťování tloušťky kmene tímto způsobem může provádět jen počítač. Přesné zjištění tloušťek kmene, zvláště v horní části (na čepu) kmene, má velký vliv na cenovou relaci sortimentu. MŘ systém vypočítává z délek a průměru nejen objem bez kůry, ale také s kůrou. V neposlední řadě vypočítává i tvar kmene.

11.3.3.4 Uložení a digitální přenos dat

Z hlavičky agregátu jsou naměřené hodnoty digitálně přenášeny MŘ systém v kabině řidiče, a zde dochází k automatickému uložení dat během zpracování kmene. Ke znázornění a přenosu dat v kabině řidiče je užito:

- obrazovky (displeje)
- tiskárny
- diskety, či paměťové karty
- modemu
- řídicích pák s klávesnicemi – [obr. 11.23A](#).

Obrazovka je umístěna před řidičem a její osvětlení se nastavuje dle světelných poměrů v kabině řidiče. Výrazná čísla udávají délky a průměry výřezů. Další symboly na obrazovce jsou vysvětleny na [obr. 11.24](#).

Řidič harvestoru může v každém okamžiku zjistit na obrazovce nutné údaje o délkách průměrech, objemu, počtu sortimentů, druhu dřeviny a stavu stroje. Programy pro MŘ systém jsou psány v 7 jazycích a jsou pokud možno přizpůsobeny na různé druhy třídění výřezů v té či oné zemi (např. německé programy pro třídění HKS). Způsoby přenášení dat na osobní počítače uživatel ukazuje [obr. 11.25](#).

11.3.4 Provozně informační údaje

MŘ systém ve spojení s vibračním tachografem zaznamenává automaticky začátek a konec provozu, přestávky, opravy, provozní hodiny stroje, strojní čas, čas směny, atd. O poruše na stroji je řidič informován signálem na obrazovce. Zde se také ukazují pokyny k odstranění poruch, či jak poruchu nalézt.

11.3.5 Optimalizační proces při výrobě sortimentů

Použitá harvestorová technologie nedovoluje, aby celý kmen byl protažen hlavicí a teprve potom byla vypočtena volba variant sortimentů. Při zpracování kmenů pracuje počítač v kabině řidiče na principu postupné sortimentace, přičemž jen část kmene je změřena a pro další část je vypočítán pravděpodobný tvar kmene. Dle Berkmanna (1997) lze optimalizační proces zpracování kmene rozdělit na čtyři části:

1. Po odříznutí stroje stiskne řidič tlačítko k označení druhu dřeviny a přítlačné válce začnou strom podávat. Řidič musí dále stisknout tlačítko, označující kvalitu kmene, pokud tato se odlišuje od předem nastavené standardní kvality. Současně jsou předány na hlavní počítač

první údaje o tvaru kmene. Na základě informací o druhu dřeviny a kvalitě kmene je počítačem zvolen cenový přehled sortimentů, který odpovídá zpracovávanému kmeni.

2. Po změření první části kmene při nastavené délce před výpočtem pravděpodobného tvaru kmene vypočítá počítač v kabině během podávání kmene tvar další části kmene předpovídané délky – [obr. 11.26](#).
3. Ze součtu nastavených délek a délky, pro kterou je tvar kmene počítán (předpovídané délky) se obdrží základní výpočetní délka kmene až k vrcholové části stromu. Délka prvního nastavení činí asi 2 – 5 m, a délka předpovídaná asi 11 – 25 m. Tyto délky jsou na začátku zpracování sortimentu uloženy do paměti počítače v kabině řidiče.
4. Pro celou délku zpracovávaného kmene vypočte počítač na základě cenového přehledu optimální kombinaci výřezů při nastavené délce prvního výřezu.
5. Potom je podávání kmene při vypočtené délce zastaveno a dojde k jeho přerážnutí. Odhadnutý průměr je srovnán se skutečným průměrem. Jestliže leží rozdíl těchto průměrů v dané toleranci, je dán povel k přerážnutí kmene. Při překročení tolerance jsou operace 3 a 4 opakovány. Po každém řezu je znovu měřena délka prvního nastavení a tvar kmene spolu s novou sortimentací. Tento úkon se opakuje tak dlouho, až počítač zjistí, že z vrcholové části kmene není možno vyrobit i ten nejtenčí sortiment. Na konci zpracování kmen nejsou informace o tvaru (výtvárnice) vymazány, ale jsou použity pro vypracování celkového pravděpodobného tvaru kmene v porostu. Na základě této pravděpodobné výtvárnice může se počítač optimálně sám opravovat ve svých výpočtech.

Jestliže není daná kombinace délka/průměr optimální, rozhoduje MŘ systém o druhém nejlepším řešení. Např. když průměr kmene je menší, než zadaný průměr, tak systém automaticky zkracuje o další možné délky, kde již hodnota výřezu odpovídá zadanému rozměru. V případě, že se strom nachází mimo zdané hodnoty, přizpůsobuje se systém automaticky na nižší kvalitu stromu. MŘ systém Timberjack 3000 respektuje na základě uložených „zkušeností“ v paměti počítače různé druhy tvaru stromů, např. stromy na svazích, v údolích apod. Po určité době nasazení harvestoru je možné odvodit i růstový proces porostu a tím přispět k upřesnění pravděpodobného tvaru (výtvárnice) kmene. K doplnění přehledu o počítačovém systému harvestoru slouží i schéma MŘ systému harvestoru VMM – [obr. 11.27](#).

11.3.6 Speciální konstrukce harvestoru na příkrých svazích

Rakouská firma Holzer představila harvestor Valmet 911 Snake k práci na příkrých svazích. Stroj je vybaven čtyřmi nezávislými pásovými podvozky a výkyvnou kabinou s hydraulickým jeřábem při zachování nízkého těžiště. Dočasně měřená produktivita práce při nasazení na příkrém svahu do 5 % klesla u objemu stromu 0,5 m³ z 25 m³ na 23 m³ (mth). Při

objemu stromu $1,0 \text{ m}^3$ z 31 m^3 na $28 \text{ m}^3/\text{mth}$. Významná je stoupající hospodárnost u navazující lanové dopravy, kde dochází ke koncentraci dřeva ve srovnání s manuální těžbou stromů. Čím menší je objem stromu, tím více klesá produktivita a dosahuje hodnot 20 – 50 %. Rozestup lanových tras by měl být nejméně 24 m. Náklady kombinace Valmet 911 Snake s lanovým systémem obnášejí přibližně tolik, kolik stojí horský harvestor. Během nasazení harvestoru byly zjišťovány též škody na půdě, způsobené pásovými podvozky. První výsledky ukázaly, že pásy přinášejí novou kvalitu poškození kořenů. Oproti rozdrčení stržení kůry těžebními stroji vedou pásy vzhledem k malé elasticitě a pohyblivosti k hluboce působícímu rozvláknění dřeva. To se děje i jen několik cm pod zdánlivě nedotčenou horní vrstvou půdy. Ve stopách pásů je tak jako u kolových strojů zmenšená schopnost vody prosáknout do spodních vrstev. Obava z eroze v důsledku intaktní vegetační vrstvy není na místě.

Přibližovací linie je nutné zakládat dostatečně široké. Vzhledem ke škodám na krajních stromech doporučuje se šířka linek 5 m.

Stroj byl nasazen v cca 60 letém smrkovém porostu, který byl poškozen sněhem a okusem vysokou zvěří. Sklon svahu byl v průměru 70 %. Porost byl rozčleněn přibližovacími liniemi s rozestupem 20 m směrem nahoru od odvozní cesty. Výtěž $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ byla silně diskutována, nicméně byla zdůvodněna chybějící přibližovací sítí. Operátor byl nucen zasahovat i do postranních částí porostů. Vyrobeny byly pilařské výřezy a vlákna. Výřezy napadené červenou hnilobou byly využity k výrobě dřevotřískových desek. Jako základní stroj byl použit harvestor Valmet 911.1 s turbodieslovým motorem o výkonu 2130 kW. Kabina operátora vedle namontovaného jeřábu je o 360 stupňů otočná ve směru jízdy a příčně výkyvná. Dosah jeřábu je 10 m a jeřáb je vybaven agregátem 94 S. Místo 4 kol je přes nápravový motor poháněn pásový podvozek s 500 mm širokými pásy – [obr. 11.28](#).

Pásové podvozky cca 2 t těžké zvyšují hmotnost stroje pře 20 t. Šířka stroje je 2,9 m. Kácecí hlavice Valmet 965 s maximálním průměrem káceného stromu 65 cm. Stroj je možné během půl dne opět přestavět na kolový podvozek. Výkyvné zavěšení pásových podvozků dosahuje obdobného efektu, jako boogie podvozek. Specifický tlak pásů na půdu je 0,1 MPa. Svahová dostupnost 40 – 50 %. Na skeletových půdních stanovištích za sucha mohou pásové a hybridní harvestory zvládnout svahy se sklonem až do 60 %. Na krátkých úsecích v Rakousku byly zvládnuty až do 80 %. I v terénu, který je značně členitý, dociluje stroj dobrého kontaktu s půdou. Při přejedu rovina – sklon nejeví stroj sklon k převrácení se ve směru jízdy. Další výhodou je zlamovací systém řízení stroje oproti bagrům, kde natáčení se děje brzděním pásů. Tím se zvyšují škody na půdě. Při užití koberce z klestu je vrchní půda poškozen minimálně, což je na příkrých svazích velmi důležité. Stroj může pracovat jak směrem vzhůru, tak i po svahu dolů. Spolu s lanovým systémem představuje toto spojení dobře řešení pro probírky na prudkých svazích.

11.4 Štěpkovací stroje

Technologickým cílem štěpkování dřeva je získání drobných dřevěných částic zadaných rozměrů a tvarů, určených pro další využití při výrobě celulózy, papíru, dřevovláknitých a dřevotřískových desek, k hydrolýze, při výrobě dřevoplynu a taktéž je možno štěpky využít pro energetické účely.

V souladu s potřebami technologie a charakteru výchozí suroviny stroje na sekání (štěpkování dřeva) je štěpkovací mechanismus založen na principu *sekacích nožů*, uložených na bocích rotujících disků - **diskové ústrojí**, nebo po obvodě *rotujících bubnů* - **bubnové ústrojí**. Nožů na discích nebo bubnech je různý počet. Počtem nožů a otáček disku nebo bubnu se reguluje rozměr štěpek a výkonnost ústrojí.

Diskové sekačky se využívají zejména pro výrobu štěpky z částí biomasy větších dimenzí. Dále uvádíme principy konstrukčního řešení.

Bubnové sekačky se používají pro sekání větví, vrcholů stromů a odpadu z mechanického zpracování dřeva na technologickou štěpku, která je využívána na výrobu dřevotřískových a dřevovláknitých desek.

11.4.1 Příklady konstrukčního řešení

a) Diskové sekačky ([obr.11.29](#))

Diskové sekačky se sestávají z vertikálního disku (2), který má průměr od 1 do 3 m a který je upevněn na horizontálním hřídeli, umístěném ve skříní (4). Na disku v radiálním směru, nebo od radiálního směru mírně posunuto, je upevněno 3 až 16 nožů. Frekvence otáčení disku je 150 až 500 min⁻¹. Pro průchod štěpky diskem pod noži se vytvářejí otvory (6). Podávání materiálu do sekačky se uskutečňuje prostřednictvím přívodového potrubí (5). Na dně tohoto potrubí se upevňují oporové nože (7). Přívodní potrubí (žlab) je obvykle vzhledem k vodorovné rovině skloněné pod úhlem 40 až 50° a ve vztahu k ose hřídele pod úhlem 15 až 50°, což dává možnost realizovat podélné i čelní řezání. Výřez (3) - biomasa klouže žlabem, postupuje k disku a nože odřezávají vrstvu biomasy, která je rovná přesahu nožů h_c ([obr. 11.30](#)). Kvalita štěpky je závislá na kontinuitě pohybu biomasy v přívodovém žlabu při procesu řezání. Stabilita se dosahuje vhodným tvarem žlabu, počtem nožů, tvarem disku a mezerou mezi ostřím nožů a proti ostřím (7). Při malém počtu nožů (5 až 6) se v řezu nachází právě jen jeden nůž, což vyvolává posouvání biomasy ve žlabu a narušení její stability. Při větším počtu nožů jsou současně v řezu dva i více nožů, což stabilizuje proces řezání.

Zvláštností procesu řezání dřeva v sekačkách v porovnání s jinými druhy řezání při obrábění dřeva (frézování, hoblování atd.) je, že dochází k odebírání třísky velké tloušťky (12

až 15 mm). Tříška (štěpka) získaná v sekačkách je finální produkci na rozdíl od mechanického obrábění, kde je tříška odpadem.

b) Bubnové sekačky ([obr.11.31](#))

Sestávají z bubnu (1), který má průměr 0,3 - 1 m a otáčí se s frekvencí 600-900 min⁻¹. Podélně na povrchu bubnu jsou rozmístěny nože (2). Počet těchto nožů se pohybuje od 2 do 12 kusů, s přesazením těchto nožů o hodnotu h_c (pohybuje se řádově v mm). Pro zvětšení prostoru před noži je povrch uvnitř bubnu mezi noži konstruován s proměnlivým poloměrem. Žlab (3) ve vztahu k bubnu se nachází pod úhlem α_1 k horizontále a α_2 k rovině kolmé k ose bubnu. Získaná štěpka postupuje vyhloubením (5) a pomocí odstředivých sil je vrhána do nátrubku (6). Na dně přírodního potrubí je upevněný opěrný nůž (4). U jiné konstrukce bubnu ([obr.11.31c](#)) je pozice 1 až 4 obdobná, štěpka postupuje před podnožové mezery dovnitř bubnu a pomocí ventilátoru je unášena čelem bubnu do výfukového potrubí.

Kromě takto popsaného dělení sekaček je můžeme rozdělit :

1. Podle druhu podávacího ústrojí :

- s nuceným podáváním materiálu,
- se samopodávacím zařízením,
- s gravitačním podáváním materiálu,

2. Podle mobility:

- stacionární,
- mobilní.

3. Podle podvozku :

- traktorový,
- automobilový,
- pásový.

4. Podle velikosti výkonu motoru :

- malé sekačky (25 až 50 kW),
- středně výkonné sekačky (60 až 100 kW),
- velké sekačky s výkonem 105 až 450 kW.

Odvoz štěpky se zabezpečuje nákladními automobily, nebo návěsnými soupravami, které mají speciálně snímané kontejnery.

Třídění štěpek možno rozdělit dle principu, na kterém je třídění založeno. Nejčastěji třídění štěpek je prováděno na principu pneumatickém, event. starší typy štěpkovačů mají třídící zařízení založeno na principu mechanickém.