

MEZIŘÁDKOVÉ MECHANICKÉ PLEČKY V LESNÍCH ŠKOLKAŘSKÝCH PROVOZECH

Václav Mergl¹, Jaroslav Kašpárek², Lukáš Zeizinger³, Jiří Frühbauer⁴

¹Ústav automobilní a dopravního inženýrství, Fakulta strojího inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Václav.Mergl1@vutbr.cz

²Ústav automobilní a dopravního inženýrství, Fakulta strojího inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, kasparek@fme.vutbr.cz

³Ústav automobilní a dopravního inženýrství, Fakulta strojího inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Lukas.Zeizinger@vutbr.cz

⁴Ústav automobilní a dopravního inženýrství, Fakulta strojího inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Jiri.Fruhbauer@vutbr.cz

INTER-ROW MECHANICAL WEEDERS FOR FOREST NURSERIES

Abstract: *The article presents mechanical inter-row weeders as a substitute for chemical treatment. The paper introduces individual types of weeders and their working tools. Furthermore, their advantages and disadvantages are evaluated. The results pointed to the need to focus on research into autonomous precision steering and its accuracy, as well as topological optimisation of the design and DEM analyses to verify the functionality of the working tools when penetrating the soil.*

Key words: *Steering, Forestry, Carried tool, SWOT analyses*

ÚVOD

V současné době vzniká zvýšená poptávka po sadebním materiálu k zalesnění holin vzniklých po dnes již ustupující kůrovcové kalamitě. Dle dostupných informací je v České republice rozpěstováno celkem 100 725 787 kusů sadebního materiálu [1]. Toto množství je pěstováno na produkční ploše 1 147,38 ha, z čehož 1 111,05 ha zastupují volné plochy a zbytek je zastoupen různými kryty [1]. Na volných plochách v záhonech je pěstován prostokořenný sadební materiál [2]. O tento materiál je v průběhu pěstování nutno pečovat. Mezi nejčastější péči patří pletí, které může být provedeno na chemické či mechanické bázi [3]. Chemická báze zahrnuje aplikaci různých pesticidů za pomoci postřikovačů [2]. Mechanické pletí obsahuje různé typy nástrojů a zařízení [3]. V současnosti je nejvíce používaná chemická cesta pro ošetření záhonu. Aplikace chemických látek může způsobit kontaminaci vody v půdě, a to i kvůli následným závlahovým dávkám, jelikož voda je pro tyto látky hlavním transportním médiem [4]. V důsledku těchto obav je postupně zvyšován tlak k užívání ekologicky šetrnějších způsobů péče o prostokořenný sadební materiál. Řešením tohoto problému by mohlo být užití mechanických pleček, které mimo jiné povrch půdy kypří. Kypřením je přerušeno kapilární vztlínání vody, a tedy redukce její ztráty [2]. Mechanické plečky lze dělit dle způsobu provedení na nepoháněné a poháněné.

NEPOHÁNĚNÉ MECHANICKÉ PLEČKY

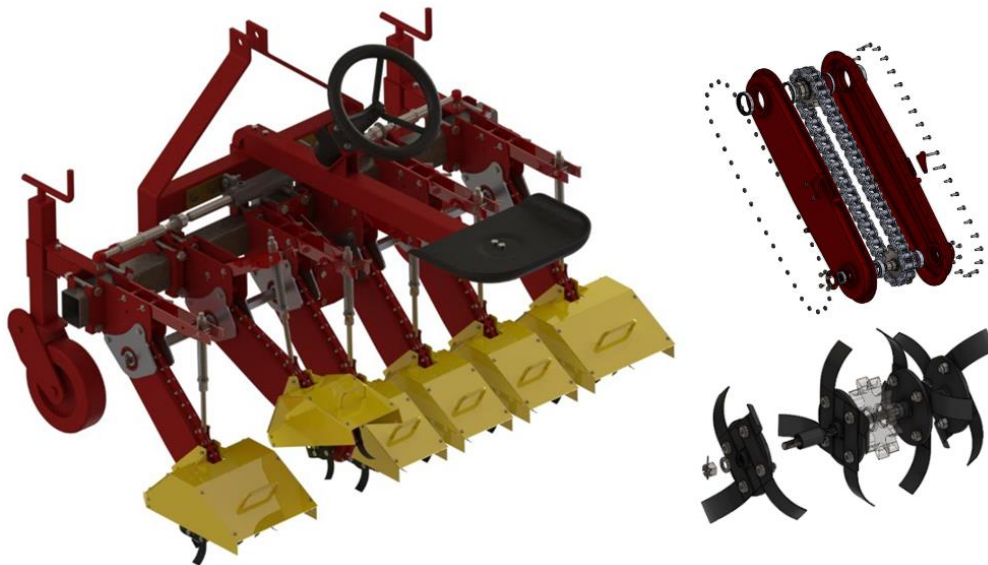
Tento typ pleček je nejužívanějším typem. Nepoháněné plečky vykonávají svoji činnost pouze díky pojezdu tažného prostředku. Nástroje pro pletí jsou většinou šípové radličky s elevačním úhlem 15° a jednostranné radličky se skloněnými křídly o 30° až 40° od směru pojezdu [3]. Dále jsou jako nástroje používána dláta [5] či pruty [3]. Pruty jsou montovány na rám, který může být k nosnému rámu spojen pevně [6] nebo volně za pomoci zavěšení na řetězy [7]. Zavěšení na řetězy umožňuje větší stranový pohyb v případě nutnosti. Nepoháněné plečky mohou být opatřeny také rotačními segmenty. Tyto segmenty jsou poháněny odvalováním od povrchu půdy při jízdě tažného prostředku. Rotačními segmenty mohou být lopatková [3] nebo paprsková kola s hroty [8] (Obr. 1).



Obr. 1 Paprsková kola s hroty [8]

POHÁNĚNÉ PLEČKY

Tento typ pleček má aktivně poháněné pracovní ústrojí. Dle druhu pohybu je lze dělit na dvě skupiny. První skupinou jsou plečky s rotujícími pracovními nástroji a druhou jsou pak plečky s kmitajícími pracovními nástroji. Rotujícími pracovními nástroji mohou být nože uložené do kultivačních jednotek [9], pruty umístěné na ramenou jednoho rotujícího kola nebo na nekonečném článkovém řetězu [10; 6] a kartáče na sdružené hřídeli [11]. Nože kultivačních jednotek jsou poháněny přes řetězový převod, jenž je hnán centrální hřídelí (viz Obr. 2).



Obr. 2 Pohon plečky s kultivátorovými jednotkami a hydraulickým jemným řízením [12]

Druhá skupina poháněných pleček využívá kmitající pracovní nástroje. Pracovním nástrojem mohou být vertikálně uložené hroty (někdy nazývány prsty) [13]. Každý z hrotů při pohybu opisuje vymezenou část kružnice tam a zpět. Dále jsou používány jako nástroje pruty, které jsou připevněny na dva dvojité rámy spojené vahadlem mezi sebou (Obr. 3). Vahadlo je pak poháněno excentrem a hydromotorem.



Obr. 3 Poháněná plečka s kmitajícími pruty [13]

JEMNÉ ŘÍZENÍ

Při pěstování sadebního materiálu v lesních školkách je třeba dbát na šetrnost k pěstovaným jedincům vzhledem k hustotě a době pěstování. Proto, aby se při používání meziřádkový pleček omezilo poškození na minimum, je využíváno takzvané jemné řízení. Toto řízení je vyžadováno téměř u všech druhů pleček mimo prutových pleček, ať již poháněných či nikoliv, a pleček s prstovými koly. Princip tohoto řízení spočívá v natáčení pojezdových kol či

posunu vnútorného rámu vŕči vnĕjšímu rámu. K zatáčení kol je pouŕita řídící tyč, kulové čepy a řídítka [5] nebo může být užito stejné principu, avšak řídící tyč a řídítka jsou nahrazeny přímočarým hydromotorem je jednotkou orbitol [9; 12]. Hydraulické jemné zatáčení je vyobrazeno na Obr. 2. V současné době existuje i řešení, kdy se vnútřní pracovní rám pohybuje uvnitř vnĕjšího pracovního rámu za pomoci přímočarého hydromotoru, viz Obr. 4.



Obr. 4 Hydraulické jemné řízení vnútřního rámu plečky (zdroj: autor)

V současnosti byl vyvinut i systém autonomního přesného jemného řízení. Někdy je nazýváno také jako precizní řízení. Ovladač je volně uloŕen v čepu a je umístĕn v meziřádkovém prostoru (viz Obr. 5). Na přední stranĕ ovladače je umístĕn elektrický senzor, který je spojen s řídící jednotkou a servomotorem pohybu. Při naráŕení ovladače senzor snímá smĕr pohybu a vysílá signál do řídící jednotky, která pohybuje přes servomotor rámem tříbodového závĕsu uloŕeného ve volném spojení (vymezovače pohybu) s rámem, na němŕ je umístĕno nářadí. Řízení je možno zpřesnit navádĕcím GPS systĕmem [14].



Obr. 5 Přesné autonomní jemné řízení [14]

DISKUZE

Nasazení výhradně mechanických pleček při pěstování prostokořenného sadebního materiálu má mnoho výhod, a to především možnost odplevelení a zároveň kypření, čímž dojde k redukci ztráty vody [2]. Za velmi problematickou lze v tomto případě označit plečku s kartáči, které v meziřádku umetá půdu a způsobuje tím její erozi. Obdobného výsledku je dosaženo při použití pneumatických pleček, které by mohly být také alternativním řešením k omezení chemického způsobu boje proti plevelu. Pneumatické plečky využívají cyklony, které tlačí vzduch do potrubí, jehož vyústění je směrem na řádek se sadebním materiálem [15]. Za velmi pravděpodobné lze tedy spíše označit, že chemický způsob ošetření bude nahrazován mechanickým způsobem, jehož silné a slabé stránky lze vidět v Tab. 1. Při bližším pohledu na SWOT analýzu (Tab. 1) je patrné, že je v budoucnu nutno věnovat pozornost výzkumu autonomního jemného řízení, které by mohlo redukovat množství obsluhy, a dále se věnovat pevnostní analýze a topologické optimalizaci konstrukce. Dále je vhodné zaměřit výzkum i na DEM analýzu pro ověření funkčnosti plecího a kypřicího ústrojí při vnikání do půdy.

Tab. 1 SWOT analýza mechanizovaných meziřádkových pleček

	Pozitivní	Negativní
Vnitřní	<p><u>Silné stránky</u></p> <p>Kypření Ekologicky šetrné Pracovní rychlost Jednoduchost údržby Požadovaný výkon</p>	<p><u>Slabé stránky</u></p> <p>Poškození jedinců Závislost na vlhkosti půdy Účinnost proti plevelům Obsluha zařízení vyžaduje většinou 2 lidi Určeno pouze pro plevel</p>
Vnější	<p><u>Příležitosti</u></p> <p>Autonomní jemné řízení Kombinace nástrojů Meziřádkové i řádkové ošetření</p>	<p><u>Hrozby</u></p> <p>Kvalita výroby a pevnost Vyosení pracovního nástroje Skeletnatost půdy a pronikání nástrojů do ní Vyšší riziko poškození stroje obsluhou</p>

ZÁVĚR

V současné době je stále více zvyšován tlak na snižování užití chemických látek v lesnictví a především v lesních školkách, kde se využívají například k hubení plevelů. Se zvyšujícím se tlakem na provozovatele lesních školek vzniká otázka, jakou mechanizací lze nahradit chemický způsob aplikace. Za řešení by bylo možné považovat užití mechanických meziřádkových pleček. Avšak nejdříve je nutné provést rozbor jejich provedení a možných omezujících limitů. V budoucnu je zapotřebí věnovat pozornost výzkumu autonomního jemného řízení a jeho přesnosti či topologické optimalizaci konstrukce a analýzám DEM pro ověření funkčnosti plecího a kypřicího ústrojí při vnikání do půdy.

LITERATURA

- [1] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2023* [online]. 2024 [cit. 4. 6. 2025]. Dostupné z:

<https://mze.gov.cz/public/portal/mze/publikace/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-cr/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-2023>

- [2] MAUER, Oldřich. *Zakládání lesů I*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita, 2009.
- [3] NERUDA, Jindřich. *Technika a technologie v lesnictví: učební text pro předměty Technika a technologie v lesnictví, Základní procesy těžby a dopravy dříví, Technika a technologie lesní těžby a Technika a technologie dopravy dříví*. Vyd. 2. Brno: Mendelova univerzita, 2015. ISBN 978-80-7509-191-8.
- [4] ABDI, Damond, FERNANDEZ, Thomas. Reducing Water and Pesticide Movement in Nursery Production. *HortTechnology*. 2019, roč. 29, č. 6, s. 730-735. ISSN 1943-7714.
- [5] LASY PAŃSTWOWE. *Kultywator uniwersalny leśny KUL z przystawkami* [online]. 2025a [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: https://www.otljarocin.lasy.gov.pl/maszyny-szkolkarskie/-/asset_publisher/1M8a/content/kultywator-uniwersalny-lesny-kul
- [6] SCHRAUWEN MASCHINENBOUW ZUNDERT. *Product Information Weeding Machine* [online]. 2025a [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://www.s-m-z.nl/en/products/weed-control/product-information-weedingmachine/>
- [7] EGEDAL MASKINFABRIK A/S. *Flexweeder* [online]. 2025a [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://egedal.dk/en/produkt/flexweeder/>
- [8] EGEDAL MASKINFABRIK A/S. *Bed Cleanser Type GS* [online]. 2025b [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://egedal.dk/en/produkt/bed-cleanser-type-gs/>
- [9] EDWARDS FARM MACHINERY LTD. *Comeb Inter Row Rotavator* [online]. 2025b [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://www.edwardsfarmmachinery.com/farm-machinery/new/weed-control/comeb-inter-row-rotavator>
- [10] EGEDAL MASKINFABRIK A/S. *Power Weeder* [online]. 2025c [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://egedal.dk/en/produkt/power-weeder/>
- [11] SCHRAUWEN MASCHINENBOUW ZUNDERT. *Product information Brush machine* [online]. 2025b [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://www.s-m-z.nl/en/products/weed-control/product-information-brush-machine/>
- [12] DOHNALÍK, Jan. *Meziřádková rotační plečka pro lesní školky*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2025.
- [13] EGEDAL MASKINFABRIK A/S. *Power Rake for 1 Bed* [online]. 2025d [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://egedal.dk/en/produkt/power-rake-for-1-bed/>
- [14] EGEDAL MASKINFABRIK A/S. *Tool Frame with Row Guidance* [online]. 2025e [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://egedal.dk/en/produkt/tool-frame-with-row-guidance/>
- [15] EGEDAL MASKINFABRIK A/S. *Blowing Machine Type BM* [online]. 2025f [cit. 4.6. 2025]. Dostupné z: <https://egedal.dk/en/produkt/blowing-machine-type-bm/>

Poděkování

Tento příspěvek vznikl s podporou projektu VUT FSI-S-23-8235.