

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Bakalářská práce

Hodnocení činnosti rozmetadel statkových hnojiv s odlišným provedením rozmetacího ústrojí v podniku zemědělské prvovýroby

Vedoucí bakalářské práce
Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor
Jakub Herčík

České Budějovice, 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole seznam citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....

Jakub Herčík

V Českých Budějovicích dne 24. dubna 2015

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Milanu Frídovi, CSc. za rady a cenné připomínky, které mi dopomohly k úspěšnému dokončení práce.

Dále bych chtěl poděkovat zemědělské společnosti ZS Slatina pod Hazmburkem, a.s. a firmě AGROKOMPLEX Ohře, a.s. za umožnění a realizaci měření, jmenovitě paní Vladislavě Smolové a Janu Jenčíkovi za užitečné informace.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou rozmetadel statkových hnojiv s odlišným rozmetacím ústrojím, jejich popisem a celkovou konstrukcí. Dále je v práci porovnán pracovní záběr spolu s hmotnostní výkonností, kvalita práce, rovnoměrnost rozmetání a měrný tlak působící na půdu. Součástí této práce je i ekonomika související s rozmetadly. Všechny tyto aspekty jsou porovnávány na dvou rozmetadlech s různým rozmetacím ústrojím.

Klíčová slova

Rozmetadlo statkových hnojiv, kvalita práce, rozmetací ústrojí, měrný tlak, ekonomika, rovnoměrnost rozmetání, konstrukce.

Abstract

This bachelor thesis deals with manure spreaders with a different devices, their descriptions and overall constructions. Furthermore, this work compares working widths along with mass performance, quality of work, spreading uniformity and specific pressure impacting the ground. Part of this work is related to the spreaders economy. All these aspects are compared to two spreaders with different spreading device.

Keywords

Manuer spreader, work quiality, spreading device, specific, economy, spreading uniformity, construction.

Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Literární přehled.....	9
2.1	Rozmetadlo tuhých statkových hnojiv	9
2.2	Agrotechnické požadavky na rozmetadla.....	9
2.3	Rozmetací ústrojí.....	10
2.4	Ložná korba	20
2.5	Dopravní ústrojí.....	20
2.6	Zadní výsuvné čelo.....	23
2.7	Podvozek	24
2.8	Pojistné prvky.....	30
2.9	Chlévský hnůj.....	31
3.	Cíl práce	33
4.	Metodika	34
4.1	Úvod k měření	34
4.2	Měření příčné rovnoměrnosti rozmetání	34
4.3	Výpočet skutečné dávky hnoje.....	36
4.4	Porovnání technických parametrů rozmetadel	37
4.5	Hodnocení kvality práce rozmetadel.....	37
4.6	Měření měrného tlaku pneumatik na půdu.....	38
4.7	Stanovení nákladů	39
5.	Výsledky měření	42
5.1	Popis zemědělských podniků	42
5.2	Celkové porovnání rozmetadel.....	44
5.3	Porovnání parametrů jednotlivých rozmetadel.....	48
5.4	Porovnání příčné rovnoměrnosti rozmetadel.....	50

5.5	Skutečná dávka hnoje	54
5.6	Měrný tlak pneumatiky působící na půdu	55
5.7	Hodnocení kvality práce.....	57
5.8	Stanovení nákladů	58
6.	Závěr	61
7.	Seznam použité literatury.....	62

1. Úvod

Rozmetadla jsou důležitou součástí každého velkého zemědělského podniku, který se zabývá nejen rostlinnou, ale i živočišnou výrobou, z níž mohou být čerpána kvalitní organická hnojiva, například v podobě chlévské mrvy. Ta se stává nejčastějším materiálem, který rozmetadla aplikují.

Rozmetání chlévské mrvy je pracovní činnost, u které je zapotřebí sledovat skutečný pracovní záběr stroje, s tím je úzce spjata příčná rovnoměrnost rozmetání. Ta je důležitá pro stanovení překrytí následujících pracovních záběrů a srovnání plošné dávky rozmetané hmoty. Další důležitou částí, kterou je potřeba sledovat, je kvalita práce odvedená rozmetadlem a výpočet skutečné dávky hnoje na danou plochu. Jako poslední zásadní aspekt je zapotřebí znát ekonomiku těchto strojů spolu s náklady na provoz.

Rozmetadla jsou technicky různě řešena a vyrobena z odlišných konstrukčních materiálů. Liší se především tím, jaké je u daného typu rozmetadla použito rozmetací ústrojí, jaké je zvoleno technické řešení posunu materiálu k rozmetacímu ústrojí a jeho vliv na kvalitu práce. Dalším podstatným parametrem je užitečná hmotnost rozmetadla. S ochranou půdy a utužením půdy je spjat měrný tlak, kterým stroj pomocí pneumatiky na půdu působí.

2. Literární přehled

2.1 Rozmetadlo tuhých statkových hnojiv

Rozmetadla tuhých statkových hnojiv jsou určena především pro rovnoměrné rozmetání různých druhů hnojiv. Tyto stroje jsou částečné dopravní prostředky, které jsou technicky řešeny pro aplikaci různých tuhých statkových hnojiv, jako je hnůj, kompost, rašelina, zeminy, půdní substráty a jiné organické hmoty, například řepný chrást, chmelové zbytky. Ve výjimečných případech lze aplikovat vápenaté hnojivo.

Koncepce rozmetadel v dnešní době je rozmanitá, nalezneme zde rozmetadla s užitečnou hmotností až 36 tun s různými provedeními náprav od jednonápravových až po tridemové s tandemovým podvozkem s točnicí. Hlavní součástí každého rozmetadla je ložná korba a podlahový dopravník. Tyto dvě hlavní části jsou konstrukčně řešeny a přizpůsobeny tak, aby docházelo ke kontinuálnímu dávkování na třetí hlavní část, kterou je rozmetací ústrojí.

Rozmetadla můžeme rozdělit podle rozmetacího ústrojí na bubnové rozmetací ústrojí vertikální, horizontální a vertikální šikmé, dále pak na lopatkové a méně používaná ústrojí jako cepové, dopravníkové, kolové a jiné rozmanité modifikace rozmetacích ústrojí. Rozmetadla je možno rozdělit podle konstrukce na návěsná, přičemž určitý podíl hmotnosti návěsu přechází na závěs traktoru, dále přívěsná rozmetadla, která jsou používaná jen zřídka, samochodná a automobilová rozmetadla, kde je především uplatňován systém výměnných nástaveb.

2.2 Agrotechnické požadavky na rozmetadla

Na rozmetadla tuhých statkových hnojiv jsou kladeny vysoké nároky. Hlavním požadavkem je rovnoměrné rozprostření rozmetané hmoty. Rozmetaná hmota musí být pečlivě rozrušena na požadovanou velikost částic bez ohledu na množství dávky a aplikována na pozemek tak, aby rozdíl dávky nebyl po celém pozemku větší než 20 %, s podélnou a příčnou nerovnoměrností větší než 30 %. K dalšímu požadavku na rozmetadla patří užitečná hmotnost ložné korby, jež by při jednom přejezdu měla pokrýt nejlépe celou šířku pole a tím minimalizovat prázdné přejezdy, které tvoří až 50 % času. Další požadavek, na který je kladen velký důraz, představuje minimalizaci utužení půd, což je obecně spjato s myšlenkou, že za jeden přejezd provedeme co nejvíce operací. To však závisí na užitečné hmotnosti ložné korby.

2.3 Rozmetací ústrojí

Rozmetací ústrojí tvoří klíčovou součást celého rozmetadla. Lze je rozdělit na rozmetací ústrojí:

- bubnové horizontální a vertikální,
- lopatkové,
- kolové,
- cepové,
- dopravníkové,
- ostatní.

Hlavní požadavek, který musí rozmetací ústrojí splňovat, je především rovnoměrné rozmetení hmoty, která je k tomuto ústrojí dopravována různými mechanismy z ložné korbě rozmetadla. Samotné rozmetání je u některých konstrukcí úzce spjato s rozdružovacími válci. U některých ústrojí, například u bubnového nebo kolového, plní tuto funkci samotné rozmetací ústrojí.

2.3.1 Lopatkové rozmetací ústrojí

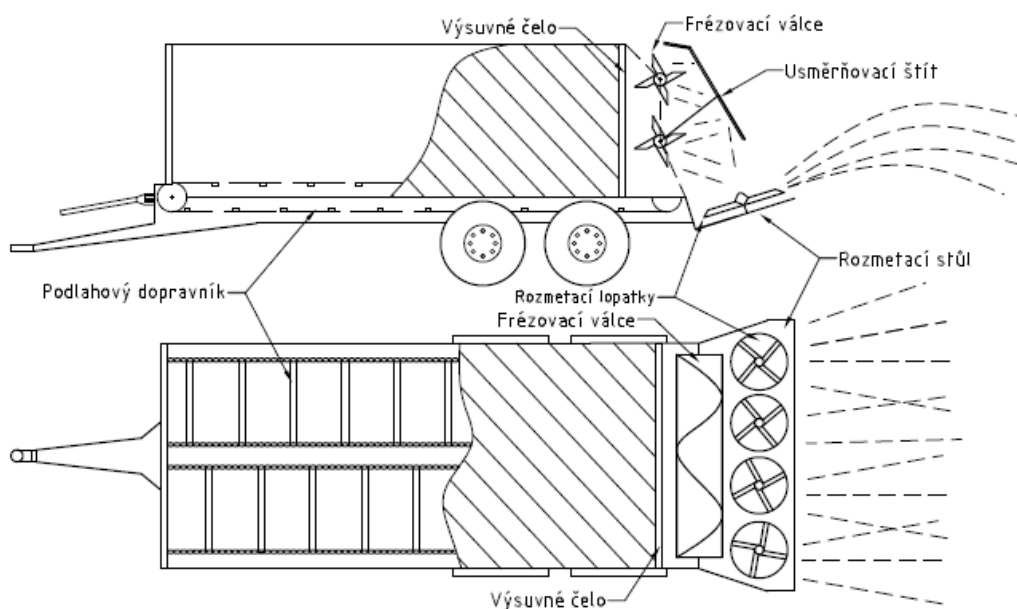
Mezi nejvíce používané rozmetací ústrojí v České republice patří bezesporu lopatkové, které můžeme vidět na obrázku 1. Toto rozmetací ústrojí dokáže rozmetat i více sypké materiály, jako jsou vápenatá hnojiva, ale to pouze v případech větších dávek. Materiál, který je naložen na ložné korbě rozmetadla, je posouván podlahovým dopravníkem k zadní části. Zde je umístěno čelo, které zabraňuje



ztrátám materiálu při přepravě. Na začátku samotného rozmetání je čelo vysunuto vzhůru pomocí přímočarých hydromotorů. [1]

Obrázek 1: Lopatkové rozmetací ústrojí [3]

Princip činnosti rozmetadla s lopatkovým rozmetacím ústrojím je následující. Příčný podlahový dopravník posouvá materiál na frézovací válce. Tyto válce mají za úkol rozdružit hmotu na menší části, které jsou mrštěny na usměrňovací štít, od něhož se materiál odráží na rozmetací stůl. „Na rozmetacím stole jsou umístěny šikmě skloněné rozmetací lopatky, minimálně dvě lopatky tvoří rozmetací dvojici, otáčí se proti sobě a jsou pootočený o 90°. Lopatky nadále mrští materiál dozadu po směru jízdy rozmetadla a do stran. Šířka rozmetaného obrazce, do kterého je materiál rozmeten, je od 12 m u menších rozmetadel, u větších může dosáhnout šířky rozmetání až 26 m. Na okrajích rozmetaného obrazce klesá množství rozmetaného materiálu, proto při rozmetání je nutno dbát na to, aby se každý přejezd z části překrýval s předchozím přejezdem.“ [1] Schéma rozmetadla s lopatkovým rozmetacím ústrojím můžeme vidět na obrázku 2.



Obrázek 2: Schéma rozmetadla s lopatkovým rozmetacím ústrojím

2.3.2 Bubnové rozmetací ústrojí

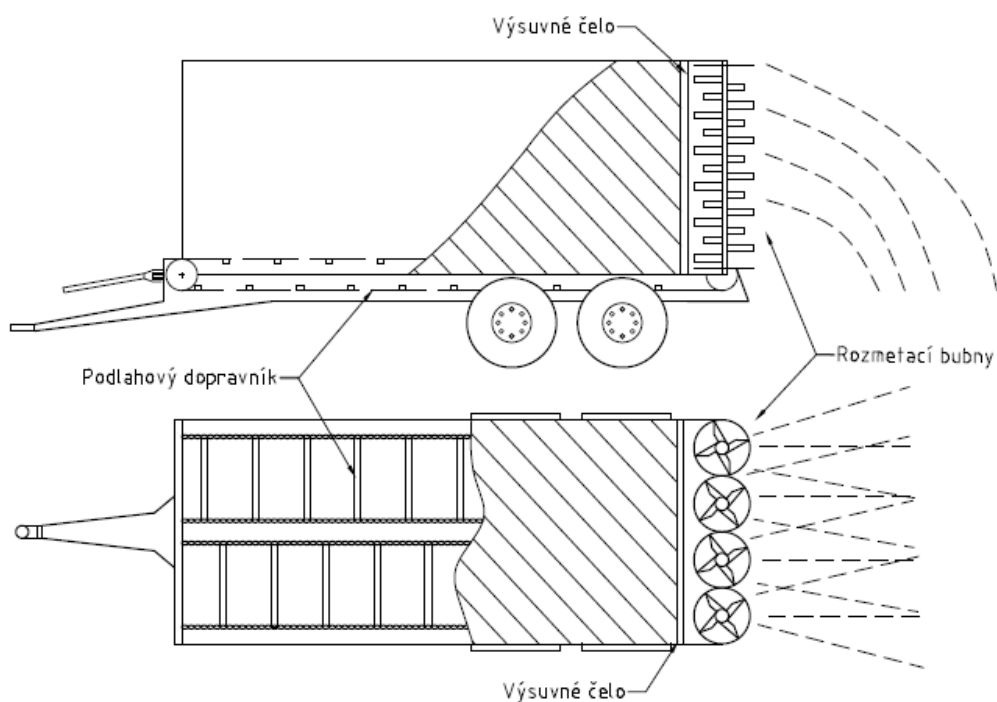
Bubnové rozmetací ústrojí, které je zobrazeno na obrázku 3, u nás patří k hojně používaným. Je vhodné pro rozmetání materiálů jako například hnůj, kompost a jiných méně sypkých materiálů. Bubnové rozmetací ústrojí plní dvě funkce, a to funkci rozdružovací, nahrazuje tím rozdružovací válce, a funkci rozmetací. Rozmetací bubny se nachází v zadní části ložné korby. Provedení rozmetacích bubnů je rozděleno podle osy rotace na vodorovné, svislé a šikmé. Ty jsou odkloněny o více než 15° od svislé osy. „Konstrukce rozmetacího bubnu je tvořena lopatkami, noži, zuby, hřeby, které jsou umístěny ve šroubovici po celé délce rozmetacího bubnu. Obvodová rychlost bubnů se pohybuje v rozsahu 7 až 15 m.s^{-1} . Při této rychlosti dochází k vytrhávání částic materiálu z vrstvy uložené na ložné korbě rozmetadla, pro rovnoměrný rozhoz rozmetaného materiálu na poli a pro minimální spotřebu energie.“ [1]



Obrázek 3: Bubnové rozmetací ústrojí Fliegl[4]

Princip činnosti rozmetadla s bubnovým rozmetacím ústrojím, zobrazen na obrázku 4, se téměř shoduje s rozmetadlem s lopatkovým rozmetacím ústrojím. Jedinou výjimku tvoří rozmetadla od firmy Fliegl, která využívají místo příčného řetězového dopravníku výtlačné čelo, které materiál tlačí pomocí přímočarého pístu do rozmetacích bubnů.

Samotné rozmetání s rozdružováním se odehrává v zadní části rozmetadla za pomoci hřebů, nožů, zubů a lopatek, které jsou umístěny na rozmetacím bubnu. Tím dochází k vytrhnutí a samotnému odhozu materiálu. Rozmetací obrazec je dán osou otáčení bubnů. U bubnů uspořádaných svisle s osou rotace je rozmetaný materiál vrhán dozadu i do stran, zatímco u bubnů s horizontální osou rotace je rozmetací obrazec spjat s šířkou rozmetacích bubnů. Proto se šířka rozmetání pohybuje od 4 m, u některých výrobců přesahuje dokonce až 12 m. [1]



Obrázek 4: Schéma rozmetadla s bubnovým rozmetacím ústrojím

2.3.3 Cepové rozmetací ústrojí

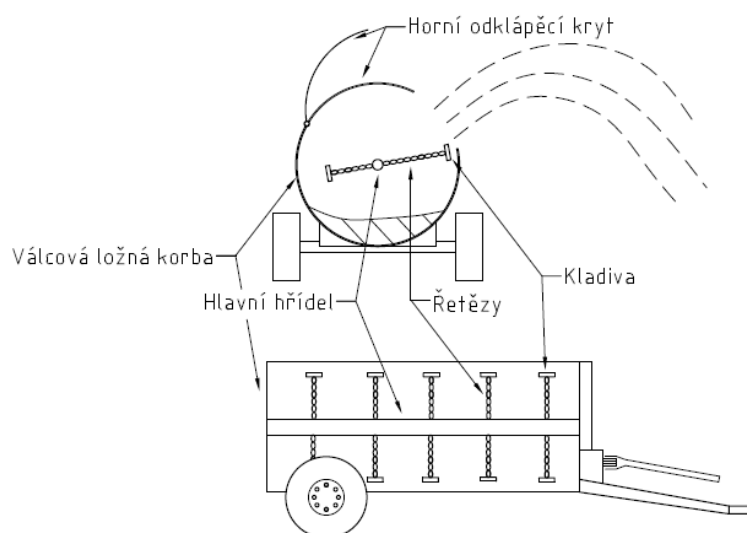
Toto rozmetací ústrojí se v České republice nevyskytuje příliš často, ačkoliv rozmetadla s cepovým rozmetacím ústrojím mají poměrně širokou škálu využitelnosti, neboť dokážou rozmetat jak tuhé, tak i polotekuté materiály.

Můžeme je rozdělit na ústrojí s dopravníkem a bez dopravníku. Hlavní součástí u obou typů představuje hřídel, na níž jsou umístěny řetězy nebo lana a na jejich koncích jsou připevněna kladiva, díky kterým dochází k vlastnímu rozmetacímu účinku. Toto ústrojí dále plní také rozduřovací funkci, čímž je zmenšena konstrukční náročnost celého rozmetadla.

Další součástí těchto rozmetadel je ložná korba. U rozmetadel bez dopravníku je konstrukce řešena následujícím způsobem. Ložná korba má tvar válce, který je z jedné horní čtvrtiny odkryt, zbylá horní část je odklápěcí pomocí přímočarého hydromotoru. Odklopení horní části usnadňuje nakládku rozmetaného materiálu. Dalším prvkem cepového rozmetacího ústrojí je hřídel, která je umístěna po celé délce korby, a na koncích této hřídele je umístěno pevné rameno.

Rozmetadla s dopravníkem mají ložnou korbu do tvaru V nebo U. Na jeho dně je uložen jeden nebo více šnekových dopravníků, které dopravují naložený materiál do přední části rozmetadla, kde je uloženo rozmetací ústrojí. Toto ústrojí se nachází v drtivé většině případů na levé straně rozmetadla. Samotné rozmetací ústrojí je tvořeno hřídelí, na níž jsou umístěna kladiva přichycená lany nebo řetězy. [1]

Vlastní princip rozmetání je odlišný u obou provedení. U rozmetadla bez dopravníku je na konci hlavní hřídele umístěno pevné rameno, které jako první rozmetá materiál. Po částečném odebrání hmoty z ložné korby se pomalu odvíjejí kladiva, která jsou navinutá na hlavní hřídeli, a tím dochází k pozvolnému nabírání a rozmetání materiálu. U druhého provedení rozmetadla se pomocí šnekových dopravníků posouvá materiál do přední části, kde je po levé straně umístěno cepové rozmetací ústrojí odebírající a rozmetající materiál. V ústí rozmetacího ústrojí je připevněn hydraulicky nastavitelný deflektor, který slouží k usměrnění rozmetaného materiálu a tím i k nastavení šířky rozmetacího obrazce. Nákres rozmetadla s cepovým rozmetacím ústrojím můžeme vidět na obrázku 5. [11]



Obrázek 5: Schéma rozmetadla s cepovým rozmetacím ústrojím

2.3.4 Kolové rozmetací ústrojí

Kolové rozmetací ústrojí se v České republice používá jen velmi výjimečně. Tak malý výskyt je způsoben především nízkým počtem výrobců a tím i prodejců tohoto typu rozmetadla. Nejznámější výrobce kolového rozmetacího ústrojí je firma Keenan, které můžeme vidět na obrázku 6. Tato ústrojí se používají na rozmetání více konzistentních materiálů, jako chlévský hnůj, kompost, aj.

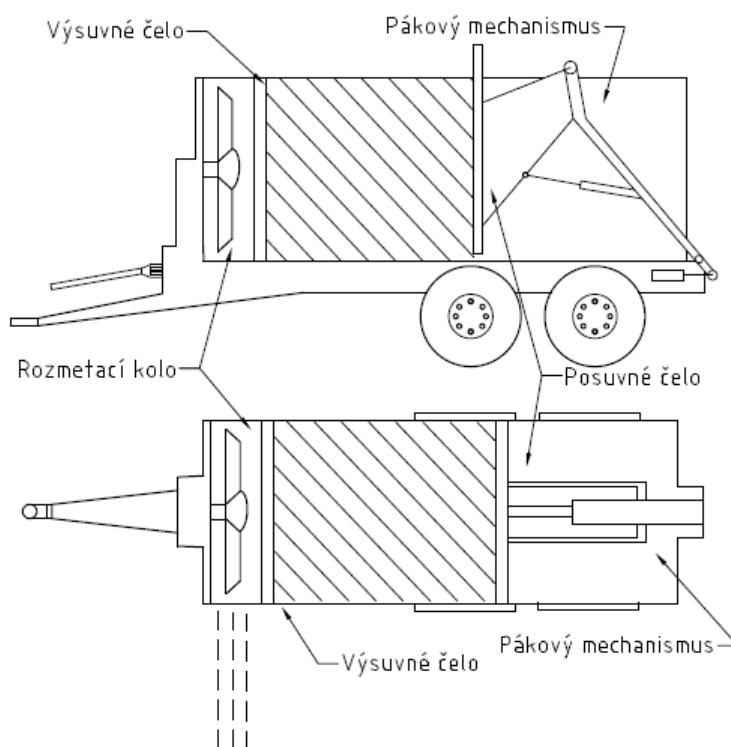
Mezi hlavní součásti tohoto rozmetadla patří ložná korba, která je konstrukčně řešena do tvaru U. To je zapříčiněno okolností, že na začátku ložné korby je umístěno rozmetací kolo, a podle průměru kola je daná šířka ložné korby. Nejčastěji se průměr kola pohybuje okolo 1,8 m a jeho rychlost otáčení se pohybuje okolo 170 ot.min⁻¹.

Na rozmetacím kole je umístěno 6 a více rozmetacích lopatek, které odtrhávají jednotlivé části rozmetaného materiálu, čímž nahrazují rozdružovací funkci. Tím je toto technické řešení zjednodušeno o rozdružovací ústrojí. Další důležitou částí rozmetadla je pohyblivé čelo, které se skládá z přímočarého hydromotoru a pákového mechanismu. [1]



Obrázek 6: Rozmetadlo s kolovým rozmetacím ústrojím Keenan [5]

Princip rozmetání spočívá v posouvání materiálu, který je naložen na ložné korbě rozmetadla. Ze zadní části stroje je tento materiál posouván výtlačným čelem za pomoci pákového mechanismu s přímočarým hydromotorem, který tento materiál tlačí do přední části rozmetadla, kde je umístěno samotné rozmetací kolo. Na tomto kole se nacházejí rozmetací lopatky, které vytrhávají jednotlivé části naloženého materiálu a odstředivou silou jej rozmetají do boku rozmetadla, ve většině případů se jedná o levou stranu. Šířka rozmetacího obrazce se pohybuje okolo 20 m. Nákres rozmetadla s kolovým rozmetacím ústrojím, můžeme vidět na obrázku 7. [1]



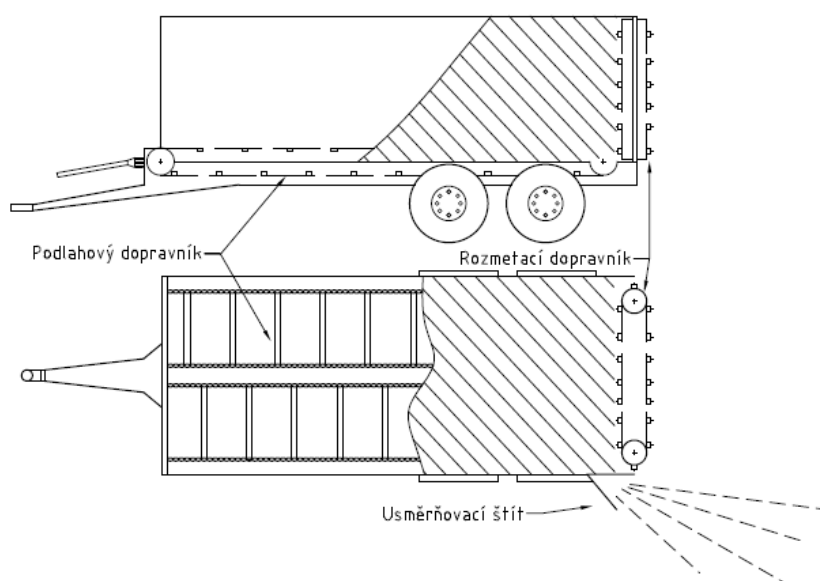
Obrázek 7: Schéma rozmetadla s kolovým rozmetacím ústrojím

2.3.5 Dopravníkové rozmetací ústrojí

Dopravníkové rozmetací ústrojí, které je zobrazeno na obrázku 8, se u nás vyskytuje pouze ve výjimečných případech, kdy se tyto stroje dovezou z okolních zemí. Ústrojí je schopné rozmetat jen materiály, které jsou v tuhém stavu a jsou více konzistentní. Hlavní část je tvořena ložnou korbou, jejíž součástí je příčný podlahový dopravník.

Dopravník může být tvořen jedním nebo více příčnými pásy. Další jeho částí je samotné rozmetací ústrojí. „To se skládá z dvou pohyblivých článkových řetězů, které přecházejí přes dva páry ozubených kol. Tato kola jsou naklínována na dvou svislých hřídelích, které jsou uloženy v ložiscích trubkové konstrukce tvaru H. Ložisková tělesa je možné vůči sobě posouvat a tím měnit napnutí řetězu. Mezi oběma řetězy jsou upevněné úhelníky s vytrhávajícími noži.“ [1]

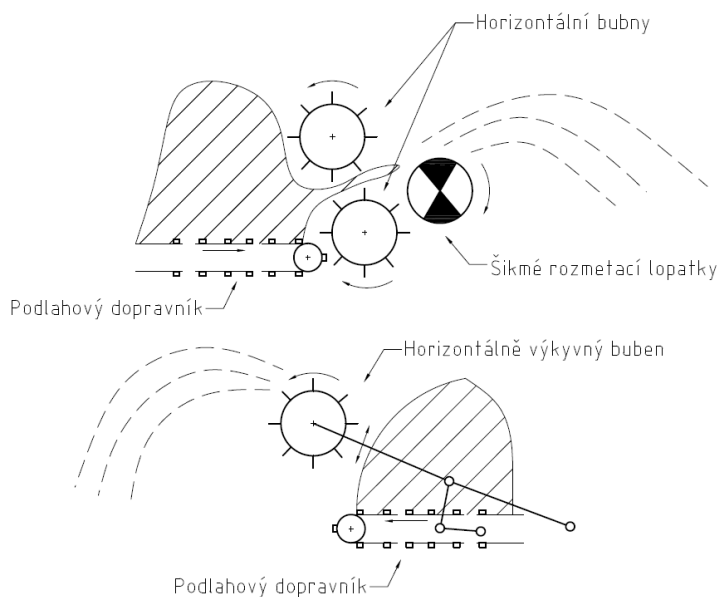
Výkonnost tohoto ústrojí není velká, šířka rozmetacího obrazce se pohybuje od 3,5 do 7 m a rovnoměrnost rozhozu je velice nízká. Dopravníkové rozmetací ústrojí se zakládá na principu posunu rozmetaného materiálu pomocí podlahového dopravníku k zadní části, kde je umístěno dopravníkové rozmetací ústrojí. Samotné rozmetání spočívá ve vytrhávání částí materiálu pomocí nožů, které jsou umístěny na dopravníku. Pomocí jeho pohybu jsou tyto části vytrhávány a poté rozmetány do boku rozmetadla. V ústí rozmetacího ústrojí je uložen usměrňovací štít, kterým lze částečně regulovat šířku rozmetacího obrazce. [1]



Obrázek 8: Schéma rozmetadla s dopravníkovým rozmetacím ústrojím

2.3.6 Ostatní rozmetací ústrojí

Rozmetací ústrojí, která jsou zobrazena na obrázku 9, se v praxi moc nevyužívají a bývají to pouze různá technická řešení předešlých ústrojí. Mezi nejrozšířenější lze zařadit rozmetací ústrojí s horizontálním bubnem s rozmetacími šikmými lopatkami. Princip spočívá ve vytrhávání rozmetaného materiálu pomocí frézovacích bubnů, které se otáčejí proti sobě a odhazují rozdružený materiál na horizontálně položený buben. Samotné rozmetání je vykonáváno šikmě uloženými lopatkami na tomto bubnu. Další rozmetací ústrojí v této kategorii je rozmetací ústrojí s horizontálně výkyvným bubnem. Princip spočívá v posunu materiálu k horizontálnímu bubnu, který je uchycen na výkyvném čepu. Pomocí klikového mechanismu, který vytváří přímovratný pohyb, se odebírá postupně z celé šíře ložné korby materiál a poté je rozmetán dozadu od směru jízdy. Poslední rozmetací ústrojí je podobného řešení jako předchozí ústrojí, rozdíl spočívá v usazení rozmetacího bubnu, který je uložen horizontálně a rotace tohoto bubnu směřuje ve vertikální rovině vzhůru. Poslední zmiňovaná ústrojí zastávají dvě pracovní operace v jednom, a to rozmetací a rozdružovací. [1, 11]



Obrázek 9: Ostatní rozmetací ústrojí

2.4 Ložná korba

Důležitou součástí rozmetadla je ložná korba, která se skládá z několika hlavních částí: podlahy, bočnic, zadního a předního čela. Všechny tyto části jsou k sobě pevně spojeny kromě zadního čela, které je u některých konstrukcích nahrazeno příčným hradidlem. Pro zvedání a spouštění se používá přímočarý hydromotor. Při zvětšení objemu ložné korby se používá nástavba, zde jsme limitováni předpisy, kdy výška rozmetadla nesmí přesáhnout 4 m. Přední čelo bývá ve většině případů vybaveno kontrolním otvorem, dále pak z venkovní části žebříkem a z vnitřní části stupačkami pro snadnější přístup do ložné korby, v některých případech i kontrolní plošinou pro obsluhu. Tloušťka plechu, z kterého je ložná korba vyrobena, se pohybuje od 4 do 5 mm, vše je spojeno pomocí různých profilů svárem k sobě a tím docílujeme lepšího rozložení váhy a celkově větší nosnosti. U svařovaného spoje je velkou výhodou jeho vysoká pevnost a tuhost. U některých konstrukcí je ložná korba pevně spjata s podvozkem návěsu a tvoří jeden celek. U výměnných nástaveb je ložná korba připojena pomocí různých zařízení spolu s jištěním. Konstrukce těchto přípojních zařízení záleží na výrobcích.[2, 13]

2.5 Dopravní ústrojí

Dopravní ústrojí je jednou z nejdůležitějších součástí rozmetadla, zajišťuje plynulý přísun materiálu k rozmetacímu ústrojí. Nejpoužívanější jsou dva typy konstrukce, u první je posun materiálu zajištěn pomocí podlahového dopravníku s připevněnými příčkami, druhou nejpoužívanější variantou jsou rozmetadla s výtlačným čelem. U cepových rozmetadel se můžeme setkat se šnekovým dopravníkem.

2.5.1 Podlahové dopravní ústrojí

Podlahové dopravní ústrojí, které je zobrazeno na obrázku 10, je nejpoužívanější podávací ústrojí u rozmetadel. Hlavní součástí je řetězový dopravník, u některých konstrukcí ve dvou až třech řadách, s připevněnými profily, které vykonávají samotný posun materiálu na ložné korbě.

Pohon řetězů zajišťuje hřídel s napínači, na které jsou nasazeny řetězové kladky. Celá hřídel je poháněna z převodové skříně, kde je umístěn šnekový převod. Ten je poháněn od hlavní hnací hřídele pomocí řetězového převodu s řetězovými koly, která jsou výměnná. Změnou těchto kol můžeme ovlivnit rychlost posunu materiálu.



Obrázek 10: Podlahový dopravník

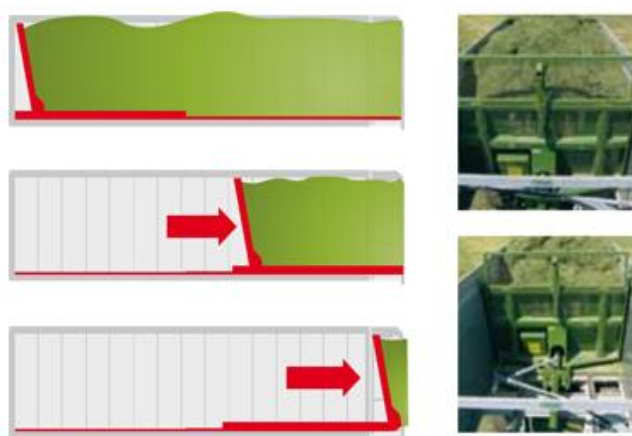
Další možnost pohonu hřídele je pomocí hydromotoru, který je napojen na vnější zdroj tlakového oleje. V mnoha případech je toto řešeno pomocí rychlospojek napojením do hydraulického okruhu tažného prostředku. Důležitou součástí celého hydraulického okruhu je škrtecí ventil s přepouštěním, kterým se upravuje průtok tlakového oleje a tím se mění rychlost podlahového dopravníku. Dalšími součástmi jsou tlakové hadice, tlakový filtr, který je zařazen před hydromotorem. Tlak v tomto okruhu se pohybuje mezi 11 až 12 MPa, aby při přetížení nedošlo k poškození dopravníku nebo převodovky.[6, 7]

2.5.2 Výtlačné čelo

Umístění výtlačného čela závisí na typu rozmetacího ústrojí. U bubnového je výtlačné čelo umístěno v přední části a pohybuje se směrem k zadní části, kde se nachází rozmetací ústrojí. U kolového rozmetacího ústrojí je čelo umístěné v zadní části rozmetadla a pohybuje se do přední části k rozmetacímu kolu. Po obvodu výtlačného čela je nainstalováno gumové těsnění, aby nedocházelo k úniku materiálu mezi výtlačným čelem a korbou rozmetadla. Konstruktivní tvar výtlačného čela bývá ve většině případů v horní části zalomen, aby nedocházelo k přepadávání materiálu.

Samotný pohyb výtlačného čela vykonává přímočarý hydromotor, který je napojen na vnější zdroj tlakového oleje, zejména to bývá hydraulický okruh tažného

prostředku. Tento okruh je vybaven přepouštěcím ventilem pro případ jakéhokoliv problému, ať už se jedná o neotevřené zadní čelo, nebo nespuštění rozmetacího ústrojí. U dlouhých ložných koreb je dno dělené napůl a každá část má svůj přímočarý hydromotor. První je umístěný nad ojí a druhý se nachází na konci prvního hydromotoru, zobrazeném na obrázku 12, a spouští se v polovině vykládací vzdálenosti. V první fázi vykládání se spolu s výtlačným čelem pohybuje i část podlahy ložné korby, to je znázorněno na obrázku 11. U kratších ložných ploch, kde není potřeba tato složitá konstrukce, stačí jeden přímočarý hydromotor a výtlačné čelo musí být vybaveno vertikálními i horizontálními vodicími válečky, které jsou zobrazeny na obrázku 11, ty slouží pro co nejmenší opotřebení. [6, 7]



Obrázek 11: Výtlačné čelo Fliegl [6]



Obrázek 12: Umístění přímočarých motorů [7]

2.6 Zadní výsuvné čelo

Zadní výsuvné čelo, zobrazené na obrázku 13, je umístěno v zadní části ložné korby těsně před rozmetacím ústrojím. Jeho hlavním úkolem je zabránit při přejezdu k úniku naloženého materiálu. Samotné čelo se skládá z ocelové desky, která je na stranách uložena ve vodících drážkách. Ty zajišťují stabilitu pohybu výsuvného čela. Na hranách této desky bývá umístěno těsnění z otěruvzdorného materiálu. Pohyb výsuvného čela je realizován pomocí jednoho nebo dvou přímočarých hydromotorů umístěných na bočnicích ložné korby. [13]



Obrázek 13: Zadní výsuvné čelo [1]

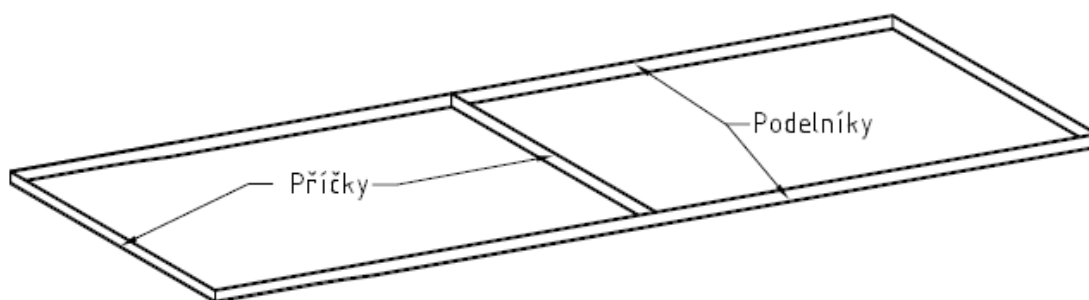
2.7 Podvozek

Podvozek je další důležitou součástí celého rozmetadla. U některých konstrukcí je pevně spjat s ložnou korbou rozmetadla, ale u výměnných systémů je podvozek samostatnou součástí. Mezi jeho hlavní části patří:

- rám,
- náprava,
- oj,
- brzdy,
- odpružení,
- kola a pneumatiky.

2.7.1 Rám

Rám je hlavní nosnou částí rozmetadla, spojuje všechny důležité části celého podvozku a jsou na něm umístěny i další části rozmetadla. Rám je tvořen z materiálu, který je tuhý, pevný a odolný proti krutu. Je tvořen profilovými podélníky ve tvaru U nebo L a příčkami, které jsou tvořeny profily ve tvaru I. Pro rozmetadla se nejvíce používá rám obdélníkový (žebřinový), který je vhodný pro práci v terénu. Velkou výhodou je, jeho relativní pružnost. Nákres rámu je zobrazen na obrázku 14.



Obrázek 14: Schéma rámu

2.7.2 Náprava

Na nápravu se přenáší tíha celého rozmetadla. Její konstrukční řešení bývá ocelové, kruhového nebo čtvercového tvaru, na koncích nápravy je čep, který slouží k uchycení nábojů kol. S vyšším zatížením rozmetadla se také zvedá počet náprav od jednonápravových po vícenápravové. Pro zmenšení opotřebení pneumatik se používají u vícenápravových rozmetadel říditelné nápravy. U dvounápravových je říditelná zadní náprava, to zajišťuje i lepší manévrovatelnost celého podvozku při zatáčení. U třínápravových rozmetadel a více jsou říditelné vždy přední a zadní nápravy, což je u těchto náprav nezbytné. Pro řízení náprav se používá nejčastěji hydraulické provedení, kdy se natáčení kol odvozuje od změny osy traktoru pomocí dvou přímočarých hydromotorů, které zajišťují nucené natáčení, znázorněno na obrázku 15. [2, 12]



Obrázek 15: Nucené řízení nápravy

2.7.3 Přípojné zařízení

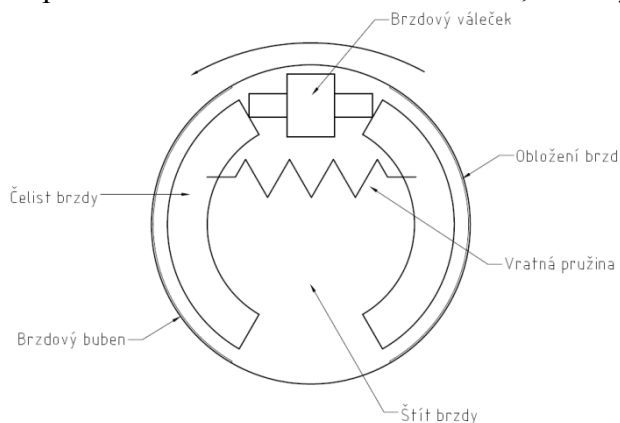
K připojování celého rozmetadla za tažný stroj slouží přípojné zařízení. Děje se tak pomocí oka, které je připevněno na konci oje o průměru 40 nebo 50 mm. Největší rozdíl je v typu rozmetadla. Pokud se jedná o návěs, je část jeho hmotnosti přenášena na tažný stroj, u přívěsných rozmetadel nikoliv. Rozmetací stroje se mohou u traktorů připojit do horního závěsného zařízení, většinou se jedná o závěsná rozmetadla nebo návěsná s menší celkovou hmotností, neboť horní závěs má nosnost okolo 2 500 kg. Při větším přenosu zatížení do horního závěsu může dojít nevyvážeností k zvedání přední nápravy na tažném stroji. Takový závěs nazýváme

etážový. Další možností připojení rozmetadla je do dolního závěsu. Tyto závěsy mají nosnost až okolo 10 000 kg. U dolních závěsů máme širokou škálu konstrukčních provedení. V dnešní době se začíná hojně používat závěs zvaný Piton Fix, což je pevný závěsný čep, nebo podobné provedení nazývané Scharmüller. Jedná se o spodní závěs, kde místo čepu nalezneme závěsnou hlavu. U tohoto provedení musí být oj na konci vybavena kulovou miskou. Dalším používaným spodním závěsem je agrozávěs, který je výkyvný. Jeho konstrukce spočívá v háku, který se pohybuje nahoru a dolů a tím můžeme určité návěsy zapřahat. Další možností je výkyvný závěs, jenž je konstrukčně velmi jednoduchý, a proto se dříve hojně využíval. [2]

2.7.4 Brzdy

Bezpečnou jízdu nejen po poli při hnojení, ale i při přepravě zajišťuje brzdový systém rozmetadla, je tedy nejdůležitější součástí celého podvozku. Jeho úkolem je snížit rychlost celé soupravy, nebo ji úplně zastavit a zajistit ji. Ovládání brzd je mechanické, hydraulické nebo pneumatické. Brzdy můžeme rozdělit podle typu na kotoučové nebo bubnové.

U zemědělských přípojných vozidel se používají především brzdy bubnové znázorněné na obrázku 16, ty jsou řízeny pneumaticky. Aby brzdy spolehlivě plnily svoji funkci, musí být připojeny na externí zdroj tlakového vzduchu. Celá brzdící soustava se skládá z tlakových hadic, brzdového válce, vzduchojemu, rozdělovače, odvodňovacího ventilu a vyfukovacího ventilu. Hlavní součástí celé soustavy je brzdový buben, který se skládá z brzdového bubnu, brzdových čelistí, vratné pružiny, rozpěrného zařízení, štítu brzdy a brzdového válečku. Brzdový buben je přichycen na kole a s ním se otáčí, ostatní části jsou připevněny na nápravě a neotáčí se. Princip spočívá v konstrukci brzdového válce, skládajícího se ze dvou pružin, z nichž jedna



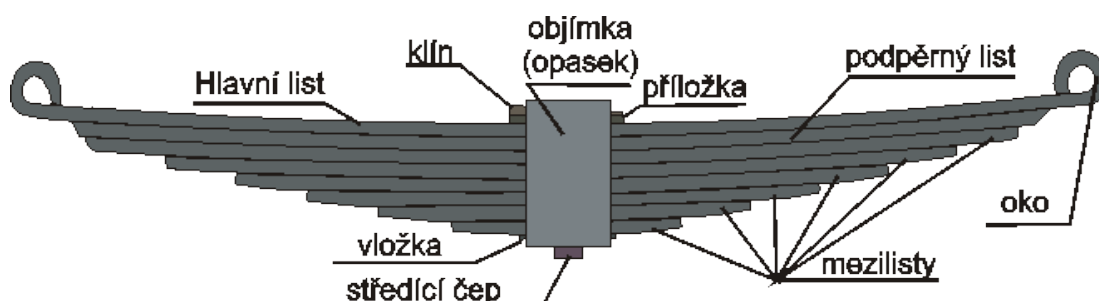
Obrázek 16: Schéma bubnové brzdy

má větší sílu než ta druhá. Nejsou-li komory v brzdovém válci naplněny tlakovým vzduchem, dojde k uvolnění a přetlačení slabší pružiny, která posune píst, a tímto pohybem dojde k přenesení síly na rozpěrné zařízení. [2]

2.7.5 Odpružení

Odpružení slouží k eliminaci rázů a otřesů způsobených nerovnostmi styčné plochy při provozu, čímž zajišťuje lepší jízdní vlastnosti a menší opotřebení všech částí rozmetadla. Pérování je pružné spojení mezi nápravou a rámem rozmetadla. Podle konstrukce je můžeme rozdělit na mechanické, pneumatické a hydropneumatické.

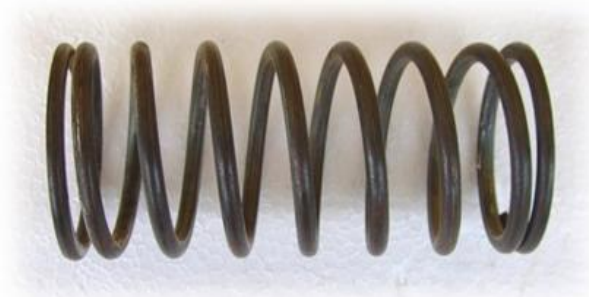
Mechanické pérování je nejpoužívanější odpružení u rozmetadel. Je to dané jednoduchou konstrukcí celé pružiny. Podle konstrukce rozlišujeme pérování listové, vinuté a torzní. Nejpoužívanější z těchto typů je listová pružina, která je znázorněna na obrázku 17.



Obrázek 17: Schéma listové pružiny [8]

Skládá se z jednotlivých listů (pružnic). Ty mají různé zakřivení, které způsobuje, že na sebe můžou neustále doléhat. Nejdelší list se nazývá hlavní a jeho úkolem je přenést síly z neodpérované hmoty na odpérovanou. Jeden konec hlavního listu je skružen a připevněn za pomoci čepu k rámu, druhý konec je uchycen kluzně nebo kyvně, jelikož při pérování dochází ke změně délky samotných listů. Střed všech listů je spojen středovým šroubem a po stranách jsou listy spojeny za pomoci spon, pro eliminaci jejich vybočování. Pérování vinutými pružinami se také hojně používá, jejich konstrukci tvoří ocelový drát, jenž je navinut do šroubovice. Stlačující síly, které působí při pružení, musí být v ose uložení pružiny. Tyto pružiny

se používají u menších celkových hmotností. Jejich největší výhodou je hmotnost a rozměry oproti ostatním mechanickým pérováním. [2]



Obrázek 18: Vinutá pružina

Princip pneumatického pérování spočívá ve stlačení vzduchu, který je uzavřen ve vlnovcové nebo vakové pružině (měchu). Vakové pružiny, znázorněné na obrázku 20, patří k nejpoužívanějším. Základem jejich konstrukce je vak naplněný vzduchem, proti kterému působí píst, při samotném pružení působí píst na vak, který se odvaluje po stranách pístu. Protože u vaku dochází ke značným deformacím, musí být materiál, z kterého je vak vyroben, z velmi tvárného materiálu. Také píst musí být vhodně tvarován, především má válcový nebo kónický tvar. Pro zvýšení efektu může být ve vakové pružině umístěna progresivní spirálová pružina. Vlnovcové pružiny jsou rozděleny od dvou do čtyř vlnovců, které můžeme vidět na obrázku 19. Tento typ je velmi odolný proti proražení a má vysokou životnost. Princip pružení spočívá v ohybu vlnovce přes ocelové obruče kruhového průřezu. Vysoká životnost je dána jen v ohybu vlnovců, kde dochází k jejich minimální deformaci. [2]



Obrázek 19: Pneumatická vlnovcová pružina



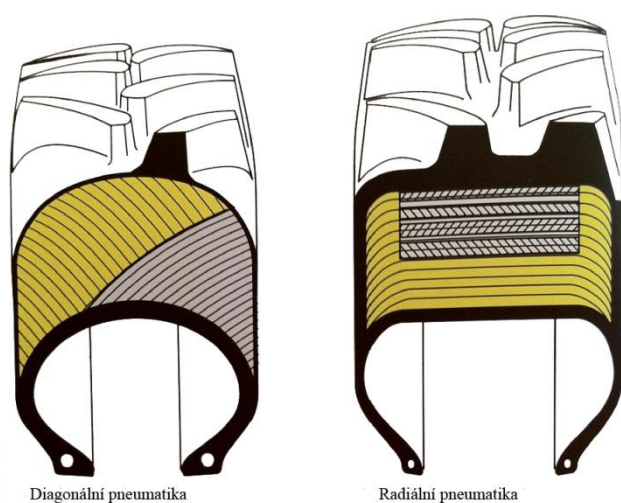
Obrázek 20: Pneumatická vaková pružina

Hydropneumatické pérování patří mezi nejdokonalejší způsoby odpérování. Jeho princip spočívá v kapalině, kterou tvoří olej a plní funkci vyrovnávací. Dalším médiem je dusík, který plní funkci tlumicí. Toto spojení dovoluje vysoké propérování a stálé vyrovnávání zatížení všech náprav a zajišťuje stálou vzdálenost mezi ložnou korbou a pneumatikou. [2]

2.7.6 Kola a pneumatiky

Hlavními částmi kola jsou disk, ráfek a pneumatika, které dohromady tvoří jeden celek. Tyto části musí splňovat důležité požadavky jako je pevnost pro bezpečný provoz vozidla, snadnou výměnu jak kola, tak pneumatiky, odolnost proti deformaci a korozi. Nejrozšířenějším typem jsou disková kola, ta jsou vyráběna pomocí lisování, což zajišťuje menší výrobní náklady. Pro zmenšení váhy těchto disků se používají otvory, které slouží také pro přístup chladicího vzduchu k brzdám.

Další důležitou částí kola je pneumatika, ta musí být přizpůsobena jak k jízdě na zpevněném povrchu, jako jsou veřejné komunikace, tak i na nezpevněném povrchu, jako jsou polní cesty a pole. Při jízdě na veřejné komunikaci jsou nejvíce vyhovující úzké pneumatiky s vyšším tlakem, zatímco na polích pro co nejmenší utužení půdy je potřeba nižší tlak spolu s širokou pneumatikou zajišťující co největší styčnou plochu. Pneumatika se skládá z pláště, který je tvořen patkami pro uchycení pneumatiky v ráfku, proto musí mít i jeho tvar. V patkách jsou lanka z plastů nebo ocelových drátů, které jsou chráněny kordovou vložkou. Další částí pneumatiky je kostra tvořená pogumovaným plátnem spolu s kovovými vlákny, která jsou obalena v kaučukové směsi pro snížení opotřebení. Kostru chrání pryžové bočnice, které musí vydržet velký tlak a namáhání, tím chrání pneumatiku před poškozením. Součástí pneumatiky je též běhoun, který pomocí dezénu přichází do styku se styčnou plochou. Je vytvořen z tvrdé pryže, musí být co nejvíce odolný proti opotřebení, a podle účelu použití se liší jeho tvar a složení. Deformační vlastnosti pneumatiky jsou ovlivněny materiálem, z kterého je vyrobena kostra, a orientací



Obrázek 21: Schéma uložení kordových vložek [1]

kordových vložek, podle nichž dělíme pneumatiky na diagonální, radiální a smíšené, což můžeme vidět na obrázku 21. U diagonální pneumatiky je směr uložení kordových vložek šikmý na patky a navzájem se kříží, u radiální pneumatiky je směr uložení kordových vložek kolmý na patky, po stranách je vybavena nárazníkem, který přenáší

křížení kordových vložek je pod větším úhlem a je zpevněna ze stran nárazníkem jako u radiální. [2]

Pro zmenšení utužení půdy pomocí zemědělské techniky, která se na poli pohybuje, můžeme využít zařízení umožňující variabilní změnu tlaku v pneumatikách během činnosti. Toto zařízení se v poslední době velice rozmáhá, nejen z hlediska utužení půd, ale i pro lepší stabilitu a adhezi pneumatik. Při jízdě na veřejných komunikacích se tlak v pneumatikách zvýší pro snížení valivého odporu a při jízdě na poli se tlak v pneumatikách sníží pro zvětšení kontaktního tlaku na půdu. Pro změnu tlaku v pneumatikách se ve většině případů používá hydraulicky poháněný kompresor, který může být umístěn i na přípojném vozidle. Další součástí systému je regulátor tlaku spolu s ovládacími prvky, převodník přenáší stlačený vzduch na otáčející se kolo. [2]

2.8 Pojistné prvky

Tyto prvky slouží jako ochrana proti poškození nejen hnacího, ale i rozmetacího ústrojí. U většiny typů rozmetadel je pojistný prvek umístěn na hnací hřídeli, nejčastější provedení je pomocí střížné spojky na vstupní kloubové hřídeli. Tato spojka je spojena střížnými šrouby a při přetížení dojde k jejich přestřížení. Další časté provedení je pomocí limitní spojky, která je nastavena na určitou zátěž, při jejím přetížení dojde k prokluzu a tím k eliminaci případného poškození. [11, 12]

Další pojistné prvky jsou umístěny na samotném rozmetacím ústrojí. U lopatkového rozmetacího ústrojí jsou jištěny lopatky proti poškození střížnými šrouby, které mohou být umístěny na vnějším okraji kola nebo na vnitřním okraji, to záleží na umístění hlavního šroubu, pomocí kterého dochází k následnému vychýlení lopatky. U bubnového rozmetacího ústrojí nebo u rozdružovacích válců bývá jako pojistný prvek používána střížná spojka na prvním řetězovém kole. Podobné řešení je používáno u podlahového dopravníku. [11, 12]

2.9 Chlévský hnůj

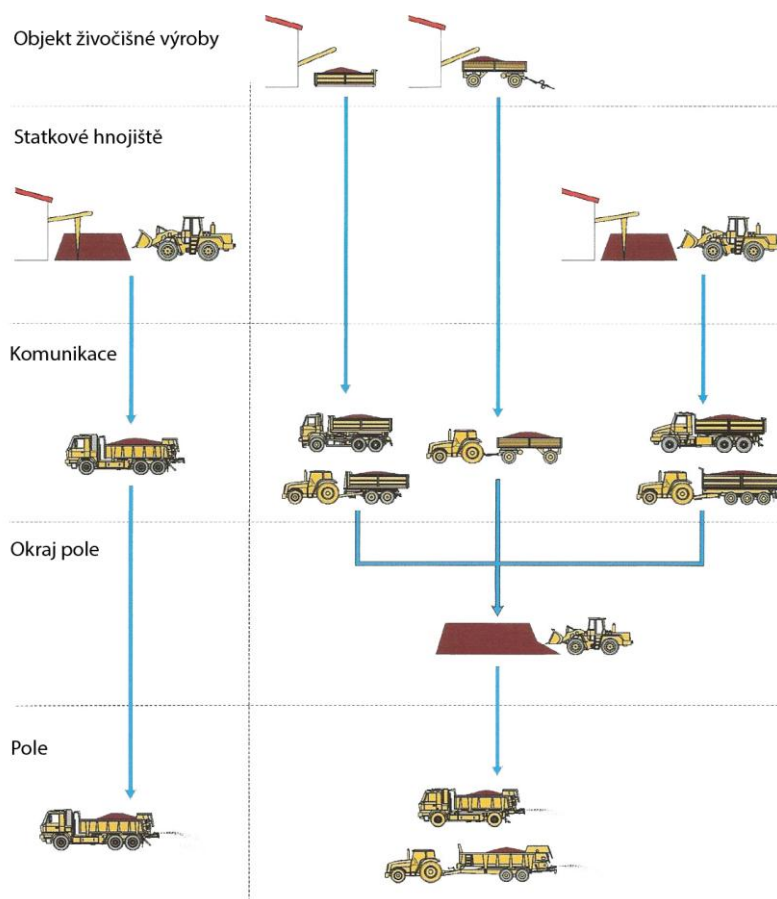
K výživě rostlin neodmyslitelně patří především chlévský hnůj, který předčí všechna průmyslová i statková hnojiva s ohledem na zlepšení půdních vlastností. Chlévský hnůj je fermentovaná chlévská mrva, která je složena z tuhých a kapalných výkalů hospodářských zvířat smíchaných s podestýlkou. Dobře vyzrálý chlévský hnůj poznáme podle mírného zápachu, který způsobuje amoniak, dále pak je v hnoji patrná podestýlka, která lze snadno z hmoty oddělit. Chlévský hnůj má tmavě hnědou barvu, ale při styku se sluncem se barva mění až na černou, avšak ve spodní vrstvě si zachovává svoji hnědou až tmavě hnědou barvu. [9]

Význam hnojení půd chlévským hnojem tkví především v jeho látkové vyrovnanosti a snadno rozložitelných organických látkách, jako jsou dusíkaté a uhlíkaté látky (minerální látky). Hnůj je velkým zdrojem humusových složek, které přispívají pomocí humifikace ke zlepšení fyzikálních a fyzikálně chemických vlastností půdy. Chlévský hnůj také obsahuje heteroauxin a jiné podobné růstové látky. Na složení chlévské mrvy mají vliv především tyto faktory: druh hospodářského zvířete, jeho stáří a zdravotní stav, dále pak způsob chovu, kvalita výživy a ustájení a v neposlední řadě výživa. Největší vliv má na chlévskou mrvu způsob nastýlání, jeho množství a druh plodiny, z které je podestýlka vyrobena. [9]

Skladování chlévské mrvy pro její vyzrání se realizuje v dnešní době především na polních hnojištích. Zde narážíme na legislativu, která povoluje takové skladování pouze před použitím chlévského hnoje a to po dobu 24 měsíců. Toto místo musí být schválené v havarijním plánu. Všechna tato nařízení jsou obsažena ve sbírce zákonů 377/2013. Polní hnojiště jsou budována především na okraji zemědělských pozemků nebo v jejich blízkosti a nejlépe by měla být opatřena odvodním kanálem, který slouží pro svedení hnojůvky a srážek do jímky. Blízkostí hnojiště dosáhneme vyšší časové výkonnosti u rozmetadel chlévského hnoje, kdy se nám výrazně sníží doba přejezdů k nakládce. [9]

2.9.1 Organizace materiálového toku

Pro efektivní využití rozmetadel a úsporu času je důležitá organizace materiálového toku statkových hnojiv, zobrazené na obrázku 22. V prvním případě se chlévská mrva pomocí dopravníků dopravuje na odvozové prostředky nebo se ukládá na statkové hnojiště. Pokud je chlévská mrva nakládána přímo na odvozové prostředky, je nutno ji odvézt na polní hnojiště, které je ve většině případů umístěno na okraji pozemku nebo v jeho blízkosti, kde se bude v budoucnu provádět aplikace. Toto umístění je důležité pro minimalizaci dalších přejezdů. Chlévskou mrvu můžeme ukládat na statkové hnojiště, taktéž ji můžeme odvážet na polní hnojiště, nebo ji můžeme nechat uzrát a poté přímo ze statkového hnojiště aplikovat na pole. V důsledku toho nám ale vznikají velké časové ztráty zapříčiněné dlouhými přejezdy od statkového hnojiště na pole. [2, 10]



Obrázek 22: Schéma toku chlévské mrvy a hnoje [1]

3. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je hodnocení činnosti a porovnání rozmetadel statkových hnojiv s bubnovým rozmetacím ústrojím od firmy Fliegel a lopatkovým rozmetacím ústrojím od firmy Annaburger spolu s jejich využitím v podnicích ZS Slatina pod Hazmburkem, a.s. a AGROKOMPLEX Ohře, a.s.

Kvalita práce rozmetadel bude provedena na základě porovnávání šířky záběru, skutečné dávky hnoje, dále je porovnávána příčná rovnoměrnost rozmetaného hnoje a také hodnocená kvalita rozptýlených částic na ploše 1 m². Dalším cílem je porovnání základních technických parametrů rozmetadel a stanovení utužení půdy pomocí působení měrného tlaku na půdu.

4. Metodika

4.1 Úvod k měření

Všechna prováděná měření a porovnání v této práci budou realizována v podnicích zemědělské prvovýroby, konkrétně v zemědělském podniku ZS Slatina pod Hazmburkem, a.s. a AGROKOMPLEX Ohře, a.s. Tyto podniky se zaměřují jak na živočišnou, tak i na rostlinnou produkci a hospodaří ve stejných podmínkách v severních Čechách.

Předmětem porovnávání budou rozmetadla s odlišným rozmetacím ústrojím, a to rozmetadlo Annaburger HTS 22.79 s lopatkovým rozmetacím ústrojím a rozmetadlo Fliegl Gigant ASW 268 s bubnovým rozmetacím ústrojím. Porovnávání rozmetadel bude prováděno na základě:

- příčné rovnoměrnosti rozmetání,
- skutečné dávky hnoje,
- technických parametrů,
- kvality práce rozmetadel,
- měrného tlaku pneumatik na půdu,
- stanovení nákladů.

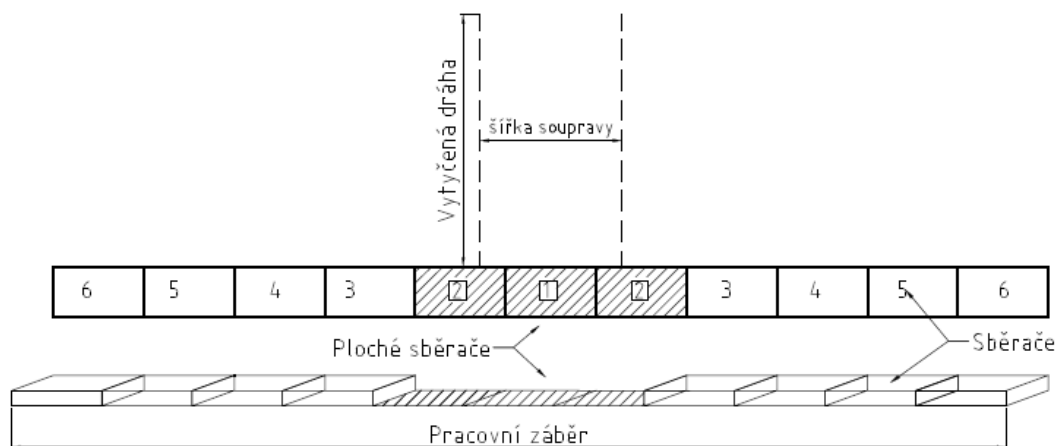
Chlévský hnůj, který se použije pro měření, musí být polorozložený, to znamená, že sláma dostává tmavohnědou barvu, ztrácí svoji původní tvrdost a lehko se trhá, tudíž je ve vhodném stadiu pro aplikaci.

4.2 Měření příčné rovnoměrnosti rozmetání

Zjištění příčné rovnoměrnosti je důležité u stanovení překrytí jednotlivých pracovních záběrů při rozmetání. Překrytím jednotlivých přejezdů docílíme rovnoměrné dávky hnoje aplikovaného na plochu.

Na začátku celého měření příčné rovnoměrnosti rozmetadla si vybereme rovnou část pozemku o délce minimálně 200 m a šířce 50 m. Velikost pozemku je důležitá pro získání co nejpřesnějších výsledků a pro snadnější manévrovatelnost celé soupravy.

Následně rozmístíme sběrače na vybraný pozemek tak, aby souprava měla na rozjezd dráhu minimálně 100 m a možnost do této dráhy najet. Sběrače o rozměrech 600 x 400 mm umístíme do jedné řady v takovém počtu, aby nám pokryly pracovní záběr rozmetadla, jež vyplývá z obrázku 23. V prostředním sektoru je nutno sběrače odebrat a nahradit je deskami z umělé hmoty o stejných rozměrech, kdy počet odebraných sběračů záleží na šířce celé soupravy. Tento krok je nutné provést pro umožnění průjezdu soupravy měřeným úsekem.



Obrázek 23: Schéma umístění sběračů

Pro upřesnění měření nastavíme u rozmetadla na regulátoru posunu materiálu hodnotu 8. Vymežíme si dráhu 100 m před sběrači. Tato dráha slouží k usměrnění otáček, které musí mít při přejezdu nad měřicím místem hodnotu 540 ot. min^{-1} , a rychlost soupravy musí být $4,8 \text{ km. h}^{-1}$.

Po projetí soupravy každý sběrač spolu s kolejovými deskami zvážíme a naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky. Po dokončení vážení všechny sběrače očistíme. U každého typu rozmetadla provádíme 3 měření. Podle vztahu IV.2 získáme hodnoty, ze kterých vytvoříme tabulku, a pro lepší vizualizaci výsledků následně vytvoříme graf.

Rovnoměrnost rozmetání se vypočítá podle vztahu IV.1 a IV.2.

Rovnoměrnost rozmetání m_h

$$m_h = (m_c - m_s) \cdot \frac{q_v}{100} \quad [\text{kg}] \quad (\text{IV.1})$$

m_c celková hmotnost sběrače s hnojem [kg]

m_s hmotnost sběrače [kg]

Vlhkost hnoje q_v

$$q_v = \frac{m_h - m_{hs}}{m_h} \cdot 100 \quad [\%] \quad (\text{IV.2})$$

m_h hmotnost vzorku odebraného hnoje [kg]

m_{hs} hmotnost vzorku vysušeného hnoje [kg]

4.3 Výpočet skutečné dávky hnoje

Výpočet skutečné dávky hnoje na hektar je úzce spjat s příčnou rovnoměrností. Postup měření je popsán v kapitole 4.2 měření příčné rovnoměrnosti rozmetadla skutečná dávka hnoje vypočítá podle vztahu IV.3

Skutečná dávka hnoje q_R

$$q_R = \frac{m_{cr}}{S_s \cdot P_s} \cdot 10 \quad [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (\text{IV.3})$$

m_{cr} hmotnost hnoje v pracovním záběru [kg]

P_s počet sběračů v šířce záběru [ks]

S_s plocha sběrače [m^2]

4.4 Porovnání technických parametrů rozmetadel

Pro porovnání si zvolíme následující kritéria:

- celková hmotnost [kg],
- objem ložné korby [m^3],
- svahová dostupnost [$^\circ$],
- rozměry [mm],
- pneumatiky,
- max. rychlost [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$],
- dopravníkový systém,
- počet náprav,
- odpružení náprav,
- odpružení oje,
- brzdy,
- možnost dalšího využití,
- standardní a příplatková výbava.

Všechna důležitá data pro toto porovnání najdeme v technickém průkazu nebo v příručce pro obsluhu. Pokud ani v těchto zdrojích nenajdeme některá kritéria srovnání, musíme se informovat u výrobce, ať už v katalogu daného výrobce, nebo přímým dotazováním. Všechna hodnocení budou slovní a budou uvedena v tabulce.

4.5 Hodnocení kvality práce rozmetadel

Před samotným hodnocením si musíme vytyčit plochu 1 m^2 pomocí měřicích pásem. Tuto plochu umístíme do vzdálenosti 3 m od středu rozmetání a v místě, kde souprava dosáhne rychlosti $4,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Otáčky vývodové hřídele musí splňovat hodnotu $540 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$. Samotné hodnocení kvality se provádí na základě velikosti rozptýlených částic hnoje s jejím celkovým pokrytím na ploše 1 m^2 .

4.6 Měření měrného tlaku pneumatik na půdu

Pro měření si musíme vybrat rovnou a zpevněnou podložku, nejlépe např. beton nebo asfalt. Toto je důležité pro získání přesných údajů pro další výpočty. Před začátkem měření je potřeba změřit tlak v pneumatikách pomocí manometru, zjistit jejich nahuštění, popřípadě ho upravit na výrobcem stanovenou hodnotu. Následně je nutno naplnit rozmetadlo hnojem na maximální užitnou hmotnost a jednotlivá kola zvážit pomocí mobilní váhy.

V další části měření musíme zvednout kolo pomocí hydraulického zvedáku nebo jiné dostupné techniky. Než započne samotné zvedání, musíme rozmetadlo zabezpečit proti pohybu pomocí klínu. Když je kolo zvednuté, obarvíme část vzorku pneumatiky pomocí potravinářské barvy nebo jiné výrazné látky. Pod kolo umístíme nejlépe kus papírové podložky, která musí mít takové rozměry, aby se na ni vešel celý otisk pneumatiky. Když je vše takto připraveno, spustíme opatrně kolo obarvenou částí zpět na zem, poté kolo opět zvedneme a vyndáme papírovou podložku a zaznamenáme na ni, jaké kolo z rozmetadla bylo měřeno. Celé toto měření opakujeme u všech zbylých kol.

Měrný tlak pneumatiky na půdu se vypočítá podle vztahu IV.4.

Měrný tlak pneumatiky na půdu p_o

$$p_o = \frac{F_n}{S_o} \cdot 10^4 \quad [\text{kPa}] \quad (\text{IV.4})$$

F_n radiální síla na podložku jednotlivým kolem [N]

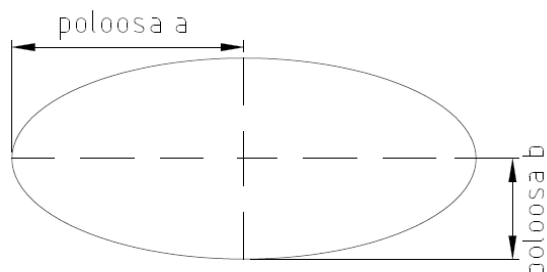
S_o plocha otisku [cm^2]

Plocha otisku S_o

$$S_o = \pi \cdot a \cdot b \quad [\text{cm}^2] \quad (\text{IV.5})$$

a délka poloosy a [cm]

b délka poloosy b [cm]



Obrázek 24: Schéma pro výpočet měrného tlaku

Radiální síla na podložku jednotlivým kolem F_n

$$F_n = m_{kol} \cdot g \quad [\text{N}] \quad (\text{IV.6})$$

m_{kol} hmotnost na jednotlivém kole [kg]

g gravitační zrychlení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

4.7 Stanovení nákladů

Náklady budou stanoveny na tunu aplikovaného hnoje jednotlivými rozmetadly na hektar. To se vypočítá podle vztahu IV.11, čímž zjistíme pro každý jednotlivý podnik náklady na daný stroj zvlášť. Pro výpočet bude potřeba určit provozní náklady, které se vypočítají z jednotkových variabilních nákladů a fixních nákladů.

Fixní náklady se stanoví podle nákladů na amortizaci pomocí vztahu IV. 7, spolu s náklady na pojištění, dalšími poplatky a náklady na uskladnění. Pro výpočet bude potřeba zjistit tyto informace z vnitropodnikové dokumentace. Pro zjištění nákladů na uskladnění provedeme vlastní změření stroje pomocí pásma.

Fixní náklady N_f

$$N_f = N_{am} + N_{pop} + N_u \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (\text{IV.7})$$

N_{am} náklady na amortizaci $[\text{Kč.rok}^{-1}]$

N_{pop} náklady na pojištění a poplatky $[\text{Kč.rok}^{-1}]$

N_u náklady na uskladnění stroje $[\text{Kč.rok}^{-1}]$

Náklady na uskladnění stroje N_u

$$N_u = (l_d + 1) \cdot (l_s + 1) \cdot N_{sg} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (\text{IV.8})$$

l_d délka stroje $[\text{m}]$

l_s šířka stroje $[\text{m}]$

N_{sg} náklady na 1m^2 skladovací plochy $[\text{Kč.rok}^{-1}]$

Jednotkové variabilní náklady se stanoví pomocí vztahu IV.9, a to podle celkových nákladů na pohonné hmoty a maziva. Cena motorové nafty bude stanovena podle průměrné roční ceny a pro výpočet nákladů na maziva bude stanoven koeficient $k_m = 1,09$. Náklady na obsluhu budou stanoveny z vnitropodnikové dokumentace spolu s náklady na údržbu.

Jednotkové variabilní náklady jN_v

$$jN_v = (N_{ps} + N_{ud} + N_{pm}) \cdot W_{sez} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (\text{IV.9})$$

N_{ps} náklady na obsluhu $[\text{Kč.h}^{-1}]$

N_{ud} náklady na údržbu $[\text{Kč.h}^{-1}]$

W_{sez} roční nasazení stroje $[\text{h.rok}^{-1}]$

N_{pm} náklady na pohonné hmoty a maziva $[\text{Kč.h}^{-1}]$

Náklady na pohonné hmoty a maziva N_{pm}

$$N_{pm} = S_{ph} \cdot C_{ph} \cdot k_m \quad [\text{Kč.h}^{-1}] \quad (\text{IV.10})$$

S_{ph} spotřeba pohonných hmot [l.h^{-1}]

C_{ph} aktuální cena pohonných hmot [Kč.l^{-1}]

k_m koeficient maziv ($k_m = 1,09$)

Celkové náklady N_c

$$N_c = N_f + jN_v \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (\text{IV.11})$$

N_f fixní náklady [Kč.rok^{-1}]

jN_v jednotkové variabilní náklady [Kč.rok^{-1}]

Náklady na hektar N_{ha}

$$N_{ha} = \frac{N_c}{S_p} \quad [\text{Kč.ha}^{-1}] \quad (\text{IV.12})$$

S_p počet hektarů [ha]

Náklady na tunu aplikovaného hnoje N_{thr}

$$N_{thr} = \frac{N_{ha}}{q_R} \quad [\text{Kč.t}^{-1}] \quad (\text{IV.13})$$

q_R skutečná dávka hnoje na hektar [t.ha^{-1}]

5. Výsledky měření

5.1 Popis zemědělských podniků

ZP Slatina pod Hazmburkem a.s.

Samotná akciová společnost vznikla v roce 2003, ale už od roku 1993 fungovala jako družstevní společnost. Je zaměřena na produkci mléka a je jedním z dodavatelů pro mlékárnu Bohušovice. Společnost hospodaří na celkové výměře 1 743 ha, z toho je 1 647 ha orné půdy a 51 ha trvalých travních porostů. Vlastní také 26 ha chmelnic, s jejichž rozlohou se řadí mezi tradiční pěstitele v ústecké oblasti, a 19 ha ovocných sadů.

Výměra půdy se rozkládá v katastrálním území 16 obcí v Ústeckém kraji v Českém středohoří. Velká většina půdního fondu je tvořena černozeměmi, v některých částech jsou silně kamenité půdy.

V rostlinné výrobě je primární plodinou ozimá pšenice, která tvoří výměru přes 550 ha, další důležitou plodinou je kukuřice, která zabírá výměru 320 ha. Mezi další pěstované plodiny patří hrách, jarní a ozimý ječmen, ozimá řepka, mák a cukrová řepa. Na 300 ha orné půdy je zavedená závlaha. Ovocné sady jsou tvořené převážně ze staré výsadby meruněk a třešní.

Živočišná výroba je soustředěná do 2 středisek. V Úpohlavech se nachází kravín s dojírnou, zde je umístěno 307 dojníc, 38 vysokobřezích jalovic a v boudách 60 telat do 2 měsíců věku. V Želechovicích je výkrmna býků s 200 kusy, a odchovnou telat od 2 měsíců věku.

Zemědělská společnost má své vlastní dílny, v nichž provádí veškeré opravy mechanizace, na které není potřeba autorizovaného servisu. Ve výbavě dílny najdeme soustružnu, kovárnu a velkou dílnu, která je vybavena portálovým jeřábem.

Mechanizace společnosti je tvořena traktory od firmy Fendt a John Deere, sklízecí mlátičkou od firmy Claas, dopravní techniku tvoří stroje od firmy Annaburger, stroje pro zpracování půdy jsou především od firmy Kockerling a Väderstad.

AGROKOMPLEX Ohře, a.s.

Akciová společnost AGROKOMPLEX Ohře vznikla dne 1. 1. 1993, po transformaci Zemědělského družstva Bohušovice nad Ohří. Společnost hospodaří na cca 1 640 ha orné půdy a 300 ha trvalých travních porostů. Tři čtvrtiny pozemků jsou pod závlahou. Hlavní sídlo společnosti je v Bohušovicích nad Ohří. Zaměstnáno je zde ročně v průměru 100 zaměstnanců.

Společnost hospodaří v severních Čechách, konkrétně v Ústeckém kraji, na pozemcích spadajících do řepařské oblasti a svou výrobou je orientována jak na rostlinné, tak i živočišné produkty.

Rostlinná výroba je zaměřená na výrobu obilovin, cukrové řepy, řepky, krmných plodin a zeleniny. Její hlavní středisko leží v obci Nové Kopisty. Primárním produktem je zelenina, která je pěstována na 760 ha, a to jak pro obchodní řetězce, tak pro průmyslové zpracování. Největší podíl pěstované zeleniny má špenát s výměrou 290 ha, dále zelí s hráškem, které dohromady zabírají výměru přes 400 ha.

Úsek živočišné výroby se zabývá výrobou mléka a hovězího masa a je soustředěna ve dvou hlavních střediscích. V podniku je uzavřený obrot stáda skotu. Ve středisku v Nových Kopistech je ustájeno cca 440 krav, především dojnic pro produkci mléka, které se dodává do Bohušovické mlékárny. Dále je zde výkrm telat v teletníku a také ustájení jalovic a býků do 12 měsíců. Jalovice zůstávají ve středisku v Nových Kopistech pro další chov, býci jsou přesouváni do střediska v Keblicích, které zajišťuje masnou produkci. Ustájeno je zde 200 kusů určených především na výkrm.

Mechanizaci ve společnosti tvoří traktory od firmy John Deere a Fendt, dále zde vlastní dopravní techniku s výměnnými systémy od firmy Fliegl, sklízecí mlátičku John Deere řady C, stroje pro zpracování půdy tvoří stroje od firmy Horsch a Kockerling. Pro sklizeň zeleniny slouží stroje od firmy Ploeger a Holmer.

5.2 Celkové porovnání rozmetadel

Rozmetadlo Annaburger HTS 22.79

Tento typ rozmetadla je výměnnou nástavbou ze široké palety výměnných systémů firmy Annaburger, který je v České republice hojně využíván pro jeho všestrannost a výborné časové využití. Na jeden podvozek je možné umístit 7 základních nástaveb. Konkrétní typ rozmetadla je na obrázku 25.

K základní části patří podvozek tvořený rámem, který je vyroben z ocelových nosníků, a tím zaručuje vysokou pevnost a výdrž při nadměrné zátěži. Součástí podvozku je oj, na konci osazená kulovým závěsem. Na rám je přichycena kyvně a pomocí dvou přímočarých hydromotorů odpružena. Díky tomuto provedení se lze výškově přizpůsobit každému závěsu traktoru. Dalším prvkem, který zvyšuje odolnost rozmetadla, je odpružení náprav. U tohoto typu je použité hydropneumatické odpružení, které bylo vyvinuto ve spolupráci s firmou BPW, to zaručuje ztlumení rázů, které mají vliv jak na jízdní stabilitu, tak i na snižování nadměrného zatěžování rámu a celého rozmetadla. Se spojením těchto dvou zásadních prvků je povoleno u tohoto podvozku dosáhnout přepravní rychlosti až $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Přední náprava je vybavena přímočarými hydromotory, které umožňují při nezátíženém stavu její zvednutí o 300 mm. Tím se šetří opotřebení pneumatik a celé nápravy. Zadní náprava je vybavena systémem nuceného řízení, který zmírňuje opotřebení pneumatik v zatíženém stavu a také zlepšuje manévrovatelnost a tím jízdní vlastnosti celé soupravy.

Připojení nástavby rozmetadla na podvozek je realizováno pomocí kulových čepů o průměru 100 mm. Ty jsou umístěny na podvozku a zapadají do speciálních jamek, které se nachází ve spodní části nástavby. Připojení hydraulického a elektrického okruhu k podvozku se provádí pomocí speciálních rychlospojek.

Další důležitou částí rozmetadla je samotná nástavba. Ta je vyráběna stavebnicovým systémem z důvodu následné snadnější opravy poškozených částí. Hlavní nosnou část celé nástavby tvoří dva ocelové profily ve tvaru U, na ty navazují další profily a ty tvoří celou ložnou korbu rozmetadla. Podlaha nástavby je tvořena speciální otěruvzdornou impregnovanou deskou. Dále je na podlaze umístěn příčný



Obrázek 25: Rozmetadlo Annaburger HTS 22.79

řetězový dopravník tvořený třemi řadami. Jeho řetězy jsou z ušlechtilé oceli, a proto jsou velice odolné proti přetržení. Jejich tažná síla dosahuje 28 t. Pohyb dopravníku je veden v drážce ve tvaru U a tím nedochází k nechtěnému pnutí a ztrátovému posunu. Pro eliminaci těchto závad je každý řetěz zvlášť opatřen automatickým předepnutím. Pohon řetězu je realizován dvěma převodovkami poháněnými hydromotory. Stěny nástavby ložné korby tvoří rám spolu s ekutal plechem. Ten má speciální povrchovou úpravu, kterou tvoří pozink, na němž je nanesena tenká vrstva umělé hmoty. V přední části ložné korby je umístěn žebřík pro obsluhu. Aby nedocházelo k úniku materiálu, je v zadní části před rozmetacím ústrojím umístěno výsuvné čelo, to je zvedáno za pomoci dvou přímočarých hydromotorů. Poslední část tvoří samotné rozmetací ústrojí, které tvoří dva frézovací válce, ty mají za úkol rozdružit naložený materiál. K usměrnění materiálu na lopatky slouží zadní usměrňovací čelo. Rozmetací kotouč o průměru 1 100 mm je tvořen šesti lopatkami, které jsou nastavitelné do sedmi různých možností.

Ovládání celého rozmetadla je prováděno pomocí pilotního boxu umístěného v kabině traktoru. Tím lze ovládat rychlost a směr řetězového dopravníku, zadní výsuvné čelo a usměrňovací čelo. Pro eliminaci poškození rozmetadla je integrována funkce automatické kontroly otáček frézovacích válců, kdy při přetížení dojde k automatickému vypnutí řetězového dopravníku a jeho posunu o 10 cm zpět. Celé ovládání rozmetadla je elektrohydraulické.

Rozmetadlo Fliegl Gigant ASW 268

Toto rozmetadlo má jednodušší konstrukci než ostatní rozmetadla, a také patří mezi hojně využívané v České republice. Jeho hlavním účelem je přeprava materiálu, až po namontování zadního rozmetacího čela jej můžeme také využít jako rozmetadlo. Konkrétní typ rozmetadla je na obrázku 26.

Hlavní částí rozmetadla je rám, ten tvoří ocelové podélníky ve tvaru U se stejně tvarovanými příčkami, což zajišťuje vysokou pevnost a odolnost. Na rám je připevněna kyvně oje a pomocí jednoho přímočarého hydromotoru je odpružena, také se dá plynule nastavovat přípojná výška v rozmezí 200 mm. Konec oje je opatřen kulovým závěsem. Další částí podvozku jsou nápravy, ty jsou odpružené pomocí listového parabolického pérování, což zaručuje vyšší tuhost a tím lepší stabilitu. Zadní náprava je hydraulicky nuceně řízena. Tento fakt napomáhá lepší ovladatelnosti celé soupravy a také se snižuje opotřebení pneumatik. Přepravní rychlost u tohoto rozmetadla je povolena do $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Další částí je ložná korba. Podlahu tvoří dvě části. Přední část podlahy je uložena kluzně a spolu s výtlačným čelem se pohybuje do zadní části, kde je podlaha pevně spojena s rámem. Bočnice jsou tvořeny segmenty z pozinkovaného plechu, jsou spojeny pomocí rámu a tvoří jeden celek. Přední část ložné korby tvoří výtlačné čelo, které je kolmo ložené pod úhlem 45° pro lepší efektivitu při vykládání a menší tlak na bočnice. Hrany jak výtlačného čela, tak části podlahy jsou opatřeny speciálním otěruvzdorným těsněním z polyeteranu, který zaručuje nejvyšší těsnost. Horní část výtlačného čela je zvýšena mříží, která je mechanicky ovládaná. Samotný pohyb výtlačného čela je realizován pomocí dvou přímočarých hydromotorů. Ty jsou umístěny nad sebou, jelikož délka ložné korby nedovoluje použít pouze jeden hydromotor. Pro obsluhu je v přední části rozmetadla umístěn žebřík. V zadní části je

uloženo výsuvné čelo, jenž zabraňuje při přepravě ztrátám rozmetaného materiálu. Jeho pohyb je vykonáván dvěma přímočarými hydromotory.

Připojení zadního rozmetacího čela k ložné korbě se provádí pomocí vysokozdvížné techniky a samotné připojení se provádí zavěšením čela na horní čep bočnice. Pro úplnou fixaci čela se v dolní části připevní na každé straně dvěma šrouby. Pro manipulaci je zadní rozmetací čelo v dolní části vybaveno dutými ližinami.

Vlastní rozmetací ústrojí je tvořeno dvěma rozmetacími bubny, které jsou nakloněny pro lepší aplikaci hnoje. Pohon je pomocí hnací hřídele a následných rozvodovek přenesen na rozmetací bubny. Dávka je regulována posunem hydraulického regulátoru, který je umístěn v zadní části rozmetadla, nebo je samotný posun ovlivněn počtem otáček vývodové hřídele. Při přetížení je hydraulický okruh opatřený pojistnými ventily, hřídel je proti přetížení chráněna kluznou spojkou.



Obrázek 26: Rozmetadlo Fliegl Gigant ASW 268

5.3 Porovnání parametrů jednotlivých rozmetadel

Pro snadnější orientaci v parametrech jednotlivých nástaveb jsou jednotlivé údaje zapsané do tabulky 1. U základní a příplatkové výbavy je rozsáhlejší slovní komentář pro co nejpřesnější popsání rozdílů obou rozmetadel.

Tabulka 1: Porovnání parametrů rozmetadel

	Fliegl ASW Gigant 268	Annaburger HTS 22,79
Celková hmotnost [kg]	20 000	22 000
Objem ložné korby [m³]	35	19
Svahová dostupnost [°]	9	11
Celková výška [mm]	3 350	3 140
Celková šířka [mm]	2 500	2 550
Celková délka [mm]	9 360	10 230
Pneumatiky	Vredestein Flotation 560/60/22.5	Michaelin Cargo xBib 600/55/26,5
Max. rychlost [km.h⁻¹]	40	60
Dopravníkový systém	Výtlačné čelo	Podlahový dopravník
Počet náprav	2	2
Odpružení náprav	Listové – parabolické	Hydropneumatické
Odpružení oje	Hydraulické	Hydraulické
Brzdy	Bubnové	Bubnové

Rozmetadlo Fliegl Gigant ASW 268

Toto rozmetadlo je možné nakonfigurovat v mnoha variantách. V základním provedení je vybaveno parabolickými pružinami, v příplatkové verzi se může nahradit hydraulickým nebo pneumatickým odpružením, které má lepší vliv na celkovou stabilitu a tlumení rázů, za příplatek lze pořídit i hydraulické zvedání jedné nápravy. Dalším prvkem, který lze dodat, je nucené řízení pomocí hydraulického ovládání, úhel natočení kol se pohybuje okolo 50°. Mimo jiné lze pořídit i elektronické nucené řízení ForConPlus. V základním provedení je rozmetadlo vybaveno hydraulicky odpruženou ojí, žebříkem pro obsluhu, v příplatkové výbavě je zahrnuta shrnovací plachta a hydraulicky ovládaná opěrná noha. Další možnost uplatnění je jako velkoobjemový vůz, po výměně zadního rozmetacího čela.

Rozmetadlo Annaburger HTS 22.79

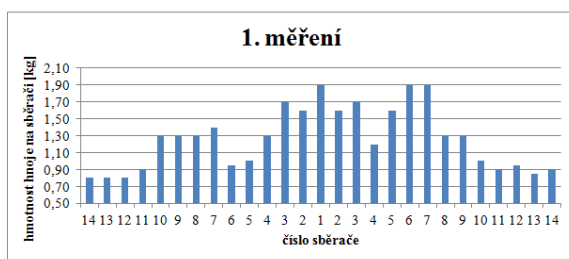
V základní výbavě tohoto rozmetadla je oproti konkurenci zařazeno několik nadstandardních prvků. K základní výbavě patří hydraulické odpružení, s tím je spojena integrovaná řiditelná a zadatelná náprava. Dalším prvkem je hydraulicky odpružená oj spolu s hydraulicky ovládanou opěrnou nohou. Příplatkovou výbavou je výsuvné zadní čelo. Jelikož je tento typ koncipován jako výměnný systém nástaveb, další využití najde jako velkoobjemový vůz nebo cisterna.

5.4 Porovnání příčné rovnoměrnosti rozmetadel

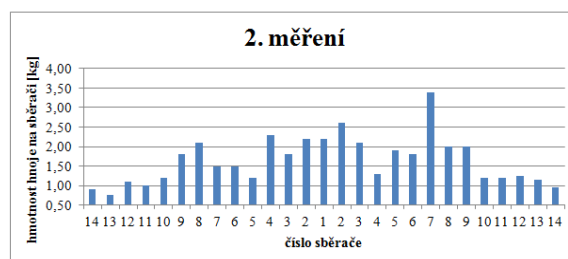
Příčná rovnoměrnost je důležitým parametrem u rozmetadel, pomocí níž dokážeme určit, jak rovnoměrně rozmetadlo aplikuje materiál na plochu. V případě nerovnoměrnosti je nutné upravit překrytí jednotlivých přejezdů pro co nejrovnoměrnější dávku rozmetaného materiálu.

Porovnání u obou typů rozmetadel bylo prováděno za shodných podmínek. Celé měření probíhalo ve třech etapách u každého typu rozmetadla. Po projetí vytyčené trasy rozmetadlem za daných podmínek byl každý sběrač individuálně zvážen a po odečtení váhy sběrače byly hodnoty zapsány do tabulky. Následně z nich byl vytvořen graf, který přehledně znázorňuje jednotlivé přejezdy rozmetadel a průměr všech přejezdů. Jako porovnání jejich příčných rovnoměrností byl použit od každého typu jeho průměr.

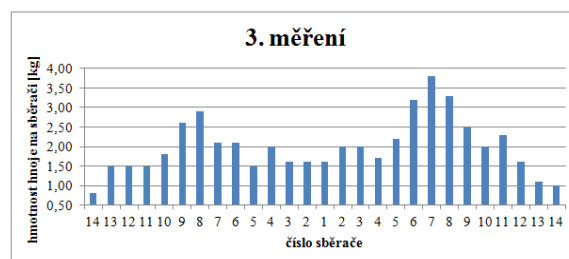
Příčná rovnoměrnost rozmetadla Fliegl Gigant ASW 268



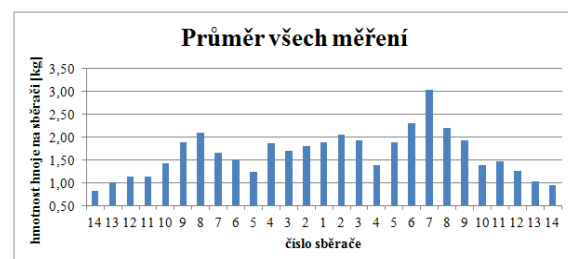
Obrázek 27: První měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Fliegl ASW 268



Obrázek 28: Druhé měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Fliegl ASW 268



Obrázek 29: Třetí měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Fliegl ASW 268



Obrázek 30: Průměr všech tří měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Fliegl ASW 268

U rozmetadla Fliegl ASW 268 byla příčná rovnoměrnost variabilní a nestálá, což je u rozmetadla tuhých statkových hnojiv nežádoucí jev. To je způsobeno především typem rozmetacího ústrojí. U tohoto rozmetadla je použito bubnové vertikální rozmetací ústrojí, které slouží nejen pro rozmetání, ale i pro vytrhování částic z naloženého materiálu. Absence frézovacích válců způsobuje značnou nerovnoměrnost aplikovaného hnoje na plochu. To způsobí, že v každé části pozemku bude různá koncentrace živin, která bude mít následně velký vliv na růst a výnosy pěstovaných kulturních rostlin. Další faktor působící negativně na tuto problematiku je typ posunu materiálu, který je u tohoto rozmetadla realizovaný pomocí výtlačného čela. Z pozorování a diskuze vyplývá, že v první fázi posunu materiál pouze stlačuje a až poté se začne posunovat k rozmetacímu ústrojí. To má za následek nerovnoměrnou aplikaci hnoje. Na obrázku 32 můžeme vidět samotné měření a na obrázku 31 pozemek po práci rozmetadla Fliegl.

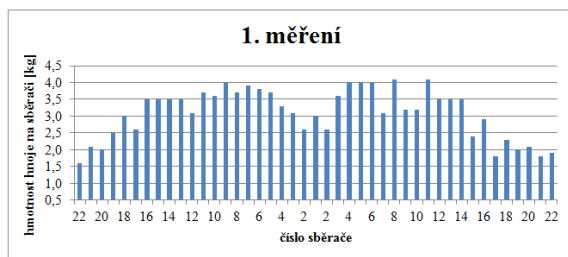


Obrázek 31: Pozemek po aplikaci chlévského hnoje rozmetadlem Fliegl ASW 268

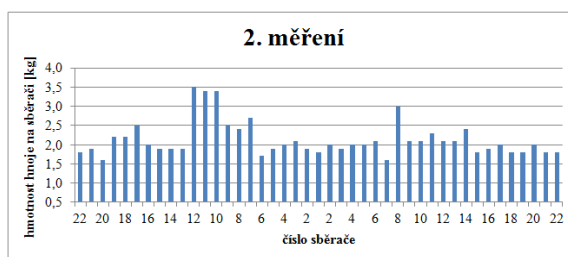


Obrázek 32: Měření příčné rovnoměrnosti u rozmetadla Fliegl ASW 268

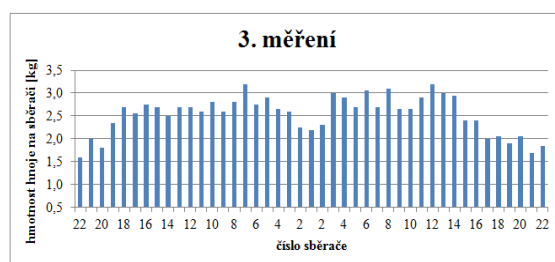
Příčná rovnoměrnost rozmetadla Annaburger HTS 22.79



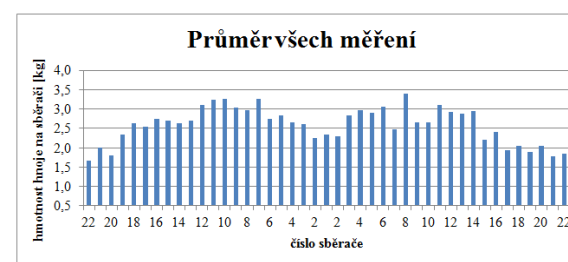
Obrázek 33: První měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Annaburger HTS 22.79



Obrázek 34: Druhé měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Annaburger HTS 22.79



Obrázek 35: Třetí měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Annaburger HTS 22.79



Obrázek 36: Průměr všech tří měření rovnoměrnosti rozmetání rozmetadla Annaburger HTS 22.79

Rozmetadlo Annaburger HTS 22.79 mělo stálejší aplikaci chlévského hnoje. Pro dokonalou rovnoměrnost by bylo zapotřebí pouze mírné překrytí pracovního záběru, které by činilo 2-3 m. U tohoto rozmetadla je rozmetací ústrojí opatřeno frézovacími válci, které mají na rovnoměrnost rozmetání kladný vliv. Chlévský hnůj je nejprve trhán, frézován a teprve poté mrštěn na rozmetací stůl a rozmetán. K posunu materiálu je použit řetězový podlahový dopravník, který posouvá kontinuálně materiál v celém svém tvaru a průřezu k frézovacím válcům, to má za následek rovnoměrně aplikovaný chlévský hnůj. Na obrázku 38 můžeme vidět samotné měření a na obrázku 37 pozemek po práci rozmetadla Annaburger.



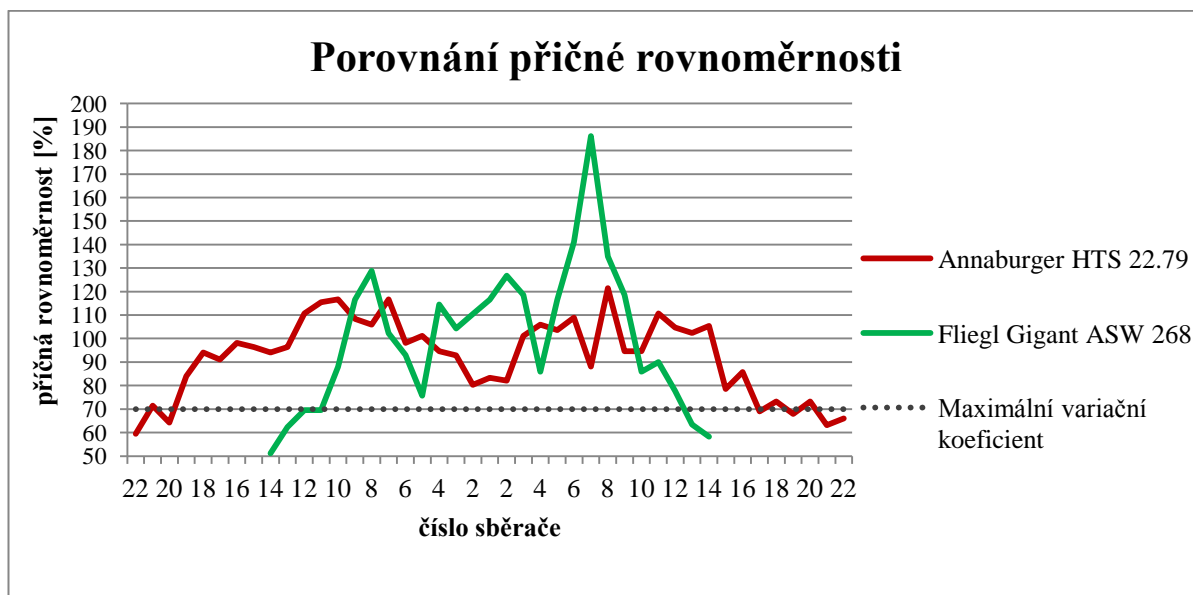
Obrázek 37: Pozemek po aplikaci chlévského hnoje rozmetadlem Annaburger HTS 22.79



Obrázek 38: Měření příčné rovnoměrnosti rozmetadla Annaburger HTS 22.79

Porovnání příčné rovnoměrnosti

Pro porovnání byl vytvořen graf, který je na obrázku 39, ve kterém je procentuálně vyjádřena rovnoměrnost obou rozmetadel. Pro co nejkvalitněji aplikovaný hnůj je vyžadována rovnoměrnost, která nepřesáhne odchylky více než 30 %, tato odchylka se nazývá variační koeficient a je daná předpisem č. 461/2004 Sb. V bodu, kde příčná rovnoměrnost přesáhne tuto hranici, by měl navazovat další pracovní záběr pro stabilizaci rovnoměrnosti rozmetání.



Obrázek 39: Graf porovnávající příčnou rovnoměrnost rozmetadla Annaburger HTS 22.79 a rozmetadla Fliegl ASW 268

5.5 Skutečná dávka hnoje

Při stanovení skutečné dávky hnoje na hektar se vychází z měření příčné rovnoměrnosti rozmetání. Jelikož v obou případech měření byla použita souprava s navigačním systémem, nedocházelo k překrytí jednotlivých pracovních záběrů. Pokud by k překrytí docházelo, dal by se vztah upravit podle koeficientu překrytí, který bychom si museli stanovit.

Tabulka 2: Dávka hnoje

Typ rozmetadla	Číslo měření	Hmotnost hnoje v pracovním záběru m_{cr} [kg]	Počet sběračů P_s [ks]	Plocha sběračů S_s [m ²]	Skutečná dávka q_R [t.ha ⁻¹]	Průměrná dávka [t.ha ⁻¹]
Annaburger HTS 22.79	1	132,9	43	10,32	128,78	107,85
	2	91,8			88,95	
	3	109,2			105,81	
Fliegl Gigant ASW 268	1	34,2	27	6,48	52,70	80,81
	2	44,4			68,52	
	3	78,6			121,22	

V tabulce 2 můžeme vidět skutečnou dávku hnoje na hektar při jednom přejezdu soupravy. U rozmetadla Annaburger HTS 22.79 je průměrná dávka u tří provedených měření 107,85 t.ha⁻¹, oproti rozmetadlu Fliegl ASW, které má průměrnou dávku 80,81 t.ha⁻¹. Rozdíl je způsoben především v pracovním záběru stroje, kdy rozmetadlo Annaburger dosahuje záběru okolo 26 m a rozmetadlo Fliegl dosahuje záběru 16 m, což činí oproti rozmetadlu Annaburger na každé straně o 5 m menší pracovní záběr.

U rozmetadla Fliegl by se dalo dosáhnout stejného pracovního záběru. Za předpokladu změny otáček vývodové hřídele, kdy by se musely otáčky zvýšit na 1 000 ot.min⁻¹, bychom se následně přiblížili záběru rozmetadla Annaburger HTS 22.79. Toto tvrzení vyplývá z dlouhodobého pozorování a měření souprav John Deere 8400 a John Deere 7820 se shodnými rozmetadly Fliegl ASW 268, kdy souprava John Deere 8400 pracuje při otáčkách vývodové hřídele 1 000 ot.min⁻¹ a typ 7820 pracuje s otáčkami 540 ot.min⁻¹, z čehož vyplývá celé toto měření. Další možností úpravy je nahradit stávající rozmetací ústrojí ústrojím „Profi“, které je opatřeno krytem a podle výrobce dosahuje pracovní záběr rozmetadla až 24 m.

5.6 Měrný tlak pneumatiky působící na půdu

Měrný tlak pneumatik na půdu má velký vliv na utužení půd. V dnešní době, kdy zemědělskou půdu chceme co nejefektivněji využít, je tento jev nežádoucí a musíme mu předcházet. Jeho negativní důsledky spočívají v nerovnoměrném růstu rostlin. Ty hůře koření a pomaleji přijímají živiny. Další stinnou stránkou je horší vsakování dešťové a povrchové vody, což způsobuje vznik půdní eroze nebo močálů. Pro zjištění utužení je dobré znát tlak, který je vyvíjen strojem, konkrétně přímo pneumatikou působící na půdu. Na utužení půdy má u zemědělských strojů největší vliv zejména jejich celková hmotnost. Dalším důležitým faktorem je pneumatika, její rozměry a použitý husticí tlak.

Samotné měření probíhalo jednotlivě, za identických podmínek, na každém rozmetadle zvlášť, jelikož rozmetadla byla různě dotížena a jejich pneumatiky pocházely od různých výrobců, aby bylo možné provést porovnání. Kvůli náročnosti proběhlo celé měření bez následného opakování, každé kolo rozmetadla se však měřilo zvlášť. Porovnávány byly jednotlivé styčné plochy pneumatik.

Na rozmetadle Fliegl Gigant ASW 268 byly použity radiální pneumatiky firmy Vredestein, konkrétně typ Flotation o rozměrech 560/60/22.5, které jsou určeny pro málo únosné půdy a při nízkém nahuštění mají vysokou nosnost. Jejich konstrukční rychlost je omezena na 65 km.h^{-1} . Na rozmetadle Annaburger HTS 22,79 byly použity radiální pneumatiky od firmy Michelin, konkrétně Cargo xBib o rozměrech 600/55/26,5. Ty jsou určeny pro co nejnižší valivý odpor a vysokou nosnost při rychlosti až 65 km.h^{-1} . Jejich dezén zajišťuje co nejvyšší stabilitu v nerovném terénu.

Jednotlivé pneumatiky se liší jak v rozměrech, tak i ve tvaru dezénu a výrobním materiálu, proto působí různými tlaky na půdu. Jednotlivé výsledky měření, které jsou naměřeny na každém kole zvlášť, jsou zapsány v tabulce 3, pro detailní porovnání obou pneumatik.

Tabulka 3: Měrný tlak působící na podložku

Typ rozmetadla	Číslo kola	Hmotnost m_{kol} [kg]	Radiální síla na podložku F_n [kN]	Plocha otisku pneumatiky S_o [cm ²]	Tlak v ploše otisku p_o [kPa]	Nahuštění pneumatik [bar]
Fliegl Gigant ASW 268	1	5 340	52,39	1 673	313,04	3,4
	2	5 720	56,11	1 762	318,55	3,2
	3	3 650	35,81	1 550	230,99	3,4
	4	3 810	37,38	1 603	233,16	3,3
Annaburger HTS 22.79	1	6 450	63,27	1 924	328,86	2,1
	2	6 120	60,04	1 828	328,46	2,1
	3	5 050	49,54	1 751	282,95	2,2
	4	4 720	46,30	1 693	273,47	2,3

V tabulce 3, můžeme vidět, že přední náprava u obou rozmetadel byla dotížena více než zadní, to má za následek větší plochu otisku. U rozmetadla Annaburger HTS 22.79 byla použita pneumatika Michelin Cargo xBib a i přes celkovou hmotnost 22 340 kg byl měrný tlak srovnatelný s rozmetadlem Fliegl ASW 268 s pneumatikami Vredestein Flotation, kde činila celková hmotnost 18 520 kg. Hlavním faktorem, jenž ovlivnil tyto výsledky, bylo nahuštění pneumatik, kdy u těžšího rozmetadla byl hustící tlak nižší než u rozmetadla s nižší celkovou hmotností. Z naměřených výsledků vyplývá, že u těchto strojů by měl být na přední nápravě použitý nižší hustící tlak z důvodu vyrovnání tlaků působících na dané ploše. Na obrázku 40 a 41 můžeme vidět ukázkou obtisků pneumatik z jednotlivých měření.



Obrázek 40: Ukázka otisku z rozmetadla Fliegl ASW 268 s pneumatikami Vredestein Flotation



Obrázek 41: Ukázka otisku z rozmetadla Annaburger HTS 22.79 s pneumatikami Michelin Cargo xBib

5.7 Hodnocení kvality práce

U hodnocení kvality práce je zapotřebí si uvědomit, že každé z porovnávaných rozmetadel je konstrukčně jinak koncipováno. Základem tohoto hodnocení je změřit velikost rozptýlených částic hnoje na ploše. To je důležité pro rovnoměrnou výživu a růst pěstovaných plodin. Měření bylo pětkrát opakováno pro každé rozmetadlo zvlášť. Četnost opakování byla zvolena z důvodu upřesnění a sjednocení výsledků. Průměrné hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 4.

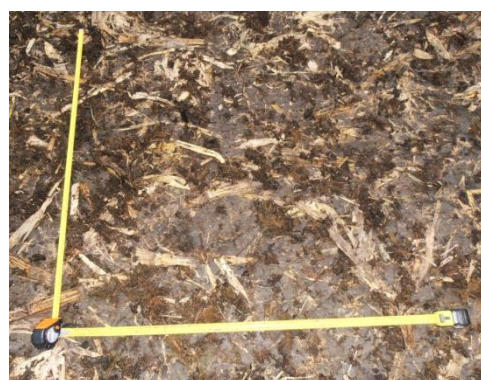
Tabulka 4: Průměrný počet částic na 1m² u jednotlivých rozmetadel

Typ rozmetadla	Průměrný počet částic hnoje o velikosti			
	1 - 5 cm ² [ks]	5 - 10 cm ² [ks]	10 - 15 cm ² [ks]	15 - 20 cm ² [ks]
Fliegl Gigant ASW 268	19	15	7	2
Annaburger HTS 22.79	35	6	1	0

Kvalita práce u rozmetadel byla ovlivněna především jejich konstrukčním provedením, konkrétně typem rozmetacího ústrojí. U rozmetadla Fliegl ASW 268 je použito bubnové horizontální rozmetací ústrojí, které je koncipováno jak na frézování naloženého chlévského hnoje, tak i na rozmetání. To vede k nerovnoměrnému frézování hnoje a tím i velkému podílu různě velkých částic. U rozmetadla Annaburger HTS 22.79 je použito lopatkové rozmetací ústrojí, které je opatřeno frézovacími válci. Ty jsou konstrukčně řešeny tak, aby vytrhávaly části naloženého chlévského hnoje o stejné velikosti. Žádoucí je, aby velikost částic byla malá, tím docílíme, že plocha bude rovnoměrněji a ve větší ploše pokryta. Kvalitu provedené práce můžeme vidět na obrázku 42 a 43.



Obrázek 42: Kvalita práce provedená rozmetadlem Fliegl ASW 268



Obrázek 43: Kvalita práce provedená rozmetadlem Annaburger HTS 22.79

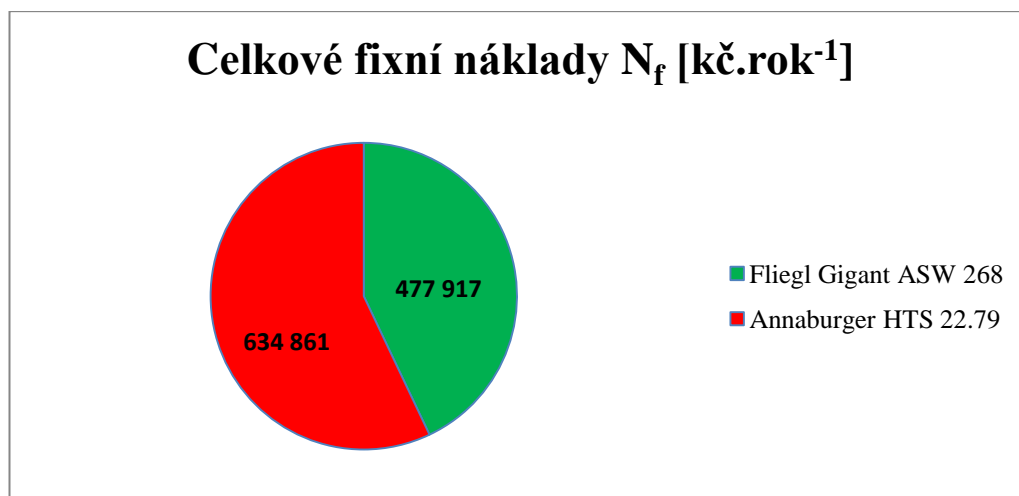
5.8 Stanovení nákladů

Fixní náklady

Tyto náklady se počítají z nákladů na amortizaci, pojištění a garážování. Náklady na amortizaci se vypočítaly podle pořizovací ceny, která činila u rozmetadla Fliegl ASW 268 1 366 039 Kč a u rozmetadla Annaburger HTS 22.79 1 464 960 Kč. Obě rozmetadla byla zapojena v soupravě s traktorem John Deere 8400. Náklady na amortizaci traktoru byly stanoveny z vnitropodnikové dokumentace spolu s náklady na pojištění a poplatky. Náklady na 1 m² garážované plochy byly stanoveny na 85 Kč.rok⁻¹. Rozměry jednotlivých rozmetadel jsou zapsány v tabulce 1. Rozměry traktoru činí na šířku 2,9 m a na délku 5,7 m. Výsledky jsou zapsány v tabulce 5. Porovnání celkových fixních nákladů obou rozmetadel jsou znázorněna na obrázku 44.

Tabulka 5: Tabulka fixních nákladů

Typ rozmetadla	Náklady na amortizaci N_{am} [Kč.rok ⁻¹]	Náklady na pojištění a poplatky N_{pop} [Kč.rok ⁻¹]	Náklady na uskladnění N_u [Kč.rok ⁻¹]	Celkové fixní náklady N_f [Kč.rok ⁻¹]
Annaburger HTS 22.79	610 111	20 890	3 860	634 861
Fliegl Gigant ASW 268	448 432	25 365	4 120	477 917



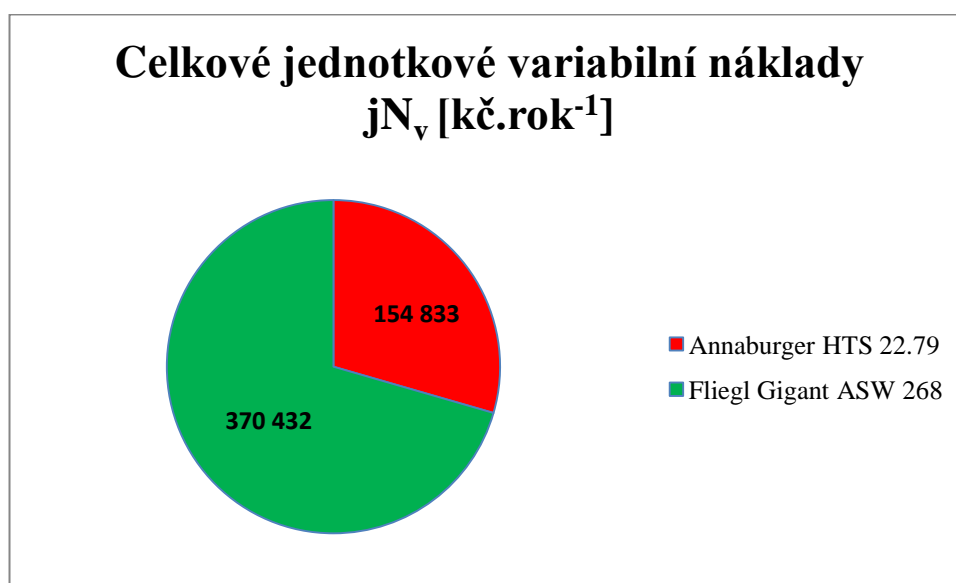
Obrázek 44: Graf porovnání celkových fixních nákladů obou rozmetadel

Variabilní náklady

Tyto náklady se spočítají z hodinové mzdy obsluhy, nákladů na údržbu a nákladů na pohonné hmoty a maziva. Hodinová mzda obsluhy byla stanovena na 85 Kč.hod⁻¹. Stejná mzda je dána domluvou mezi podniky v této oblasti. Náklady na údržbu stroje byla zjištěna z vnitropodnikové dokumentace. Pro náklady na maziva byl stanoven koeficient $k_m = 1,09$, a průměrná cena pohonných hmot byla stanovena na 31,80 Kč. Roční nasazení stroje bylo stanoveno z dlouhodobého celoročního pozorování. Celkové jednotkové variabilní náklady jsou uvedeny pro jednotlivá rozmetadla v tabulce 6. Porovnání celkových jednotkových variabilních nákladů obou rozmetadel jsou znázorněny na obrázku 45.

Tabulka 6: Tabulka jednotlivých variabilních nákladů

Typ rozmetadla	Náklady na obsluhu N_{ps} [Kč.h ⁻¹]	Náklady na údržbu N_{ud} [Kč.h ⁻¹]	Náklady na pohonné hmoty a maziva N_{pm} [Kč.h ⁻¹]	Roční nasazení stroje W_{sez} [h.rok ⁻¹]	Celkové jednotkové variabilní náklady jN_v [Kč.rok ⁻¹]
Annaburger HTS 22.79	85	85,9	1442	96	154 832
Fliegl Gigant ASW 268	85	139,6	1556	208	370 432



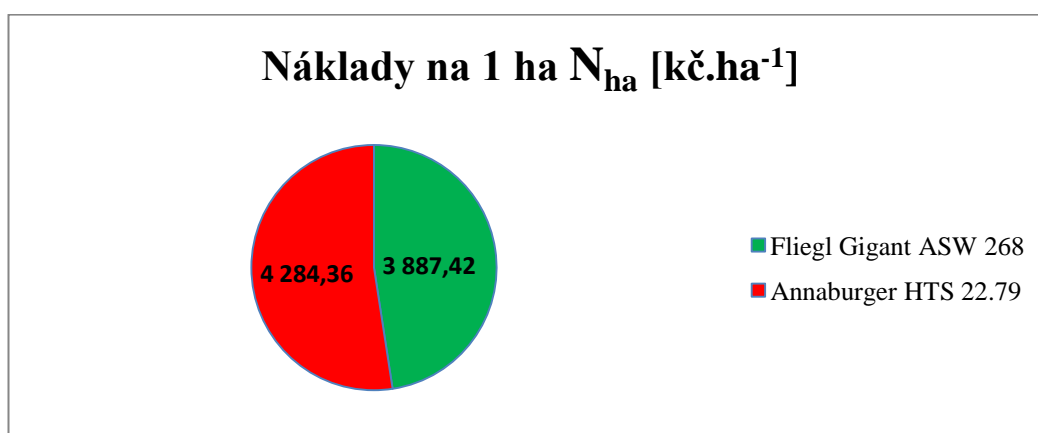
Obrázek 45: Graf porovnání celkových jednotkových variabilních nákladů obou rozmetadel

Celkové porovnání nákladů

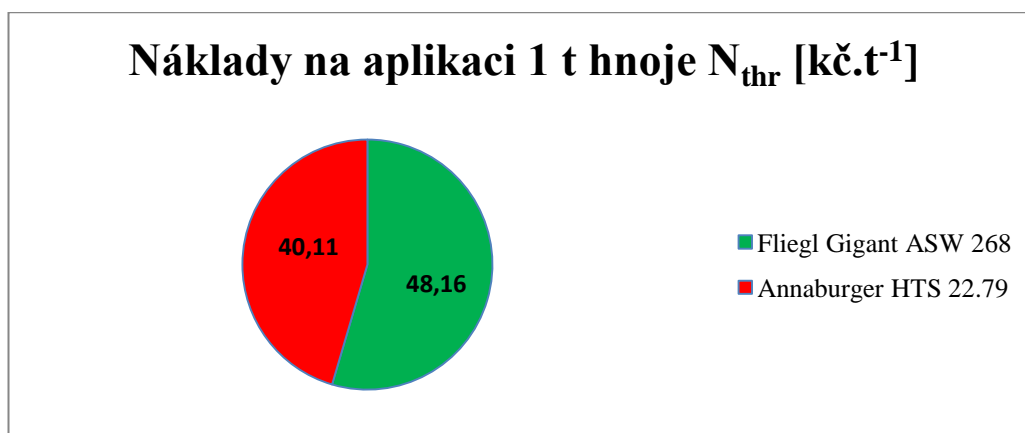
Celkové náklady byly stanoveny součtem fixních a variabilních nákladů obou rozmetadel. Z těchto nákladů byly následně vypočteny náklady na tunu aplikovaného hnoje a náklady na 1 ha při průměrné dávce hnoje, která byla vypočtena v kapitole 5.5. Výsledky jsou zapsány v tabulce 7 a pro porovnání jednotlivých rozmetadel jsou vytvořeny grafy na obrázku 46 a 47.

Tabulka 7: Celkové porovnání nákladů

Typ rozmetadla	Celkové náklady N_c [Kč.rok ⁻¹]	Náklady na 1 ha N_{ha} [Kč.ha ⁻¹]	Náklady na aplikaci 1 t hnoje N_{thr} [Kč.t ⁻¹]
Fliegl Gigant ASW 268	848 348,98	3 887,42	48,16
Annaburger HTS 22.79	789 693,43	4 284,36	40,11



Obrázek 46: Graf porovnání nákladů obou rozmetadel na 1 ha



Obrázek 47: Graf porovnání obou rozmetadel po aplikaci 1 t hnoje

6. Závěr

Rozmetadlo Annaburger HTS 22.79 vykazuje rovnoměrnost a kvalitu práce než rozmetadlo Fliegl Gigant ASW 268. Je to dáno především typem rozmetacího ústrojí, neboť u horizontálního bubnového rozmetacího ústrojí, které je použito u rozmetadla Fliegl, má absence frézovacích válců velký podíl na nedokonalosti rozmetání. Zásadním způsobem se na tom podílí dopravní ústrojí. Výtlačné čelo v první fázi materiál stlačuje, ale neposouvá jej. U tohoto typu posunu má velký vliv i způsob naložení materiálu. Pokud je materiál naložen po vrstvách, tak ve svém velkém průřezu sklouzává po těchto vrstvách nerovnoměrně k rozmetacímu ústrojí. U rozmetadla Annaburger je použit řetězový podlahový dopravník s příčkami, ten posouvá materiál v celém svém tvaru a průřezu k frézovacím válcům, které trhají materiál, jenž je mrštěn na rozmetací stůl, a poté rozmetán.

Na utužení půdy má velký vliv nahuštění pneumatik. Rozmetadlo Annaburger HTS 22.79, na kterém byly použity pneumatiky Michelin Cargo xBib 600/55/26,5, působily celkovým tlakem 1 213,75 kPa. Průměrné nahuštění pneumatik bylo 2,2 bar. Rozmetadlo Fliegl ASW 268 s pneumatikami Vredestein Flotation 560/60/22,5 působilo celkovým tlakem 1 095,73 kPa s průměrným nahuštěním pneumatik 3,3 bar. Měrný tlak působící na půdu byl u rozmetadla Annaburger o 118,01 kPa vyšší než u rozmetadla Fliegl. To bylo způsobeno vyšším dotížením rozmetadla Annaburger, které činilo více než 3 800 kg. Z toho vyplývá, že pro práci na poli se vyplatí hustící tlak v pneumatikách snížit, jelikož při tak vysokém rozdílu dotížení je konečný rozdíl v měrném tlaku přijatelný.

Celkové náklady na provoz rozmetadla Fliegl činily 848 348,98 Kč.rok⁻¹, což je o 58 655,55 Kč.rok⁻¹ více než u rozmetadla Annaburger, kde celkové náklady byly 789 693,43 Kč.rok⁻¹. Tento rozdíl je zapříčiněn především jednotkovými variabilními náklady, neboť u rozmetadla Fliegl bylo roční nasazení 208 h, což je oproti rozmetadlu Annaburger, které je nasazeno 96 h, o 108 h více. Náklady na 1 ha činily u rozmetadla Fliegl 3 887,42 Kč.ha⁻¹, což je oproti rozmetadlu Annaburger, které dosahovaly 4 284,36 Kč.ha⁻¹, nižší o 403 Kč.ha⁻¹. Náklady na aplikaci 1 t hnoje činily u rozmetadla Fliegl 48 Kč.t⁻¹, to je o 8 Kč.t⁻¹ více než u rozmetadla Annaburger, kde byly tyto náklady stanoveny na 40,11 8 Kč.t⁻¹. To je zapříčiněno celkově vyšší výměrou pozemků, na kterých rozmetadlo Fliegl aplikuje hnůj.

7. Seznam použité literatury

- [1]. In: *Stroje pro hnojení* [online]. Ing. Milan Fríd, CSc., Ing. Václav Vávra, Ph.D.. [vid. 5.10.2014]. <http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2013/11/stroje_pro_hnojeni.pdf>
- [2]. Syrový O., *Doprava v zemědělství*, 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4
- [3]. In: *ANNABURGER* [online]. © 2012 ANNABURGER. [vid. 10.2.2015]. Dostupné z: <<http://www.annaburger.de/Universalstreuer.html>>
- [4]. In: *Fliegl* . [online]. © 2011 Fliegl Agrartechnik. [vid. 12.2.2015]. Dostupné z: <<http://web1.fliegl.nbsp.de/rozmetac-jednotky/150/3272/2550/>>
- [5]. In: *Keenan* . [online]. © 2014 Keenan New Zealand. [vid. 5.12.2014]. Dostupné z: <<http://jkengineering.co.nz/equipment/orbital-spreader/>>
- [6]. In: *Fliegl* . [online]. © 2011 Fliegl Agrartechnik. [vid. 8.1.2015]. Dostupné z: <<http://www.fliegl-agrartechnik.cz/zemedelska-technika/vyhrnovaci-vozy>>
- [7]. In: *ANNABURGER* [online]. © 2012 ANNABURGER. [vid. 13.2.2015]. Dostupné z: <<http://www.annaburger.de/en/Schubentladewagen%20SchubFix.html>>
- [8]. In: *Vagony*. [online]. Bc. Martin Zítka. [vid. 25.12.2014]. Dostupné z: <<http://www.vagony.cz/pojezdy/vypruzeni/img/pruznice.gif>>
- [9]. In: *Organická hnojiva stájová*. [online]. Ing. Petr Škarpa, Ph.D. [vid. 10.2.2015]. Dostupné z: <http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1424>
- [10]. Špelina M. a kol., *Řízení technologických procesů v zemědělském podniku*, 1. vyd. Praha, 1988.
- [11]. Knechtges H. a kol., *Landtechnik*, 1. vyd. 2007
- [12]. Fröba N., Hermann A., Weisse G., *Neue Landwirtschaft*, 1. vyd. 2001
- [13]. Stadler E., Schiess I., Amsn H., *Schweicer Landtechnik*, 1. vyd. 2004