

Kompostování – příprava surovin – jemná dezintegrace

Pro kompostování bioodpadů musí být zabezpečeny optimální podmínky pro činnost žádoucích mikroorganismů, které přeměňují organickou hmotu. Jde o organismy aerobní s vysokými nároky na kyslík.

Z nároku na množství kyslíku plynou požadavky na zrnitost a homogenitu surovin zpracovávaných kompostováním. Zrnitostní úpravy rostlinné biomasy na bázi dřevin a jejich dokonalá homogenizace jsou významným intenzifikačním faktorem urychlujícím zrání kompostu.

Jednotlivé suroviny, založené do zakládek kompostů, musí pro správné nastartování procesu na sebe vzájemně působit co nejúčinněji. Proto je při kompostování kladen požadavek na dokonalé promíchání zakládaných surovin a zajištění maximální homogenity zakládek kompostu. Rychlý rozklad je podmíněn velikostí styčných ploch jednotlivých částic zpracovávaných surovin, které musí být co největší.

Rozdrcením a rozmělněním dochází k desintegraci vstupních surovin, tím pádem k zvětšení styčné (oxidační) plochy pro působení mikroorganismů a díky tomu biodegradabilní proces probíhá rychleji.

Zrnitost

Zrnitost kompostovaných surovin lze nejjednodušeji definovat největším rozměrem jedné částice. Tento rozměr by neměl pro potřeby kompostování překračovat hodnotu 50 mm (přesněji – max. objem jedné částice by neměl přesáhnout hodnotu 5 cm³).

Současně však vytvořená struktura zakládky kompostu musí umožňovat výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím tak, aby v zakládce byl dostatek kyslíku. Správně zhomogenizovaná zakládka kompostu musí vykazovat znaky kyprostí, poréznosti a nepřevlhčenosti. Příliš nízká zrnitost surovin vyžaduje zvýšené nároky na jeho provzdušnění. Velmi jemné složky zakládky vytvářejí kompaktní, těžko provzdušnitelnou strukturu a brání tak sponzánnímu růstu mikroorganismů.

Význam vhodné zrnitosti a tím i snadnější homogenizace roste hlavně u surovin, které se oproti ostatním složkám rozkládají pomalu. Z rostlinné biomasy na bázi dřevin jsou to zejména stromová kůra, kořeny, révy apod. Pokud jsou uvedené suroviny ve formě jemných částic – pilin, jsou pro kompostování dobře rozložitelnou složkou, která se aktivně podílí na průběhu kompostovacího procesu. Naopak ve formě větších částic – hoblin procházejí kompostovacím procesem, aniž by docházelo k jejich významnějšímu rozkladu.

Z hlediska kompostování tedy obecně pro velikost částic jednotlivých zpracovávaných surovin platí:

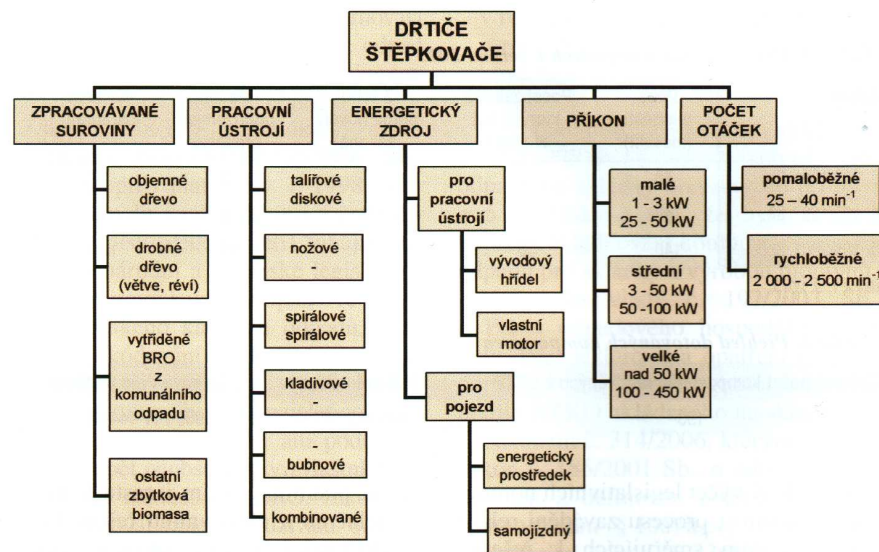
- čím menší jsou částice surovin, tím větší je styčná (oxidační) plocha a biodegradabilní proces probíhá účinněji;
- čím zpracovávaná surovina lépe degraduje, tím větší mohou být její částice;
- čím menší částice jsou do zakládky požadovány, tím větší jsou ekonomické náklady na jejich rozmělnění.

sem, aniž by docházelo k jejich významnějšímu rozkladu.

kompostovací linky patří vždy alespoň jeden z nich. Stroje by měly rozdrtit dřevnaté zbytky na malé částice o objemu cca 0,5 až 5 cm³ a tím vytvořit homogenní hmotu, která je vhodná nejen pro kompostování, ale její vyšší objemová hmotnost je výhodná i z hlediska přepravy.

Na obrázku 1 je schéma rozdělení drtičů a štěpkovačů, kde jsou rozděleny podle různých parametrů. Drtiče a štěpkovače jsou velmi podobné stroje, které mají řadu společných charakteristických znaků pro jejich členění. Obě kategorie strojů mají své klady a zápory, proto rozhodování o volbě a případném nákupu stroje musí být věnována zvýšená pozornost.

Drtiče rozmělnějí suroviny, drtí a trhají je na částice, které jsou ve svých rozměrech značně odlišné a mají poměrně velký povrch, což je pro kompostovací



Obrázek 1: Schéma rozdělení drtičů a štěpkovačů (pokud jsou v jednom políčku uvedeny dva údaje, platí horní údaj pro drtiče a spodní údaj pro štěpkovače)

Suroviny s převažujícím podílem odpadního dřeva vyžadují pro snadnou a kvalitní homogenizaci rozmělnění či rozdrčení (jemnou desintegraci). Z velké části se jedná o drcení či štěpkování biomasy na bázi dřevin, která má vlhkost pohybující se okolo hodnoty 50 %.

Nejběžněji používané stroje jsou drtiče a štěpkovače. Pro obě kategorie strojů platí, že jsou nezbytné pro úpravu surovin s převažujícím podílem odpadního dřeva a do základního vybavení každé

proces velká přednost (nejsou kladeny požadavky na stejnou velikost částic).

Štěpka vyprodukovaná štěpkovači má relativně malou aktivní plochu, což má za následek delší dobu kompostování a tím i zvýšení nákladů. Nevýhodou štěpkovačů je i poměrně vysoká pracovní rychlost, zdlouhavost procesu štěpkování a vzhledem k tomu, že pracovní ústrojí má pevné nože, jsou vhodné pouze pro dřevo bez příměsí, jinak dochází k častému poškození pracovního ústrojí.

Naopak předností štěpkovačů je schopnost stroje produkovat štěpku téměř rovnoměrné velikosti při beztržiskovém dělení dřeva. Z tohoto důvodu jsou štěpkovače upřednostňovány při zpracovávání dřevních surovin pro energetické využívání a při jejich zpracovávání pro péstitelské a dekorativní účely.

Na **obrázku 2** je patrný rozdíl struktury finálního produktu desintegrace drcením a štěpkováním.

Stroje pro drčení – drtiče

Drtiče jsou určeny k rozmělnování surovin a to tím způsobem, že je drtí a trhají na částice, které jsou ve svých rozměrech značně odlišné. Jsou schopny zpracovávat suroviny s rozmanitými fyzikálně-chemickými vlastnostmi.

Na suroviny působí buď pracovním ostřím, úderem nebo pomalým tlakem, přičemž dochází ve větší míře k jeho lámání, štípnutí a rozmělnění na menší částice.

Rozmělnováním se rozumí proces rozrušování surovin působením vnějších mechanických sil, protože při něm vzniká množství nových drobných částic, lze ho též charakterizovat jako proces vytváření nových povrchů, případně objemů.

Určujícími faktory výkonnosti a kvality drcení dřevní hmoty jsou zejména typ pracovního ústrojí, tvar a počet kladiv, cepů, nožů, otáčky rotoru, nastavení drtícího koše (po-kud je jejich součástí) a vlastnosti zpracovávané dřevní hmoty.

K nejběžnějším typům využívaných pracovních ústrojí (**obrázek 3**) patří:

- **talířové** – s 1, 2 nebo s více noži, přičemž talíř je uložen kolmo nebo šikmo ke směru přiváděných surovin;
- **nožové** – drtí dřevní biomasu ostrými, na rotoru pevně osazenými noži; rozdrčená hmota má rovnoměrně velké částice, jejichž velikost závisí na rychlosti vtahování surovin, počtu nožů a otáčkách rotoru;
- **spirálové** – pracovní prvek je uložen kolmo nebo šikmo ke směru přiváděných surovin, výhodou jsou menší rázy a plynulejší řez u rozměrnější dřevní hmoty;
- **kladivové** – nejvíce rozšířené ústrojí, které je složeno z řady volně uložených kovových kladiv, seřazených na rychle se otáčející hřídeli, dřevní hmota je roztloukána kladivy proti ohnuté kovové desce (stavitelnému roštu) s rozmanitou velikostí otvorů, velikost částic ovlivní použité síto;
- **kombinované** – kombinace nejčastěji dvou pracovních ústrojí, např. talířové a kladivové.

Podle potřebného příkonu jsou drtiče rozdělovány do tří kategorií:

Obrázek 2:
Struktura finálního produktu desintegrace
(1 – štěpkování, 2 – drčení)



I. kategorie – drtiče s příkonem **1 – 3 kW** – stroje pro hobby použití;

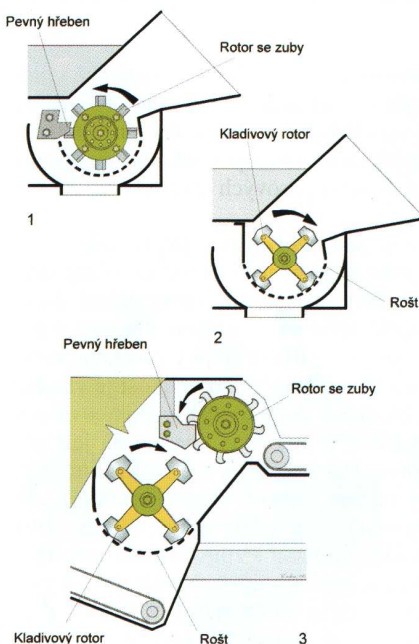
II. kategorie – drtiče s příkonem **3 – 50 kW** – stroje pro profesionální údržbu zeleně;

III. kategorie – drtiče s příkonem **50 kW a víc** – pro specializované firmy, zabývající se zpracováním zemědělských, lesnických a ostatních surovin s převážujícím podílem odpadního dřeva. V této kategorii jsou drtiče vyráběny ve dvou variantách – vysoce výkonné drtiče a pomaloběžné drtiče.

Vysoce výkonné drtiče

Pro drčení velkých objemů zbytkové

Obrázek 3: Schéma uspořádání pracovních ústrojí drtičů
(1 – nožové, 2 – kladivkové, 3 – kombinované)



biomasy, zejména klestu, křovin, odpadního dřeva po řezu ovocných stromů apod., se využívají výkonné drtiče umístěné na dvounápravovém podvozku.

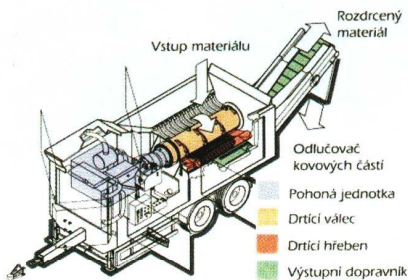
Jsou vybaveny zásobníkem s posuvným dnem nebo otočným vkládacím hrdlem pro zajištění plynulého přísunu chaoticky vkládaných surovin. Drtící ústrojí je dvoustupňové. V pomaloběžné části na vstupu je dřevní biomasa rozlámána na menší kusy pomocí nožových válců, jejichž nože procházejí mezi zuby pevných hřebenů. Menší kusy zpracovávají odpadů jsou potom drceny v rychloběžné části kladivovým rotorem, jehož průměr bývá kolem 1000 mm s otáčkami 1 200 – 1 500 ot.min⁻¹. Drtící ústrojí může být vybaveno roštem (sítím) pro zrovnoměnění velikosti částic rozdrčených surovin. Sklopný vynášecí dopravník umožňuje vrstvení do výšky 2,0 – 2,50 m. Stroje jsou energeticky velmi náročné, motor pro pohon drtícího ústrojí má výkon 200 – 250 kW. Někdy jsou tyto drtiče označovány jako drtiče rychloběžné (**obrázek 4**) pro jejich rozlišení od drtičů pomaloběžných.

Pomaloběžné drtiče

Pomaloběžné drtiče jsou ve většině případů konstruovány s horizontální osou rotace a používají se hlavně pro hrubé drčení rozměrných dřevních odpadů. Pracovní ústrojí je tvořeno válcovým rotorem opatřeným masivními zuby rozmístěnými ve šnekovnici, které procházejí mezerami mezi zuby pevně uchyteného hřebene. Činná část zubů má vyprofilovaný břit (úhel 90 – 120°), který umožňuje snadnější lámání zpracováváných surovin. Mezery mezi zuby hřebene přibližně určují velikost rozdrčených částic, které jsou po průchodu drti-

cím ústrojím odváděny vynášecím dopravníkem.

Stroje tohoto provedení jsou energeticky vysoce náročné, nejsou výjimkou motory o výkonu 250 – 300 kW, otáčky rotoru se pohybují kolem hodnoty 30 ot.min⁻¹. Používají se hlavně pro zpracování starého dřevního odpadu (nábytek, stavební dřevo, okna, železniční pražce), manipulačních palet, pařezů, kořenů, zbytků kmenů. Schéma pomaloběžného drtiče je znázorněno na **obrázku 5**.



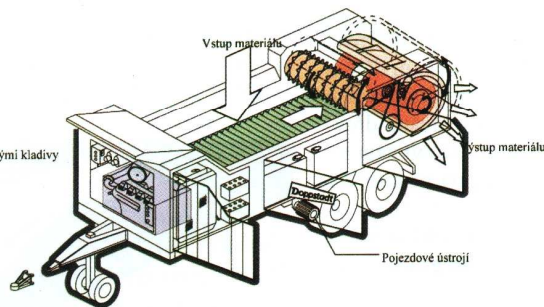
Obrázek 5: Schéma pomaloběžného drtiče

Dalším zařízením pro desintegraci dřevní biomasy, které je možné zařadit mezi drtiče, je stroj označovaný jako **drtič-míchač**. Jedná se o pomaloběžné drtiče, které jsou schopny drtit a současně promíchávat zpracovávané suroviny a které jsou po určité době připraveny pro zapravení do zakládek nových kompostů (**obrázek 6**).

Drtiče-míchače jsou vybaveny hydraulickou rukou, dopravníkem, otevíracím čelem a vyznačují se unikátním pracovním ústrojím (uzavřená vana stroje plní funkci zásobníku, nákladního prostoru, násypky drtiče i drtilcího prostoru; šneky jsou uloženy podélně na dně násypky a vložené suroviny se průběžně drtí a mísí, přičemž zůstávají stále v násypce). V případě mobilního provedení stroj umožňuje přepravu nadrcených a promíchaných surovin přímo na kompostovací plochu.

Mezi významné výhody drtiče-míchače patří nižší energetická náročnost (při výkonnosti 45 m³.h⁻¹ postačuje motor s výkonem cca 55 kW), nižší hlučnost, bezprašný provoz (možnost vybavení ocelovým uzavíracím víkem), minimální riziko poranění (téměř vyloučeno odlétávání částic při zpracování).

Na **obrázku 7** je znázorněn drtič-míchač tuzemského výrobce, který je využíván pro technologii kompostování v uzavřeném vaku a je označován jako mobilní kompostárna. Stroj je vybaven přídatným zařízením, které nadrcenou a promíchanou směs z násypky natlačí pomocí šne-



Obrázek 4: Schéma vysoko výkonného (rychloběžného) drtiče



Obrázek 6: Drtič – míchač při zakládání pásové hromady

kového lisu do LDPE vaku společně s provzdušňovací hadicí. I u tohoto stroje může vyskladňování probíhat bočním otvorem prostřednictvím dopravníku přímo na zem – zakládání pásových hromad.

Stroje pro štěpkování – štěpkovače

Jako štěpkovače jsou označovány stroje určené k beztržkovému dělení dřeva napříč nebo podél vláken. Obecný požadavek na velikost štěrky pro kompostování je cca 5cm³, tato velikost je vhodná z hlediska doby rozpadu zpracovávané suroviny a množství energie na její přepravu. U štěpkovačů má na kvalitu štěrky (rovnoměrnost; střední rozměr) vliv zejména: typ pracovního ústrojí, jeho otáčky, rychlost a způsob podávání suroviny a jejich vlastnosti. Na **obrázku 8** jsou schematicky znázorněny základní typy pracovních ústrojí štěpkovačů.

Vedle pracovního ústrojí štěpkovačů mají na kvalitu štěrky u štěpkovačů velký vliv vlastnosti zpracovávaného dřeva:

- sukovitost,
- rovnost dřeva (křivé – rovné),
- tvrdost dřeva (měkké – tvrdé),
- původ dřeva (kmenové – kořenové),
- další kvalitativní ukazatele fyzikálních vlastností vláknin (např. dřevo čerstvé – staré, přestárlé; dřevo mokré – suché; dřevo široké – tenké).

Nejvhodnější z hlediska kvality a kvantity štěrky je dřevo čerstvé, mokré a široké, z hlediska anatomické stavby měkké, rovné, bez suků, které pochází z kmene stromu.

Výkon a kvalitu štěpkovačů ovlivňuje i mechanické znečištění povrchu dřeva hlínou, pískem, popílčkem apod.

Na rovnoměrnost tvaru štěrky má vliv přísun dřeva k řezacímu kotouči a s tím



Obrázek 7: Drtič – míchač využívaný jako mobilní kompostárna

související záběr nožů. Rovnoměrný přísun dřeva k řezacímu disku je zabezpečen přitlakem podávacích válců.

Štěpkovací ústrojí, tj. nože a protinože, pracují přerušovaně a jsou velmi namáhané, na stavu a životnosti jejich řezných hran přímo závisí kvalita a hospodárnost výroby štěpek, proto je zapotřebí věnovat otázce výběru materiálů na výrobu štěpkovacích ústrojí mimořádnou pozornost. Konstrukce nožů, jejich velikost, způsob upevnění a do určité míry i tvar a geometrie řezné hrany, jsou dané typem a konstrukcí štěpkovače.

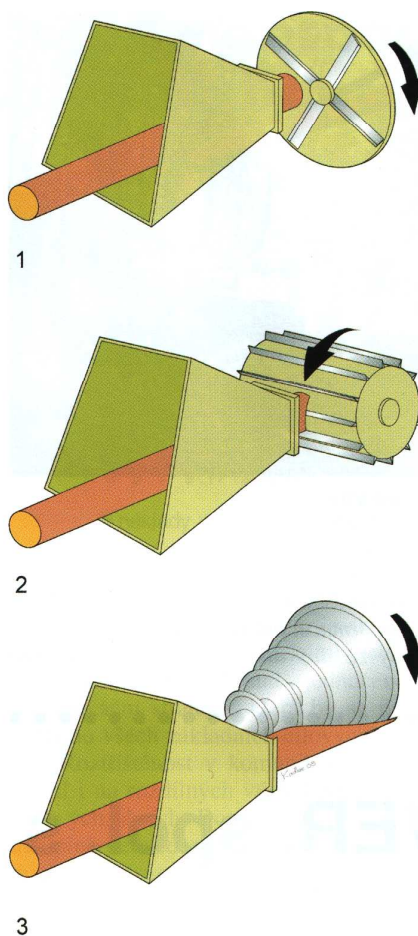
Štěpkování dřeva je možné pouze v případech, kdy jsou zpracovávány suroviny neznečištěné minerálními přísadami. Pokud obsahují zeminu, dochází k rychlému otupení nožů, tím taky ke snížení výkonnosti při současném zvyšování energetické náročnosti štěpkování. Broušení a výměna nožů zvyšují v konečném důsledku i provozní náklady.

Pokud zpracovávané suroviny obsahují kamení, eventuálně kovy, ostří nožů se vylamuje, čímž se prudce sníží jejich životnost. Při velkém poškození nožů se narušuje i dynamické vyvážení rotujících částí s rizikem havárie. Může dojít i k úplnému zablokování štěpkovacího mechanismu, jestliže se pevný předmět zablokuje mezi nožem a protinožem.

Podle potřebného příkonu pro pohon pracovního, popř. pojezdového, ústrojí jsou štěpkovače rozdělovány do tří kategorií:

I. kategorie – malé stroje, připojitelné na třibodový závěs traktoru, případně na vlastní podvozku, pohon pracovního ústrojí vývodovým hřídelem, popř. vlastním motorem, požadovaný příkon pro pohon pracovního ústrojí 25 – 50 kW (obrázek 9);

Obrázek 9: Štěpkovač s vlastním pohonem pracovního ústrojí (výkon motoru 8,5 kW)



Obrázek 8: Schéma základních typů pracovních ústrojí štěpkovačů (1 – diskové ústrojí s přínými noži, 2 – bubnové, 3 – šnekové)

II. kategorie – střední stroje bývají v provedení jedno, popř. dvouúpravového přívěsu, ve většině případů s vlastním pohonem pracovního ústrojí, potřebný výkon motoru 50 – 100 kW;

III. kategorie – velké stroje, tahané energetickým prostředkem nebo samojízdné, s vlastním pohonem pracovního ústrojí, potřebný výkon motoru pro pohon pracovního, popř. i pojezdového ústrojí štěpkovače bývá 100 – 450 kW (obrázek 10).

Závěr

Předložený článek by měl posloužit k lepší orientaci v problematice přípravy surovin s převažujícím podílem odpadního dřeva před založením do kompostů a současně by měl být podkladem při rozhodování o koupi vhodných typů strojů pro jemnou desintegraci v konkrétních podmínkách uživatele.

Správná volba typu těchto zařízení může velmi výrazně ovlivnit celkový efekt provozu kompostárny. Jemná desintegrace dřevních odpadů představuje vysoké energetické a investiční nároky na používaná zařízení.

Mezi základní hodnotící kritéria pro výběr a nákup strojů pro jemnou desintegraci, resp. pro drčení a štěpkování, je nutné zařadit: schopnost rozdrtit suroviny na částice o objemu 0,5 až 5 cm³; zpracovávat suroviny suché, polosuché i vlhké; snadná výměna činných částí pracovního ústrojí; konstrukční řešení musí zamezit častému ucpávání; pracovní ústrojí musí být odolné proti otěru zpracovávanými





Obrázek 10: Samojízdný štěpkovač (výkon motoru 300 kW)

surovinami; konstrukce musí splňovat podmínky bezpečnosti práce (ochranné kryty, hlučnost); snadnost obsluhy; dobré ergonomické řešení ovládacích prvků;

kompaktnost konstrukce; hospodárnost; výkonnost a design.

Informace, publikované v tomto článku, byly získány díky finanční podpoře MZe

ČR v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1210263 „Agronomická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty.“

LITERATURA

Jiříček, J.: Návrh mechanizačních prostředků pro úpravu surovin v kompostovacích zařízeních. Diplomová práce MZLU v Brně, 2003, 80 str.

Plíva, P. a kol.: Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Praha: Vydavatelství Profi Press, s.r.o., 2009. 1. vydání, 136 s., ISBN 978-80-86726-32-8.

Souček, J.: Drtiče, štěpkovače a řezačky pro úpravu rostlinné biomasy. [Crushers, choppers and cutters for crop biomass treatment]. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008, č. 2. 78 s. ISBN 978-80-86884-31-8.

Zemánek, P.: Speciální mechanizace-mechanizační prostředky pro kompostování. Skriptum MZLU v Brně, 2001, 113s. ISBN 80-7157-561-5.

Ing. Petr Plíva, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky,
v. v. i.,

petr.pliva@vuzt.cz

Foto P. PLÍVA, obrázky V. KADLEC

NOVER, spol. s r. o.

Prosévačka substrátu BPS-2

Je určena k třídění kompostů a jiných materiálů tak, aby max. průměr hrubých frakcí obsažených v prosetém substrátu nepřesahoval 20 – 40 mm (v závislosti na typu síta). Prosetý materiál se dopravuje vynášecím dopravníkem mimo stroj a zároveň na jiném místě vypadávají neproseté části na zem nebo dopravník. V násypce a prosévacím bubnu dochází zároveň k promísení a částečnému drcení prosévaného materiálu.

Základem prosévačky substrátu je rám z tenkostěnných uzavřených profilů. Na rámu stroje je upevněna násypka,



pohon bubnu a vynášecí pásový dopravník. Prosévací buben je uložen na otočných rolnách. Uvnitř násypky je umístěn podávací šnek, který přenáší krouticí moment od motoru na buben. Čištění síta bubnu je zajištěno pevným nebo rotačním kartáčem. Vynášecí dopravník je pásový šíře 800 mm a délky 2 m. Pohon dopravníku je zajištěn samostatným elektromotorem, jehož chod je podmínkou pro spuštění bubnu. Prosévačku je možno vyrobit jako stabilní, mobilní nebo na automobilovém kontejneru.

Český Brod, Liblice 229
e-mail: nover@volny.cz,
web: www.nover.cz

Tel.: 321 622 963
602 396 793
fax: 321 622 734