

16. MECHANIZAČNÍ PROSTŘEDKY PRO LESNICKÉ STAVBY A MELIORACE

Výstavba dopravní sítě, provozních budov, různých objektů a bytů, melioračních zařízení apod. je časově velmi náročná a dnes již nemyslitelná bez použití mechanizačních prostředků, zejména při zemních pracích.

Horniny a zeminy, které je třeba těžít, se zařazují podle ČSN do sedmi tříd podle odporu, který klade zemina proti rozpojení. U hornin 1. až 4. třídy (lehké zeminy) je možno zeminu těžít bez předcházejícího rozpojení rozrývačem, u 5. a 6. třídy je třeba ji nejdříve rozrýt rozrývačem a pak těžít a u 7. třídy je nutné horniny střílet.

16.1 Stroje pro zemní práce

16.1.1 Stroje pro rozpojování zemin

Ulehle zemin a kompaktní horniny, objekty, vozovky apod. na staveništi je třeba nejdříve rozrušit, aby se daly vytěžit a odstranit.

Rozrývače

Rozrývač (ripper) je zařízení na rozpojování tvrdé zemin, rozrývání štěrkových a betonových vozovek, vytrhávání pařezů, vyrývání kamenů apod. Pracovním orgánem rozrývače jsou mohutné nože nebo hroty z tvrdé manganové oceli. Nože jsou upevněny na rámu s kolovým podvozkem. Rozrývače jsou nesené nebo taženy pásovými traktory. Moderní těžké dozery jsou vybaveny též rozrývačem (trnem) umístěným vzadu za dozerem (ripper). Rozrývací trn je uložen kloubově nebo na paralelogramu. Ramena se zdvihají hydraulicky. Pro lepší záběr má nůž další hydromotor, který mění úhel sklonu nože v určitém rozsahu, např. 28° , tj. od 41° do 69° ([obr. 16.1](#)). Potřebná tahová síla rozrývače se zjistí ze součtu dílčích odporů:

$$F_z = F_1 + F_2 + F_3.$$

Jízdní odpor rozrývače při práci je:

$$F_1 = G \cdot f \quad [\text{kN}] \quad 16.1$$

kde: G - silové působení pojezdových kol na půdu (kN),

f - koeficient valivého tření ($f=0,4$ až $0,5$).

Odpor stoupání při jízdě rozrývačem je:

$$F_2 = G \cdot i \quad [\text{kN}]$$

kde: i - sklon terénu rovný $\sin \alpha$ (průměrně $0,05$).

Největší odpor klade rozrývaná zemina; je dán rovnicí:

$F_3 = b \cdot h \cdot k \cdot \tau$ [kN] při šířce (b) a hloubce záběru (h) rozrývače v m, odporu zeminy (k) při rozrývání (asi 60 až 120 kPa) a koeficientu rozrývání τ závislém na rozestupu zubů rozrývače (0,75 až 0,80).

Potřebný výkon traktoru na háku je:

$$P_h = F_t \cdot v_p \quad [\text{kW}] \quad 16.2$$

kde: F_t - tahová síla traktoru na háku (N),

v_p - pracovní rychlost traktoru ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Hloubka záběru je asi 0,25 m, u těžkých rozrývačů 0,5-0,7 m. K rozrývání šterkových a asfaltových vozovek se používá silniční rozrývač ([obr.16.1c](#)) tažený traktorem. Nosný rám tohoto stroje je uložen na mohutných litinových kolech. Na příčném nosníku jsou výkyvně uloženy 2 až 4 nože s rydly z tvrdé manganové oceli.

Sbíjecí a bourací kladiva

Používají se pro rozpojování pevných vozovek, pro bourání zdiva, při práci v lomech a všude tam, kde se nedají nasadit rozrývače.

Sbíjecí kladiva jsou pneumatické stroje s pracovním tlakem 0,4 až 0,6 MPa. Pracovním orgánem sbíjecích kladiv je silné zahrocené dláto (oškrt), které pod údery pístu pneumatického kladiva vzniká do tvrdého materiálu a odlamuje jej ([obr.16.2](#)).

V lesnictví se dají využít pneumatická sbíjecí kladiva typu **S8** o hmotnosti 7,5 kg nebo **S11** o hmotnosti 10 kg. Výkon je 0,5 kW, počet úderů 1500 za minutu, spotřeba vzduchu 51 až 54 m^3 za hodinu a energie úderu 22 až 25 J.

Bourací kladivo má podobnou konstrukci jako sbíječka, ale je těžší (25 až 30 kg) a místo dláta má kladiva, ubíjecí čelisti ap.

Vrtací soupravy

Horniny 7. třídy, které jsou velmi těžko rozpojitelné, se mohou rozpojovat jen trháním s použitím různých druhů výbušnin, které se účinkem vysoké teploty přeměňují na velké množství plynu, jejich tlak se využívá pro výkon značné mechanické práce. Výbušniny se ukládají vzduchotěsně do vrtaných otvorů v místech, která je třeba rozrušit. Výbuch výbušnin způsobují **zapalovadla**. Jsou to: *zápalnice* (zápalná šňůra), *bleskovice* (druh pomocné zápalné šňůry), *rozbuška*, do které se zasouvá zápalnice, *elektrický zápalník se zápalným tělískem*, *zapalovací elektrické vedení* pro odpalování náloží výbušnin a *zapalovací strojek* (zapalovač).

K vrtání otvorů pro uložení výbušniny se používá **vrtací souprava**. Skládá se z pneumatických vrtacích kladiv nebo vrtáček s vrtáky volenými podle druhu rozpojované

horniny, zapalovacích strojů, kompresorů a elektrocentrál. Vrtací soupravy jsou nutné při výstavbě dopravní sítě a při získávání stavebního kamene v kamenolomech.

Vrták má tvar dláta různého průřezu, tvar břitu je dán druhem vrtané horniny (např. jednoduchý břit tvaru Z pro vrtání pískovce, dvojitý břit do tvrdých nerostů, křížový břit do žuly nebo ruly a hvězdicovitý do nejtvrděších hornin apod., [obr.16.3.a,b,c,d,e](#). Nebožez je vhodný k vrtání měkkých hornin

16.1.2 Stroje pro těžbu hornin

Při těžení a přemísťování hornin se zeminy rozpojují a nakládají, popřípadě se rozvázejí nebo ukládají na skládky, přemísťují se také do násypu. Podle funkce a potřeby přemísťování zeminy se používají tyto stavební stroje :

1. **rypadlo** (bagr) - zeminu rozpojuje, nabírá a nakládá,
2. **dozer** (shrnovač) - zeminu rozpojuje, shrnuje a hnutím před sebou přemísťuje na krátké vzdálenosti,
3. **skrejpr** (škrabač) - zeminu těží, nabírá a rozváží,
4. **grejdr** (srovnávač) - zeminu hrne a urovnává.

Teorie řezání zemin a zásady výpočtu odporů při rýpání

Pracovní orgán musí překonat při nabírání zeminy rypný odpor, který je dán součtem jednotlivých odporů vznikajících při oddělování zeminy a při naplňování pracovních orgánů (lopata, rypadlo, korba) odřezanou zeminou. Technické údaje řezného nástroje při odřezávání zeminy jsou na [obr.16.4](#). Úhel hřbetu $\alpha = 5-10^\circ$, úhel břitu $\beta = 15-25^\circ$ a úhel řezání $\delta = 25-35^\circ$.

$$F_t = k_t \cdot b \cdot d \quad [\text{N}] \quad 16.3$$

kde : F_t - tangenciální odpor (N),

k_t - měrný tangenciální odpor proti rýpání ($\text{N} \cdot \text{m}^2$),

b - šířka odřezávaného pruhu (m),

d - tloušťka odřezávaného pruhu (m).

Proti vnikání břitu do hloubky působí též síly normálového směru, které jsou závislé na tvaru, stavu a poloze břitu. Působí kolmo ve směru tangenciálního působení síly F_t .

$$F_n = k_e \cdot F_t \quad [\text{N}] \quad 16.4$$

kde : k_e - převodný součinitel závislý na vlastnostech zeminy a pracovního orgánu (bývá 0,2 až 0,8),

F_n - odpor působící kolmo k tangenciálnímu odporu (N).

Rypadla

Rypadla (bagry) jsou stavební stroje, které pracovním zařízením ve tvaru otevřené nádoby (lžící, korečkem) zeminu rozpojují, nabírají a nakládají na dopravní prostředek nebo ukládají na skládky, popřípadě ji přemísťují do násypu.

Rypadla se podle druhu rozpojovacího zařízení dělí na *výložníkové*, *korečkové*, *nasávací* a *lanová*.

Podle podvozku jsou rypadla *kolová* a *pásová*. Výhodnější jsou kolová rypadla, tzv. autorypadla, která se sama přemísťují a jsou vhodná též pro menší rozptýlené výkopové práce.

V lesnictví se uplatňují výložníková, méně korečková rypadla (meliorační práce).

Výložníková rypadla ([obr.16.5](#))

Pracovním orgánem je lopata, drapák nebo hoblík, jimiž se zemina rozpojuje, nabírá a nakládá na odvozní prostředky.

Každé výložníkové rypadlo se skládá z podvozku, otočné plošiny a z výložníku s rozpojovacím zařízením. Výložník je umístěn kloubově na otočné plošině a zvedá se lany navijáku. Otáčení plošiny s výložníkem (o $270-360^\circ$ na obě strany) umožňuje ozubený věnec.

Lopatová rypadla

Pracovním orgánem lopatových nebo lžicových rypadel je mechanická ocelová lopata, uložená na konci lopatového násadce a ovládaná lanovým nebo hydraulickým mechanismem přímo z pracovní kabiny rypadla. Lopata má tvar nádoby s odklápěcím dnem, vpředu je vyztužena břitem nebo ozuby, kterými rozpojuje zeminu při pohybu výložníku, zvedá ji a po otočení stroje vysype. Objem lopaty je u rypadel na kolovém podvozku 0,25 až 0,75 m³, u rypadel na pásových podvozcích 1 až 7 m³.

Lopata výložníkových rypadel je upravena jako výšková, hloubková a vlečná a podle toho se jednotlivá rypadla také nazývají ([obr. 16.5 a, b, d](#)).

Rypadlo s výškovou lopatou těží zeminu od stroje nad úroveň postavení stroje. Je nejvhodnější pro čelní rýpání, tj. při hloubení svislých stěn nebo v odkopových zářezech, vysokých alespoň 1500 mm.

Rypadlo s hloubkovou lopatou má lžici upravenou tak, že pracuje pod úrovní pojezdové plochy stroje a to pohybem lžice shora dolů a pak nahoru a směrem ke stroji. Používá se pro výkopy pod úrovní terénu k hloubkovému výkopu rýh kanálů, vodovodního potrubí, pro meliorační účely apod. Základní technické ukazatele současných stavebních rypadel na 1 m³ objemu lopaty: výkon motoru 70 až 90 kW, teoretická hodinová výkonnost 160 až 200 m³,

síla na zubech 38 až 60 kN. Hmotnost rypadel je 25 až 40 t, spotřeba pohonných hmot na 1 m³ vykopané zeminy je 0,06 až 0,15 kg.

Dozery

Dozery (shrnovače) jsou stroje pro zemní práce, kterými se zemina rozpojuje, těží, shrnuje a přemísťuje na kratší vzdálenosti. Dozer je nejdůležitějším strojem při výstavbě lesních cest ([obr.16.6](#)).

Dozery jsou pásové nebo kolové traktory s mohutným rámem, vybaveným vpředu radlicí. Radlice se zvedá mechanicky, navijákem nebo hydraulicky.

Je z tlustého plechu, který je vyztužený na spodní hraně má masivní vyměnitelný řezací nůž. Zkřivení průřezu radlice musí být takové, aby zemina nepřepadávala přes horní okraj radlice dozadu (parabola nebo evolenta).

Radlice se montuje k rámu kolmo k podélné ose traktoru (buldozer) nebo je vytočena do určitého úhlu ve vodorovné rovině (angldozer), popřípadě je kolmá k podélné ose traktoru a nakloněná šikmo ve svislé rovině (tildozer).

Buldozer je určen pro podélný přesun zeminy, angldozer pro příčný přesun a tildozer pro příčné urovnávání cestní pláně, která bývá do stran skloněná, pro výkop trojúhelníkových rýh apod.

Novější typy buldozerů mají univerzální radlice, které je možno nastavit až pod 60° dopředu nebo dozadu (angldozer) nebo mírně obrátit asi o 6 až 10° ve svislé poloze (tildozer).

Dozerem se odebírá zemina tak, že se jeho radlice za jízdy zaryje do zeminy na hloubku odpovídající tloušťce vrstvy určené k odřezání (0,15 až 0,3 m).

Při rozpojování působí na radlici dozeru síly, které se projevují jako odpory proti rozpojování ([obr. 16.4](#)). Oba odpory se rozkládají na složkové odpory ve směru osy x a y.

Pro jejich velikost plyne :

$$R_x = N \cdot \sin \tau + f_l \cdot N \cdot \cos \tau \quad [\text{N}] \quad 16.6$$

$$R_y = N \cdot \cos \tau - f_l \cdot N \cdot \sin \tau \quad [\text{N}] \quad 16.7$$

Skrejpry

Skrejpr (škrabák) je traktorový stroj, jehož pracovní částí je korba opatřená ve spodní části nožem, kterým se zemina rozpojuje a pohybem celého stroje se vtlačuje do korby.

Po naplnění se korba nebo dno korby nadzvedne a vytěžená zemina se přemísť v korbě vlastní silou skrejpru nebo silou vlečení na skládku. Tam se uvede v činnost mechanismus pro vyprazdňování korby (zadní stěna) a zemina se za jízdy rozprostře v tenké vrstvě.

Skrejpry jsou řešeny jako přívěsné ([obr.16.7](#)), návěsové (sedlové) nebo motorové. Objem korby u přívěsných škrabáků je 2 až 20 m³, motorových 10 až 20 m³. Ovládání korby je lanové nebo hydraulické.

Celkový odpor škrabáků se počítá obdobně jako u dozerů s tím rozdílem, že odrýpnutá zemina se nabírá do korby, ve které se převládá na určitou vzdálenost. Vzniká pojezdový odpor škrabáku, odpor zeminy při řezání, odpor řezané zeminy proti nabírání a rozhrnování v korbě a odpor zeminy hnuté před korbou v místě rozprostírání zeminy. Ekonomická vzdálenost rozvozu je 200 až 300 m, u skrejprů tažených, u skrejprů motorových od 300 do 1500 m. V lesnické praxi se používají jen ojediněle.

16.1.3 Stroje pro dokončování zemních prací

Mezi dokončovací práce patří úprava výkopových a násypových svahů, úprava pláně, výkopy a čištění příkopů.

Grejdry

Srovnávač (grejdr), ([obr. 16.8](#)) slouží k přemísťování zeminy na kratší vzdálenosti, jejímu rozprostření a urovňání. Srovnávače jsou výhodné pro dokončovací práce při výstavbě lesních cest k profilování silničního tělesa, pro úpravu pláně, k výkopu trojúhelníkových příkopů, pro přemísťování štěrku a písku, pro úpravu svahů a konečně pro míchání zemin při stabilizaci, pro údržbu nezpevněných vozovek a k odstraňování sněhu až do výšky 300 mm.

Pracovním orgánem srovnávačů je pohyblivá radlice, uložená mezi koly na otočném věnci, který umožňuje otáčení radlice vertikálně a horizontálně ve vztahu k podélné ose srovnávače. Radlice může vykonávat tyto pohyby: zvedání a spouštění, natočení okolo svislé osy (až o 360°), změnu sklonu, aby se změnil řezný úhel, natočení kolem podélné osy (pro změnu příčného sklonu). U některých grejdrů je možné vychýlení radlice do strany. Délka radlice bývá 2 až 5 m, obvykle bývá obloukovitě prohnutá s výškou od 0,3 do 0,7 m. Sklon radlice se mění od 45 do 90°. Mezi radlicí a přední nápravou se umísťuje u těžších srovnávačů rozrývací zařízení.

Potřebná tažná síla srovnávače je obdobná jako při práci s dozerem jen s tím rozdílem, že se ještě bere v úvahu úhel odklonu radlice od podélné osy srovnávače (α).

Řezný odpor:

$$F_1 = s.k.b \quad [\text{kN}] \quad 16.11$$

Odpor hnuté zeminy:

$$F_2 = Q_z.f_1.\sin \alpha \quad [\text{kN}] \quad 16.12$$

kde: Q_z - tíha zeminy hnuté před radlicí (kN)

Odpor zeminy klouzající v podélném směru po radlici:

$$F_3 = Q_z \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \cos \alpha \quad [\text{kN}] \quad 16.13$$

kde: f_1 - součinitel tření zeminy o zeminu,

f_2 - součinitel tření zeminy o radlici.

Odpor zeminy klouzající ve vertikálním směru po radlici:

$$F_4 = Q_z \cdot f_2 \cdot \cos^2 \tau \cdot \cos \alpha \quad [\text{kN}] \quad 16.14$$

Odpor při jízdě srovnávače:

$$F_5 = Q_z \cdot (f_t + i) \quad [\text{kN}] \quad 16.15$$

Radlice se ovládá ručně, mechanicky nebo hydraulicky. Srovnávače se konstruují podle způsobu pohonu jako přívěsné a nesené (sedlové) za traktorem nebo samojízdné (autogrejdry) na automobilovém podvozku. Poslední typy srovnávačů mají hnaná řízená všechna kola.

Svahovače ([obr.16.9](#))

Neupravené svislé výkopové a závěsové stěny při budování lesních cest je třeba v určitém sklonu zesvahovat a upravit. K tomuto účelu se používá *svahovací křídlo* (radlice) jako adaptér k buldozerské radlici nebo *svahovací fréza* nesená za traktorem.

Svahovací křídlo (svahovací radlice) je řešeno jako adaptér k buldozerské radlici a je použitelné při svahování svislých zářezových stěn ve ztížených půdních podmínkách (zeminy 1. až 4. třídy); maximální dosah má 3000 mm. Svahovací radlice je otočně uchycena na bočnici radlice a podepřena vzpěrou uchycenou na rámu radlice. Úhel zářezové stěny závisí na změně délky vzpěry. Při postavení radlice vytvoří svislou řeznou hranu buldozerské radlice s masivní hranou, která je výhodná při těžbě zemin v zářezu. Je výhodnější montovat tento adaptér na radlici typu angldozer, který zeminu radlicí přemísťuje současně od paty svahu mimo dosah pásu pohybujícího se stroje. Podmínkou vytvoření rovnoměrného sklonu svahu je srovnaná pláň. Na lesních cestách, kde je vybudován odvodňovací příkon, se nedá použít.

Svahovací fréza pracuje jako adaptér kolového traktoru. Pracovním orgánem odebírá vrstvy zeminy při současném pojezdu traktoru ([obr. 16.9](#)).

Svahovací fréza se skládá z rámu stroje, převodného ústrojí, podvozku, zvedacího zařízení a ubírací šroubovice. Podvozek tvoří dvě kola s nízkotlakými pneumatikami, uložená těsně vedle sebe otočně vzhledem k rámu.

Zvedací hydraulické zařízení umožňuje měnit polohu ubírací šroubovice. Podvozek tvoří dvě kola s nízkotlakými pneumatikami, uložená těsně vedle sebe otočně vzhledem k rámu.

Zvedací hydraulické zařízení umožňuje měnit polohu ubírací šroubovice. Ta je vytvořena z trubky, na které je navinutý závit z tlustého plechu, vyztuženého na okraji po celém, obvodu šroubovice. Řezné hrany se připojují ke šroubovici šrouby a jsou vyměnitelné.

Délka svahovacího ramena je 2600 mm, sklopení svahovacího ramena je v rozpětí 30 až 90°, otáčky svahovací frézy činí 240 min⁻¹, hmotnost svahovací frézy je 800 kg.

Stroje na hloubení a čištění příkopů

Univerzální rýhovací stroj. Pracovním orgánem rýhovače je hydraulické rameno k traktoru LKT-81 přichycené k otočnému přesouvacímu ramenu, upevněnému na mohutném svislém čepu na otočné stabilizační plošině na závěsech rámu. Umožňuje práci pod osou otáčení plošiny ve stopě obou zadních pneumatik.

Zařízení se používá k hloubení a čištění lichoběžníkovitých příkopů u paty zářezové stěny svahové cesty, k hloubení příčných odvodňovacích rýh a k hloubení a kladení příčných trubních propustí ([obr.16.10](#)).

16.2 Stroje pro zhutňování zemin

Nakypřené zeminy se zpevňují (zhutňují) zhutňovacími zařízeními. Volba zhutňovacích strojů závisí na složení zpevňované zeminy. Hloubka působení tlaku na zeminu závisí na způsobu jeho působení (statický tlak, nárazy, vibrace apod.). Stroje, které zhutňují zeminu staticky, jsou *statické válce*, stroje přechující zeminu rázy vlastní hmotností jsou *pěchovadla* a stroje, které zeminu střešají, jsou *vibrační válce* a *vibrátory*.

16.2.1 Válce

Válce ([obr.16.11](#), [obr.16.12](#)) se rozdělují podle konstrukce na *hladké, ježkové, mřížkové, pneumatikové* a *vibrační*. Podle pohonu jsou *přívěsné* a *samojízdné*. Přívěsné traktorové válce mají hmotnost asi 5 t, samojízdné do 24 t. Hmotnost válců se dá zvětšovat naplněním dutin kol vodou, pískem nebo kovovým šrotem. Tlak zadních kol hladkého a pneumatikového válce je 0,9 až 1,4 MPa, ježkového válce 1,8 až 2,4 MPa, šířka válců je 2000 až 2500 mm.

Tažná síla F_c se zjistí součtem dílčích odporů válce.

Valivý odpor přívěsných válců na půdě F_1 je dán vzorcem:

$$F_1 = Q \cdot (f_v + i_s) \quad [\text{kN}] \quad 16.16$$

kde : Q - celková tíha válců (kg),

f_v - součinitel odporu při pojezdu (u hladkých válců 0,10 až 0,16, u ježkových 0,15 až 0,25, u pneumatikových 0,12 až 0,25),

i_s - sklon pláně (%).

Empirický vzorec pro
$$f_v = \frac{\sqrt{2q}}{D^3}$$
 16.17

kde :

$$g = \frac{Q}{S}$$

Odpor vzniklý třením v ložiskách válce

$$F_2 = Q \cdot f_t \quad [\text{kN}]$$
 16.18

kde : f_t - součinitel tření v ložiskách (0,2).

Odpor při překonávání setrvačných sil při rozjezdu válce

$$F_3 = \frac{Q \cdot v_t}{g \cdot t} \quad [\text{kN}]$$
 16.19

kde : v_t - pojezdová rychlost válce (m.s^{-1}) - 0,5 až 2 m.s^{-1} ,

g - zrychlení (m.s^{-1}),

t - čas rozjezdu válce (s) - 4 až 5 s.

Potřebný příkon tažného prostředku

$$N = \frac{F_c + Q_t \cdot f + i_s \cdot v_t}{3,6 \mu_c}$$
 16.20

kde : Q_t - tíha tažného prostředku (kg)

f - součinitel pojezdového odporu tažného prostředku (0,1),

v_t - pracovní rychlost tažného prostředku (km.h),

μ_c - součinitel účinnosti pohonu tažného prostředku (0,85 až 0,90).

U samojízdných válců je pojezdový odpor F_1 a odpor při rozjezdu F_2 stejný jako u přívěsných válců.

Odpor u ježkových válců (ježkování povrchu pláně) :

$$F_3 = n \cdot S \cdot K \quad [\text{kN}]$$
 16.21

kde : n - počet hrotů tlačných do půdy,

S - čelní plocha hrotů zatlačených v půdě (m²),

K - měrný odpor při zhutňování hroty (170 až 250 kPa).

Odpor při jízdě válce v zatačce :

$$F_4 = 0,3 \cdot Q_1 \quad [\text{kN}] \quad 16.22$$

kde : Q_1 - tíha působící na otočný válec (kN).

V praxi se udává tažná síla pro válec (0,2 až 0,3) .

Tažná síla se též počítá podle vzorce :

$$F = \frac{3}{8} \cdot Q \cdot \frac{2t}{R} \quad [\text{kN}] \quad 16.23$$

kde : t - délka tětiny válce zatlačeného do zeminy (m),

R - poloměr válce (m),

Q - tíha válce (kN).

Hladké válce ocelové

Používají se pro dokončovací práce při hutnění povrchu pláně. Válce mají vrstvy jen 20 až 30 cm tlusté, proto je jejich působení malé. Jsou ruční, přívěsné, samojízdné a vibrační. Podle tíhy jsou válce *lehké* - 30 až 50 kN, *střední* - 60 až 90 kN a *těžké* nad 100 kN.

Ježkové válce

Mají na povrchu šachovnicovitě umístěné 200 mm dlouhé trny. Hmotnost válců je 1500 až 8000 kg, tlak hrotů na půdu je 1,8 až 4 MPa.

Mřížkové rýhované válce

Mají po obvodu podélné a příčné rýhy ve formě mříží. Používají se na písčitých zeminách.

Pneumatikové válce

Zhutňují zeminu pneumatikovými koly. Kola jsou uložena v řadách na dvou nápravách po 4 až 7 pneumatikách tak, aby se stopy překrývaly. Válce jsou uloženy pevně nebo výkyvně, každý z nich sleduje nezávisle koly povrch pláně. Hmotnost válců se zátěží 10 až 70 t. Zátěž se dává do korby umístěné nad koly. Válce mají vrstvy 400 až 600 mm tlusté. Stupeň zhutnění závisí na tlaku v pneumatikách (0,4 až 0,7 MPa) a zátěži (12 až 25 kN na jedno kolo). Měrný tlak kol na zeminu se mění s tlakem v pneumatikách bez přerušení práce. To umožňuje jejich nasazení od předhutnění až po dohutnění vozovky.

Vibrační válce

Působí na zeminu tlakem a vibrací. Dynamické působení rozechvěje zeminu tak, že se v ní zmenší vnitřní tření a za současného působení tlaku se zrna dostávají do pohybu.

Pracovním orgánem vibračních válců je speciální vibrační mechanismus (vibrátor). Zakladem vibrátoru je hřídel, který získává otáčivý pohyb řemenovým převodem od motoru. Hřídel je uložen v ložiskách skříně vibrátoru a jsou na něm výstředně upevněna závaží. Při otáčení hřídele vibrátoru vzniká vibrace, která se přenáší na vibrační válec a na půdu.

Vibrační válce jsou řešeny jako jednonápravové závěsné nebo dvounápravové samojízdné. Účinnost vibračních válců je 4krát až 5krát větší proti válcům působícím jen svojí hmotností. Vyžadují též méně energie a kovů, protože mohou být podstatně lehčí.

16.2.2 Pěchovadla

Při pěchování se zemina zpevňuje kinetickou energií nárazů, kterými se zmenšuje pórovitost zeminy a rozdrobují se její větší části. Pěchovadla jsou vhodná pro hrubozrnné a šterkovité půdy. Hloubka zpevňování je až 1500 mm. Pracovním orgánem pěchovadla je pěchovací deska různého tvaru. Podle pohonu se pěchovadla dělí na *ruční*, *pneumatická*, *výbušná*, *traktorová* a *jeřábová*.

Vibrační desky, vibrátory

Vibrační pěchovadlo je řešeno na stejném principu jako vibrační ústrojí vibračních válců. Vibrační deska vibruje na místě nebo se posunuje rychlostí $0,13 \text{ m.s}^{-1}$. Výkonnost je 60 až $180 \text{ m}^2.\text{h}^{-1}$, působí do hloubky až 1000 mm. Měrný tlak na zeminu prudce vzrůstá po dobu úderu T , podle výšky H a plochy zhutňovací desky

16.3 Stroje pro úpravu stavebních hmot

Základní stavební materiál (kámen, písek) se nedá vždy využít tak, jak byl získán. Lomový kámen je třeba dále rozdrtit, roztrždit a podle požadované velikosti na *stavební kámen*, *šterk*, *drť*, *písek* apod. K tomu se používají různé druhy drtičů a třídičů. Stavební hmoty (např. maltu, beton) je třeba připravit v míchačkách. Vyrobená směs se zpevňuje vibrátory.

16.3.1 Drtiče

Drtiče slouží k drcení lomového kamene na požadovanou velikost. Podle konstrukce se dělí na *čelistové*, *kladivové*, *válcové* a *kuželové*, jsou poháněny řemenovými převody.

Čelistové a kuželové drtiče zpracovávají kamenivo na štěrk s rozměry 40 až 70 mm (hrubé drcení), čelistové a kladivové drtiče na štěrk s rozměry 7 až 40 mm (střední drcení), válcové drtiče provádějí jemné drcení, tzv. hrubé mletí při výrobě hrubého (2 až 7 mm) až středního písku s velikostí zrn 0,5 až 2 mm. Jemný písek (0,1 až 0,5 mm) až práškový písek (moučka) s velikostí zrn 0,05 až 0,1 se vyrábí v mlýnech.

16.3.2 Mlýny

Jsou to stroje, které rozmělnují rozdrcený hrubý písek až na jemnou písčitou moučku. Z různých konstrukcí se osvědčují mlýny *kolové* a mlýny *se spodním běhounem* ([obr.16.14](#)).

16.3.3 Třidiče

Po drcení kamene následuje třídění, kterým se rozdrcený materiál rozdělí podle velikosti zrn na štěrk, drť, písek apod. Základním pracovním orgánem třídačů ([obr.16.13](#)) je plechové nebo pletivové síto; otvory v síti mají různý tvar.

Konstrukce třídačů je znázorněna na [obr.16.13](#). Roštové třídače jsou z ocelových žerdí, které jsou uloženy pod určitým úhlem, materiál po roštu klouže a propadává. Rošty jsou pevné nebo na jednom konci pohyblivé pomocí klikového mechanismu. Bubnové (válcové) třídače se skládají z dlouhého válce (2,5 až 10 m), který má v jednotlivých polích postupně různé velikosti ok.

Výhodné jsou samohybné třídící drtiče na automobilovém podvozku. Kámen se k drtiči podává dopravníkem. Z drtiče padá rozdrcený kámen přímo do bubnového třídače, kde se síty třídí na několik frakcí. Hmotnost těchto mohutných souprav je 5 až 15 t a jejich výkonnost kolísá od 10 do 30 m³.h⁻¹.

16.3.4 Míchačky

Míchačky jsou stroje pro rychlé míchání betonu nebo vápenné malty. Hlavní součástí míchaček je *míchací buben*, jehož otáčením se promíchává vyráběná směs volným pádem přes lopatky bubnu ([obr. 16.15a](#)).

Míchačky se konstruují se sklápěcím nebo nesklápěcím bubnem. Ze sklápěcích míchaček se používají typy Jaeger o objemu 100 až 750 l, výkonnosti 2 až 5 m³.h⁻¹ a Wignet SV-1500 s objemem bubnu 1500 l a s výkonností až 45 m³. h⁻¹.

Míchačky s naklápěcím dnem jsou střední velikosti, na 250l, např. typ Ransome, Kaise-Werner a naše typy Stavostroj. Výkonnost je 3,8 až 32 m³.h⁻¹. Buben má 20 otáček za minutu.

16.3.5 Strojní zhušťovače směsí

Při strojním zhutňování betonové směsi se používají **strojní pěchovadla a vibrátory**. Strojní pěchovadla jsou vlastně pneumatická kladiva s pěchovací okovkou a motorická pěchovadla pracující s poskakováním. Činnost vibračních zpevňovačů je podobná jako u vibračních pěchovadel používaných při zemních pracích.

Podstatou vibrátoru je výstředník s 12 000 ot.min⁻¹. Jeho kmity se přenášejí na vibrační desku, povrchové vibrátory nebo na hlavici (ponorné vibrátory - pervibrátory) a odtud do zhutňované směsi. Mezery a vzduchové bubliny se v ní zmenšují ([obr.14.15b](#)).

16.4 Stroje pro zhotovení konstrukce vozovek

Při výstavbě lesních cest nevyhovují často zeminy svými fyzikálními vlastnostmi podkladovým vrstvám vozovek; v takových případech se musí **zpevňovat** (stabilizovat). Někdy je třeba dopravit též jinou podkladovou zeminu.

Stabilizace je mechanická nebo chemická. Při *mechanické stabilizaci* se vrstva zeminy promíchá kultivátory (do hloubky 150 mm) nebo půdními frézami (do hloubky 250 mm). Pro zpevnění stabilizační vrstvy se používají statické válce (u štěrkových a písčitých půd) nebo ježovité válce (u jílovitých půd).

Při *chemické stabilizaci* se používají tyto stroje a zařízení: grejdry pro rozprostření materiálu a vyrovnání pláně, distributory (dávkovače, rozdělovače) pro rozprostření sypkých a tekutých stabilizátorů, půdní frézy pro rozdrobení a promísení stabilizátorů, válce pro zpevňování a vyrovnávání vozovky.

Při stabilizaci cementovou maltou (metoda Vibrocem) jsou potřebné tyto stroje: grejdr pro rozprostření štěrku, válec pro zpevnění štěrkové vrstvy, kropící vůz pro kropení vodou a plastifikátorem S, míchačka malty, dávkovač malty na štěrkovou vrstvu a vibrační deska pro zapravení malty do štěrkové kostry ([obr. 16.16](#)).

U živičných vozovek se používají rozstřikovače živice, distributory a rozprostírače suché drtě, která váže živici a hladké nebo pneumatické válce, aby se kamenivo při zpevňování nedrtilo.

Živičné vozovky z obalovaného materiálu se vyrábějí buď na pláni vozovky zastudena (metoda road mix), nebo se kamenivo obaluje v obalovacích soupravách.

U metody road mix jsou potřebné tyto stroje : motorový zametač, odprašovač, distributor, autogrejd, motorový válec s hmotností 10 až 12 t, dopravní prostředky a lopatový nakladač.

Kamenivo se obaluje autogrejdrem nebo ve strojní míchačce (nahradí též distributor obalované směsi).

Obalování kameniva v obalovacích soupravách vyžaduje velmi výkonná obalovací zařízení ([obr.16.19](#)).

K přepravě obalované směsi slouží nákladní automobily s oplechovanou korbou, jejíž stěny se proti přilepování směsi natřou olejem nebo roztokem mýdla.

Směs se ukládá ručně nebo strojově finišerem. Pláň a asfaltová vrstva se válcují trojkolovými tandemovými pneumatikovými válci (tlak 0,4-0,6 MPa) a hladkými válci (hmotnost 10-12 t).

16.4.1 Distributory

Rozdělovač cementu je zpravidla jednonápravový přívěs; na dně jeho zásobníku je šnek poháněný kloubovým hřídelem tažného vozidla. Šnekem se cement dopravuje ze zásobníku do žlabu, odkud vypadává na vozovku. Šířka výpusti je 250 až 2000 mm ([obr.16.17](#)).

Rozdělovač živice se používá pro přepravu a postřikování živicí. Výhodný je automobilový rozstřikovač (autodistributor). Zahřátá živice se z kotle vhaní do nastavitelných rozstřikovacích trysek. Distributor má citlivý tachometr pro měření pojezdové rychlosti a regulaci čerpadla pro rozstřík požadovaného množství živice.

16.4.2 Půdní frézy

Půdní frézy ([obr.16.18](#)) jsou určeny k rozpojování a míchání zeminy s pojivem. Frézy jsou *jednorotorové* nebo *vícerotorové*.

Vícerotorová půdní fréza je zpravidla součástí celé stabilizační soupravy (distributor, válec, zásobník cementu a zásobník vody nebo živice) nebo jako návěsné zařízení za pásovým traktorem.

16.4.3 Rozprostírače

Rozprostírače jsou zařízení pro rozprostírání a dávkování kameniva nebo hotové směsi na vozovce.

Podrcovač se skládá ze zásobníku pro drť a rozdělovacího zařízení. Zpravidla je připojen ke korbě nákladního automobilu, odkud se do něj nabírá kamenivo.

Michačka a dávkovač plastifikované malty se používají při výstavbě lesních cest metodou Vibrocem. Jsou poháněny a taženy traktorem a určeny pro zpracování, přepravu a dávkování cementové malty na navezené kamenivo. Objem míchacího bubnu je $2,4 \text{ m}^3$, náplň $1,2 \text{ m}^3$, velikost násypného otvoru $1000 \times 500 \text{ mm}$, dávkovacích $450 \times 200 \text{ mm}$. Otáčky rotoru jsou 12 a 19 min^{-1} .

Finišer je stroj pro rozprostírání hotové směsi na vozovce. Moderní finišery mají zařízení pro samočinnou nivelaci podélného a příčného sklonu ukládaných vrstev a elektronické zařízení pro zabezpečení dokonalé rovnosti povrchu vozovky ([obr.16.19](#)).

16.5 Stroje pro zakládání staveb

Neúnosné půdy je třeba při zakládání staveb zpevnit. Zpevnění se dosahuje odvodňováním, pilotami a injektováním. Stavby se velmi často zakládají na pilotách, násypy lesních cest se zabezpečují zaražením štětovnic. K zaražení pilot a štětovnic se používají různé typy beranidel.

Beranidla ([obr. 16.20](#))

Jsou to stroje, kterými se dosahuje vysokého tlaku využitím nárazu beranu padajícího z výšky nebo vibračí beranidlových kladiv. Každé beranidlo se skládá z *beranu*, tj. těžkého závaží, které naráží na čelo piloty nebo štětovnice, a z *lešení pro zavěšení kladky*, přes kterou se beran zvedá ručně, nebo motoricky.

Ruční beranidlo je okovaný kuláč z tvrdého dřeva se čtyřmi ocelovými držáky s hmotností 50 až 60 kg . Těžší berany o hmotnosti 100 kg jsou ovládány konopným lanem přes výškovou kladku upevněnou na lešení ve výšce asi 1500 mm .

Strojní beranidlo, např. navijákové, má vyšší ocelové lešení ($1,5$ až 2 m). Beran má hmotnost 350 až 700 kg a ovládá se navijákem přes kladku pomocí ocelového lana. Počet úderů je 40 až 50 za minutu.

Beranidlové kladivo má velký počet úderů, vyvolávaných pístovým motorem (130 až 230 za minutu), takže pracuje vibračně. Pohání je elektromotor s výstředníky, stlačený vzduch nebo pára. Tlak vzduchu nebo páry je $0,7$ až $0,8 \text{ MPa}$. Výkonnost beranění při hmotnosti kladiva 3000 kg a tlaku $0,6 \text{ MPa}$ je u betonových pilot 25×26 asi 6000 mm.h^{-1} . Na [obr.16.20](#) jsou kladiva typu Demag.

16.6 Stroje pro stavbu odvodňovacích kanálů a příkopů ([obr. 16.21](#))

Zamokřelé a močálovité půdy se nejčastěji odvodňují otevřenými příkopy a kanály (povrchové odvodňování) a méně uzavřenými drenážemi (podzemní odvodňování), kde se požaduje neporušený povrch půdy. Pro hloubení sběrných a svodných příkopů do maximální hloubky 1400 mm se používá *soustava plužních příkopovačů*, pro hloubení odvodňovacích

kanálů (hloubka nad 1400 mm) *rypadla*. K odvozu zeminy se používají nakládače, dampry a terénní vozidla. Přípravné práce, jako urovnání terénu, odstranění křovin, stromů apod., se dělají dozery.

16.6.1 Příkopovací pluh

Označují se i jako pluhová rypadla, pluhová hloubidla nebo příkopovače. Vyorávají příkopy trojúhelníkového nebo lichoběžníkového průřezu a do hloubky asi 500 mm. Před radlicí je upevněn nůž, který nařezává vrstvu drnu a zkypruje půdu ([obr.16.21](#)). Plužní těleso je řešeno jako dvoustranná šípová radlice.

Měrný tlak na půdu p způsobený příkopovačem nemá přesáhnout 0,02 až 0,03 MPa a je určen vztahem :

$$p = \frac{Q + G}{S} \quad [\text{Pa}] \quad 16.35$$

kde : G - tíha příkopovače (N),

Q - tíha půdy nacházející se na pracovním mechanismu (N),

S - celková styčná plocha hloubiče s půdou (m^2).

Zmenšení styčné plochy se dá řešit použitím kluzáků nebo nástavců na kola.

16.6.2 Příkopovací frézy

Vhodné pro vytváření hlubších příkopů (500 až 1200 mm). Pracovním orgánem fréz jsou frézovací nože různého provedení, upevněné na kotouči, řetězu nebo hřídeli šneku. Jsou to např. frézy s noži ve šroubovici o délce 1600 až 2000 mm a s lopatkovým vrhačem zeminy, talířové frézy pro čištění mělkých a středně hlubokých příkopů, bubnové frézy, apod. ([obr. 16.21](#)).

16.7 Stroje pro drenážní odvodňování

Na zemědělských půdách, kde by odvodňovací příkopy byly překážkou jejich obhospodařování, se hloubí drenáže. Podle způsobu odvodňování se dělají rýhy určené ke kladení drenážního potrubí nebo se vytlačují podzemní kanálky pro krtkování. Podle toho jsou stroje pro hloubení drenážních rýh a stroje pro krtkování, které vytvářejí pod povrchem síť kanálků bez kladení drenážních trubek ([obr.16.22](#)).

16.7.1 Stroje pro hloubení drenážních rýh

Rýhy drenážní soustavy musí mít určitou hloubku a jen minimální šířku, aby se do nich mohly uložit drenážní trubky. Strojní hloubení drenážních rýh se provádí **drenážními stroji** nebo **rýhovači**. Podle konstrukce jsou to *drenážní kolové* nebo *rámové frézy*, *drenážní kolečková rypadla*, *drenážní lopatová a kolová rypadla* a *drenážní pluhy*.

Pracovním orgánem *drenážních fréz* jsou nože připevněné k obvodu kola (průměr 2500 až 3000 mm) nebo k řetězu, který se pohybuje na dvou bubnech šikmého rámu ([obr.16.22](#)). Šířka rýhy je asi 200 mm, hloubka 1000 až 1800 mm.

Drenážní korečková rypadla rozpojují zeminu korečky s objemem 10 až 15 l, upevněnými na obvodu nosného kola nebo řetězu napnutého na dvou bubnech rámu nebo teleskopického výložníku. Šířka rýhy kolísá od 300 do 500 mm, hloubka je 1200 až 1900 mm. Ruské rypadlo ETN-171 má též ukládač drenážních trubek.

Drenážní lopatková rypadla pracují s hloubkovou lopatou. Lopata má řeznou hranu, která vytváří na dne rýhy žlábek pro uložení drenážních trubek. Objem lopaty je 0,25 m³, šířka 400 až 700 mm (typ Pelikán).

Drenážní pluhy hloubí rýhu tak, že řezná hrana ve tvaru písmene U vyrývá z půdy vrstvy široké 180 až 200 mm a tlusté 80 až 150 mm. Rýha se vyhloubí asi 18 až 20 jízdami. Hloubka záběru pluhu se dá regulovat do 900 mm. Šířka rýhy na dně je 240 mm, nahoře 400 mm. Výkonnost je 3 až 4 km za směnu.

16.7.2 Stroje pro krtkování a provzdušňování půdy

Krtkovací stroje vytvářejí pod povrchem odvodňovací kanálky v hloubce 400 až 1200 mm, které jsou napojeny na svodné příkopy. Pracovním orgánem krtkovače je ocelový nůž, na který se kloubovitě zavěšuje vlastní krtkovací těleso, nazývané krtek, je vejčitého tvaru o průměru 100 až 250 mm ([obr.16.23](#)). Potřebná tažná síla pro krtkování je 15 až 40 kN.

U některých typů strojů je možno mechanismus pro krtčí drenáž vyměnit za vícenožový mechanismus, který se používá k provzdušňování půd ([obr.16.23](#)).

16.8 Stroje pro údržbu lesních cest

Lesnické stavby, objekty a zejména lesní cesty vyžadují soustavnou údržbu. Při údržbě se používají prakticky stejné stroje jako při výstavbě. Při údržbě lesních cest jde hlavně o čištění odvodňovacích příkopů a odstraňování sněhu v zimním období, k tomu se používají speciální mechanizační prostředky.

16.8.1 Stroje pro odstraňování sněhu

Sněhové pluhy

Pracovním orgánem je *odhrnovač*, který je buď *jednostranný*, postavený šikmo k podélné ose vozidla, nebo *šípový*. Optimální velikost úhlu záběru je 50 až 60° a úhlu řezu 35 až 45°. Sněhové pluhy mají jednoduchou konstrukci, musí být poměrně těžké a k jejich nesení jsou potřebné výkonné stroje.

Šípové pluhy se montují jako nesené na terénní automobily. Sněhový pluh se skládá z plechového odhrnovače, ve spodní části opatřeného nožem. Odhrnovač má speciální vydutý tvar a je postaven pod úhlem asi 45°. Pracovní šířka je asi 2600 mm, po nastavení křídel až 4300 mm. Hmotnost pluhu je 1000 kg a hodinová výkonnost 60 000 až 100 000 m².

Sněhomety

Sněhomety mají místo radlic a pluhů zvláštní rotační zařízení (lopatky, šneky, frézy), kterými sníh odhazují daleko do stran. Podle způsobu práce se sněhomety dělí na *sněhové turbíny*, *sněhové frézy* a *kombinované turbofrézy*.

Sněhomety jsou samostatná zařízení, připevňovaná k trakčním kolovým nebo pásovým tažným prostředkům.

U sněhových turbín odhazují sníh lopatky turbín.

Sněhové frézy pracují na podobném principu jako zemní frézy. Pracovní orgán sněhové frézy se skládá z části řezací a z části odhazovací. Řezací část tvoří dvojité šroubovice, pásová nebo bubnová fréza apod. Odhazovací část tvoří vždy lopatkový motor, buben, který se ve skříni s komínem otáčí obvodovou rychlostí až 20 m.s⁻¹. Buben má na povrchu kapsovitě nože, které sníh vrhají do vyhazovacích kanálů. Frézovací zařízení je na rozdíl od turbín postaveno kolmo na směr pojezdu.

Odpojování a rozdrobení sněhu vyhovuje fréze, kdežto odstraňování a odhazování sněhu vyhovuje turbíně, přičemž je fréza vhodná na tvrdý sníh, turbína na sníh lehký a sypký.