

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Katedra: Zemědělské techniky a služeb

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby



Bakalářská práce

Přehled konstrukce hlavních funkčních celků sklízecích mlátiček

Autor bakalářské práce:

Martin Koranda

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Fríd, CSc.

České Budějovice

2008

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Přehled konstrukce hlavních funkčních celků sklízecích mlátiček“ vypracoval samostatně, na základě vlastních zjištěných materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 10. dubna 2008

.....

Martin Koranda

Poděkování:

Děkuji panu Ing. Milanu Frídovi, CSc. za odborné vedení a rady, které mi poskytl při zpracování této bakalářské práce.

Obsah:

1 Úvod	7
1.1 Cíl práce.....	8
1.2 Metodika.....	8
2 Stručný vývoj sklízecích mlátiček	9
3 Rozbor konstrukce sklízecích mlátiček	17
3.1 Technologický proces sklízecí mlátičky.....	17
3.2 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky	18
3.3 Rozdělení sklízecích mlátiček	19
3.3.1 Hlavní části sklízecích mlátiček	21
3.4 Přehled a konstrukce sklízecích adaptérů sklízecích mlátiček	21
3.4.1 Žací adaptér	22
3.4.2 Adaptéry pro sklizeň ostatních plodin	24
3.4.3 Vyčesávací adaptér – stripper.....	28
3.5 Šikmý vkládací dopravník	29
3.6 Konstrukce mláticích ústrojí a separačních ústrojí.....	29
3.6.1 Rozdělení mláticích ústrojí	30
3.6.2 Tangenciální mláticích ústrojí a vytrásadlová separace	31
3.6.3 Hybridní systémy s rotačními separátory	35
3.6.4 Axiální mláticích ústrojí.....	37
3.7 Přehled a konstrukce čistidel	41
3.7.1 Části a pracovní proces čistidla	41
3.7.2 Ventilátor	43
3.7.3 Trendy ve vývoji čistícího ústrojí.....	44
3.7.4 Svahové vyrovnávání mlátičky	44
3.7.4.1 Vyrovnávání čistidel.....	44
3.7.4.2 Vyrovnání mlátičky	46
3.8 Drtiče slámy a rozmetače plev.....	48
3.8.1 Konstrukce a funkce drtičů a metačů plev.....	48
3.9 Motor a pohony	52
3.10 Ostatní části sklízecí mlátičky	57
3.9.1 Kabina.....	57

3.9.2 Automatické naváděcí systémy	58
3.9.3 Systém precizního zemědělství	59
4 Závěr	64
5 Seznam použité literatury	65

1 Úvod

Sklizeň obilí bývala vždy jakýmsi završením hospodářského roku a předzvěstí toho, jak se bude vyvíjet hospodářský rok následující. I dnes patří obiloviny mezi komodity, na nichž rozhodujícím způsobem závisí ekonomické výsledky většiny zemědělských výrobních druhů. Podíl obilovin na celkové rozloze orné půdy v ČR přesahuje 54 % a nebyl redukován významně ani v posledních letech, kdy došlo k téměř 30 % snížení zemědělské produkce.

Současný problém výroby obilovin spočívá v dodržení kvalitativních parametrů zrna a v nutnosti zvýšit intenzitu výroby. Rozdíl ve výnosech obilovin ve srovnání se státy EU je 20 – 30 % v náš neprospěch a těžko se dá kompenzovat různými komparativními výhodami. Zvýšení konkurenceschopnosti této komodity na tuzemském i zahraničním trhu, se kterou Koncepce agrární politiky počítá, by se mohlo za těchto podmínek stát pouhou iluzí [7].

Podle údajů ČSÚ k 30. 9. 2005 je v ČR ve vlastnictví 11 606 sklízecích mlátiček. Z toho je více než 80 % starších 10 let. Největší modernizace strojového parku této oblasti proběhla v roce 1996, kdy se podle statistiky prodejců dostalo do provozu 596 nových sklízecích mlátiček, od tohoto roku se prodej stabilizoval na číslech kolem 150 kusů.

Sklízecí mlátička je rozhodujícím strojem při sklizni obilovin. Je ale také jednou z největších strojních investic zemědělského podniku. Cenové rozpětí se pohybuje zhruba od 3 do 7 mil. Kč podle jednotlivých typů a vybavení. Samojízdné sklízecí mlátičky mají v současné době velmi dobrou technickou úroveň, a proto jsou schopny splňovat nejnáročnější požadavky uživatelů.

1.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zpracovat literární rešerši na téma „Přehled hlavních funkčních celků sklízecích mlátiček“. V práci budou shrnuty hlavní funkční celky sklízecích mlátiček (přehled a konstrukce sklízecích adaptérů, konstrukce mláticích ústrojí, přehled konstrukce čistidel a vytrásadel, přehled, typy a výkon používaných motorů, přehled ostatních částí sklízecích mlátiček).

1.2 Metodika

Tato bakalářská práce byla vypracována na základě vyhledávání podkladů o sklízecích mlátičkách, jejich následném prostudování a zpracování do uceleného přehledu hlavních funkčních celků sklízecích mlátiček.

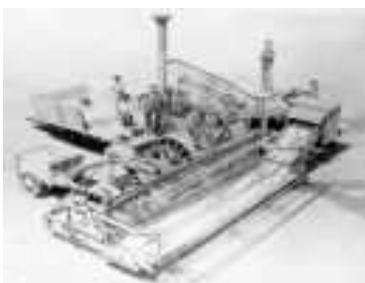
Podklady pro vypracování byly získávány z odborných knih a časopisů, výzkumných zpráv výzkumných ústavů, firemních materiálů, získaných od prodejců a internetových stránek. Použité podklady jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

2 Stručný vývoj sklízecích mlátiček

První zprávy o sestrojení sklízecí mlátičky pocházejí z první poloviny 19. století ze Severní Ameriky. V roce 1828 získal na takový stroj patent S. Lane, v roce 1835 Askmor a Peck, o rok později Briggs a Carpenter. O provozních zkušenostech s těmito stroji se bohužel



Obrázek 1- Mlátička tažená koňmi J. E. Pettersona



Obrázek 2- Sklízecí mlátička sestavená podle H. Moora

nedochovaly žádné zprávy. Za první sklízecí mlátičku, která dostatečně dokázala svoji provozuschopnost, se považuje stroj sestavený J. Hascellem a H. Moorem v západním Michiganu v roce 1834, patentovaný v roce 1836. V roce 1837 sklídl tento stroj asi 8 ha pšenice a po dalších zdokonalení v roce 1839 asi 25,5 ha a v roce 1841 dokonce 60 ha. V letech 1841-43 sestrojil H. Moor ještě další tři stroje, jedna z žacích mlátiček měla záběr 305 cm a byla určena pro 8 párů koní. V roce 1853 postavil na farmě J. Hornera v Kalifornii sklízecí mlátičku J. E. Petterson, která byla při provozním pokusu zničena 22 zapřaženými a splašenými mulami (viz obrázek 1). Ještě téhož roku pozval J. Horner na sklizeň v příštím roce majitele sklízecí mlátičky sestrojené podle H. Moora (viz obrázek 2) v roce 1844 a ještě v roce 1954 sklídl 240 ha [3].

V letech 1858-88 vzniklo asi 20 továren na výrobu sklízecích mlátiček, po roce 1883 sestrojil L. V. Shippe asi 90 potažných strojů se záběrem 19 stop. V letech 1881-86 sestrojil první sklízecí mlátičku samojízdnu G. S. Berry, měla dva parní stroje, jeden pro pohon pojezdu a druhý pro pohon pracovních částí se společným kotlem na topení slámou, žací ústrojí mělo záběr 22 stop (6,7 m) a po dalším zdokonalení dokonce 40 stop (12,2 m). Na dalších zlepšení se podílelo mnoho konstruktérů a výrobců jako např. D. Best, výrobci strojů pro svahy bratři Holtové, kteří v roce 1904 postavili první úspěšnou sklízecí mlátičku, jejíž pracovní ústrojí bylo poháněno pomocným benzinovým motorem. V roce 1912 postavili bratři Holtové podobně jako G. F. Harris první sklízecí mlátičku samojízdnu s benzinovým motorem. Během let 1924-27 postavila společnost Gleaner asi 1000 sklízecích mlátiček obestavěných na traktorech Fordson. V roce 1934 představila společnost Allis Chalmers typ 60 All Crop se záběrem 5,5 stop (1,55m), po roce 1936 rozšířil výrobní program model 40 All Crop se záběrem 3,3 stop (1 m), jednalo se o velmi úspěšné stroje a celkem bylo v letech 1936-58 vyrobeno 320 000 strojů typu All Crop. V roce 1936 sestrojila společnost Massey-

Harris pro argentinský trh samojízdný typ 20 SP, který byl příliš hmotný a drahý, a tak se přistoupilo k vývoji lehčího a levnějšího typu určeného do většiny zemí světa, řešením byl typ 21 SP se záběrem 12 stop (3,66 m), testovaný v sezoně 1940 a první exempláře sjely



**Obrázek 3- Sklízecí mlátička
Massey-Harris 21 SP**

z výrobní linky o rok později (viz obrázek 3). Se vstupem Ameriky a Kanady do války byla výroba sklízecích mlátiček zakázána, ale v roce 1943 se podařilo viceprezidentovi společnosti Massey-Harris získat povolení od vlády na výrobu 500 jednotek typu 21 SP jako mimořádnou pomoc válečnému programu. Během sezóny 1944 sklídila dobře organizovaná brigáda Massey-Harris složená z 500 sklízecích mlátiček 21 SP od července do září při průjezdu nejdůležitějšími americkými státy 407 800 ha obilnin a do sýpek dodala 697 000 t obilí, jeden stroj sklídl v průměru 818 ha. IHC vstoupil na trh samojízdných strojů v roce 1942 typem 123 SP, Allis Chalmers v roce 1951 typem 100 All Crop. První samovyrovnávatelnou sklízecí mlátičku pro sklizeň na svazích představil IHC v roce 1955 a jednalo se o typ 141 H. V roce 1964 John Deere zavádí jednoduchý systém rychlovýměny adaptérů [3].

V Austrálii sestrojil v roce 1843 J. B. Bull česač, který v témže roce vyzkoušel a nechal si ho patentovat. V druhé polovině 19. století se těchto česačů vyrobilo asi 30 000. Kombinovaný stroj pro čištění si nechal patentovat v roce 1857 Mellor a prakticky použitelný sestrojil H. V. McKay, který je začal na trh dodávat pod označením Sunshine [3].

V Evropě první pukus o sestrojení sklízecí mlátičky známe z roku 1868, kdy poblíž Moskvy v Běžeckém okrese sestrojil A. R. Vlasenko stroj pro pár koní, původní dva stroje se používaly až do úplného opotřebení, ale jejich výroba se neujala. První sklízecí mlátičkou v Anglii byl McCormic Deereing č. 8 dovezený v roce 1928 a Massey-Harris, v roce 1929 byl firmou Clayton a Shuttleworth vyroben první anglický závěsný model. Ve Francii vyrobila firma Douillhet v roce 1928 speciální model obilního sklízeče, který sklízel obilí ještě před jeho dozráním a vyláčené zrno se nechávalo i s plevami dozrát na sýpce. V Rusku se v roce 1931 začal sériově vyrábět závěsný typ S-1 v licenci Holt (typ č. 36), v roce 1947 byla zakoupena licence na první samojízdný typ od IHC (typ 123 SP) a začal se vyrábět pod označením S-4, v roce 1961 se začal vyrábět typ SK-3, od r. 1963 SK-4, od roku 1974 Kolos a Niva. V Německu pracovala společnost Deutsche Industrie Werke na stroji podobném jako Francouzský Douillhet, ale neuspěla na trhu. V roce 1931 postavil Claas prototyp sklízecí mlátičky obestavěné na traktoru (viz obrázek 4), v roce 1936 byl sestrojen ve spolupráci a

profesorem Brennerem příčně přímotoký žací a mlátící vazač známý pod zkratkou MDB, od roku 1946 začala výroba typů Claas Super, jednalo se o příčně přímotoký typ s podélnými



Obrázek 4 - Prototyp tažené sklízecí mlátičky Claas

vytřasadly, od roku 1953 obohatil výrobní program samojízdný typ Herkules SF. New Holland jako první v roce 1976 zavádí u typu 8080 rotační separátor a od roku 1975 je prvním sériovým výrobcem axiálních sklízecích mlátiček typu TR70. V ostatních letech se připojili IH (Axial-Flow), White (typ 9700 a v pozdějších letech je tento výrobce sloučen s Massey Ferguson

respektive Agco, který tuto konstrukci axiálních strojů nabízí dodnes) a Allis Chalmers Gleaner (řada N, R) aj. V Evropě byly axiální mlátičky vyráběny firmami Fiatagri-Laverda s typy MX 240, MX 300 a Rostselmash s typem SK-10 (Don 2600) [3].

Cesta uplatnění výkonných sklízecích strojů nebyla u nás přímočará. Žací mlátička je totiž samojízdný stroj, který si musel své místo ve strojovém parku zemědělských farem tvrdě vybojovat. Dopomohl mu k tomu rychlý vývoj spalovacích, především naftových motorů, souvisejících s oběma světovými válečnými událostmi 20. století i technologický pokrok ve výrobě zrnin. Ve 2. polovině dvacátého století již žací mlátičky ovládly sklizeň obilovin, ačkoliv snahy nahradit přímou sklizeň obilí žací mlátičkou různými alternativními způsoby neustávají ani dnes. Připomeňme si experimenty s adaptéry na sklizeň klasů (česač klasů, header), které se principiálně vracejí k prvním mechanizačním prostředkům na sklizeň zrnin. Nevyrovnané porosty obilovin, potíže se sklizní či zaoráním slámy způsobily, že tato metoda sklizně obilovin nenašla širší uplatnění. Obdobný osud stihl i třífázovou dělenou sklizeň obilovin. Manipulace a doprava řezané obilné hmoty s nízkou objemovou hmotností a kvalitativní i kvantitativní vysoké ztráty zrna nemohly být vyváženy výhodou, která spočívala v tom, že se s obilní hmotou z pole odstraní i klíčivá zrna plevelů [7].

Dvoufázová sklizeň obilí sklízecími mlátičkami měla své opodstatnění v dobách, kdy žacích mlátiček byl celkově nedostatek a porosty obilovin byly nevyrovnané, s vysokým podílem zelených příměsí (plevele, podsevy). Konstrukční provedení mlátícího a separačního ústrojí žacích mlátiček s jednoduchými regulačními prvky neumožňovalo využívat přímou sklizeň obilovin žacími mlátičkami. Technický a technologický pokrok ve výrobě obilovin umožnil i našim farmářům opět se vrátit k technologii přímé sklizně obilovin sklízecími mlátičkami a konstruktéři dostali nový impuls k dalšímu zlepšování technické úrovně a designu žacích mlátiček [7].

Agrostroj Prostějov zahájil vývoj první české sklízecí mlátičky již v roce 1949. První prototyp ŽM - 18 byl testován v roce 1950, v následujícím roce pak testována zdokonalená verze ŽM - 21. Po přerušení vývoje byl v roce 1954 vyroben podle sovětské dokumentace prototyp ZMS - 4, který se při polním testování prokázal jako nevhodný. Proto byl opět zahájen vývoj nové české sklízecí mlátičky. Nový prototyp byl oficiálně testován v roce 1955 a o rok později byl k dostání na trhu pod označením ŽM - 330. Sklízecí mlátička ŽM - 330 předstihla svou dobu neobvykle rozsáhlým uplatněním hydraulicky ovládacích prvků, které snížily prostoje i pracovní zatížení obsluhy. Při vývoji mlátičky se dbalo na snížení ztrátových časů snížením funkčních poruch. Žací stůl o záběru 3,3 metru byl vybaven oboustranným šnekem uprostřed s excentricky stavitelným prstovým vkladačem. Pohon kosy byl řešen velice originálně přes šikmý čep, čímž se výrazně zlepšily řezné poměry. Přiháněč byl pětiúhelníkový výstředníkového typu se stavitelnými hřebenovými přihánkami, což zajišťovalo šetrný styk s porostem za všech sklizňových podmínek. Pohon přiháněče byl odvozen od pojezdu stroje, takže se zachovával stálý poměr mezi obvodovou rychlostí přiháněče a pojezdovou rychlostí (2:1). Výškové a podélné nastavení přiháněče se ovládalo hydraulicky podle potřeby přímo z místa obsluhy. Hydraulicky se ovládal i žací stůl, který byl odlehčen hydraulicko-pneumatickou pružinou. Žací ústrojí bylo po obou stranách opatřeno dlouhými děliči, které plnily funkci hmatačů při samočinném podélném i příčném kopírování terénu. Mlátičí koš měl opásání 120° a výškově se nastavoval také z místa řidiče. Výplň koše s podélnými otvory byla vylišovaná z plechu, takže celý koš byl mnohem lehčí než obvykle a méně náchylný k ucpávání. Čistidla byla z důvodu tehdejšího vysokého požadavku na čistotu zrna dvě. Spodní čistidlo tvořilo jedno žaluziové a dvě plechová síta 2 x 0,86m², jejíž účinnost zvyšoval odsavač plev. Horní čistidlo tvořily dvě třídící síta o ploše 2 x 0,56m² a do jejich prostoru proudil ohřátý vzduch od motoru. Zásobník byl nízko uložený s objemem 1,75m³, vyprazdňován nuceně pomocí šneku i za jízdy sklízecí mlátičky. Pohonnou jednotkou byl řadový čtyřválcový vznětový motorem T 924 chlazený vzduchem o výkonu 45 kW, s nízkou spotřebou nafty 9 – 12 l.ha⁻¹, při výnosu kolem 2,5 t.ha⁻¹. Vzduch pro chlazení motoru byl nasáván přes válcové síto, které ve spodní části profukovalo z vnitřní strany vzduch od kompresoru, čímž bylo zajištěno důmyslné chlazení motoru. Pohon zajišťovala čtyřstupňová převodovka a řemenový variátor. Na prvním převodovém stupni bylo možno plynule měnit pojezdovou rychlost



Obrázek 5 - Sklízecí mlátička ŽM - 18

v rozsahu 1,7 – 4,8 km.h⁻¹. Čtvrtý převodový stupeň (15 km.h⁻¹) šetřil ztrátové časy při přejezdu stroje. Vzhledem k větší konstrukční složitosti byl typ ŽM-330 náročnější na preventivní péči. Po 4 hodinách provozu se kontrolovalo, případně přimazávalo 30 míst, celkem měla sklízecí mlátička 164 mazacích míst a 9 olejových náplní z nichž se 6 vyměňovalo po sezoně. Průchodnost stroje dosahovala 1,6 – 3,2 kg.s⁻¹ obilní hmoty. Sklízecí mlátička ŽM – 330 se dodávala s neseným nebo závěsným plevníkem. V roce 1957 byla předána výroba tohoto stroje na základě delimitačních dohod v rámci RVHP do maďarského podniku EMAG. V roce 1960 se zjistilo, že sklízecí mlátička v některých směrech zastarala, proto česká strana požadovala modernizaci. Ta byla částečně realizována u verze ŽMV – 330, u nás hromadně testované v roce 1961. U této verze maďarský výrobce nahradil hydraulické kopírování mechanickým, odstranil hydraulicko-pneumatickou pružinu a zásobník plev. Dále uzpůsobil předřazený variátor pro všechny převodové stupně a nově zařadil posilovač řízení. Tato sklízecí mlátička ale nespĺnila naše požadavky na zvýšení výkonnosti a provozní spolehlivosti proto byl dovoz sklízecí mlátičky ŽMV – 330 v roce 1962 zastaven. V letech 1956 – 1962 se do českého zemědělství dodalo asi 6000 sklízecích mlátiček ŽM – 330 a ŽMV 330, jež byly používány v průměru necelých 5 let [6].

V roce 1970 vyrobil Agrostroj Prostějov dva prototypy sklízecí mlátičky SM – 480 (viz obrázek 6) a o rok později 3 prototypy SM – 500. Jejich sériová výroba se však nikdy neuskutečnila, ale jeden model SM – 500 byl předán do tehdejšího NDR. Model SM – 500 využíval vznětového motoru o výkonu 155 kW a měl záběr 5 metrů. Byl zde uplatňován citlivý předvýmlat nejhodnotnějšího vyzrálého zrna při nižší obvodové rychlosti před vstupem do vlastního mláticího ústrojí. Zrno z předvýmlatu bylo sváděno do čistidel a tím se snížilo zatížení šestidílných vytrásadel. Pojezd byl zajištěn hydrostatickým pohonem s plynulou regulací rychlosti pojezdu podle průchodnosti v závislosti na výšce vrstvy obilní hmoty v oblasti šikmého dopravníku. Při testech byla dosažena průchodnost až 11 kg.s⁻¹ [6].



Obrázek 6 - Prototyp české mlátičky SM – 480

Modely E-512 z výroby německé VEB Kombinat Fortschritt (viz obrázek 7) se u nás poprvé testovaly v sezoně 1968. Žací stůl měl záběr 4,2 metrů a pro přepravu byl odkládán na

jednonápravový podvozek tažený za strojem. Nevýhodou bylo pevně uložené žací ústrojí, což neumožňovalo příčné ani podélné kopírování. Žací ústrojí mohlo být alternativně pro různě sklizňové podmínky vybaveno třemi typy děličů, případně zvedači klasů. Žací ústrojí se uvádělo do činnosti spojkou, ovládanou z místa obsluhy. Tato spojka byla funkčně spojena se spojkou pojezdu stroje, což mělo výhodu při náhlém přetížení mlátícího ústrojí. Při sešlápnutí spojky pojezdu se vypnul vlastní pojezd, potom i žací a podávací ústrojí. Univerzálnost použití sklízecí mlátičky šlo rozšířit zabudováním reduktoru radikálně snižujícího otáčky mlátícího



Obrázek 7 - Sklízecí mlátička Fortschritt E 512

bubnu. Před vstupem mlátícího bubnu byl ještě vložen lapač kamenů a klasňovací plech pro kláskování osinatých plodin. Vytřasadla byla čtyřstupňová o účinné ploše 5,2 m². U čistidel klasické konstrukce byl novinkou variátor otáček ventilátoru, který umožňoval optimálně redukovat množství vzduchu potřebného k čištění zrna a tak dosáhnout 95 – 99 % čistoty zrna. Zásobník o objemu 2,3 m³ měl akustickou signalizaci naplnění. Stroj byl osazen čtyřválcovým vznětovým motorem s přímým vstřikem paliva systému MAN o výkonu 77,3 kW. Spotřeba nafty se podle sklizňových podmínek pohybovala v rozmezí 8,5 – 14,4 l.ha⁻¹. Přenos pohybové energie od motoru k mechanické převodovce se uskutečňoval přes hydraulicky ovládaný variátor pojezdu, který umožňoval plynule měnit pojezdovou rychlost jednotlivých stupňů až na 2,5 násobek. Pracovní rychlost tak šla měnit v rozmezí od 1,4 do 8,2 km.h⁻¹ a pro přepravu na 3 rychlostní stupeň v rozmezí od 8 do 20 km.h⁻¹. Pro zkrácení času na otáčení stroje na souvratích šlo využít samostatné brzdění levého nebo pravého kola. Již při počátečním testování dosáhla sklízecí mlátička E-512 výrobcem proklamované průchodnosti 5 kg.s⁻¹ požadované úrovni sklizňových ztrát. Sezónní výkonnost zjištěná statistickým šetřením byla v roce 1972 v rozmezí 224 – 228 ha.rok⁻¹ a v roce 1978 v rozmezí 161 – 171 ha.rok⁻¹. Při směnové údržbě se kromě několika kontrolních a seřizovacích míst mazala pouze 4 místa z celkových 128. Typ E-512 byl v českých zemích velice oblíbený, v době největšího rozšíření bylo u nás 10 300 kusů. O jeho oblibě také svědčí to, že při statistickém šetření v roce 1999 bylo na našem území ještě přes 6500 kusů těchto strojů. V roce 1983 se na našem trhu objevila modernizace – typ E-514. Tyto sklízecí mlátičky měly zvýšený výkon motoru na 85 kW a průchodnost 5,5 kg.s⁻¹. Dále byly rozšířené možnosti využití pomocí nových adaptérů na sklizeň kukuřice, slunečnice, sojových bobů a řepky. Také

byl vylepšen komfort obsluhy, např. palubní počítač sklizňových funkcí a klimatizovaná kabina [6].

V roce 1978 se k nám začal ve významnějším počtu dodávat typ E-516 (viz obrázek 8). Sklízecí mlátička měla odnímatelný žací stůl, uchycen na třech bodech, čímž bylo

zajištěno kopírování v příčném i podélném směru. Žací ústrojí mělo také reversaci pomocí zařazení zpětného chodu na vestavěné převodovce. Pětiúhelníkový přiháněč byl výškově přestavován pomocí hydromotorů ve dvou rozsazích, horizontálně hydromotory, vertikálně mechanicky. Otáčky přiháněče i sklon přiháněk byly také plynule stavitelné. Mlátící buben byl poháněn hydraulicky ovládaným variátorem s vestavěným reduktorem. Otáčky bubnu byly stavitelné v rozsahu 287 – 995 ot.min⁻¹ pro výmlat



Obrázek 8-Sklízecí mlátička Fortschritt E 516

téměř všech pěstovaných zrnin. Páka pro zvedání a spouštění mlátícího koše byla uzpůsobena k nastavení do tří poloh. Za mlátícím bubnem byly 2 odmítací bubny, které pomáhaly vytvořit rovnoměrnou vrstvu hrubého omlatu po celé šířce vytrásadel. Vytrásadel bylo pět, byla sedmistupňová o ploše 7,7 m². Jemný omlat se čistil v protiběžně kmitající sítové skříni proudem vzduchu od dvou axiálních ventilátorů. Čistidlo bylo dvousítové o ploše 2 x 1,54m². Množství vzduchu se nastavovalo ve velmi širokém rozsahu pomocí variátoru. Proud vzduchu usměřňovaly dva kotouče. Propad z kláskového síta a přeпад z dolního síta se vracel přes domlacovač přímo na čistidlo. Zásobník o objemu 4,5 m³ se vyprázdnil během dvou minut. Pohonnou jednotkou mlátičky byl osmiválcový vznětový motor o výkonu 162 kW. Racionální spotřeby šlo dosáhnout pouze za optimálních podmínek nasazení stroje. Hydrostatický pohon umožňoval plynule měnit pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky od 0 do 20 km.h⁻¹. Všechny řídicí a regulační úkony se prováděly z místa řidiče. Kabina byla větraná, zvukově i prachově izolována, s optimálním uspořádáním ovládacích prvků. Práci kombajnérovi usnadňovalo automatické navádění na obilní stěnu, světelná a zvuková signalizace poklesu tlaku hladiny hydraulického oleje, ucpání dopravníku zrna a klásků, vytrásadel a vestavěného drtiče slámy. Výrobce udával průchodnost 10 – 12 kg.s⁻¹, při sklizni kukuřice až 15 kg.s⁻¹. V rámci směnové údržby téměř vymizel úkon mazání, protože se mazala jen tři místa z celkového počtu 129. K 1.1. 1991 bylo v našem zemědělství evidováno 2300 sklízecích mlátiček E-516.

Po roce 1989 se na náš trh dostala modernizovaná verze E-517 s novým třívrstevným čištěním, palubním počítačem a širším sortimentem přídatných zařízení [6].

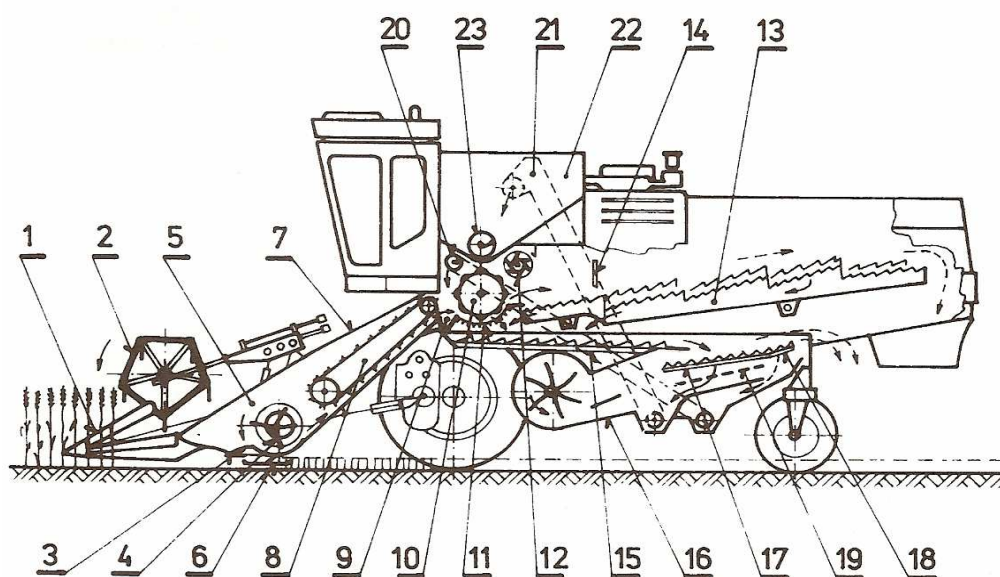
Během osmdesátých let se k nám také dovážely sklízecí mlátičky z polské produkce. Šlo jen asi o 1000 kusů typu Bizon ve verzích Super, Rekord, Gigant. Tyto sklízecí mlátičky se však u nás neprosadily. Proces politických změn po roce 1989 se projevil i v našem zemědělství. Stále se ke sklizni používaly zmíněné německé sklízecí mlátičky (E-512, E-514, E-516, E-517, E-524). Díky otevření hranic se k nám začaly dovážet nové i starší sklízecí mlátičky předních světových firem: Claas, Ford-New Holland, Fiat Agri, John Deere, Masery-Ferguson, Case IH, Deutz-Fahr a další [6].

3 Rozbor konstrukce sklízecích mlátiček

Konstrukce sklízecích mlátiček se s postupem doby vyvíjí velice rychle. Na evropském a našem trhu se pohybuje velké množství výrobců a prodejců těchto strojů, kteří nabízí svým zákazníkům celou řadu typů a modifikací sklízecích mlátiček. Tak by měl každý, kdo hodlá realizovat tuto nákladnou investici, mít na paměti, v jaké oblasti provozuje svou činnost, jakou výměru obhospodařuje a jakou strukturu plodin pěstuje. Tomu by měl následně přizpůsobit výkonovou řadu a systém výmlatu sklízecí mlátičky.

3.1 Technologický proces sklízecí mlátičky

Technologický proces sklízecí mlátičky je nastíněn na obrázku 9. Sečený pás porostu je při přímé sklizni od stojícího porostu oddělen děliči (1) a přikláněn přiháněčem (2) k žací liště (3); tou je porost posečen a za součinnosti přiháněče uložen do žlabu žacího stolu (5), odkud je levou a pravou šroubovicí průběžného šnekového dopravníku (4) dopravován do střední části



Obrázek 9 - Schéma sklízecí mlátičky s tangenciální mláticím ústrojím

žlabu stolu adaptéru na šířku ústí komory šikmého dopravníku (7). Zde výsuvné prsty šnekového dopravníku mění směr pohybu hmoty o 90 ° a podávají ji pod šikmý dopravník (8). Zavěšení adaptéru umožňuje podélné nebo i příčné kopírování nerovnosti terénu a výška sečení se seřizuje kopírovacími plazy (6). Proud hmoty je odebírán a podáván spodní větví šikmého dopravníku (8) po dnu komory (7) k mláticím ústrojí. Před mláticím ústrojím je k zachycení kamenů lapač kamenů (9). V mláticím ústrojí, mezi lištami bubnu (10) a koše (11), dojde k rozrušení hmoty a k uvolnění zrna z klasů – k výmlatu.

Mláčicím košem (11) propadávají části jemného (drobného) omlatu na stupňovitou vynášecí desku (15). Z mláčicího ústrojí vylétává dále hrubý omlat, jehož proud je zpomalen a usměrněn lopatkami odmítacího bubnu (12) na začátek vytrásadla (13). Odstřikování zrna brání clona (14). Sláma postupuje po vytrásadle ven z mlátičky, zbytek jemného omlatu je proséván roštovým povrchem výtrasek na dno výtrasek, po kterém jako po spádové desce postupuje opět na stupňovitou vynášecí desku. Tato deska dopravuje jemný omlat přes koncový prstový rošt, který umožňuje rovnoměrné zatížení horního síta čistidla. Zde se na horním – úhrabečném síti (19), které je také podfukováno, se oddělí lehčí a delší příměsi. Lehčí vylétávají ven z mlátičky a delší (nedomlatky), které spolu s propadem kláskovým sítem (18) jsou pomocí dopravníku klásků (20), složeného z velkého šneku, lopatkového dopravníku a malého šneku, dopraveny přímo do mláčicího ústrojí nebo na odmítací buben, a tím do mláčicího ústrojí. U některých sklízecích mlátiček je lopatkový dopravník kratší a dopravuje nedomlatky do zvláštního domlacecího ústrojí, odkud po uvolnění zrna je materiál dopraven na stupňovitou vynášecí desku nebo přímo dopravníkem a malým šnekem dopraveno do zásobníku zrna (22). Ten se po naplnění vyprazdňuje vyprazdňovacím dopravníkem (23), tvořeným vodorovným a šikmým šnekem, do dopravních prostředků [1].

3.2 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky je možné charakterizovat takto:

- stroje jsou určeny pro sklizeň obilnin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a trav na semeno, popřípadě dalších zrnin,
- porost obilnin je s výnosem zrna do 10 t.ha⁻¹, výška rostlin od 0,3 do 2,5 m. Vlhkost zrna do 30 %, vlhkost slámy do 40 %. Poměr zrna ke slámě od 1:0,8 do 1:2,5. Porost stojatý i polehlý (zvířený) do všech stran,
- výška strniště rovnoměrná, plynule měnitelná od 70 do 600 mm. Ztráty zrna při přímé sklizni do 1,5 % (hmotností z biologického výnosu), z toho za žací stolem do 0,5 %, za mlátičkou do 1%. Ztráty zrna při dělené sklizni do 2%, z toho po řádkovači do 0,5 %, za sběracím ústrojím do 0,5 % a za mlátičkou do 1%. Ztráty zrna z nedoplatků do 0,5 %. Poškození zrna do 3 %. Obsah obilních příměsí a nečistot v zrnu (v zásobníku do 3 % (hmotnostních), z toho nečistot nejvýše do 1%. Šířka řádku slámy do 150 cm,
- hmotnostní průtok (průchodnost) u standardních sklízecích mlátiček se pohybuje od 8 do 20 kg.s⁻¹; tomu odpovídají šířky záběrů žacích stolů 4 až 8 m, objemy zásobníků zrna 4 až 10 m³ s plnicí výškou do dopravních prostředků nad 3 m, výkony motorů 100

až 280 kW, pracovní rychlosti plynule měnitelné od 1 do 8 km.h⁻¹, dopravní nad 20 km.h⁻¹ a výkonnosti až 4 ha.h⁻¹. Svahová dostupnost 8 až 12°, tlak na půdu pod 0,15 MPa.

- hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček se uvažuje menší a tomu i odpovídající šířky záběrů žacíh stolů, objemy zásobníků, výkony motorů, atd. Svahová dostupnost 20°, tlak na půdu pod 0,15 MPa,
- sklízecí mlátičky standardní i svahové mají mít možnost vybavení těmito adaptéry s příslušenstvím: sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň, nesený drtič slámy, podvozek na žací stůl, klimatizovaná kabina. Standardní sklízecí mlátičky navíc: adaptér pro sklizeň kukuřice na zrno, adaptér ke sklizni slunečnice a adaptér pro sklizeň řepky.
- sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za vytrásadly a čistidlem, indikace poklesu jmenovitých otáček hlavních hřídelí pracovních ústrojí, počítání hektarů, svahové mlátičky pak automatické vyrovnávání mlátičky v příčném i podélném směru na svazích do 20°. Perspektivně by standardní sklízecí mlátičky měly dále mít: automatické navádění stroje na obilní stěnu, automatickou regulaci mlátičích ústrojí, vytrásadel a čistidel, mapování výnosů,
- sklízecí mlátičky mají pracovat s vysokou provozní spolehlivostí, musí vyhovovat předpisům o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, předpisům o provozu na veřejných komunikacích,
- stroj má obsluhovat jeden pracovník.

[1]

3.3 Rozdělení sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátičky se rozdělují podle následujících hledisek:

A) Podle energetického prostředku:

1. Závěsné,
2. Samojízdné.

B) Podle toku materiálu:

1. S podélným tokem materiálu,
2. S příčným tokem materiálu,
3. Kombinované.

C) Podle typu mláticího ústrojí:

1. S tangenciálním mláticím ústrojím,
2. S axiálním mláticím ústrojím.

D) Podle počtu mláticích bubnů:

1. Jednobubnové,
2. Vícebubnové.

E) Podle typu separátoru:

1. S klávesovými vytřásadly,
2. S rotačními vytřásadly,
3. Bez klasických vytřásadel.

F) Podle práce se slámou:

1. S ukládáním slámy do řádků,
2. S drcením slámy a ukládání do řádků,
3. S drcením slámy a plošným rozhozem,
4. S kopkováním slámy.

G) Podle podvozku:

1. S podvozkem kolovým s malými řídicími koly vzadu,
2. S podvozkem kolovým s malými řídicími koly vpředu,
3. S podvozkem pásovým.

H) Podle typu adaptéru:

1. S neodnímatelným žacím válem s prstovou kosou,
2. S odnímatelným žacím válem v transportní poloze,
3. S žacím válem děleným na dvě části sklopné v transportní poloze,
4. S žacím válem děleným na tři části sklopné v transportní poloze,
5. Se sběracím zařízením,
6. S adaptérem na sklizeň klasů,
7. S adaptérem na sklizeň kukuřice,
8. S žacím válem upraveným na sklizeň řepky olejky.

[7]

3.3.1 Hlavní části sklízecích mlátiček

Mezi hlavní části sklízecích mlátiček patří:

- A) Sklízecí adaptéry
- B) Mláticí a separační ústrojí
- C) Čistící ústrojí
- D) Drtiče slámy a metače plev
- E) Motor a pohony
- F) Ostatní části sklízecí mlátičky

3.4 Přehled a konstrukce sklízecích adaptérů sklízecích mlátiček

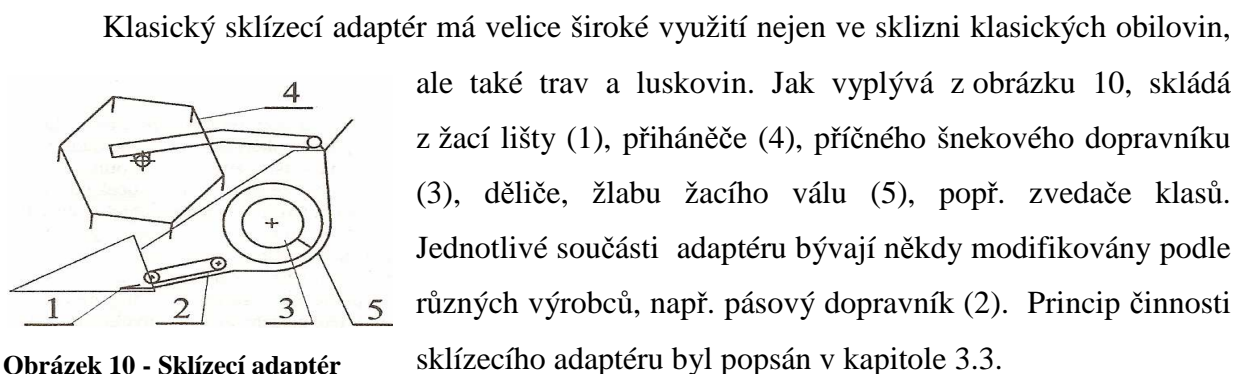
Adaptéry sklízecích mlátiček se připojují přímo na rám šikmého vkládacího dopravníku. Používá se několik variant provedení v závislosti na aktuálně sklizené plodině:

- žací adaptér,
- adaptér na sklizeň řepky a fazolí,
- přídatné adaptéry s flexibilním kopírováním terénu,
- slunečnicové adaptéry,
- kukuřičné adaptéry,
- adaptéry pro sklizeň makoviny,
- sběrací adaptéry,
- vyčesávací adaptéry – strippery.

Vývojem žacího ústrojí se zabývají téměř všichni výrobci sklízecích mlátiček. Žací ústrojí je limitním faktorem výkonnosti sklízecí mlátičky. Musí se přizpůsobit zcela rozdílným podmínkám sklizně, např. polehlému, vlhkému žitu s dlouhou slámou, nebo těsně při zemi ležícímu hrachu. Je tedy rozhodující vlastností žacího ústrojí citlivě se přizpůsobit povrchu půdy. Jeden z hlavních směrů vedl k téměř všeobecnému uplatnění podélného a příčného vyrovnávání polohy žacího ústrojí [5].

Žací a následné dopravní mechanismy sklízecích mlátiček mají za úkol posekat porost s co nejmenšími ztrátami a dopravit posekanou hmotu před mláticí buben. Konstrukčně jsou tvořeny žacím válem (adaptérem) a šikmým dopravníkem. Žací vál bývá dnes většinou připojen k šikmému dopravníku kyvně, aby bylo zajištěno kopírování terénu v příčném i podélném směru [2].

3.4.1 Žací adaptér



Obrázek 10 - Sklízecí adaptér

Klasický sklízecí adaptér má velice široké využití nejen ve sklizni klasických obilovin, ale také trav a luskovin. Jak vyplývá z obrázku 10, skládá se z žací lišty (1), přiháněče (4), příčného šnekového dopravníku (3), děliče, žlabu žacího válu (5), popř. zvedáče klasů. Jednotlivé součásti adaptéru bývají někdy modifikovány podle různých výrobců, např. pásový dopravník (2). Princip činnosti sklízecího adaptéru byl popsán v kapitole 3.3.

Žací lišta se u současných obilných žacích adaptérů používá prstová, řídká, s přeběhem kosa. Rozteč nožů je 76,2 mm, prsty bývají tvarované podle výrobců. Pohon kosa musí dnes zajišťovat poměrně vysokou frekvenci pohybu. Dnešní řezné frekvence se pohybují okolo 1020 až 1220 řezů za minutu. Tuto frekvenci zajišťují mechanismy, převádějící otáčivý pohyb na pohyb přímočarý vratný. Prvním je tradiční prostorový mechanismus šikmého čepu, který bývá kvůli velkému namáhání uzavřen v olejové skříni. Z této skříně vychází pouze kyvná páka k pohonu kosa a kolmo k ní poháněcí hřídel s řemenicí. Druhým způsobem pohonu je planetový mechanismus [2].



Obrázek 11- Žací lišta Schumacher

Někteří výrobci používají místo klasického provedení žací lišty systém Schumacher (viz obrázek 11). Tento systém umožňuje vyšší frekvenci řezu. Oproti klasické žací liště u lišty Schumacher nahrazuje přidržovače dvojitý (trojitý) prst, přičemž jsou jednotlivé nože střídavě otočeny. Pohon kosa je řešen planetovým mechanismem nebo šikmým čepem.

Účelem **přiháněče** je oddělit pás porostu napříč jízdy stroje, přihrnout porost k žací liště, při sečení jej přidržet a po posečení uložit na stolové dopravníky, popřípadě ještě očistit od porostu žací lištu. Využívá se dvou konstrukčních řešení řízených přiháněk vedených paralelogramovým ústrojím nebo vodící drahou. Pohon je zajišťován klínovým řemenem, který je zároveň i pojistnou spojkou. Dalšími způsoby je řetězový pohon, kde je opět bráněno přetížením spojkou, většinou třecí a někteří výrobci využívají hydraulického pohonu, umístěného v hlavní rouři přiháněče. Hydraulický pohon je dnes hojně využíván, protože má jednoduchou regulaci otáček, proti přetížení slouží jako spojka tlakový ventil. Přiháněč může být posouván

ve vertikálním i horizontálním směru. Na ramenech přiháněče jsou připevněny pružné prsty, vyrobené z pružné oceli nebo plastu [1].

Příčný šnekový dopravník žacího ústrojí sklízecí mlátičky má za úkol zúžit tok stébel ze záběru stroje na šířku vkládacího (šikmého) dopravníku, který se skládá z pravé a levé šroubovice a uprostřed na klikovém mechanismu uchycených vkládacích prstů. U těchto dopravníků lze seřizovat výškovou i stranovou polohu šnekového dopravníku a oblast vysouvání a zasouvání prstů [1].

Děliče oddělují pás porostu, jenž je při jízdě stroje sečen, od stojícího porostu v podélném směru. Podle konstrukčního provedení rozdělujeme děliče na pasivní a aktivní. Mezi pasivní děliče řadíme dělič krátký špičkový, vhodný do kratšího, stojícího porostu. Dělič dlouhý torpédový, třídlý, který velmi dobře pracuje ve vysokém a polehlém obilí, neboť velikost jejich obvodu lze měnit, a tím přizpůsobit stavu porostu a podmínkám práce. Obloukový, prutový dělič je tvořen prutem ohnutým do oblouku, upevněným na bočnici žacího stolu, se používá například pro luskoviny. Z aktivních děličů se používá pro sklizeň řepky přímkový dělič s vratným pohybem. Tvoří ho šikmo postavené kosa, uložené na přední části žacího stolu, které odřezávají sečený pás od stojícího porostu. Kosy jsou dvě protiběžné nebo jedna pevná a druhá pohyblivá se zdvihem stejným jako rozteč nožů 76,2 mm [1].

Zvedače klasů se používají při sklizni značně polehlých porostů obilnin, luskovin a dalších plodin. Nasazují se podle potřeby na každý třetí až osmý prst žací lišty, podle délky porostu. Jejich úkolem je nadzvednout polehlý porost nad linii řezu tak, aby nevznikaly ztráty uříznutím klasů nebo lusků. Většinou se používají pasivní pevné zvedače, které jsou konstrukčně jednoduché a kopírují povrch pole pouze vlastní pružností [1].

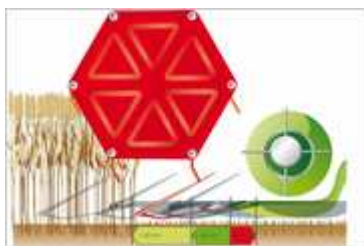


Obrázek 12 - Schéma žací lišty Power Flow

Korporace AGCO (sklízecí mlátičky Massey Ferguson, Fendt, Challenger, Gleaner) nabízí sériově žací adaptéry s označením Power Flow, kde je mezi příčný šnekový dopravní a žací lištu vložen **gumový pásový dopravník** (viz obrázek 12). Díky tomu žací lišta PowerFlow zajišťuje rovnoměrné podávání pokosené hmoty na příčný šnekový dopravník,

nižší ztráty na žacím ústrojí, možnost přechodu z obilovin na řepku olejku bez zvláštních úprav, méně časně ucpávání žacího ústrojí a stroje [11].

Žací vály s plynulou změnou délky nabízí např. firma Claas pod označením VARIO



Obrázek 13 - Žací vál Claas Vario

nebo firma Geringhoff a BISO. Tyto adaptéry mají plynule měnitelnou část před příčným šnekovým dopravníkem. U Vario válu Claas (viz obrázek 13) lze z kabiny délku plynule až o 10 cm zkrátit, nebo naopak o 20 cm prodloužit. Pro sklizeň řepky se vál pouze prodlouží o dalších 30 cm a připevní se boční aktivní děliče [14].

Provoz velkých sklízecích mlátiček po veřejných komunikacích vedl konstruktéry



Obrázek 14 - Skládací žací ústrojí Claas

k řešení složit žací stůl do dopravní polohy. Originální řešení nabízí firma Claas se **sklápěcím žacím stolem** o šířce 4,5 m, který nemusí být při přepravní poloze odpojen, ale jednoduše se sklopí dopředu. Ovládání sklápěného žacího stolu zajišťuje kombajnér z kabiny (viz obrázek 14). Obdobné řešení nabízí i firma Geringhoff se svými adaptéry Harvest Star [5].

Rakouský výrobce Biso představil na veletrhu Agritechnica 2007 nový žací adaptér



Obrázek 15 - BISO Crop Ranger VX 1200

Crop Ranger VX 1200 (viz obrázek 15), jedná se o první **adaptér s posuvným stolem v šíři 12 metrů** nabízený v Západní Evropě, stůl se může prodlužovat až o 60 cm. Adaptér je na každém konci vybaven párem opěrných kol uložených na hydraulických ramenech, pro převoz není potřeba přívěs, kola se teleskopicky

rozloží a slouží zároveň pro přepravu. Crop Ranger VX 1200 Premium Plus stojí 55 000 Euro [3].

3.4.2 Adaptéry pro sklizeň ostatních plodin

Přídavné adaptéry na sklizeň řepky olejky (viz obrázek 16) jsou dnes již



Obrázek 16 - Přídavný adaptér pro sklizeň řepky a fazolí

podmínkou pro její ekonomickou sklizeň. Adaptér je připevněn k žacímu válu pomocí několika napínáků, pohon je zajištěn klínovým řemenem od žacího válu. Boční kryty jsou konstruovány tak, aby jejich šířka byla co nejmenší a povrch hladký. To zajišťuje minimální odpor porostu a menší ztráty. Stupňovité dno žacího adaptéru zachytí

spolehlivě posečený materiál a donutí ho, aby směřoval k příčnému vkladacímu šneku žacího válu. Adaptér tak úspěšně zabraňuje ztrátám způsobených vypadáváním semen z žacího válu. Tento adaptér lze s úspěchem použít i ke sklizni fazolí [16].

Pěstování sóji není u nás dostatečně rozšířené, což je dáno zejména nevhodnými

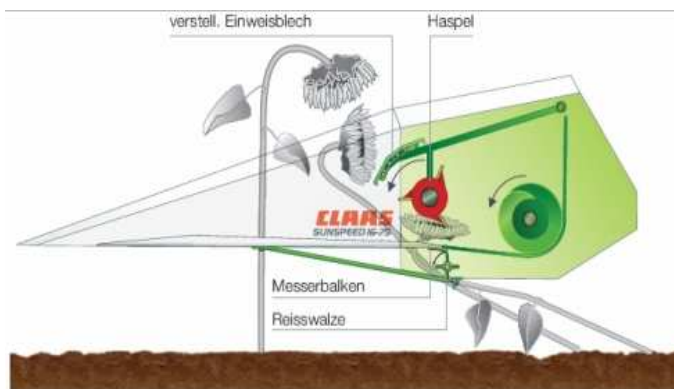


Obrázek 17 - Přídavný adaptér BISO FLEX

podmínkami pro pěstování. Hrách se u nás běžně pěstuje jako krmná plodina i na semeno. Aby byly tyto plodiny sklizeny beze ztrát, musí obsluha mlátičky zajistit co nejmenší strniště. S tímto je však spojeno riziko poškození žací kosy. Proto výrobci nabízí konstrukce **přídavných adaptérů**

s flexibilním kopírováním terénu (viz obrázek 17), které bez problému dosahují výšky řezu 1 cm v celém pracovním záběru adaptéru. Dno je tvořeno speciálními pružnými profily z ocelového plechu, na kterých jsou namontovány prsty žacího ústrojí a vedením kosy. Na spodní straně dna se v celém pracovním záběru nacházejí plazy, které zajišťují vlastní vedení žacího ústrojí po povrchu. Pružné dno je schopno se přizpůsobit tvaru terénu ve svislém směru v rozsahu až 10 cm. Rozsah svislého pohybu lze nastavovat seřizovací pákou. Pro optimální sečení porostu lze rovněž nastavit úhel sklonu žacího ústrojí. To vše rozhoduje o tom, aby sklizeň proběhla důkladně a beze ztrát. Pohon adaptéru je řešen od žacího stolu sklízecí mlátičky pomocí klínového řemene. Adaptér může být osazen pasivními i aktivním děličem [16].

Pro sklizeň slunečnice jsou využívány jak kukuřičné adaptéry, tak především přímo k tomu určené **slunečnicové adaptéry**. Jeden z typů produkuje fa Claas pod označením SUNSPEED (viz obrázek 18). Slunečnice je navedena člunkovým děličem na stavitelný



Obrázek 18 - Slunečnicový adaptér Claas SUNSPEED

usměrňovací plech (Einweisblech), který přitlačí košíky slunečnice dopředu. Současně zabraňuje trhacímu válci (Reißwalze), aby přitáhl stonek k řezací liště (Messerbalken). Tím se dostanou pouze košíky slunečnice k podávacímu zubovému válci (Haspel), který je dodatečně vybaven

gumovým usměrňovačem. Podávací válec dopraví odříznuté košíky na průběžný šnekový

dopravník, odkud se následně dostanou do šikmého dopravníku a dále do mlátičky. Tyto adaptéry bývají většinou pevné, tudíž jsou odkládány na přívěsný podvozek [14].

Sklizeň kukuřice na zrno pomocí kukuřičných adaptérů se těší stále velkému zájmu a pozornosti pěstitelů. K jedním z nejoblíbenějších značek mezi uživateli patří značka Geringhoff. Tato značka nabízí v současné době 5 variant adaptérů [15].

Kukuřičný adaptér Horizon Star (viz obrázek 19), kde oddělování stébel od strniště a



Obrázek 19 - Geringhoff Horizon Star

palic od stébel a drcení slámy je realizováno pomocí nové třírotorové techniky na 1 řádek. Šnekové rotory dopravují rostlinu přes odřezávací nože k pracovním rotorům, kde je rostlina pomocí 15 kotoučovým nožům zmáčknuta a rozřezána . Dva horizontální

nože pod rotory zajišťují extrémně nízké strniště a perfektní přípravu pozemku na další obdělání. Aktivní délka nožů pro řezání slámy na 1 řádek je 568 mm. Totožný systém je použit v modelu Rota – Disc* jen s tím rozdílem, že zde chybí horizontální nože pod rotory. Aktivní délka nožů pro řezání slámy na 1 řádek činí 550 mm [15].

Kukuřičný adaptér Mais Star SC (viz obrázek 20), kde oddělování stébel od strniště a



Obrázek 20 - Geringhoff Mais Star SC

palic od stébel a drcení slámy je realizováno pomocí dvou rotorů na 1 řádek. Šnekové rotory dopravují rostlinu přes odřezávací nůž ke dvěma pracovním rotorům s nožovými lištami, kde je rostlina zmáčknuta . Středové umístění horizontálních drtičů slámy

umožňuje perfektní drcení slámy. Aktivní délka nožů pro řezání slámy na 1 řádek je 300 mm. Totožné konstrukce je i varianta Mais Star, která není vybavena horizontálními drtiči [15].

Kukuřičný adaptér PCA (viz obrázek 21), kde oddělování stébel od strniště a palic od



Obrázek 21 – Geringhoff PCA

stébel a drcení slámy je realizováno pomocí 1 rotoru na 1 řádek. Šnekový rotor dopravuje rostlinu přes odřezávací nůž k pracovnímu rotoru, kde je rostlina pomocí 17 nožů zmáčknuta a rozřezána. Aktivní délka nožů pro

řezání slámy na 1 řádek je 540 mm [15].

Adaptéry je možné vybavit slunečnicovou výbavou s pasivními, nebo aktivními noži.

Samozřejmostí je automatické kopírování terénu. Tyto lišty díky speciálnímu uchycení lze použít na všechny typy sklízecích mlátiček [15].

Adaptér pro sklizeň makoviny vyrábí maďarská firma SOROKO pod označením SMG (viz obrázek 22). Jedná se o stroj vyvinutý pro účinný sběr tobolek máku, který je fyzicky i časově náročný. Lze jej připojit na více druhů sklízecích mlátiček a využívá se pro sklizeň máku s výškou stonku nad 50 cm. Sklizené makovice tímto adaptérem obsahují větší množství morfinu, tudíž je lze následně zpracovat ve farmacii nebo po výmlatu i v potravinářském sektoru. Adaptér (viz obrázek 23) se sestává z podvozku, který tvoří pravá a

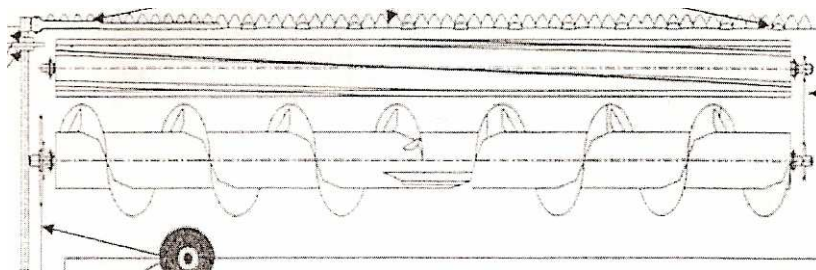


Obrázek 22 - Adaptér pro sklizeň makoviny SOROKO SMG - 600

levá boční stěna, jež spojuje nahoře hlavní nosič trubek o průměru 108 mm s vysokou nosností a dole je spojuje příhrnovací deska s korytem. Převodovku tvoří ohnutá osa TLT kombajnu pohánějící všechny funkční díly adaptéru. Kosa je použita klasická, vysokorychlostní s přeběhem. Otáčivý příhrnovač dopravuje skosené tobolek máku do pracovního prostoru průběžného šneku. Adaptér disponuje

pracovním záběrem 5,8 m, při max. pracovní rychlosti $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ dosahuje výkonnosti $3 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$.

Stojící makovice jsou vedeny dlouhými prsty k žací kose, poté je otáčivý bubnový příhrnovač dopravuje skosené



Obrázek 23 - Schéma adaptéru pro sklizeň makoviny

tobolky máku k příčnému průběžnému dopravníku. Adaptér je dodáván se záběrem 5 nebo 6 metrů [13].

Sběrací adaptéry slouží většinou pro sběr travní hmoty při dvoufázové sklizni trav na



Obrázek 24 - Sběrací adaptér Gleaner

semeno (viz obrázek 24). Konstrukčně se sběrací adaptér takřka shoduje se stejným adaptérem u sklízecí rezačky. Rozdíl je pouze ve vlastním sběracím ústrojí, které se skládá z pryžového dopravníku, osazeného ocelovými pružnými podávacími sklopnými prsty vedenými vodící dráhou. Výška sbírání se seřizuje nastavením kopírovacích koleček. Prutový předržovač sbírané hmoty je výkyvně uložen nad sběračem. Přitlačuje sbíranou hmotu ke

sběracímu ústrojí a napomáhá jejímu předání na příčný šnekový dopravník. Nechá se výškově na stavit podle výšky řádků a při reverzaci se musí zvednout [1].

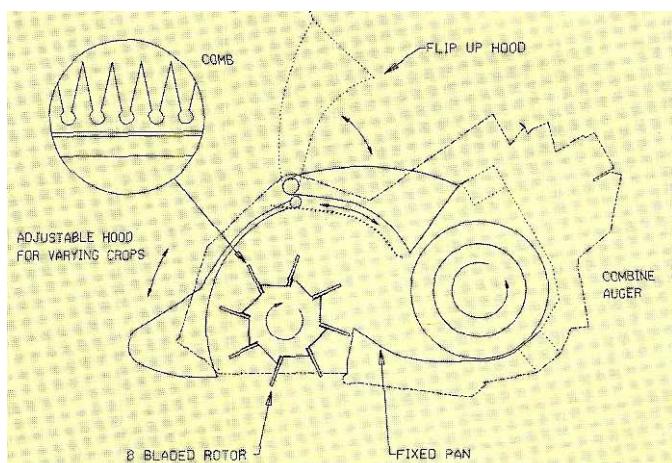
3.4.3 Vyčesávací adaptér – stripper

Jako jedinou praktickou alternativou klasické sklizně sklízecí mlátičkou lze uvést v současné době sklizňové postupy s omezením podílu slámy pomocí stripperů (viz obrázek 25). Vývoj těchto sklízecích zařízení zajistil zejména britský výzkumný ústav zemědělské techniky SILSOE a CEMAGREF ve Francii. Přes řadu výhod (zvýšení hmotnostního průtoku o 40 %, tím zvýšení plošné výkonnosti sklízecí mlátičky o 50 až 80 % v závislosti na použité variantě) se tento způsob sklizně zatím významně nerozšířil [5].



Obrázek 25 - Vyčesávač klasů stripper

Hlavní část adaptéru (viz obrázek 26) tvoří vyčesávací rotor (8 bladed rotor), na kterém je uchyceno 8 vyčesávacích hřebenů (comb).



Obrázek 26 - Schéma vyčesávače klasů

nabízen v záběrech od 3 do 8,4 metrů.

z čelní strany je chráněn krycím plechem (adjustable hood for varying crops), nastavitelným pro různé plodiny. Vyčesané klasy odpadávají na pevný žlab (fixed pan), odkud jsou odebírány příčným dopravníkem, odkud jdou dále do mlátičky. Shora je adaptér přístupný díky otevíracímu krycímu plechu (flip up hood). Tento adaptér je kompatibilní pro všechny mlátičky a je

3.5 Šikmý vkládací dopravník



Obrázek 27 - Šikmý dopravník Laverda

Konstrukce šikmého vkládacího dopravníku je velmi podobná u všech sklízecích mlátiček, odlišný je pouze rozměr, odvozený od výkonu mlátičky. Výjimkou je značka Laverda, kde je v šikmém dopravníku umístěn buben s výsuvnými prsty (viz obrázek 27). To zabezpečuje plynulé vkládání posečené hmoty do nekonečného řetězového dopravníku s napříč uchycenými laťkami, který se pohybuje po kluzné dráze [4].



Obrázek 28 - Systém otevíracího dna New Holland

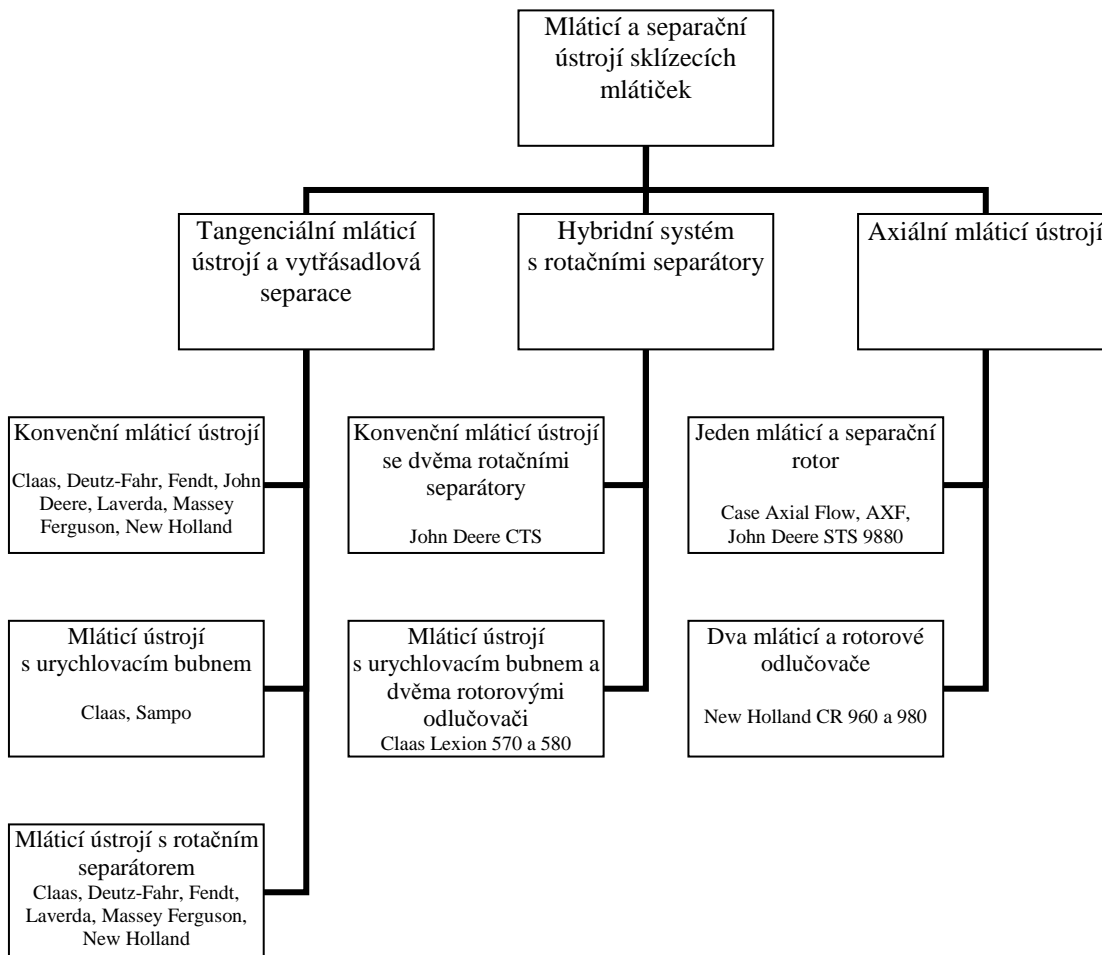
Za šikmým dopravníkem umístěn **lapač kamenů**, který chrání mláticí ústrojí před vniknutím kamenů a hrud. Mezi šikmým dopravníkem a mláticím košem je mezera, kterou propadávají kameny, posekaný materiál projde rovnou na mláticí buben díky jeho samonasávací funkci. Firma New Holland vyvinula nový systém chránící proti vniknutí kamenů s názvem Advanced Stone Detection (viz obrázek 28). Tento systém odlišuje kámen od sklizené hmoty na základě rozdílného zvuku, identifikovaný kámen je pomocí desky deflektoru ve dně šikmého dopravníku usměrněn do výpadového otvoru [16].

3.6 Konstrukce mláticích ústrojí a separačních ústrojí

Úkolem mláticího ústrojí je uvolnit zrno z klasů, přičemž dochází i k rozrušování slámy a plevelných rostlin. Uvolnit se má všechno zrno a při uvolňování se nemá poškodit. Dále má mláticí ústrojí rozdělit zpracovaný materiál na jemný a hrubý omlat. Hrubý omlat je výstupní mezerou a odmítacím bubnem dopravován na separátor (vytrásadlo). Jemný omlat propadává mláticím košem, kterým má propadat co nejvíce uvolněného zrna, aby byla ulehčena práce separátoru. Úkolem separátoru je oddělit z hrubého omlatu, přicházejícího z mláticího ústrojí, jemný omlat, přivést na čisticí a slámu dopravit z mlátičky ven a uložit ji na strniště do řádků nebo předat k další úpravě. Ve slámě za separátorem nesmí být volné zrno, protože by představovalo ztráty (ztráty nedokonalou separací) [1].

3.6.1 Rozdělení mláticích ústrojí

Druhy mláticích ústrojí lze rozdělit podle následujícím způsobem (viz obrázek 29):



Obrázek 29 - Schéma rozdělení sklízecích mlátiček podle mláticího ústrojí

[3]

3.6.2 Tangenciální mláticí ústrojí a vytřásadlová separace

Konvenční sklízecí mlátičky mají tangenciální mláticí mechanismus, na který navazuje separační mechanismus z klávesových vytřásadel (viz obrázek 9). Pracovní proces tangenciální sklízecí mlátičky byl popsán v kapitole 3.3.



Obrázek 30 - Tangenciální mláticí mechanismus

unášení vymláčené slámy (hrubého omlatu) mláticím bubnem a usměrňuje její tok na vytřásadla.



Obrázek 31 - Mlatkový mláticí buben mlátičkách určených pro sklizeň rýže. Mláticí koš je uložen pod mláticím bubnem, je tvořen ocelovými lištami po stranách spojených bočnicemi, mezi lištami prochází ocelové pruty, vzniklémi otvory propadá jemný omlat. Vedle univerzálního typu koše vhodného pro výmlat všech plodin, jsou některými výrobci nabízeny i různé speciální koše, např. pro drobnosemenné rostliny.

Nejčastějším typem mláticího bubnu je mlatkový (viz obrázek 31), má po obvodu mláticí lišty nazvané mlatky, které mají střídavě levé a pravé zářezy, aby se mláčená hmota neposouvala jednostranně. Dalším typem je hřebový mláticí buben (viz obrázek 32), používaný především na sklízecích



Obrázek 32 - Hřebový mláticí buben



Obrázek 33 - Mláticí ústrojí Laverda

U některých typů je mláticí koš prodloužen až pod odmítací buben, který poskytuje přídatnou separaci. Používají ho například sklízecí mlátičky Laverda REV (viz obrázek 33), nebo John Deere WTS.

Rotační separátor byl vyvinut firmou New Holland (viz obrázek 34) a poprvé použit



Obrázek 34 - Rotační separátor New Holland CS

na typu 8080, dnes je používán řadou konkurenčních firem. Je to prstový buben s vlastním separačním košem umístěným za odmítacím bubnem, svojí funkcí zvyšuje separační účinek, průchodnost a snižuje zatížení vytřasadla. Koš pod separátorem je možno nastavit nezávisle na mláticím koši, což zlepšuje

kvalitu slámy. Toto řešení rovněž snižuje přítomnost krátké slámy na sítěch a zvyšuje tak výkonnost čištění. V současné době je tento systém použit na modelech New Holland CS.

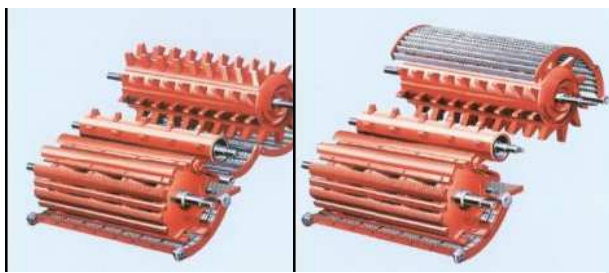
Rotační je separátor používaný i na strojích Massey Ferguson, Fendt a Challenger (viz obrázek 35). Technologie Power Feeder podporuje příjem hmoty a jejich průchod mláticím ústrojím. Průměr bubnu s 8 mlatkami je 600 mm, ale je možné jeho dotížení pro zvýšení setrvačného momentu díky automatickému navýšení přítlačné síly variátoru mláticího bubnu. Variátor mláticího bubnu navyšuje



Obrázek 35 - Rotační separátor AGCO

přítlačnou sílu při zatížení automaticky, v závislosti na potřebném točivém momentu přítlačnou sílu řemenice, a tím zabezpečuje výmlat i ve ztížených podmínkách. Malý odmítací buben předává hmotu na lopatky rotačního separátoru o průměru 600 mm, šířka mláticího bubnu a separačního rotoru je 1680 mm.

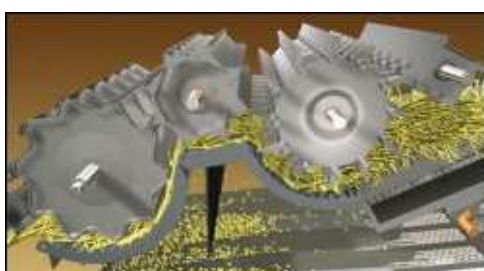
Rotační separátor u strojů Laverda je možné vyřadit z činnosti jednoduchým



Obrázek 36 - Vyřazení separačního koše Laverda

přesunutím separačního koše nad rotační separátor, hrubý omlat tak postupuje rovnou na prodloužené vytřasadlo, toto je výhodné při sklizni citlivých plodin (viz obrázek 36).

Pro ještě větší zvýšení výkonu mláticího mechanismu je na strojích New Holland CX,



Obrázek 37 - Mláticí ústrojí New Holland

CSX a TX (Case IH CT) za rotačním separátorem umístěný odmítací buben (viz obrázek 37). Tento odmítací buben optimalizuje účinnost vytřasadel usměrněním proudu slámy hned na první stupeň vytřasadel.

Urychlovací buben s vlastním separačním košem umístěný před hlavním mláticím



Obrázek 38 - APS Claas
Sampo Rosenlew.

bubnem vyvinula firma Claas. Urychlovací buben zrychlí tok sklizené hmoty, rovnoměrně ji rozvrství a částečně již odloučí zrno, zachovává stálý poměr 80% otáček mláticího bubnu. Je používán na strojích Mega a Lexion (viz obrázek 38). Podobný systém s urychlovacím bubnem nabízí na strojích TS finský

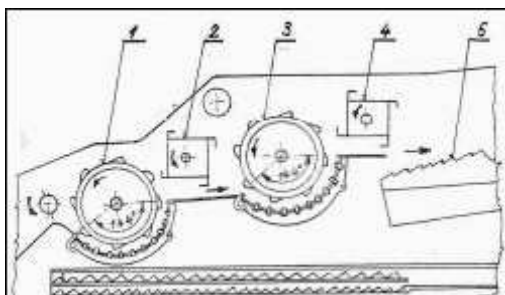
Nejvýznamnější inovací řady John Deere T je nové mláticí ústrojí (viz obrázek 39),



Obrázek 39 - Mláticí mechanismus John Deere T

jenž zahrnuje pět tangenciálně uložených bubnů za sebou. Mláticí buben i koš je totožný, jako u řady W a C. Jde o buben průměru 660 mm s deseti mlatkami po obvodu a s rozsahem otáček od 450 do 990 $n.min^{-1}$. Za mláticím bubnem následuje buben usměrňovací. Materiál vystupující z mláticího bubnu neprochází pod odmítacím bubnem, ale přes něj,

čímž je zajištěno šetrnější zacházení s materiálem a je dosaženo čechracího efektu. Odmítací buben je opět řešen totožně jako u řad W a C a jeho otáčky jsou 700 $n.min^{-1}$. Dále již následuje separační buben, kterým se řada T odlišuje od ostatních řad mláticích John Deere. Jeho průměr je také 660 mm, což je hodnota stejná jako u mláticího bubnu. Pracuje ve dvou



Obrázek 40 - Mláticí ústrojí se 2 mláticími bubny

rozsazích otáček, tedy s otáčkami 450 nebo 900 $n.min^{-1}$. Tyto otáčky se volí v závislosti na sklizené plodině a na podmínkách sklizně. Pátým bubnem je buben odmítací, ten je totožný s tím, který je použitý v modelech řady W. Stejně jako u separačního bubnu, i v tomto případě je možné nastavit pouze dva rozsahy otáček, které jsou totožné s hodnotami

separačního bubnu, tedy 450 a 900 $n.min^{-1}$. Za posledním bubnem následují klávesová vytrásadla.

Mláticí mechanismus se dvěma mláticími bubny byl vyvinut v bývalém sovětském svazu v šedesátých letech, měl první mláticí buben mlatkový (1), odmítací buben (2), druhý mláticí buben mlatkový (3) a odmítací buben (4), poprvé byl použit na stroji SKD-4/5

Sibirjak (viz obrázek 40), dále byl vyvíjen a využíván i na ostatních typech (SKD-5, SKD-6-8 Kolos).



Obrázek 41 - Systém 2 mláticích bubnů Gomselmaš

V současnosti nabízí běloruský Gomselmaš na typu Polesie-1218 mláticí mechanismus se dvěma mláticími bubny, první má průměr 600 mm hned za ním je druhý buben s průměrem 800 mm (viz obrázek 41).

Klávesové vytrásadlo je hlavní separační mechanismus konvenčních sklízecích



Obrázek 42 - Stupňovité klávesové vytrásadlo

mlátiček (obrázek 42). Tvoří ho 3-8 kláves uložených na dvou klikových hřídelích, klávesy mají 3-6 stupňů nastavených lištami s hřebeny, které zajišťují posuv slámy. Na povrchu vytrásadla je tvarované síto – rošt. Natřásáním a posuvem hrubého omlatu dochází k separaci zbylého zrna od slámy, které propadá roštem vytrásadla do čistícího mechanismu. Pro zvýšení výkonu a separačního účinku jsou u typů Claas Dominator, Medion a Mega nad vytrásadlem uloženy prstové kývavé čechrače (viz obrázek 43).

Natřásáním a posuvem



Obrázek 43 - Prstové kývavé čechrače



Obrázek 44 - Buben s výsuvnými prsty MSS Claas

U strojů John Deere WTS je nad vytrásadlem uložen buben s výsuvnými prsty, systém Power Separator přimáčkne a uvolní hrubý omlat, zároveň zrychlí jeho tok, tím je zvýšen separační účinek. Buben s výsuvnými prsty uložený nad vytrásadlem využívá také Claas Lexion 510-560 (viz obrázek 44). Deutz-Fahr 8XL měl čtyřbubnový mláticí mechanismus se dvěma rotačními separátory a separační mechanismus z osmidílného děleného vytrásadla, které bylo o půl metru širší než mláticí buben [3].

U strojů John Deere WTS je nad vytrásadlem uložen buben s výsuvnými prsty, systém Power Separator přimáčkne a uvolní hrubý omlat, zároveň zrychlí jeho tok, tím je zvýšen separační účinek. Buben s výsuvnými prsty uložený nad vytrásadlem využívá také Claas Lexion 510-560 (viz obrázek 44).

Některé sklízecí mlátičky jsou vybaveny tzv. odlehčenými vytrásadly (viz obrázky 38 a 39). Od klasických vytrásadel se liší tím, že nemají dno. Separovaná zrna tak padají na kývně uloženou spádovou desku, ze které se zrna dostávají na horní síto. Odlehčená vytrásadla jsou silově namáhaná méně než klasická.

Zvyšování výkonnosti u vytrásadlových sklízecích mlátiček naráží na výrazná omezení. Základní omezení je v požadavcích na růst rozměrů stroje. Předpisy pro provoz na pozemních komunikacích rozměry jasně definují a pokud jsou překročeny, je povolován provoz na základě výjimek. Zatím maximum v počtu vytrásadel dosáhly stroje s osmi vytrásadly produkované v dánském Randers (AGCO) [8].

Pro porovnání jsou v tabulce 1 uvedeny základní rozměry mláticích ústrojí vybraných modelů tangenciálních sklízecích mlátiček.

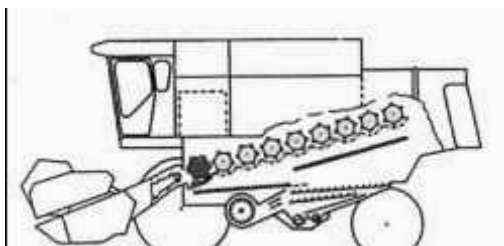
Tabulka 1 - Přehled vybraných údajů tangenciálních sklízecích mlátiček

Model	JD WTS 9680	NH CS 6080	Fendt 8350 AL	NH CX 880	Claas Lexion 560	Deutz- Fahr 5690 HTS	John Deere T 670
Šířka mláticího bubnu [mm]	1670	1560	1680	1560	1700	1521	1670
Průměr mláticího bubnu [mm]	660	607	600	750	600	600	660
Počet mlátek	10	8	8	10	8	8	10
Úhel opásání mláticího koše [°]	116	121	128	111	142	121	116
Plocha mláticího zařízení [m ²]	1,25	1,04	1,06	1,18	1,26	1,13	3,36
Rozsah otáček [ot.min ⁻¹]	350 ÷ 950	400 ÷ 1140	-	305 ÷ 905	362 ÷ 1050	420 ÷ 1250	450 ÷ 990
Počet kláves vytrásadel	6	6	8	6	6	6	6
Plocha vytrásadlové separace [m ²]	10,45	6,45	6,68	5,93	9,85	8,8	-

3.6.3 Hybridní systémy s rotačními separátory

Vysoké denní výkonnosti – 300 – 500 t pšenice podle podmínek sklizně – se již nedá dosahovat s vytrásadlovými sklízecími mlátičkami. Zvyšování výkonnosti sklízecích mlátiček jde u většiny výrobců cestou náhrady vytrásadel rotačními separátory [8].

Hybridní sklízecí mlátičky mají mláticí mechanismus tangenciální, ale vyřasadlo je nahrazeno rotačním separačním mechanismem. Jedním z prvních takových strojů byl Claas Dominator CS (Commandor CS), vyráběný v letech 1981-1996, za mláticím bubnem měl umístěno osm tangenciálních separátorů (viz obrázek 45).



Obrázek 45 - Tangenciální separátory Claas Dominator

modelech BS 5110 a BS Z110.

Podobný systém nabízel také polský Bizon na

Na strojích New Holland TF (1982-2002) byl mláticí mechanismus tangenciální s



Obrázek 46 - Mláticí a separační mechanismus New Holland TF

obrázek 46).

rotačním separátorem, za ním byl příčně uložený axiální separační rotor, který rozdělí tok hrubého omlatu do dvou proudů a chvilkově změní tangenciální průchod v axiální kolmo na směr jízdy stroje, za rotorem jsou ještě odmítací bubínky (viz

V roce 1991 představil John Deere nový typ sklízecí mlátičky CTS s axiálním



Obrázek 47 - Systém výmlatu a separace John Deere

dvourotorovým separačním mechanismem. Mláticí mechanismus je tangenciální dvoububnový, za ním je další buben po jehož horním obvodu je hrubý omlat dopravován na dvojici podélných axiálních separačních rotorů excentricky uložených v separačním koši (viz obrázek 47). Mláticí a separační mechanismus mlátiček používají modely John Deere 9780i CTS, 1650 CTS, 3518 CTS aj.



Obrázek 48 - CLAAS HYBRID SYSTEM samostatném separačním koši. Sloučením APS a ROTO PLUS vznikl CLAAS HYBRID

SYSTÉM (viz obrázek 48) [3].

U typů Claas Lexion 470, 480, 570, 580, 600 je používán mláticí mechanismus tříbubnový APS, o separaci se starají dva podélné axiální rotory ROTO PLUS, každý z nich je excentricky uložen ve svém

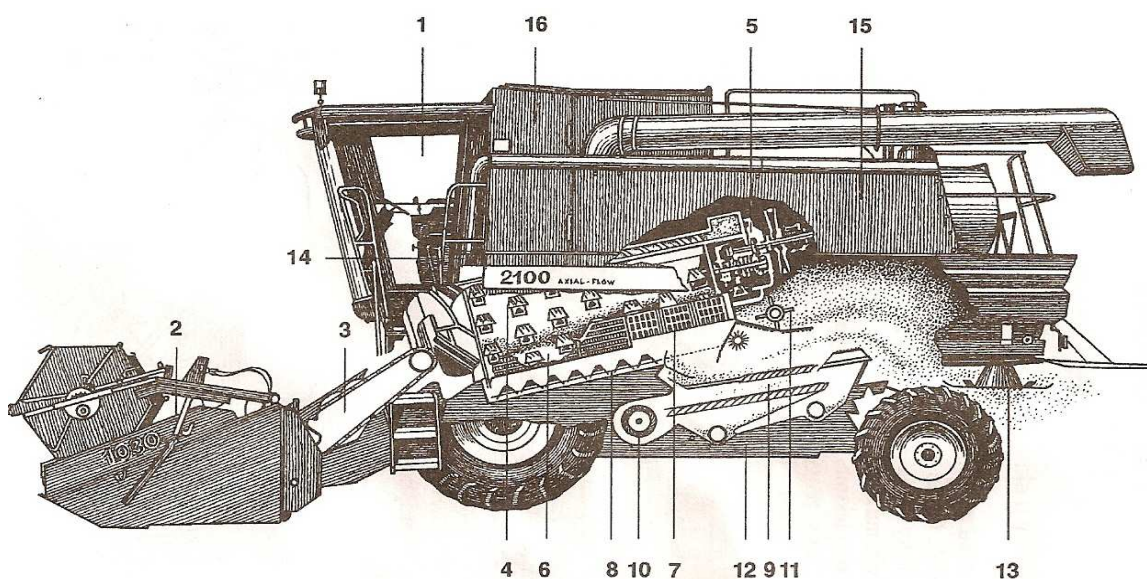
Pro porovnání jsou v tabulce 2 uvedeny základní rozměry mláticích ústrojí vybraných modelů hybridních sklízecích mlátiček.

Tabulka 2 - Přehled vybraných rozměrů hybridních sklízecích mlátiček

Model	New Holland TF 78	John Deere CTS 9540	Claas Lexion 600
Šířka mláticího bubnu [mm]	1560	1400	1700
Průměr mláticího bubnu [mm]	606	660	600
Počet mlátek	10	8	8
Úhel opásání mláticího koše [°]	101	116	142
Plocha mláticího zařízení [m ²]	2,56	1,05	1,26
Rozsah otáček [ot.min ⁻¹]	385 - 1140	-	395 - 1050
Délka (šířka), průměr rotačního separátoru [mm]	(2840)/ 0,70	3400 / 502	4200 / 445
Otáčky rotačního separátoru [ot.min ⁻¹]	651 / 343	570 / 740	962 / 800 640 / 500

3.6.4 Axiální mláticí ústrojí

U axiální sklízecí mlátičky (viz obrázek 49) se sklizená hmota žací lištou (2) a šikmým dopravníkem (3) přivádí do axiálního mláticího ústrojí integrovaného se separačním ústrojím (4). Toto ústrojí je poháněno od motoru (15) převodovkou s plynulou změnou otáček (5).



Obrázek 49 - Sklízecí mlátička s axiálním mláticím ústrojím

Posun hmoty do mláticího ústrojí se děje šroubovým pohybem, a to vtahováním do mezery mezi rotorem a válcovým košem. Proto je začátek mláticího bubnu opatřen vkládacími lopatkami se šroubovým zakřivením. Přední díly integrovaného axiálního ústrojí jsou funkčně mláticí sekcí a zadní díly patří do separačních sekcí. Šroubovitě vodící lišty na válcovém koši a částečně šroubovitě lišty na rotoru posunují hmotu axiálním směrem. Sláma ze stroje vystupuje značně rozrušená a ve zkrácených délkách a z konce koše je rozhazována na pole

prvkem, který má schopnost odlučovat zbylá zrna ze slámy. Funkci mláticího bubnu i separátoru vykonává rotor s plným opásáním válcovým košem, který je zpočátku mláticí (6) a později přechází v koš separační (7). Jemný omlat je několika šnekovými dopravníky (8) dopraven do čistidla. Z hlediska hmotnostního toku rozeznáváme čtyři oblasti spolupůsobení: vtahování hmoty, výmlat, odlučování zrna a výstup slámy. Sláma je usměrňována odmítacím bubnem ven ze stroje. Odmítací buben je u novějších strojů často nahrazován drtičem (11). Obvodová rychlost rotoru při výmlatu i rychlost posunu a protahování hmoty v mezeře mezi rotorem a sekcemi koše je podstatně delší než u tangenciálních soustav. U axiálního výmlatu se hmoty pohybuje nižší a axiální rychlostí. Vrstva slámy je vyšší, protože i mezera mezi košem a rotorem je konstrukčně větší. Uvolnění zrna z klasů nastává po silném rázovém zatížení se zrychlením v oblasti vtahování, kde je velké tření. Současně zde působí tlumící účinek vrstvy slámy, a proto je prostředí pro volné zrno šetrnější. Převážní část zrna je oddělena z klasů v oblasti výmlatu, ale protože ve válcovém koši není separace vždy rovnoměrná, je přechod omlatu do čisticího ústrojí také nepříznivě ovlivňován nerovnoměrnostmi. Odlučování zrna v oblasti separačního axiálního ústrojí podporují odstředivé síly. Omezení separace zrna také existuje a je dáno, i při tenčí vrstvě slámy oproti vytřásadlovému provedení, nízkým stupněm načechrání. Separací schopnost zůstává zachována i při přetížení. Ztráty zrna stoupají s rostoucí průchodností jen mírně. Ale při nízké průchodnosti a malém množství slámy se v relativně velké mezeře mezi rotorem a košem sklizená hmota nezpracovává dosti intenzivně a ztráty mohou být vysoké. Potřebný příkon na mlácení i separaci je u axiálních mechanismů vyšší. Vlivem třecích sil se sláma více drtí a čisticí ústrojí je více zatěžováno [2].



Obrázek 50 - Axiální rotor Case IH Axial-Flow

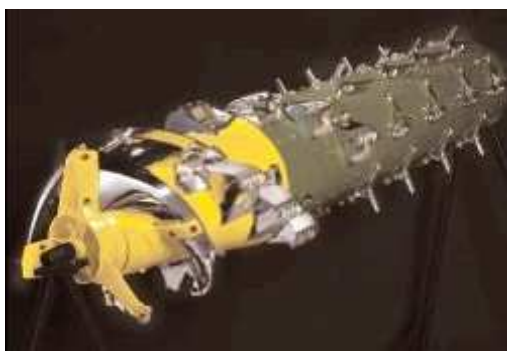
Axiální mechanismus s jedním podélným rotorem, je nejčastěji používaný u rotačních sklízecích mlátiček. Od roku 1977 je používán na mlátičkách Case IH Axial-Flow (viz obrázek 50).

V roce 1979 představil White velmi propracovanou rotační mlátičku 9700. Konstrukce tohoto axiálního mechanismu je používána dodnes u strojů AGCO: Massey Ferguson 9690, 9790, 9895, Challenger 660, 670, 680B a Gleaner A65, A75, A85, v našich podmínkách je znám typ Massey Ferguson 8780 (viz obrázek 51).



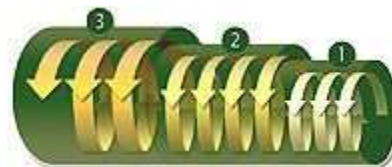
Obrázek 51 - Rotor sklízecích mlátiček AGCO

Velmi zajímavá je konstrukce axiálního mechanismu u mlátiček John Deere STS (viz



Obrázek 52 - Rotor John Deere STS načechráván [3].

obrázek 52), mláticí část rotoru má menší průměr než separační, rotor je excentricky uložen v separačním koši tak aby byl v dolní části koše mlácený materiál stlačován a v horní naopak uvolňován a



Obrázek 53 - Průměry separačního koše John Deere STS

Separací koš má tři různé postupně se zvětšující průměry (obrázek 53). Plnicí část (1) s nejmenším průměrem, následuje mláticí část (2) s větším prostorem a patnácti vytíracími elementy a poslední separační část (3) [8].

Na výstavě SIMA 2005 byla představena firmou Rostselmaš nová koncepce



Obrázek 54 - Axiální mechanismus Rostselmaš

hlavně v dlouhé vlhké slámě. Předpokládá se i snížení měrné spotřeby paliva strojů s tímto mláticím ústrojím [8].

jednorotorového axiálního mechanismu, u kterého se neotáčí pouze rotor, ale v protisměru i koš (viz obrázek 54). Tato konstrukce poskytuje šetrnější výmlat díky větší mezeře mezi bubnem a košem a má také přinášet výhody při práci ve vlhkých podmínkách, což může přinést širší rozsah využití,

Axiální mechanismus se dvěma podélnými rotory je používám na strojích New Holland TR/CR (viz obrázek 55). New Holland byl první světový sériový výrobce rotačních



Obrázek 55 - Dva podélné rotory New Holland CR

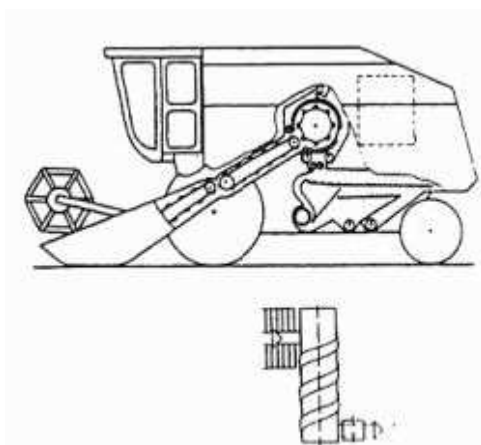
mlátiček, v roce 1975 začala výroba prvního dvourotorového typu TR 70, v roce 2002 je série TR nahrazena novou řadou CR. Rotor o délce 2,63 m se skládá z vtahovací části, za ní následuje asi 70 cm dlouhá mláticí část a poté separace s celkovou plochou 3,06 m². Za rotory je uložen odmítací buben o průměru 400 mm a úhlem opásání 54 stupňů, který zajišťuje přidavnou separaci.

V roce 1996 představil MDW zcela revoluční sklízecí mlátičku ARCUS, která měla dva podélné axiální rotory umístěné v místech kde se obvykle nachází šikmý dopravník, za rotory byl ještě příčný rotační separátor s axiálním průchodem (viz obrázek 56). Tzv. SRS-SYSTEM (Schacht-Rotor-System) použitý na mlátičce MDW Arcus (Case IH Arcus 2500).



Obrázek 56 - SRS - SYSTEM MDW ARCUS

Axiální mechanismus s jedním příčným rotorem byl poprvé použit na sklízecích mlátičkách Allis Chalmes Gleaner N v roce 1978, mlácený materiál vykoná v mechanismu axiální pohyb kolmo na směr jízdy stroje (obrázek 57).



Obrázek 57 - Schéma Allis Chalmes

V současné době tento systém s příčným axiálním rotorem nabízí v rámci koncernu AGCO americká firma Gleaner na typech R65 a R75 [3].

Pro porovnání jsou v tabulce 3 uvedeny základní rozměry mláticích ústrojí vybraných modelů axiálních sklízecích mlátiček.

Tabulka 3 - Přehled vybraných rozměrů axiálních sklízecích mlátiček

Model	Case AFX 8010	Chalenger 670	John Deere STS 9880	New Holland CR 9080
Průměr mláticího rotoru [mm]	763	700	750	559
Délka rotoru [mm]	2612	3560	3130	2638
Úhel opásání mláticího koše [°]	180	-	-	84
Plocha mláticího zařízení [m ²]	1,1	1,42	1,1	3,06
Rozsah otáček [ot.min ⁻¹]	220 ÷ 1200	-	-	-
Počet rotorů	1	1	1	2

3.7 Přehled a konstrukce čistidel

Na čistidlo sklízecí mlátičky (viz obrázek 58) postupuje jemný omlat propadlý mláticím košem a jemný omlat propadlý roštovým sítím separátoru. Propad mláticím košem obsahuje vysoký podíl uvolněného zrna (až 90 %) a zbytek tvoří plevy, úlomky slámy, klasů plevelných rostlin a nedomlatky. Propad separátorem obsahuje volné zrno a slamnaté příměsi, kterých bývá do 50 %. Na čistidle se má oddělit z jemného omlatu zrno, které má být co nejčistší (čistota nejméně 97 %), nepoškozené, ztráty v plevách a úhrabcích mají být minimální (do 0,5 %). Jde o obtížný úkol, protože složení jemného omlatu není stálé, mění se podle hmotnostního průtoku, slamnatosti, vlhkosti, zaplevelení sklizeného obilního porostu a také podle konstrukce a seřízení mláticího ústrojí a separátoru [1].

3.7.1 Části a pracovní proces čistidla

Čistidlo sklízecích mlátiček se skládá ze vzduchové části, dopravní části (vynášecí stupňovité desky, soustavy šneků) a sítové skříně, která má v horní části úhrabečné síto a ve spodní síto zrnové. Čistidlo je uloženo ve spodní části mlátičky.

Ve vzduchové části je ventilátor, který vytváří proud vzduchu a tlačí ho vzduchovým potrubím do prostoru sítové skříně. Ventilátor může být radiální, axiální nebo diametrální.

Stupňovitá vynášecí deska je před sítovou skříní a navazuje na horní úhrabečné síto. V čistidle axiální mlátičky dopravu jemného omlatu provádí soustava šneků.

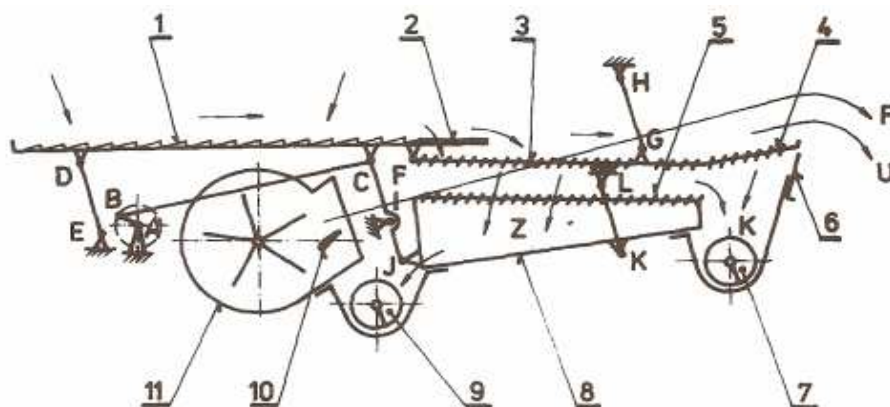
Sítová skříně má stavitelná síta – žaluziová nebo výjimečně žaluziová zaháčkovaná. U starších strojů je zrnové síto výměnné – s lisovanými otvory.

Kývavý pohyb stupňovité vynášecí desky a síty je odvozen od klikového mechanismu nebo excentrů.

Pracovní proces čistidla je vysvětlen u čistidla, kde stupňovitá vynášecí deska je spojena s horním sítím a spolu kývají proti směru kývání sítové skříně se spodním sítím (viz obrázek 58). Tímto uspořádáním se dosáhne vyrovnání setrvačných sil kývajících hmot. Jemný omlat propadlý mláticím košem přichází na začátek stupňovité vynášecí desky (1), jemný omlat propadlý vytrásadlem přichází na konec této desky nebo na prstový rošt (2). Jemný omlat dopravovaný vynášecí deskou se dopravou po stupních této desky rozvrství (předseparuje), zrno se setřásá dospodu vrstvy a slamnaté příměsi vzlínají nahoru. Aby omlat nesjížděl při jízdě stroje po vrstevnici k jedné straně, je deska, stejně jako síta, podélně rozdělena 4 až 6 lištami. Jemný omlat přechází z vynášecí desky na její prstový rošt, který je buď rovinný, nebo má střídavě (nahoru a dolů) vyhnuté prsty. Zrno a drobné příměsi

propadávají mezi prsty roštu na začátek horního – úhrabečného síta (3), delší příměsi jsou podrženy vzduchovým proudem a prsty roštu a usměrněny na střed horního síta. Tímto uspořádáním je začátek horního síta dostatečně zatížen a na první třetině délky síta se oddělí hlavní část zrna (80 až 95 %). Toto síto je zpravidla stavitelné, žaluziové na konci se sítem Graeplovým, které při sklizni luskovin lze nahradit sítem s lisovanými otvory.

Horní – úhrabičné síto je prodlouženo klasovým nástavcem (4), stavitelným



Obrázek 58 -Čistidlo sklízecí mlátičky

žaluziovým nebo Graeplovým či prutovým, s měnitelným sklonem nebo je nástavec pevně spojen se sítem. Spodní – zrnové síto (5) je stavitelné žaluziové nebo vyměnitelné s lisovanými otvory. Jeho sklon lze měnit. Vynášecí deska s horním sítem je kyvně zavěšena na závěsech (DE a GH) s pryžovými silentbloky, síťová skříň (8) se spodním sítem je zavěšena na dvouramenných pákách (CJ) a závěsech (KL). Pohon je řešen hřídelí s klikami nebo excentry (AB) se dvěma ojnicemi (BC) a dvěma dvouramennými pákami (CJ) na bocích čistidla. Kývání vynášecí desky zajišťuje mechanismus ABCDE, kývání horního síta mechanismus ABCFGH, síťové skříň ventilátorem (11) a usměrňovaným klapkou (10) nebo posuvným hradítkem (6) na zadní straně žlabu kláskového šneku (7).

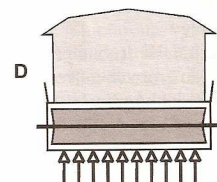
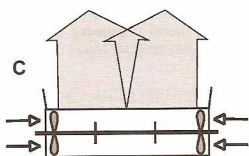
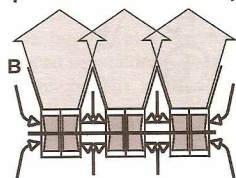
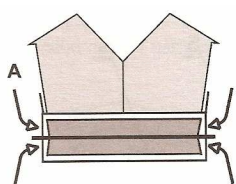
Horním (úhrabečným) a spodním (zrnovým) sítem propadává zrna a další drobné příměsi (například semena plevelů) a tento propad postupuje po dně síťové skříň do zrnového – velkého šneku (9) dopravníku zrna a tím do zásobníku zrna. Proud vzduchu odnáší lehké příměsi zvané plevy (prach, plevy, jemné úlomky slámy) ve směru šipky (P) ven ze stroje. Větší částice jemného omlatu nepropadlé úhrabečným sítem postupují na klasový nástavec, kterým propadá zbylé zrna, nedomláčené části klasů a další příměsi (K). Po klasovém nástavci postupuje ven ze stroje materiál, který nepropadl úhrabečným sítem ani klasovým nástavcem, tj. větší úlomky slámy a plevelných rostlin, vymláčené klasy, tedy materiál zvaný úhrabky (U). Přepad zrnového síta se spojí s propadem klasového nástavce a postupuje do

kláskového – velkého šneku (7) dopravníku klásků, kterým je dopraven do mláticího (přímo nebo přes odmítací buben) nebo do domlacecího ústrojí. Neobsahuje-li tento materiál nedomlatky, může být u některých strojů dopraven na začátek vytrásadla. U nových sklízecích mlátiček je na boku čistidla domlaceč klásků, který mlátí a dopravuje klásky na začátek čistidla. Je-li ve vracející se hmotě jen volné zrno pracuje domlaceč pouze jako dopravník. Z pracovního procesu je patrné, že v čistidle sklízecích mlátiček nelze oddělit drobné příměsi (semena plevelů), protože čistidlo nemá plevelové síto. Oddělení je možné až na stacionárním pracovišti v předčističkách nebo čističkách [1].

3.7.2 Ventilátor

Ventilátor je zdrojem vzduchového proudu a podle konstrukce může být radiální jednodílný, radiální vícedílný, axiální a diametrální (viz obrázek 59).

Radiální jednodílný (A) má zpravidla 5 a 6 lopatek, které jsou rovné nebo mírně zahnuté. Nasává vzduch z boků mlátičky. Při větších šířkách ventilátoru je velká nerovnoměrnost v rychlosti vzduchového proudu ve středu výtlačného potrubí.



Obrázek 59 - Typy ventilátorů

sacích otvorů clonami nebo častěji změnou otáček rotoru ventilátoru pomocí variátoru [1].

Radiální vícedílný (B – třídílný) má na jedné hřídeli v podstatě více samostatných ventilátorů, kde se vzduch nasává nejenom z boku mlátičky, ale i z prostoru mezi jednotlivými ventilátory. Tyto ventilátory mohou mít rotor rozdělený na polovinu a tím se usměrňuje nasávaný vzduch rovnoměrně do výtlačného ústí, kde dochází k překrytí vzduchového proudu od jednotlivých ventilátorů.

Axiální ventilátor (C) má na každé straně hřídele 6 až 12 listovou vrtuli, která nasává vzduch z boků mlátičky. Na hřídeli jsou dále dva usměrňovací kotouče, které mění smysl vzduchového proudu o 90° do výtlačného potrubí ventilátoru. Na rovnoměrnost vzduchového proudu má vliv průměr a poloha usměrňovacích kotoučů.

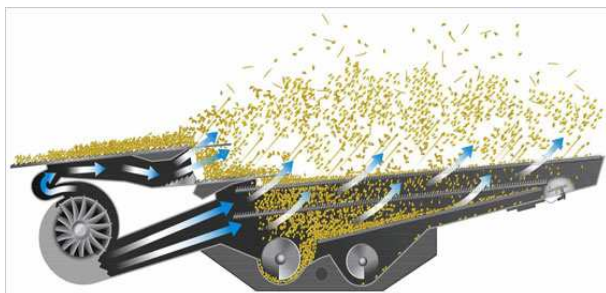
Diametrální ventilátor (D) má na rotoru zahnuté lopatky, které nasávají vzduch po celé šířce ventilátoru sacím otvorem a na opačné straně ho vytlačují do výtlačného potrubí.

Množství vzduchu a tedy i rychlost vzduchu lze měnit škrcením

3.7.3 Trendy ve vývoji čistícího ústrojí

Vysoké mláticí a separační výkonnosti se musí přizpůsobit také výkonnost čistidel. Plevy a zbytky slámy je třeba oddělit od zrna také za těžkých pracovních podmínek (velké množství slámy, vlhká hmota). Přitom je žádoucí, aby náročnost seřízení čistidel byla co nejmenší. Problémům kvality čištění, zvláště u mlátiček s rotačním separačním ústrojím, věnují výrobci velkou pozornost.

Firmy John Deere (systém Quadra Flo) i Claas (systém Jet Stream) nabízí obdobné



Obrázek 60 - Claas Jet Stream

řešení. Zvýšení účinnosti čistidel je dosaženo zvětšením výkonnosti ventilátoru a přidáním kanálu, který přivádí proud vzduchu k prstovému prodloužení spádové desky. Princip je patrný z obrázku (viz obrázek 60). Tím dochází k odstranění části

plev a zbytků slámy a k odlehčení horní síta. Systém Jet Stream, který se dodává na modely Claas Lexion s rotačními separátory (modelové řady 570, 580, 600), přináší nejen úpravu vzduchových kanálů, ale i vylepšení ventilátoru a novou koncepci jeho pohonu. Výsledkem je vyšší tlak a zlepšení rovnoměrnosti distribuce vzduchu. Otáčky ventilátoru se plynule regulují z místa řidiče. Jet Stream přináší také novou, dělenou spádovou desku a zvětšení plochy žaluziových sít s možností jejich elektrického přestavování [8].

3.7.4 Svahové vyrovnávání mlátičky

Tyto mlátičky mají různými konstrukčními úpravami zvětšený úhel svahové použitelnosti, takže mají často problém se svahovou dostupností. Svahová dostupnost se zvětšuje větším rozchodem předních i zadních kol (dvojmontáží), svislým paralelogramovým zavěšením hnacích kol, snížením těžiště. Svahová použitelnost se zlepšuje různými konstrukčními úpravami jednotlivých mechanismů pro zlepšení práce na svahu nebo se vyrovnávají všechny mechanismy mlátičky [1].

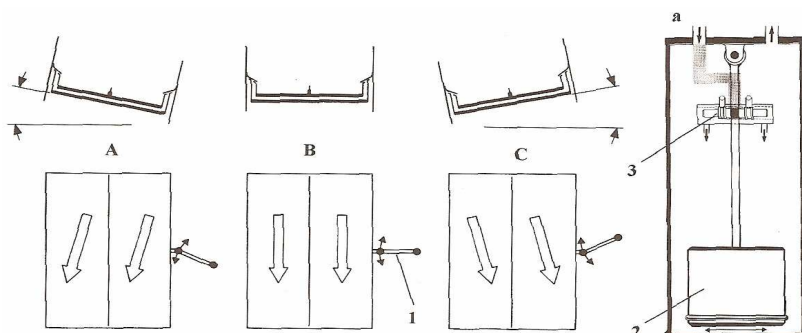
3.7.4.1 Vyrovnávání čistidel

Hlavním směrem vývoje posledních let je omezovat vliv práce sklízecí mlátičky na svahu na činnost čistidel. Prakticky se prosadily tři principy.

Firma Claas uplatňuje tzv. systém 3-D, jehož podstatnou je boční impuls, který je kombinován s podélným kmitáním horního síta. Tímto řešením se čištěná směs (omlat) vrhá

ve směru stoupajícího síta dozadu, zároveň však i bočně proti sklonu svahu. Výhodou je úspora dělicích lišt, rovnoměrné rozložení zrnové směsi, snadnější přístupnosti sít [5].

Horní síto se pohybuje ve třech směrech a to s konstantní dráhou dopředu, dozadu i nahoru, dolů a navíc proměnlivou dráhou do strany proti svahu, která se automaticky zvětšuje do 12° (20 %) svahu pozice A, C (viz obrázek 61). Pohyb síta do strany rovnoměrně rozděljuje



Obrázek 61 - Princip činnosti vyrovnávání horního síta 3-D Claas

táhlem (1) kloubově připojeným k sítu a druhý jeho konec mění svoji polohu. V rovině (B) je táhlo kolmé a na svahu (A,C) se střídavě natáčí řídicí jednotkou (a). Řídicí jednotkou je mechanické kyvadlo, ve skříni naplněné olejem k tlumení pohybu kyvadla. Kyvadlo v horní části ovládá hydraulický rozvaděč (systém 3D) nebo kontakty elektrického obvodu. Celá řídicí jednotka je udržována za pomoci pístového dvojčinného hydromotoru stále ve svislé poloze. Ve všech případech je vyrovnávání skříně i přidání pohybu automatické a plynulé [1].

jemný omlat po celé šířce síta, neboť se omlat pohybuje proti příčnému sklonu síta. Čím větší sklon, tím je dráha pohybu síta proti svahu větší. Pohyb síta proti svahu je vyvozen

Systém výkyvných sít čistidel používá firma New Holland a Deutz-Fahr. Vliv příčného svahu se vyrovnává vychýlením čistidla, přičemž maximální možnost vyrovnání je v rozmezí od 17 % do 23 % svahu.

U sklízecích mlátiček New Holland se vychyluje celé čistidlo, včetně ventilátoru a kláskového šnekového dopravníku. U nejnovějších typů sklízecích mlátiček New Holland se v současné době používá horní síto dělené a proti svahu se vyrovnávají jednotlivé díly síta (viz obrázek 62). Jednotlivé díly horního síta jsou odděleny vysokými lištami, které zabraňují



přepadávání čišťené směsi ve směru svahu. Podle svahu lze regulovat svodné lišty i rozteče lamel jednotlivých dílů síta.

Obrázek 62 - Svahové vyrovnávání čistidel New Holland CS

Další výrobci nabízejí jednodušší a levnější systémy označované někdy jako „past na zrno“, někdy jako Slope Control (např. Massey Ferguson), nebo Slope efficiency systém (např. John Deere). Jde v podstatě o prutové shrnovače v rozích horního síta. Kromě toho se doporučuje vyjmutí určitého dílu sít, aby se snížilo jejich zatížení.

Propadlý omlat se potom dopravuje dopravníkem klásků do mláticího ústrojí [5].

3.7.4.2 Vyrovnání mlátičky

Mlátička může být vyrovnána podélně (jízda po a proti spádnici), příčně (jízda po vrstevnici, podélně i příčně (jízda v libovolném směru).

Podélné vyrovnávání pracuje v malém rozsahu při jízdě z kopce (5 %) a větším

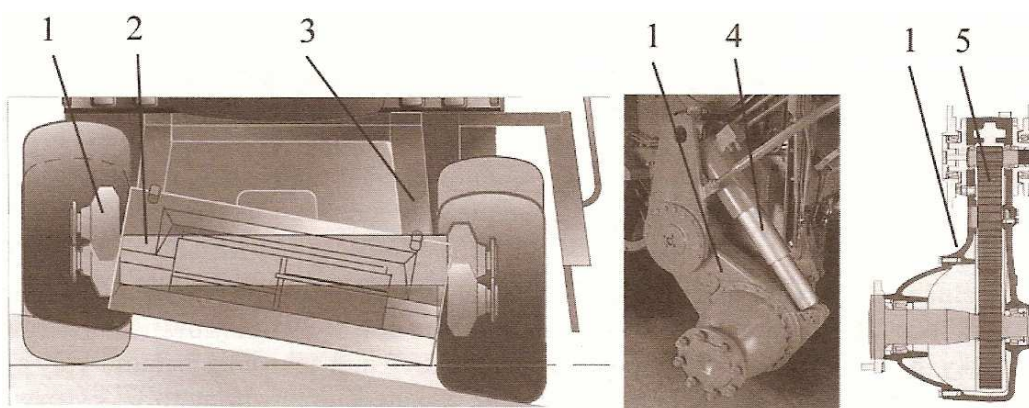


rozsahu při jízdě do kopce (20 %). Sestává se ze speciálního rámu upevňovaného za zadní částí rámu mlátičky. K němu je výkyvně připojen trojúhelníkový rám se dvěma zadními koly a dvěma přímočarými hydromotory. Podélné vyrovnávání uskutečňují hydromotory s rozvaděčem ovládaným kyvadlem nebo pákou (ne automaticky), které jsou zapojeny

Obrázek 63 - Svahová mlátička Laverda v samostatném obvodu hydraulické podsoustavy řídicích a ovládacích mechanismů. Na obrázku 63 je zachycena svahová mlátička Laverda 255 AL 4WD, jejíž systém umožňuje podélné vyrovnání při jízdě do kopce se stoupáním 40 %. Je-li podélné vyrovnávání kombinováno např. úpravou síta 3-D může sklízecí mlátička jezdit v libovolném směru po svahu [1].

Příčné vyrovnávání umožňuje větší svahovou dostupnost při jízdě po vrstevnici do 27 % (12°), ovšem za cenu konstrukčních úprav na žací válu i podvozku mlátičky. Žací vál má stejně, jako u některých sklízecích mlátiček, vzhledem ke komoře velký rozsah kopírování 24 % (11°). Proto pro práci na svahu nevyžaduje další úpravu. Tyto mlátičky mohou mít na vstupním otvoru komory šikmého dopravníku dvoje řešení připojení žacího válu buď přímo ke komoře (horší utěsnění a menší výkyv) nebo na rám (vložku) otočně uložený ke komoře (lepší utěsnění, větší výkyv). Příčný výkyv válu vzhledem ke komoře šikmého dopravníku (3) umožňují 1 nebo 2 hydromotory, které jsou uloženy na boku pevné části komory. Žací vál kopíruje povrch pole pomocí 2 až 4 stavitelných plazů v podélném i příčném směru. V příčném směru žací vál kopíruje povrch pole nuceně, a to podle vychýlení plazů – čidel. V podélném směru se žací vál spolu s komorou šikmého dopravníku zvedá dvěma přímočarými hydromotory (hydraulickými válci pod komorou) a při práci se odlehčuje dvěma mechanickými nebo hydropneumatickými pružinami (tlumiči) u hydraulických válců.

Podvozek stroje, stejně jako žací vál, umožňuje práci na svahu (viz obrázek 64), kde se mlátička příčně vyrovnává do vodorovné polohy, a to jen při jízdě po vrstevnici. Vyrovnání umožňují výkyvné koncové převody kola, které jsou natáčené hydromotorem (4).



Obrázek 64 - Systém příčného vyrovnávání sklízecí mlátičky Laverda

Oba koncové převody (1), poháněné hnacím hřídelem (6) a převodovými koly (5), jsou na nápravě (2) uloženy otočně a spolu s rovinou terénu tvoří paralelogramový mechanismus udržující pojezdová kola na svahu ve svislé poloze, čímž se zvětšuje stabilita stroje. Točivý moment se na otočné koncové převody a hnací kola přenáší bez výsuvných kloubových hřídelí. Příčné vyrovnávání má velmi příznivý vliv na větší výkonnost (hmotnostní průtok) sklízecí mlátičky, menší ztráty zrna za separátorem a čistidlem, menší opotřebení ložisek a hřídelí v důsledku vodorovné polohy mlátičky, možnost většího naplnění zásobníku zrna, který je ve vodorovné poloze, větší pohodlí obsluhy stroje, větší bezpečnost stroje při práci [1].

Příčné a podélné vyrovnávání umožňuje libovolný směr jízdy po svahu a většina výrobců sklízecích mlátiček v Evropě i v Americe volí tento systém jako modifikaci některého typu standardních mlátiček, většinou s menším hmotnostním tokem a větší svahovou dostupností (40 %, 22°). Při konstrukční úpravě se spojují výše popsané principy podélného a příčného vyrovnávání mlátičky. K pohonu pojezdových kol jsou používány kromě mechanických převodů i hydropohony s hydromotory v jednotlivých kolech, které jsou k tomuto účelu vhodné [1].

3.8 Drtiče slámy a rozmetače plev

Využívání nových, především minimalizačních technologií při zakládání porostu přináší nejen úspory energie, ale přináší také změnu pohledu na operace prováděné při sklizni předplodiny.

Důvodem změny pohledu na sklizeň předplodiny je nutno zajistit, aby pozemek po sklizni předplodiny byl v požadovaném stavu: požadovaný stav je takový, kdy je buďto úplně odstraněná sláma a plevy jsou rovnoměrně rozvrstveny po celém jeho povrchu, nebo v případě ponechání slámy na pozemku je nutné zajistit její rovnoměrné pořezání a rozvrstvení. Tyto požadavky musí splnit drtiče slámy a rozmetače plev, které se z přídatných zařízení sklízecí mlátičky stále častěji stávají její integrální [9].

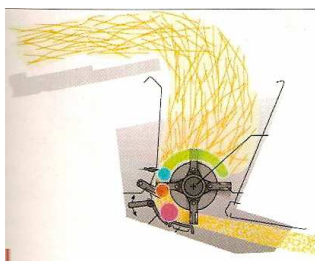
3.8.1 Konstrukce a funkce drtičů a metačů plev

Z konstrukčního hlediska se rozdělují drtiče slámy na drtiče se svislou a vodorovnou osou rotace. Drtiče se svislou osou rotace, bývají řešeny jako vícerotorové se čtyřmi až šesti noži na rotoru. Nože se pohybují ve vodorovné rovině. Slámu vyřezávají z vytrásadel částečně drtí a současně rozhazují na šířku záběru sklízecí mlátičky. Tento typ drtiče je používán v oblastech s nízkým výnosem slámy. Drtiče tohoto typu jsou používány například u amerických sklízecích mlátiček [9].

Drtiče s vodorovnou osou rotace jsou jednorotorové drtiče. Sláma, která je přiváděna k rotoru s noži, je průchodem mezi noži a protiostrím řezána, drcena, trhána a následně odhazována k rozmetacímu ústrojí, který ji rozmetává po pozemku. Drtiče s vodorovnou osou rotace jsou používány u evropských sklízecích mlátiček, a proto je dále pojednáno právě o nich. Z funkčního hlediska lze celý drtič slámy rozdělit na několik funkčních skupin. Hlavním funkční skupinu tvoří řezačka, která zajišťuje vlastní řezání a současně svou prací ovlivňuje i rozhoz pořezané slámy. Na řezačku navazuje rozmetací ústrojí pořezané hmoty. Významnou součástí drtičů slámy představuje rozmetač plev, který je řešený jako samostatně pracovní ústrojí, ale u některých typů sklízecích mlátiček je koncipován jako integrální součást drtiče slámy. Rozmetače plev mohou svou činností ovlivňovat práci řezačky, ale častěji rozmetacího ústrojí slámy. V konstrukci drtičů slámy a rozmetače plev se užívá často modulový systém uspořádání, který pomůže vhodně zajistit potřeby uživatele sklízecí mlátičky.

Princip činnosti drtiče slámy je patrný ze schématu (viz obrázek 65). Sláma je přiváděna od vytrásadel, rotačních separátorů nebo popřípadě z axiálního mlátičového ústrojí do prostoru drtiče nad rotor s noži. Odtud se dostává přímo k rotoru s noži. Pohybující se nože

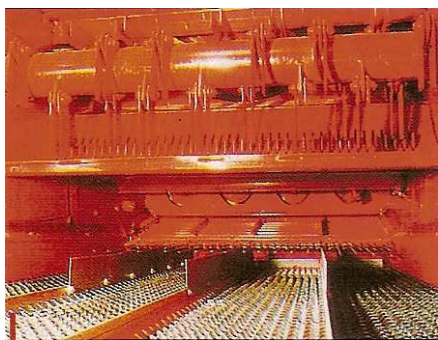
dělí slámu ve „vodorovném řezu“, to znamená průchodem slámou. Dále sláma prochází mezi



Obrázek 65 - Činnost drtiče

noži a protiostrím. Zde je sláma rozřezána na délku, která závisí na rozteči mezi noži na protiostrí a také na počtu nožů na rotoru. U většiny typů drtičů je rozdrčený materiál odváděn dále přímo k rozmetacímu ústrojí. Některé typy drtičů mají v prostoru před protiostrím přidánu příčnou lištu, „příčné ostrí“. Účelem této lišty je napomáhat pořezání stébel tím, že přibrzdí a mění směr pohybu stébel, která se pohybují v podélném směru vzhledem k nožům rotoru. U některých typů drtičů může být hmota po průchodu protiostrím přiváděna dále k příčně rýhovanému (řeznému) nebo vroubkovanému dnu. Tyto prvky zpomalují rychlost pohybu hmoty za řezačkou a napomáhají zlepšení kvality řezání tím, že hmota za řezačkou je dále drcena a štěpena [9].

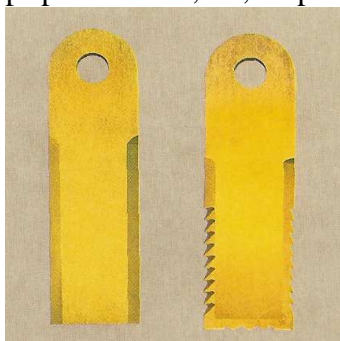
Základní funkční částí drtičů slámy je vlastní řezačka slámy. Řezačka se skládá



Obrázek 66 - Drtič axiální mlátičky

z rotoru s pevnými nebo pohyblivými noži a protiostrí (viz obrázek 66). Počet nožů na rotoru je různý podle výrobce a typu řezačky. Je to jeden z faktorů, který ovlivňuje kvalitu drcení slámy. Efektivního drtícího účinku je dosaženo pomocí 4, 6 nebo 8 řad nožů, které současně mohou vytvářet dostatečný proud vzduchu pro následný rozhoz rozdrčeného materiálu po pozemku. U drtičů sklízecích mlátiček Claas Lexion je na rotoru výkyvně

přípevněno 72, 88, respektive 108 nožů. U drtičů na mlátičkách John Deere je využíváno 48



Obrázek 67 - Drtící nože

speciálních nožů lopatkovitého tvaru společně s 20 přímými noži s pilovými čepelemi. U strojů společnosti New Holland je na rotoru umístěno 52 nebo 62 nožů. U axiální sklízecí mlátičky Case je 48 nožů. Opatření nože při práci řezačky má nejen vliv na kvalitu vlastního drcení, ale také ovlivňuje spotřebu nafty u sklízecí mlátičky. Velké opotřebení nožů může také způsobovat ucpávání řezačky, a tím snižovat její výkonnost. Ostrí nožů bývá

hladné, vroubkované (viz obrázek 67). Vroubkované ostrí zlepšuje účinnost drcení slámy. Oboustranné broušení nožů umožňuje jejich otáčení. Protiostrí bývá tvořeno pevnými noži. Počet nožů na protiostrí ovlivňuje délku řezanky. Jeho záběrový úhel bývá stavitelný. Jeho záběrový úhel bývá stavitelný. Jeho přestavením lze regulovat délku pořezané hmoty. Nože

v protiostrží bývají hladké, pro zvýšení účinnosti řezání a drcení slámy mohou být také vroubkované. Počet nožů a otáčky rotoru řezačky jsou určujícím faktorem délky řezanky [9].

Drtiče rostlinných zbytků se používají také u adaptérů pro sklizeň kukuřice na zrno. Princip těchto drtičů je popsán a znázorněn v kapitole 3.4.2.

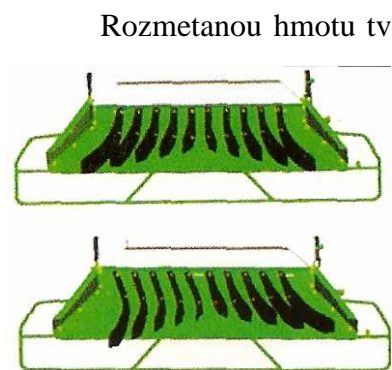
O umístění drtiče slámy na stroji rozhoduje především typ mláticího ústrojí. U sklízecích mlátiček s tangenciálním mláticím ústrojím s vytřásadly nebo separačními rotory,



Obrázek 68 - Princip drcení Case Axial Flow

bývá drtič slámy umístěn v zadní části stroje za vytřásadly nebo separačními rotory. Sláma z nich vypadává přímo do řezačky slámy. U sklízecích mlátiček s axiálním mláticím ústrojím musí být sláma dopravena prostorem nad sítý ven ze stroje. U mlátiček firmy Case je drtič slámy umístěn těsně za rotorem a plní dvě funkce (viz obrázek 68).

Provádí řezání slámy a zajišťuje její dopravu k rozmetacímu ústrojí. Sláma odcházející z mláticího ústrojí je pořezána a proudem vzduchu unášena nad sítý až do zadní části stroje k rozmetacímu ústrojí. Pokud nechceme slámu řezat a pouze ji ukládáme na řádek, sníží se otáčky řezacího ústrojí z 3500 na 750 n.min⁻¹ a protiostrží se maximálně oddálí. Sláma není řezána a pouze je odhazována k výpadovému otvoru a ukládána na řádek. Může být ukládána společně s plevami nebo se plevy rozmetají po pozemku.



Obrázek 69 - Vodící plechy

Rozmetanou hmotu tvoří rozdrcená sláma a další příměsi, které přicházejí do drtiče v podobě hrubého omlatu. Někteří výrobci řeší rozmetání této hmoty samostatně, někteří řeší rozmetání spolu se směsí plev, odcházející ze sítové skříně po předčištění jemného omlatu. Pro pracovní záběr sklízecí mlátičky do 6 m lze tento požadavek splnit s využitím pasivních rozmetacích ústrojí. Tato ústrojí rozmetají hmotu s využitím proudu vzduchu od řezačky slámy. Rozdělení hmoty a její směřování na požadovanou šířku rozhozu zajišťují vodící plechy (viz obrázek 69). U sklízecích mlátiček s vyšším záběrem je dostatečné rozhození na celou šířku řešeno pomocí systému s aktivním rozmetání [9].

V případě pasivních rozmetačů je rozdrcená hmota řezačkou urychlována a proudem vzduchu přes rozmetací plechy rozdělena do celé šířky záběru stroje jako vícenásobný paprsek. Nastavování plechů je nezbytné při reakci na podmínky sklizně (boční vítr, vlhká sláma, jízda po svahu).

Přestavení je možné ručně (přímo na rozmetači) nebo automaticky přímo z místa řidiče (v průběhu práce stroje).

U velkých pracovních záběrů a za nepříznivých podmínek nedokáží rozdělovací plechy pasivního rozmetacího ústrojí zajistit rovnoměrné rozvrstvení pořezané hmoty po



Obrázek 70 - Trychtýřový rozmetač slámy

pozemku. V případě aktivního rozmetacího ústrojí je u jednotlivých výrobců sklízecích mlátiček větší variabilita ve způsobu řešení rozmetacího ústrojí než u pasivního rozmetacího ústrojí. Trychtýřové rozmetací ústrojí je tvořeno „trychtýřem“ pod řezačkou slámy a rozdělovacím metačem s výkyvnou hubicí (viz obrázek 70). Rozřezaná sláma se v trychtýři spojí s plevami a je urychlována metačem do

výkyvné hubice. Velikost výkyvu hubice lze nastavit podle délky záběru.

Radiální rozmetače nahrazují u sklízecích mlátiček s velkým pracovním záběrem klasický pasivní rozmetač a jsou umístěny přímo u výstupu rozdrcené hmoty z řezačky. Rozmetač se skládá ze dvou rotorů, které se otáčejí od sebe a zajišťují rozhoz hmoty na celou šířku posečeného pásu. Rozmetací kotouče jsou používány u sklízecích mlátiček s axiálním mláticím ústrojím [9].

Rozmetání plev je důležitá činnost, která ovlivňuje následné zpracování půdy. U



Obrázek 71 - Rozmetač plev JD

starších mlátiček padaly plevy přímo ze sít. Na moderních sklízecích mlátičkách jsou rozmetače samostatné nebo spojené s drtičem. Rozmetání plev samostatným rozmetačem plev bývá řešeno rozmetacími kotouči, které přebírají odcházející hmotu ze sít. Rychlost kotoučů může být regulována v závislosti na množství plev. U sklízecích

mlátiček New Holland a John Deere (viz obrázek 71) je využito rozmetacích rotorů k samostatnému rozmetání plev po strništi do stran, nebo směrování plev do drtiče slámy a jejich následnému rozmetání společně s podrcenou slámou. Nevýhodou tohoto systému je zvýšené zatížení drtiče slámy další hmotou. U sklízecí mlátičky Claas Lexion s radiálním rozmetačem je přívod plev zajištěn pomocí dvou ventilátorů. U typu s trychtýřovým rozmetacím ústrojím je přívod řešen stupňovitou deskou obdobně jako přívod jemného omlatu z pod koše k sítům. Výhodou je rovnoměrné dávkování přicházejících plev k tomuto rozmetacímu ústrojí. U mlátiček New Holland CX jsou plevy dopravovány do prostoru drtiče pomocí proudu vzduchu od dvou ventilátorů. Pokud je sláma ukládána na řádek, je drtič neustále v činnosti a jsou jím o pozemku rozptylovány pouze plevy [9].

3.9 Motor a pohony

Spalovací motor přeměňuje tepelnou energii na mechanickou práci. Při této přeměně se využívá tlakové energie spalin působící na písty motoru. Přímočarý pohyb pístů se nadále přenáší na klikový hřídel, ze kterého se odebírá otáčivý pohyb pro poháněné mechanismy sklízecích mlátiček. Výkon se odebírá většinou na obou koncích klikového hřídele motoru. Motor pracuje ve zhoršených podmínkách (prašné prostředí) a proto vyžaduje dostatečnou účinnost chladicí soustavy. Celková účinnost vznětových motorů je 38 až 45 % a měrná spotřeba paliva se pohybuje v rozmezí 220 až 280 g . kW⁻¹ . h⁻¹.

Zvýšení výkonu spalovacích motorů sklízecích mlátiček se dosahuje jejich přeplňováním. K tomu se používají turbodmychadla, která jsou poháněna energií z výfukových plynů. Turbodmychadla dosahují vysokých otáček v rozmezí 50 až 100 tis. ot . min⁻¹. Vysoké otáčky turbodmychadla mají za následek zvětšení hlučnosti motoru, ale vzhledem k jeho uložení na stroji a konstrukci kabiny nemá tato nevýhoda příliš velký význam. Podstatným důsledkem zvyšování výkonu motoru přeplňováním je zmenšení rozměrů a hmotnosti motoru.

Motor bývá umístěn nad horním krytem mláticího a separačního mechanismu před zásobníkem (Claas Mega, MDW Arcus) nebo za zásobníkem. Sklízecí mlátička Sampo 2050 má motor na boku mlátičky za předním kolem. Chladič chladicí kapaliny nasává čistý vzduch z rotorového čističe, který může nebo nemusí být poháněný. Objem nádrží (200 až 650 l) se také zvyšuje.

Spalovací motory současných strojů jsou vznětové, vodou chlazené a přeplňované. Počet válců bývá podle výkonu motoru od 4 do 8. Výkon motorů se pohybuje v rozmezí 64 až 300 kW. Někteří výrobci sklízecích mlátiček si motory vyrábí sami, např. John Deere, Case, Deutz-Fahr. Z ostatních výrobců spalovacích motorů použitých ve sklízecích mlátičkách lze zmínit např. Mercedes Benz, Iveco, MAN, CAT, Volvo, Sisu [2].

Pohon pracovních mechanismů je převážně řešen mechanicky pomocí řemenových nebo řetězových převodů, hydraulicky nebo elektricky. Změna frekvence otáčení některých mechanismů se děje pomocí jednořemenových variátorů, ovládaným elektromotorem nebo hydraulicky. Pro reverzaci některých mechanismů se též používají elektromotory či hydraulika [2].

Dnešní moderní sklízecí mlátičky využívají motory, které splňují ty nejpřísnější emisní normy. Pohony pracovních mechanismů se snaží výrobci řešit jako jednoduché tak, aby se snížila pravděpodobnost poruchy a tím zjednodušila i údržba těchto mechanismů. Pro

představu a porovnání moderních motorů a pohonů tangenciálních a axiálních mlátiček byly vybrány modely Claas Lexion 550 a Case IH AXF 8010.

Claas Lexion 550

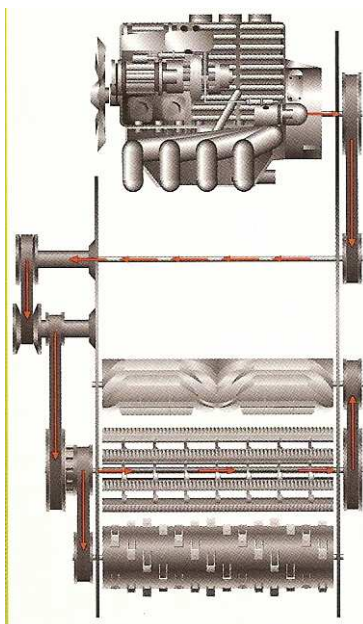
Řada Lexion 500 je (s výjimkou největšího modelu 580 a 600) osazena motory Caterpillar (viz obrázek 72). U modelu Lexion 550 je použit vznětový šestiválec CAT C 9 se



Obrázek 72 - Vznětový šestiválec CAT C 9

zdvihovým objemem 8,8 l. Motor je přeplňovaný, vodou chlazený motor s regulací plnicího tlaku vzduchu, mezichladičem stlačeného vzduchu a elektronickou regulací sdružených vstřikovacích jednotek s hydraulickým ovládním. Motor má maximální pracovní otáčky 2180 $n.min^{-1}$, při nichž dosahuje výkonu 236 kW (321 k) dle ECE R-24. Jmenovité otáčky jsou 2100 $n.min^{-1}$. Motor tedy trvale běží v rozmezí 2180 až 2100 $n.min^{-1}$, kde je k dispozici nejvyšší výkon a jeho výkonová křivka je v této oblasti plochá. Pomocí přepínače v kabině lze volit troje otáčky motoru, a to volnoběžné, střední a již zmíněné pracovní.

Na pravé straně motoru je umístěn blok chladičů motoru, řemenem poháněné vodní čerpadlo, alternátor a kompresor klimatizace. Zcela vpředu je umístěn výparník klimatizace, chladič paliva, chlazení hydraulického oleje. Zcela vzadu je umístěn chladič stlačeného vzduchu a chladič kapaliny motoru. Vstup chladicího vzduchu do prostoru chladičů je přes rotorový předčistič. Nečistoty, které přes něj projdou, jsou odsávány dolů pod sklízecí mlátičku.



Obrázek 73 - Pohony mláticího ústrojí Claas Lexion 550

Motor sklízecí mlátičky je posazen na obvyklém místě, příčně za zásobníkem zrna. Na výstupní hřídeli z motoru je umístěn hydrogenerátor pojezdu a hydrogenerátor servořízení. Na pravé straně je umístěný pětidrážkový řemen zajišťující hlavní pohon mláticího ústrojí, zapínaný přítlačnou kladkou. Z výstupní řemenice pojezdu je veden točivý moment přes předlohou hřídel na druhou stranu sklízecí mlátičky, kde je umístěn variátor pohonu mláticího a urychlovacího bubnu. Z druhé variátorové řemenice se nepohání přímo mláticí buben, ale je zde ještě převod do pomala (viz obrázek 73). Variátor se tak může otáčet vyššími otáčkami, přenáší menší sílu a je méně

namáhán. Díky těžkým řemenicím má variátor i vyšší setrvačnost, takže dobře překonává rázovitá zatížení.

Od hřídele mláticího bubnu je na pravé straně ještě poháněn buben urychlovací a naopak na straně levé je to buben odmítací. Hřídel odmítacího bubnu je použita ještě jako uložení pro řemenici pohonu žacího válu a hydraulického čerpadla přiháněče. Spojka pohonu šikmého dopravníku a žacího válu je klasická, suchá kotoučová s hydraulickým ovládním. Novinkou na modelech 500 je brzda pohonu žacího válu. Jde o kotoučovou brzdu, která dovoluje rychlé zastavení šikmého dopravníku a pohonu žacího válu při vniknutí cizího předmětu. Brzda se aktivuje dvojitým stisknutím tlačítka „stop“ na ovládací pojzdové páce. Toto tlačítko má dvě polohy. Při prvním stlačení se rozpojí pohon, při dalším se aktivuje brzda.

Od hlavního hřídele pohonu je přes dvě předlohy poháněna síťová skříň včetně zrnového a kláskového dopravníku a pomocí zkříženého řemene též vytrásadlo. Přes řemenice vytrásadla je veden pohon také na prstový čechrač.

Od hlavní řemenice jsou přes řemenový převod a zapínací kladku a dále přes řetěz poháněny dva vyhrnovací šneky v zásobníku a také vlastní vyprazdňovací šnek.

Na sklízecí mlátičce jsou čtyři hydraulické okruhy. První okruh tvoří soustava pojzdu, hydrogenerátor a hydromotor. Axiální pístové čerpadlo vytváří tlak v soustavě od 40 do 60 MPa. Druhý okruh je pracovní hydraulika s tlakem 18 MPa. Třetí nízkotlaký okruh (2 MPa) využívá zpětnou větev pracovního okruhu a je určen pro ovládní třech zapínacích kladek řemenových pohonů. Jde o pohon mláticího ústrojí, vyprazdňování a řezačky slámy. Dále je použit pro pohon systému 3D a otevírání vstupu zrna do vlhkoměru, zapínání pohonu šikmého dopravníku a žací lišty. Samostatný hydraulický okruh má servořízení.

Hydraulické válce zapínání pohonů jsou dvojčinné, po nastartování motoru mlátičky je do přední části válců přiveden tlakový olej a tím je zajištěno, že napínací kladky jsou uvolněny. Pokud je zapnut některý z pohonů, je přiveden tlakový olej na druhou stranu pístů, písty se vysunou a pohony zapnou. Je to dáno tím, že v přední části válce je činná plocha pístu menší než v části zadní a stejný tlak oleje působící na větší plochu způsobí vysunutí pístu.

Hydrostatické řízení této sklízecí mlátičky může být vybaveno systémem Auto Pilot, což je zařízení, které podle vstupních signálů (hmatače na kukuřičném adaptéru, Laser Pilot na žacím válu) natáčí kola zadní nápravy a navádí tak mlátičku do záběru.

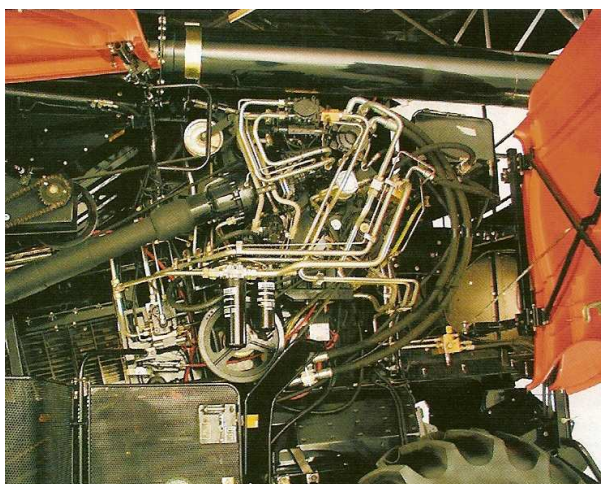
Na hydrostatickou soustavu pojzdového ústrojí navazuje hydromotor a následně třístupňová elektrohydraulicky řazená převodovka, což je novinka řady Lexion 500. Aby se nezničilo ozubení kol převodovky, provádí se řazení převodových stupňů za klidu. Při řazení

je nutné sešlápnout provozní brzdu, jinak automatika řazení nepovolí. Na poloosách přední nápravy jsou provozní kotoučové, hydraulicky ovládané brzdy. Parkovací brzda je rovněž kotoučová, ovládaná lankem [10].

Case AXF 8010

Tato mlátička je osazena kapalinou chlazeným šestiválcem Iveco o zdvihovém objemu 10,3 l. Motor je přeplňovaný turbodmychadlem s proměnlivou geometrií lopatek s chladičem stlačeného vzduchu. Vysokotlaké vstřikování je řízené elektronicky, pomocí sdružených vstřikovačů systému čerpadlo/tryska, plnění a výplach spalovacího prostoru zajišťuje dvojice výfukových ventilů. Motor je shodné konstrukce jako u nákladních automobilů. Řídicí jednotka je nastavena tak, aby otáčky motoru byly udržovány pouze v malém rozmezí, ve kterém vykazuje motor nejvyšší výkon a točivý moment. Jmenovitý výkon byl navýšen z původních 280 kW (375 k) na hodnotu 298 kW (405 k) při 2100 n.min^{-1} , maximální výkon činí 455 koní. Obsluha si může zvolit režim práce motoru – stálý maximální výkon 455 k bez rezerv pro vysypání anebo výkon 425 k s rezervou 20 koní navýšení při vysypání.

O správnou teplotou provozních kapalin dbá soustava chladičů, která v jednom bloku za sebou sdružuje chladiče chladicí kapaliny motoru, stlačeného vzduchu, hydraulického oleje a klimatizace. K těmto výměníkům se chladicí vzduch dostává z boku mlátičky přes hydrostaticky poháněné rotační síto. Na rotoru rotačního síta je upevněn kartáč, který stírá přisáté rostlinné zbytky. V prostoru chladičů ústí i vstupní otvor, kterým je nasáván vzduch do filtru sání. Na bloku motoru je umístěn chladič paliva, které je sem přiváděno z nádrže o objemu 1000 l. Nové modely jsou vybaveny indikátorem vody v palivu a indikátorem ucpání palivového filtru.

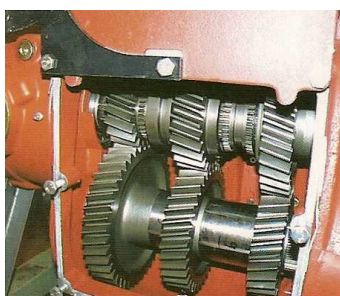


Obrázek 74 - Hydraulické rozvody na pravé straně mlátičky

Po otevření bočních krytů je vidět malý počet řemenových převodů (viz obrázek 74). U této mlátičky je použita pro pohon mláticího rotoru plynulá CVT převodovka. Tato převodovka, umožňující plynulou změnu otáček, je vybavena systémem pro plynulý rozběh a reverzaci mláticího ústrojí. Po sepnutí spínače mláticího systému dojde pomocí lamelových spojek k zastavení korunového kola planetové převodovky. Rozpojením je mechanický pohon

přenášen hydrostaticky na centrální kolo a satelity, jejichž unášec následně roztáčí výstupní hřídel pohonu rotoru. Při dosažení požadovaných otáček rotoru dojde k uvolnění korunového kola a sepnutím spojky mechanického pohonu je točivý moment od motoru přenášen mechanickou cestou. Plně mechanický přenos točivého momentu je však pouze ve středních otáčkách. Při změně otáček působí hydrostatický pohon přes centrální kolo na satelity a otáčky rotoru se tak mohou plynule měnit. V hydrostatické větvi je použito pístové axiální čerpadlo, umožňující průtok oleje oběma směry. Při ucpání mláticového ústrojí je možné šetrným způsobem reverzovat.

Pojezdové ústrojí této mlátičky tvoří hydrogenerátor, hydromotor a čtyřstupňová

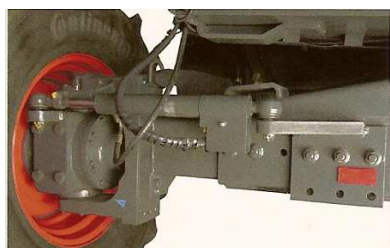


Obrázek 75 - Převodovka pojezdu

elektronicky řazená převodovka, jejíž převodové stupně se volí přepínačem na boční konzole. Při přeřazování musí být stroj v klidu, v opačném případě dojde k aktivaci kotoučových brzd, umístěných na poloosách přední nápravy. Brzdy jsou ovládány hydraulickým okruhem s omezovačem tlaku, dovolující obsluhu velice intenzivní brzdění. Kotoučová parkovací brzda je umístěna na převodové skříně. Brzdná síla je vyvolána pomocí pružin a její

odbrzdění se provádí tlakovým olejem. Při poklesu tlaku se automaticky aktivuje parkovací brzda. Pro běžné zpomalování zcela dostačuje hydrostatický pohon, který umožňuje razantní zastavení, aniž by došlo k poškození hydrogenerátoru či hydromotoru [12].

Některé sklízecí mlátičky mohou být vybaveny zadní hnací nápravou, poháněnou



Obrázek 76 - Pohon zadní nápravy

hydromotorem s proměnným geometrickým objemem (viz obrázek 76). Pohon zadní nápravy bývá použit v horských sklízecích mlátičkách nebo u klasických mlátičkách ve výbavě na přání.

Sklízecí mlátičky jsou vybaveny velkoobjemovými pneumatikami, šířka předních pneumatik se pohybuje od 600 do 1050 mm (viz obrázek 77).



Obrázek 77 - Provedení širše pneumatik

Kromě klasických pneumatik se používá pásový podvozek (viz obrázek 78). S podvozkovou konstrukcí je maximální šířka stroje jen 3,5 m. Integrované odpružení náprav pryžového pásového podvozku efektivně eliminuje

veškeré vibrace a rázy. Nedochozí k rozkmitání stroje a je dosažen maximální komfort jízdy. Díky tomuto řešení, které sjednocuje technologické řešení kolových a pásových vozidel, se



Obrázek 78 - Pásový podvozek Claas

průběh sklizně vyznačuje nebývalým pohodlím a šetrností k půdě. Svou Velkou styčnou plochou a rovnoměrným rozložením hmotnosti šetří běhoun pásu trvale půdu. Za nepříznivých podmínek může být, zejména na podzim, doba použití sklízecí mlátičky prodloužena [13].

3.10 Ostatní části sklízecí mlátičky

V poslední době se stále více prosazuje ve výbavě sklízecích mlátiček elektronika. Jedná se o ovládání některých činností, nebo o využití počítačů pro sledování údajů o činnosti stroje.

3.9.1 Kabina

Elektronika ve velké míře zasahuje zejména do kabiny obsluhy sklízecí mlátičky.



Obrázek 79 - Hlavice pojezdové páky Claas Lexion

Kabiny jsou dnes prostorné plně klimatizované s výborným výhledem, obsahující veškeré prvky k ovládání stroje. Pro dobrou viditelnost při práci v noci slouží široké pásmo světlometů s halogenovými žárovkami či xenonovými výbojkami. Hlavním ovládacím prvek mlátičky je víceúčelová pojezdová páka. Zde jsou integrovány nejčastěji používané funkce sklízecí mlátičky. Jedná se

o zvedání, spouštění žacího adaptéru, nastavování výšky a vysunutí přihrádky, rychlé zastavení pohonu žacího adaptéru, naklápění a zaklápění



Obrázek 80 - Ovládací postranní konzola Case AXF 8010

adaptéru, nastavování mezer mezi mláticím bubnem a mláticím košem, nastavení otáček mláticího bubnu, ventilátoru, spínač reverzace šikmého

výložníku, jeho vyprazdňování zásobníku (viz obrázek 79). Zbylé ovladače jsou umístěny v postranní konzole (viz obrázek 80), která se u moderních strojů pohybuje spolu se sedačkou. Jsou to ovladače zapínání mlátičky a žacího



Obrázek 81 - Kontrolní sloupek John Deere

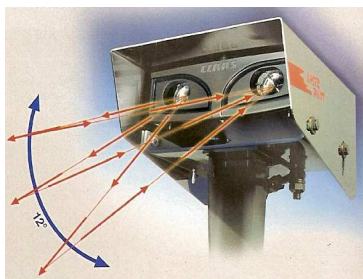
dopravníku a žacího adaptéru, přepínač volby otáček. Veškeré nastavování hodnot stroje je zobrazováno na informačním monitoru. Řazení převodových stupňů probíhá buď klasicky mechanickou cestou, nebo elektronicky, stiskem tlačítka. Do informačního monitoru je soustředěna také většina kontrolních ukazatelů jako jsou ztrátoměry, otáčky důležitých pohonů, stav zrna v zásobníku, pojezdová rychlost, výnos, hektarová výkonnost, vlhkost zrna, provozní údaje motoru, intervaly údržby atd. Informační systém umožňuje přednastavit hodnoty mlátičky pro právě sklizenou plodinu. Některé sklízecí mlátičky umísťují kontrolní monitorovací systémy do pravého sloupku kabiny (viz obrázek 81).

Sloupek řízení může být nastavován ve třech rovinách a kromě věnce volantu obsahuje přepínač směrových světel, přepínání provozních světlometů, popř. ovládání stěrače. Střešní ovladače sdružují většinou zapínání osvětlení, ovládání klimatizace, naklápění zpětných zrcátek, u některých sklízecích mlátiček jsou zde umístěny kontrolní ukazatele. Jízdní komfort operátora zajišťuje také ergonomická, široce nastavitelná sedačka. Součástí výbavy bývá také chladnička. Parkovací brzda je řešena jako ruční nebo nožní. Za sedadlem obsluhy je možné nahlížet do zásobníku přes tvrzené sklo.

3.9.2 Automatické navigační systémy

Výrobci sklízecích mlátiček nabízí na svých strojích automatické navigační systémy. Tyto systémy jsou koncipovány jako samotné (Claas, New Holland, Case) nebo s využitím podpory signálu GPS (John Deere) (viz kapitola 3.9.3).

Firma Claas nabízí na svých strojích technologii s názvem Laser Pilot. Jedná se o automatický systém řízení pro přesnou jízdu „na hraně pokosu“, který ulehčuje práci řidiče. Umožňuje mu věnovat se ještě intenzivněji těm parametrům, které mají pro efektivní výkonnost rozhodující význam. Dokonalým využitím šířky žacího ústrojí se navíc zvyšuje kvalita práce a celkový výkon.



Obrázek 82 - Laser Pilot Claas

Elektronické optické snímače laserového pilota (viz obrázek 82), umístěné na bocích žacího adaptéru, snímají pomocí světelných impulzů hranici mezi posečeným a neposečeným porostem. Vyslané a odražené světelné impulzy přitom není možné zmást tmou, prachem, mlhou ani porostem se zvýšeným výskytem plevelů. Laser Pilot tak vždy identifikuje optimální stopu (viz obrázek 83) a naviguje sklízecí



Obrázek 83 - Identifikace stopy Claas

mlátičku jako automatický řídicí systém na plný pracovní záběr. Tím se sníží počet přejezdů, spotřeba paliva a získáme přesnou evidenci sklizené plochy [13].

Dalším systémem na podobné bázi je systém New Holland Smart Steer automatického



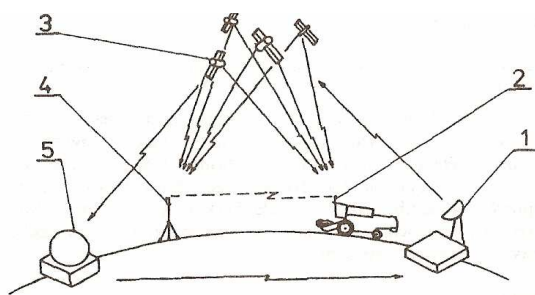
Obrázek 84 - New Holland Smart Steer

řízení sklízecí mlátičky na okraj záhonu (viz obrázek 84). Tento systém 3D laserového scanneru vysílá paprsek na sklizenou plodinu a v místě jeho zlomu detekuje okraj plodiny. Pro snímání levé i pravé strany je zapotřebí pouze jeden snímač, umístěný pod rámem střechy kabiny. Výhodou tohoto zařízení je snadná montáž na již provozované sklízecí mlátičky CX a CR.

Automatický naváděcí systém s názvem Druide Cut využívají sklízecí mlátičky Case. Systém pracuje opět s laserovým paprskem, který snímá hranici mezi posečeným a neposečeným porostem a signál o poloze je převáděn na říditelná kola zadní nápravy [13].

3.9.3 Systém precizního zemědělství

Zjišťování okamžitého výnosu zrna je základním prvkem v rozvíjejícím se systému hospodaření u nás známém pod názvem precizní zemědělství. Precizní zemědělství zohledňuje skutečnost, že pole jako celek, ale i půda svými vlastnostmi, zásobami živin, vlhkostí apod. představují prostorově proměnlivé prostředí. Této skutečnosti je



1 – hlavní kontrolní stanice, 2 – mobilní přijímač, 3 – satelity, 4 – referenční stanice
5 – monitorovací stanice

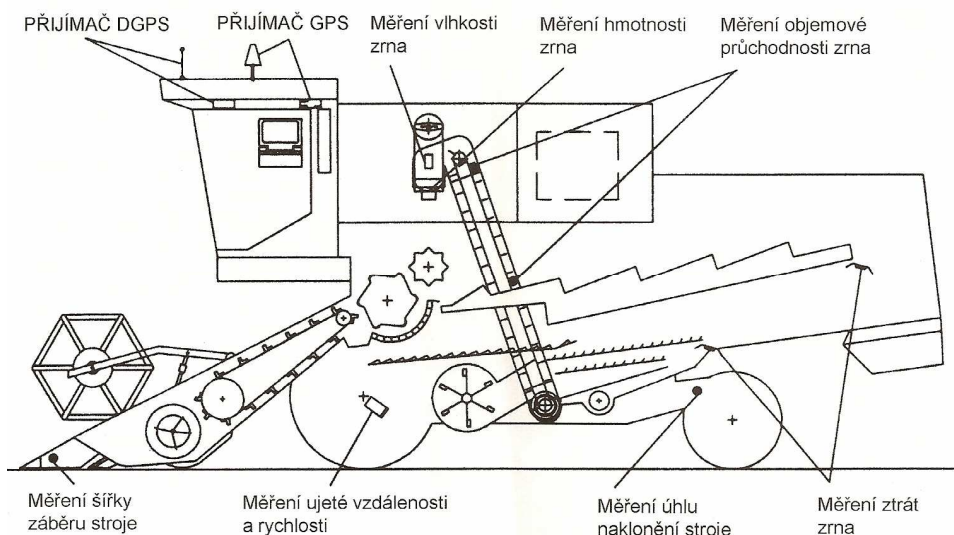
Obrázek 85 - Systém komunikace DGPS

prizpůsobován i systém jednotlivých operací např. hnojení, ochrana rostlin. Vychází z globálního navigačního systému GPS (Global Positioning System) vyvinutého v USA původně pro vojenské účely. Princip GPS je založen na vysílání signálu navigačními družicemi, jeho příjmu a zpracování přijímači GPS. Zemi obíhá na

velmi přesných drahách 24 navigačních družic ve výšce 20 000 km. Sklon jejich dráhy vzhledem k rovníku je 55 stupňů a doba oběhu je 12 hodin. Družice jsou vlastně radiovémi majáky na oběžné dráze, které nepřetržitě vysílají informace o své poloze na kmitočtu 1,5 GHz. GPS přijímač na Zemi dokáže tyto informace přijmout a dekodovat a zobrazit polohu s přesností 1 až 5 m. Pokud požadujeme maximální přesnost je nutné použít technologii

DGPS (Differential Global Positioning System). Diferenční GPS nebo zkráceně DGPS jsou označovány systémy, které kromě signálu GPS jsou schopny přijímat diferenční signál z pozemní referenční stanice. Stanice zná svojí polohu a zlepšuje přesnost určení polohy v systému DGPS (viz obrázek 85). Součástí tohoto systému je kromě jiných strojů i sklízecí mlátička s potřebnými komponenty (viz obrázek 86) [1].

V palubním počítači je mikroprocesor pro příjem a vyhodnocování dat (okamžitý průtok, vlhkosti zrna, okamžitá poloha stroje), které se ukládají na paměťovou kartu. Po



Obrázek 86 - Sklízecí mlátička s čidly pro získávání výnosových map

přenesení karty s daty do osobního počítače je možné vytvořit výnosovou mapu, která se zobrazí na monitoru nebo vytiskne tiskárnou. Z výnosové mapy je vidět, že vyrovnanost či nevyrovnanost výnosu zrna na pozemku [1].

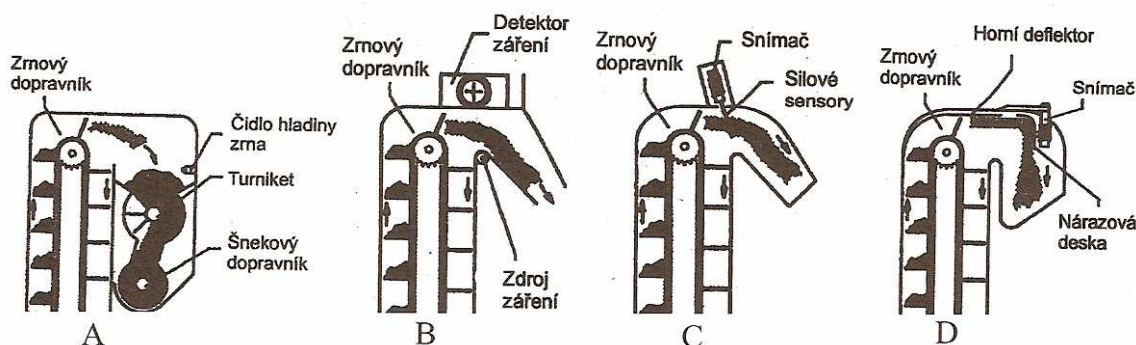
K určování okamžitého výnosu zrna existuje několik druhů snímačů, jejichž čidla pracují na rozdílných principech. Signály od snímačů okamžitého průtoku jsou zpravidla zpřesňovány údaji o okamžité vlhkosti sklizeného materiálu a celý systém je doplněn čidlem sledujícím polohu žacího válu sklízecí mlátičky. Některá řešení vyžadují ještě další korekční členy, například pro práci na svahu, kde dochází k náklonu stroje.

Okamžitý průtok se zjišťuje pomocí měření hmotnostního nebo objemového průtoku vyčištěného zrna do zásobníku sklízecí mlátičky. Okamžitý průtok zrna je možno určit pomocí čidel mechanických, optických, kapacitních, nárazových a paprskových. Schématické uspořádání většiny čidel a jejich principů práce i umístění ve sklízecí mlátičce je na obrázku 87.

Mechanické čidlo (viz obrázek 87 A) bylo vyvinuto a použito nejdříve. Jeho základem je lopátkové kolo a dva senzory. Celé zařízení (turniket) je umístěné na výstupu zrnového dopravníku, kde je lopátkové kolo poháněno řetězen přes elektromagnetickou spojku od

hřídele šnekového dopravníku v zásobníku sklízecí mlátičky. Při práci stroje zrno začne naplňovat prostor nad lopatkovým kolem tak dlouhou, až se dostane k hornímu čidlu. Jakmile horní síto zaregistruje hladinu zrna, dá impuls k elektromagnetické spojce a ta přivede pohon k lopatkovému kolu. To se začne otáčet a otáčí se tak dlouho, dokud spodní čidlo nezjistí, že již nevypadává žádné zrno. Objem prostoru kola a měrné hmotnosti zrna, kterou je nutno zjistit. Protože tento systém měření okamžitého výnosu není dostatečně přesný, začíná se od něj ustupovat.

Optické čidlo (viz obrázek 87 B) měří výšku vrstvy zrna, které právě prochází okolo něj na lopatce zrnového dopravníku sklízecí mlátičky. Čidlo má dvě části – vysílač (zdroj) světelného paprsku a jeho přijímač. Pomocí tohoto čidla (derekтору) se zjistí, jakou dobu byl vysílaný světelný paprsek přerušen zrnem. Pro výpočet okamžitého výnosu se využívají údaje o době přerušení světelného paprsku a rychlosti řetězu zrnového dopravníku. Celé zařízení je nutno kalibrovat, to znamená nastavit pro různé sklizené plodiny.



Obrázek 87 - Čidla k stanovení okamžitého průtoku zrna

Paprskové čidlo (viz obrázek 87 B) měří různé zeslabení intenzity záření procházejícím zrnem na výstupu zrnového dopravníku. Skládá se z vysílače radioaktivního záření, umístěného v dolní části. Jako vysílací média se používá radioizotopu ^{241}Am , které má velmi slabou intenzitu záření. Paprsky zeslabené procházejícím zrnem jsou přijímány přijímačem umístěným v horní části dopravníku proti vysílači. Jestliže žádné zrno neprochází, zařízení se samo kalibruje. Ze změny intenzity přijímaného záření je možno usuzovat na okamžitou hmotnost sklizeného zrna.

Nárazové čidlo (viz obrázek 87 C, D) je poměrně jednoduché a rozšířené. Zrno je u výstupu ze zrnového dopravníku nuceno dopadnout na zakřivenou nárazovou desku. Poloha nárazové desky je v málem rozmezí pohyblivá vůči pevné nosné desce a je snímána pomocí tenzometrických snímačů. Na základě změny této desky je možno usuzovat na hybnost narážejícího zrna a z té se dá určit jeho hmotnost. Aby čidlo pracovalo s dostatečnou přesností, musí se pro různé plodiny kalibrovat.

Kapacitní čidlo pracuje na principu změny kapacity kondenzátoru. Kondenzátor je v tomto případě tvořen tak, že jeho jedna deska je umístěna na dně u výstupu zrna ze zrnového dopravníku. Na protější straně je umístěna druhá deska kondenzátoru. Zrno, které je nuceno procházet mezi těmito dvěma deskami, ovlivňuje elektrické pole mezi deskami kondenzátoru a tím se mění jeho kapacita. Změny jsou závislé na množství, vlhkosti a elektrické vodivosti procházejícího zrna. Na základě těchto změn je možno usuzovat na množství prošlého materiálu a z toho na okamžitý výnos.

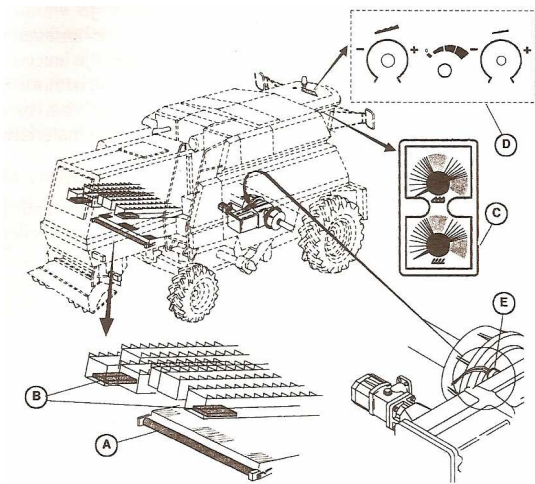
Jak vyplývá z popisu jednotlivých čidel, měří se buď objem (mechanické a optické čidlo) nebo hmotnost (čidlo nárazové, kapacitní a paprskové) zrna procházejícího zrnovým dopravníkem. Z hlediska přesnosti je lepší měřit hmotnost, protože výsledky měření objemu jsou ovlivněny hustotou (měrnou hmotností) sklizeného materiálu, která se může měnit. Nejméně přesná jsou čidla mechanická. Optická čidla dosahují přesnosti do 20 %, nárazová do 5 % a u paprskových výrobci uvádějí přesnost do 2 % [1].

Při sklizni se i během jediného dne mění **okamžitá vlhkost zrna**. Proto většina výrobců používá také **čidla** pro její zjišťování. Jsou umístěna zpravidla na spodní straně v koncovce šnekového dopravníku, přivádějícího vyčištěné zrno do zásobníku sklízecí mlátičky. Jedná se o čidlo kapacitní. Jeho povrch má určitou kapacitu, která se mění při průchodu různě vlhkého zrna. Změna kapacity čidla je snímána a vyhodnocována a na jejím základě je možno usuzovat na okamžitou vlhkost sklizeného zrna. Toto čidlo podle vlhkosti zrna koriguje hmotnost okamžitého výnosu zrna.

Údaje o okamžitém průtoku zrna, jeho vlhkosti, okamžité rychlosti sklízecí mlátičky a její poloze i předvolenému záběru žacího ústrojí se ukládají, jak bylo uvedeno, na paměťovou kartu. Údaje slouží k stanovení okamžitého výnosu zrna a k vytvoření výnosové mapy.

Sklizňové ztráty jsou součástí celkových ztrát. Tyto ztráty jsou nejmenší při dosažení plné zralosti a lze je považovat za optimální po dobu asi 3 dní po dosažení plné zralosti. Potom se velmi rychle zvětšují. Při nepříznivých meteorologických podmínkách mohou dosáhnout až 25 % biologického výnosu. Ztráty jsou sledovány ztrátoměry na sklízecí mlátičce.

Zjišťování sklizňových ztrát ztrátoměrem s uskutečňuje v průběhu práce (jízdy) sklízecí mlátičky. Ztrátoměr zjišťuje jen část sklizňových ztrát a to za separátorem a čistidlem (viz obrázek 88). Ztráty snímá čidlo (snímač) za sítovou skříní (A) na konci horního síta (kláskového nástavce) a čidlo za separátorem nebo v koncích dílů vytřásadla. Čidlem mohou



Obrázek 88 - Zařízení pro monitorování ztrát

informací o okamžitém výnosu, ukazatel ukazuje relativní ztráty v %. Okamžitý výnos se stanoví buď nepřímo snímáním pojezdové rychlosti (E), nebo přímo čidlem okamžitého výnosu [1].

být opatřeny jen krajní díly (B). Princip práce ztrátoměru je založen na indikaci počtu úderů za čidlo, které mění úderů na elektrické impulsy. Ty se vyhodnocují a zesilují v obvodu a diferencují se od úderů slámy a jiných lehčích nečistot potenciometry (D). Takto upravený tok impulsů (elektrického proudu) odpovídající počtu úderů zrna nebo také hmotnostnímu toku se měří ampérmetrem s ukazatelem (C). Pokud se podělí hmotnostní tok zrna ve srovnávacím obvodu

4 Závěr

Skřízecí mlátičky se řadí ke strojům, které jsou v dnešní moderní zemědělské výrobě nepostradatelné. Za svou dobu existence prošly poměrně dlouhým a zajímavým vývojem. V současnosti se na trhu objevují dvě odlišné koncepce jejich řešení. První koncepci zastupují skřízecí mlátičky s tangenciálním mláticím ústrojím, které jsou nejrozšířenější a zaujímají přibližně 90 % trhu.

Druhou koncepcí jsou skřízecí mlátičky s axiálním mláticím ústrojím s 10 % podílem na trhu. Obecně se tvrdí, že tangenciální mlátičky jsou univerzálnější, ale na druhou stranu mohou více poškozovat zrno. Axiální skřízecí mlátičky mají naproti tomu větší průchodnost, méně poškozují zrno, ale jsou energeticky náročnější a zpravidla ne tolik univerzální.

Jednotlivá technická řešení hlavních funkčních celků skřízecích mlátiček doznala v poslední době velkých změn. To umožňuje neustálé zvyšování jejich výkonnosti, komfortu obsluhy a snížení sklizňových ztrát.

Je patrný odklon od využívání klasického tangenciálního mláticího ústrojí, který je doplněn urychlovacími, popř. vkládacími bubny. Klasické klávesové vytrásadlo bývá často doplněno předřazeným separačním bubnem, případně je separace zrna ze slámy řešena jiným způsobem. Výkon motoru se zvyšuje spolu s průchodností mlátiček. Velký význam při ovládání a kontrole činnosti stroje má elektronika.

Nejvýkonnější mlátičky používají netradiční řešení, tzv. hybridní systémy (APS Claas a další). Z jejich konstrukce je možné vysledovat některé základní trendy možného budoucího vývoje.

Závěrem lze říci, že se vzrůstající výkonností skřízecích mlátiček klesá jejich počet. Jsou také pro zemědělský podnik velkou investicí, a proto lze do budoucna předpokládat jejich využití především v podnicích služeb nebo v podnicích s odpovídající výměrou.

5 Seznam použité literatury

- [1] Břečka, Josef; Honzík, Ivo;
Neubauer, Karel: Stroje pro sklizeň obilovin a píce, Skriptum
ČZU Praha, 2001. s. 147. ISBN 80-213-0738-2.
- [2] Heřmánek, Petr; Kumhála, František: Nové konstrukce sklízecích mlátiček, ÚZPI
Praha, 1997, s. 54. ISBN 80-86153-33-9.
- [3] Janda, David: Jak šel vývoj ...[online],
Mlátičí a separační mechanismy sklízecích
mlátiček. [online].
Publikováno 8.2. 2004. [cit. 2008-01-02].
Dostupné z <http://www.kombajny.wz.cz>
- [4] Kožnar, Jiří; Heinz, Pavel: Laverda má na trhu novinku, Mechanizace
zemědělství, duben 2003, s 26-27.
- [5] Kroupa, Pavel; Hůla, Josef;
Kovaříček, Pavel: Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin. 2. vydání,
ÚZPI Praha, 2002, s. 68. ISBN 80-7571-126-1.
Stroje pro sklizeň zrnin, s. 35-65.
- [6] Novotný, František: Historie zavádění přímé sklizně obilnin
v bývalém Sovětském svazu a v českých
zemích. Farmář, květen 2001, s. 92-94, červen
2001, s. 76-78.
- [7] Pastorek, Zdeněk a kol.: Zemědělská technika dnes a zítra, 1. vydání,
Praha: Nakladatelství Martin Sedláček, 2002.
144 s. ISBN 80-902413-4-4. Pohled na
zemědělskou techniku pro sklizeň zrnin, s. 54-65

- [8] Pospíšil, Jiří.; Jak vypadají současné sklízecí mlátičky. Mechanizace zemědělství, duben 2005, s. 40-45.
- [9] Pospíšil, Jiří: Drtiče slámy, významná součást sklízecí mlátičky. Mechanizace zemědělství, duben 2007, s. 22-27
- [10] Stehno, Luboš: Den se sklízecí mlátičkou Claas Lexion 550. Mechanizace zemědělství, září 2004, s. 6-15.
- [11] Šťastný, Milan: Žací stůl PowerFlow [online].
Publikováno 20.12. 2007 [cit. 2008-01-02].
Dostupné z <http://www.agronavigator.cz>
- [12] Žaloudek, František: Den s Axial-Flow 8010. Mechanizace zemědělství, září 2007, s. 8-16.
- [13] Firemní literatura
- [14] www.claas.de
- [15] www.geringhoff.cz
- [16] www.pal.cz