

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství
Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Měření vertikálního zatížení pod
jednotlivými nápravami vybrané zemědělské
techniky

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Tomáš Zoubek
Autor bakalářské práce: Jakub Tkadlec

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub TKADLEC**

Osobní číslo: **Z16638**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **ZDTb-16 - specializace Zemědělská technika**

Název tématu: **Měření vertikálního zatížení pod jednotlivými nápravami
vybrané zemědělské techniky**

Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Student bude v rámci své bakalářské práce provádět měření vertikálního zatížení pod jednotlivými nápravami vybrané zemědělské techniky. Zaměří se především na lisy na kulaté balíky, návěsy, rozmetadla hnoje a shrnovače sena. Měření bude prováděno ve vybraných zemědělských podnicích, u prodejců zemědělské techniky a soukromých zemědělců.

Cílem této práce je vytvoření databáze vertikálního zatížení pod jednotlivými nápravami a dalších relevantních parametrů vybrané zemědělské techniky, které se mohou následně využít jako vstupní data při počítačových simulacích zaměřených na utužení půdy po přejezdu zemědělské techniky.

V teoretické části práce student shrne dosavadní poznatky v dané problematice.

V praktické části práce by měl student:

- měřit na vybraném vzorku lisů na kulaté balíky, návěsů, rozmetadel hnoje, shrnovačů sena a případně další techniky zahrnuté v práci vertikální zatížení pod jejich jednotlivými nápravami
- získat informace charakterizující měřenou vybranou zemědělskou techniku (výrobce, typ techniky, rok výroby a jiné)
- získat parametry měřené vybrané zemědělské techniky využitelné jako vstupní data do počítačových simulací (rozměry techniky, typ a rozměr pneumatik na jednotlivých nápravách, charakteristické vlastnosti pro daný typ zemědělské techniky a případně další)

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 3., přeprac., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6464-x.

PASTOREK, Zdeněk. Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-4-4.

Sklízecí mlátičky, řezačky a lisy na českém trhu 1995 - 1996. Praha: GT Club, 1995. ISBN 80-900705-5-8.

KOVAŘÍČEK, Pavel, Marcela VLÁŠKOVÁ a Ludmila ZELENÁ. Perspektivní technologické postupy a stroje pro hnojení. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998. Mechanizace (modrá ř.). ISBN 80-7105-176-4.

PTÁČEK, Petr a Aleš KAPLÁNEK. Přeprava nákladu v silniční nákladní dopravě. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-7204-257-2.

POHL, Rudolf. Úvod do dopravní a manipulační techniky. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02292-7.

Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku. Praha: Profi Press s.r.o. ISSN 0373-6776.

DÖRFLINGER, Michael. 1000 zemědělských strojů. Praha: Knižní klub, 2009. ISBN 978-80-242-2461-9.

1. SVATOŠ, Josef a Josef FROLÍK. Základy zemědělské techniky I. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000. ISBN 80-704-0464-7.

ČERVINKA, Jan. Stroje pro sklizeň píce na seno. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 80-7105-054-7.

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Tomáš Zoubek

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 18. ledna 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budejovská 1358, 370 05 České Budějovice



doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. března 2018

Poděkování

Rád bych poděkoval Mgr. Tomáši Zoubkovi za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat Farmě Švagrovi a Firmě Stako MF za poskytnutí techniky, ochotu a prostor pro uskutečnění měření.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 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 jejích 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 č. 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.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Abstrakt česky

Cílem práce bylo vytvoření databáze parametrů vybrané zemědělské techniky využitelné pro počítačové simulace utužení půdy zapříčiněné pojezdem zemědělské techniky po pozemku. Především se jednalo o vertikální zatížení pod jednotlivými nápravami, celkovou hmotnost, používané pneumatiky a jiné parametry charakterizující vybranou techniku. Jednalo se o techniku vybranou ve dvou podnicích v blízkosti Milevska a Sedlčan. Mezi energetické tahové prostředky byly zařazeny traktory značky Massey Ferguson a Steyer, ke kterým byla konfigurována rozmetadla chlévského hnoje, shrnovače píce, návěsy a svinovací sběrací lisy.

V teoretické části bakalářské práce je uvedena charakteristika a popis vybrané techniky. U každého stroje jsou popsány technické parametry a jejich využití v podniku. Ke strojům jsou přiřazeny fotografie pro jejich ukázkou.

V praktické části bakalářské práce je proveden zápis naměřených výsledků do tabulek. V těchto tabulkách je i přepočtení naměřených hodnot v přepočtu na procentuální podíl každé z náprav celé soupravy a dále porovnání zjištěných hodnot z výrobního štítku stroje s naměřenými hodnotami. Dále je v praktické části uvedeno rozdělení strojů dle podniku, ve kterém měření probíhalo a v jakém sledu. Je přiložen i podrobný popis strojů s konkrétní výbavou v podnicích a popis vertikálního zatížení jednotlivých náprav a hodnoty celkové hmotnosti celé soupravy vybraného stroje v konfiguraci s energetickým tahovým prostředkem.

Klíčová slova:

Zemědělská technika, hmotnost, zatížení, rozložení hmotnosti souprav

Abstrakt anglicky

The aim of this work was to create a database of parameters from selected agricultural technology usable for computer simulation of soil compaction caused by traveling agricultural equipment over the land. Above all, these were the vertical loads under the individual axles, the total weight, the tires used and other parameters characterizing the selected technique. It was a technique chosen in two companies near Milevsko and Sedlčany. The energy pullers included Massey Ferguson and Steyer tractors, which were configured with manure spreaders, forage harvesters, semi-trailers, and rollers.

In the theoretical part of the thesis there is a description of what would be helpful and also a description of the selected technique.. The technical parameters and their use in the company are described for each machine. The machines are assigned photos for their demonstration.

In the practical part of the bachelor thesis are recorded the measured results in tables. These tables also include the conversion of the measured values into percentages of each of the axles of the entire kit, as well as the comparison of the measured values from the machine's nameplate with the measured values. Furthermore, in the practical part of the division of machines according to the company in which the measurement took place and in what sequence. A detailed description of the machines with specific equipment in the company and a description of the vertical load of the individual axles and the total weight of the whole set of the selected machine in the energy tensile configuration.

Keywords:

Agricultural machinery, weight, load, weight distribution

Obsah

Úvod.....	8
1 Teoretická část	9
1.1 Sběrací lisy	9
1.2 Shrnovače píce	10
1.3 Návěsy	11
1.4 Rozmetadla hospodářských hnojiv	16
2 Metodika	19
2.1 Charakteristika váhy DFWKR	19
2.2 Měření	19
2.3 Charakteristika podniku	20
2.4 Charakteristika měřené techniky	20
3 Výsledky měření a diskuse.....	28
Závěr	44
Seznam obrázků	47
Seznam tabulek	48
Přílohy.....	49

Úvod

V současné době je u provozovatelů zemědělské techniky kladen důraz na přepravu co největších nákladů s minimálním počtem jízd sklizňových strojů a vysoké pracovní a přepravní rychlosti. Tím vznikají vysoké nároky na stroje, a to nejen v počtu přidávaných a moderních komponentů jako elektroinstalace, ale narůstá i hmotnost strojů.

Cílem práce bylo vytvoření databáze parametrů vybrané zemědělské techniky, které by byly využitelné pro počítačové simulace utužení půdy vlivem pojezdu zemědělské techniky po pozemku. Měření bylo provedeno v podnicích v okolí mého bydliště. V některých podnicích se setkáváme s částečně historickou technikou, která není vyřazována a stále se využívá ke svým účelům. Tato technika se však využívá minimálně, tudíž bylo vhodné mezi výběr přípojné techniky zařadit stroje vyhovující dnešním představám a náplním prací. Novější modernizovaná technika těmto představám odpovídá a podniky které jsem si vybral jsou těmito stroji vybavené.

Cílem měření vybrané zemědělské techniky ve dvou podnicích bylo vytvoření přehledu konkrétních strojů s jejich popisem a užitečnými parametry. Zaznamenané výsledky byly zaneseny a přepočteny do tabulek k porovnání. Jednotlivé stroje byly spřahovány s vybraným energetickým prostředkem, který byl pro všechny stroje v každém podniku stejný pro kvalitní přehled o změnách a přenosu hmotností. Se soupravami bylo najížděno každou z náprav na vážní desky připojené k počítači. Výsledek byl zaznamenán formou tisku z vážní jednotky, zapsáním výsledku a fotodokumentací stroje na vážní soupravě.

1 Teoretická část

Mezi vybrané zemědělské stroje podrobené měření, patřily stroje na shrnování píce, lisování píce a dalších rostlinných produktů, dále návěsy na převoz převážně sypkých a objemných hmot a v poslední řadě rozmetadla hospodářských hnojiv. (Břečka, 2001)

1.1 Sběrací lisy

Úkolem sběracích lisů je sebrat nahrnuté řádky zavadlého stébelnatého materiálu, jak píče, tak i slámy a slisovat ho do stejných balíků se seřiditelnou velikostí a slisovatelností. Balíky jsou většinou tradičním způsobem uloženy z lisu přímo na strniště v požadovaném směru při vykládání. Při lepší nakoupené výbavě lisu je možné na lis spřáhnout ovíječku senážních balíků, která rovnou balíky zabalí do folie, a tím je rovnou zařízení slisuje i ovine folií.

Sbíraný lisovaný materiál musí být ideálně vlhký. U slámy je vlhkost hmoty uvedena 18 % a u píče 15 %. Kdyby byla tato hranice překročena, tak hrozí nebezpečí tvorby plísní. (Břečka, 2001) (John Deere, 2016)

Lisovací komora lisů na válcové balíky může být rozdílná. Rozdělujeme dva typy konstrukcí lisovací komory. Variabilní lisovací komora má proměnlivý prostor pro lisování hmoty. Během jízdy po řádku a sbírání materiálu se komora neustále zvětšuje podle přibývajících materiálu. Výhodou této komory je, že se materiál v balíku rovnoměrně stlačuje. Tyto variabilní lisovací komory jsou většinou tvořeny řemenovými nebo řetězovými dopravníky. Tyto dopravníky se v literatuře (Břečka, 2001) uvádějí jako pásové a laťové. Druhým typem je Konstantní lisovací komora, která má stálý prostor pro lisování materiálu. Tato pevná komora je tvořena válci, kterými je materiál lisován do požadovaného tvaru balíku. V tomto provedení je střed balíku méně slisován nežli materiál na obvodu balíku. (Pastorek, 2002) (John Deere, 2016)

V dnešní době je nejčastějším materiálem pro ovinutí balíků síťovina. Pro stálost tvaru balíku postačí 3 otáčky síťoviny po obvodu balíku. Tyto balíky jsou lisované o průměru od 0,8 do 1,8 m a délce 1,2 m. (Špelina, 1996)

Svinovací lisy jsou vybaveny různými výbavami dle nabídky výrobce, ale v dnešní době je u většiny lisů základem vyklápěcí dno lisovací komory a zařízení pro řezání lisované hmoty. U tohoto zařízení je důležité udržovat rozestavení nožů, jejich počet a ostrost. V současné době se společný zájem jak uživatelů, tak hlavně výrobců, zaměřil na využívání svinovacích lisů při silážování rostlinných hmot. Zavadlá píče o obsahu sušiny od 35 do 50 % se lisuje a následně zabalí balícím zařízením do folie, kde pokračuje proces fermentace. (Pastorek, 2002) (John Deere, 2016)

1.2 Shrnovače píče

Shrnovače jako jednoúčelové stroje mají za úkol shrnout posečenou a obrácenou píči do souvislých stejnoměrných řad o maximálních rozměrech výšky 0,8 m a šíře 1-2 m. Roli hraje i váha, která by neměla přesáhnout 8 kg hmoty na jeden metr řádku. Shrnováním vznikají také ztráty shrnované hmoty, které nesmí překročit 3 % a odrol by neměl být vyšší jak 1,5 %. Ve správně nahrnutém řádku by neměly být obsaženy cizí předměty a tělesa včetně kamene, odpadků apod. Není vhodné úmyslně hmotu znečišťovat shrnováním mokřadů. Při shrnování je třeba dbát zvláštní opatrnosti na umístění shrnovaného řádku, aby nebyl umístěn na skalách nebo nějakém jiném nevhodném tělese při sbírání řádku. (Červinka, 2002)

Pro minimalizování ztrát při shrnování je vhodná vlhkost sušiny ve hmotě od 45 do 50 %. Při vzniku vysoké sušiny a vícenásobném obracení a shrnování píče se ztráty zvyšují až na 110–130 kg sušiny na 1 hektar. Shrnovače se vyrábějí ve variantách tažených a návěsných shrnovačů.

- Rotační shrnovače návěsné se vyrábí se záběrem shrnované plochy od 2,9 m do 10,2 m.
- Tažené shrnovače, mají záběr od 2,7 m do 12,5 m záběru.
(Červinka, 2002)

Práce rotorového shrnovače je na principu hrabic zasazených do dráhy. V první části dráhy, asi ve 2/3, jsou shrnovací prsty kolmé na zem a shrnují materiál. V druhé části dráhy, v 1/3, se shrnovací pružné prsty vytočí vodorovně se zemí, vystoupí z materiálu, který byl přihrnutý ke štítu a odjedou od něj, aniž by s sebou materiál odtahovaly pryč. Tím vznikne řádek.

Po průběhu hrabic touto částí dráhy se hrabice znovu natáčí do první polohy shrnování a cyklus se neustále opakuje. Je důležité dbát na seřízení výšky pružných prstů, aby nerýpaly do země a byly šetrné jak ke shrnované hmotě, tak k vlastnímu materiálu použitým při výrobě.

V současné době jsou vývoj a neustálé konstrukční úpravy zaměřené především na dosažení vyšších pracovních záběrů a vyšších pracovních rychlostí, a tím dosažení vyšších výkonností. (Břečka, 2001)

Rotorové shrnovače jsou posazené na podvozcích, které mají důležité vlastnosti při shrnování, a to kopírování terénu pro minimalizaci ztrát shrnovaného materiálu. Obsah nečistot a cizích těles v krmivu dokáže snížit produktivnost a užitkovost zvířat. Každý u stroje ocení kvalitní kopírování terénu, pro dobrou sklizeň materiálu. U dnešních shrnovačů je možnost několika druhů podvozků:

- Tříkolový podvozek je investičně méně náročný,
- Tříkolový podvozek s čelním kopírovacím kolečkem – to je řešení pro mnoho provozů, čelní kolečko reaguje na nerovnosti již před prsty.
- Pětikolový podvozek, který je vybaven tandemovou nápravou a zajišťuje klidný přejezd nerovností.
- Pětikolový podvozek s čelním kopírovacím kolečkem a tandemovou nápravou, který je nejlepší v kopírování nerovností a má tudíž klidný chod rotorů. (Pöttinger, 2015)

1.3 Návěsy

Doprava v zemědělství je odlišná od dopravy v běžném provozu jiných odvětví, a to zejména ve směru materiálových toků, průměrných přepravních vzdálenostech, přepravních rychlostech, chemických a biologických vlastnostech přepravovaných materiálů, podílu jízd v terénu a na silničních komunikacích. Zemědělství se vyznačuje specifickými nároky, jako jsou značná sezónnost, široká škála přepravovaných materiálů, plošný charakter, různé přepravní podmínky jako přejezdy terénů, svahů a mokřadů. (Syravý, 2008)

Zemědělská přípojná vozidla musí vyhovovat řadě materiálů přepravovaných v zemědělství. U návěsů je důležitá jejich výška, při přímých překládkách, ke kterým dochází mezi sklizňovými stroji a dopravními prostředky. Každý výrobce se vyznačuje jinými nabídkami na výbavu strojů. Základní podmínky výbavy návěsů jsou:

- obsluha celé dopravní soupravy řidičem přímo z místa kabiny,
- účinný brzdový systém, který si reguluje brzdový účinek automaticky podle hmotnosti naloženého nákladu, tzn: hmotnosti celého dopravního prostředku,
- odpružení náprav pracujících při různém zatížení,
- vhodné pneumatiky, které jsou odolné při jízdě po různých površích a zároveň mají nízký měrný tlak na půdu,
- vhodného zařízení, které umožňuje dávkové vyprázdnění ložného prostoru celého návěsu,
- nízko položená ložná plocha pro dosažení co nejvyšší stability
- odolnost proti převrácení závisí také na rozchodu kol, výšce těžiště a druhu řízení kol a co nejnižší výšky při nakládání, a to jak nakladači, tak sklizňovými stroji,
- malou provozní hmotností vůči užitečné hmotnosti pro náklad a také dostatečný ložný prostor. (Syrový, 2008)

Hlavní výhodou návěsů je, že oproti přívěsu část nákladu spočívá na závěsu samotného traktoru. Tím že nápravy návěsu jsou umístěny v zadní části návěsu, tak více hmotnosti z přední poloviny návěsu se přenáší na závěs traktoru nebo jiného energetického zařízení, které táhne návěs. Zatížení zadní hnací nápravy traktoru vede ke zlepšení jízdních vlastností na ujetí větších vzdáleností ve vysoce obtížných zemědělských terénech. Pozice nápravy nebo náprav na samotném návěsu ovlivňuje dotížení nápravy traktoru, čím více bude náprava posunuta na zadní části návěsu, tím více bude váha spočívat na zadní nápravu tažného energetického zařízení. Pro nižší statickou stabilitu návěsů je důležité zajistit vysokou tuhost rámu. (Syrový, 2008)

1.3.1 Hlavní části návěsů

Hlavními částmi návěsů jsou nástavby a podvozek. Samotný podvozek je tvořen z několika částí, mezi které řadíme oje, nápravy s koly, odpružení, brzdy, vzduchové, hydraulické a elektrické soustavy, nárazníky apod... (Srový, 2008)

1.3.2 Rám

Rám je nejdůležitější částí návěsu, tj. přípojného vozidla. Je to nosník svařený z lehkých tvarovaných profilů. Nejvíce se používají profily C nebo U, které se pak svařují většinou do uzavřených profilů tvaru jeklu. Při přejezdech velikých nerovností v terénu, musí rám bez potíží odolávat, proto záleží na pevnosti a pružnosti materiálu, aby vydržel velké zatížení a kruty. Pružnost je třeba zachovat kvůli nebezpečí vzniku trhlin většinou v okolí svarů. Pro dlouhou životnost nosníků je jejich povrch antikorozně–ošetřen. Používají se barevné základové nástřiky a nebo je možné zinkování, které je odolnější proti agresivně působícím látkám jako jsou různá hnojiva a podobně. (Srový, 2008)

1.3.3 Nápravy

Nápravy tvoří důležitou část celého podvozku. Jsou to příčné profily k nosníkům tvořícím rám. Vyrobeny jsou individuálně buď z kulatých a nebo čtvercových profilů zakončených kulatou hřídélí, která je osazena ložisky, soustavou kotoučových nebo bubnových brzd a nábojem pro následné upevnění disku kola. Náklady se s přibývajícím časem stále zvyšují, tím pádem rostou i nároky na vyšší užitečné hmotnosti návěsů. Pro snížení měrného tlaku na půdu je významná koncepce přidávání počtu náprav.

U dvounápravových návěsů je výhodou zadní říditelná náprava, ale u třínápravových je říditelná náprava samozřejmostí, a to nejen ke zmenšení tahového odporu, ale také ke snížení opotřebení pneumatik při průjezdu zatáčkami a také ke snížení poškození porostu při jeho přejezdu. Zatáčení kol je provedeno pomocí hydrauliky, a to buď pomocí nuceného řízení a přidanými ovládacími táhly připojenými k traktoru, nebo je možné užít nápravy jako vlečené a hydraulicky je fixovat pouze při jízdě vzad. Pro zlepšení trakčních vlastností a jízdě po extrémně měkkých površích se využívá poháněných náprav návěsu, což umožní i zlepšení svahové dostupnosti při jízdě do svahu a zároveň vede ke větší úspoře pohonných hmot

tahového prostředku. Nápravy pohání hřídel, která je spřažena s vývodovým hřídelem traktoru. (Syrový, 2008)

1.3.4 Vozidlové kolo

Dnešní bezdušová kola se skládají z pneumatiky, ráfku a disku kola. Veliké náklady, různorodý povrch a nerovnosti, které se přejíždějí, jsou podmínky, kterým musí pneumatika odolávat. Výhodou je nízká hmotnost a jednoduchá montáž. Ráfek kola je zatěžován nejen zátěží samotného návěsu a náklady, ale i styky s agresivními látkami, proto je nutné, aby odolával korozi. (Syrový, 2008)

1.3.5 Odpružení

Původní koncepce neodpružených návěsů je dnes nahrazována návěsy odpruženými, protože odpružení vozidel zvyšuje komfort jízdy a umožňuje vyšší pojezdové rychlosti a zamezuje při přejezdech různých nerovností vzniku prasklin a trhlin na karoserii.

Odpružení náprav:

- Mechanické odpružení je nejúčinnější odpružení při velikých zatíženích. Jízda se ale může stát neklidnou, je-li návěs prázdný a pojezdová rychlost vysoká. Mechanické odpružení je zajištěno listovými pružinami, které jsou dnes hodně nahrazovány pružinami parabolickými. Důvodem nahrazování je možnost užití více náprav blíže u sebe a vyšší účinnost pružení. Parabolické pružiny jsou nižší, mají nižší výkyv pružení a jsou lehčí. Při užití více náprav se používá sdružené uchycení náprav s držáky pružin a užitím vahadla k propojení pružin první a druhé nápravy.
- Pneumatické odpružení je zajištěno pomocí vzduchové vlnovcové pružiny nebo více používané vzduchové vakové pružiny. Vlnovcové pružiny mají poměrně dlouhou životnost a jsou celkově tuhé. Více používané je odpružení vakové, kde při jeho pérování dochází k navalování měchu na kónický nebo válcový píst. Oba tyto typy pneumatického odpružení jsou až o 30 % nákladnější na pořízení a údržbu oproti mechanickému odpružení.

- Hydropneumatické pérování je nejdokonalejším způsobem odpružení návěsů a celkově všech užití odpružení. Soustava takového odpružení je tvořena olejovou náplní, která je v hydraulických válcích, hadicích a dusíkových akumulátorech, které tvoří právě tlumící efekt. Hydropneumatické odpružení umožňuje rozdělení samostatných kol bez náprav. V tomto případě se řeší zavěšení kol nezávisle na samostatných výkyvných vidlicích. Tím vzniká lepší schopnost pro vyrovnávání na svahu a větší svahovou dostupností. (Syrový, 2008)

1.3.6 Brzdy

Brzdová soustava má za hlavní úkol zajistit brzdný účinek a zabránit samovolné rozjetí návěsu při odpojení a následném stání. Nejdůležitější funkcí brzd je zajistit požadované zpomalení soupravy při jízdě, během které se nijak souprava nevychýlí ze své jízdni osy. Pro snížení požadavků na obsluhu stroje je možnost instalovat na soustavu brzd zátěžový regulátor, který má za úkol automaticky regulovat brzdový účinek podle velikosti zatížení návěsu. Brzdové soustavy jsou k dostání ve dvou variantách:

- kapalinové brzdy
- vzduchové brzdy

V ČR se u zemědělských strojů používají brzdy vzduchové. Vzduchotlaké brzdy se používají jak u kotoučových, tak i bubnových brzd. Jako jejich ovládací médium se používá stlačený vzduch vytvořený kompresorem. (Syrový, 2008)

1.3.7 Připojovací zařízení

Energetická tažná zařízení návěsů, mají v zadní části většinou konzoli na umístění etážového závěsu nebo kulového závěsu nazývaného K-80, dalším typem spřažení je spodní závěs, který může být na liště vsunutý do držáků pod traktor a nebo možností sjetí závěsů z horních poloh dolů po konzoli a spřažení. Připojení návěsu je provedeno přes oj, jenž přenáší část hmotnosti návěsu na energetické zařízení. Pro větší pohodlí při přejezdech nerovností a zabránění přenosu kmitů z návěsu na traktor se používá odpružení oje. Odpružení je zajištěno: listovými pery, hydropneumaticky a pryžovými pružinami.

Spodní závěs je výhodnější s užitím dotížení zadní nápravy traktoru od návěsu. Vedle závěsu mohou být malé kulové závěsy pro připojení nuceného řízení kol návěsu. Pro jejich propojení se používají teleskopická táhla, která vedou do hydraulických válců a uplatňují samotné řízení. Dále nezbytným prostředkem k propojení návěsu a traktoru jsou hydraulické hadice pro ovládání čela, řízení, hydraulické podpěrné nohy a sklápění. Dále jsou to vzduchové hadice pro ovládání a plnění vzduchu do brzdové soustavy. Nesmí chybět ani potřebná individuální elektronika k propojení s monitorem umístěným v kabině traktoru v podobě např. ISOBUS zásuvky. (Srový, 2008)

1.3.8 Konstrukční provedení sklápěcích nástaveb

Návěsy jsou sklopné v provedení:

- zadní sklápěč
- dvoustranný sklápěč
- třístranný sklápěč

U zadních sklápěčů je spodní část bočnic podélně kónická, kvůli lepšímu vyprazdňování přepravovaného materiálu. Sklopení celé nástavby je většinou zajištěno pomocí většinou jednoho velkého hydraulického přímočarého válce nebo dvou kusů těchto válců. Otvírání a bezpečnostní jištění zadního čela je zajištěno zvláštními přímočarými dvoučinnými hydraulickými válci v kombinaci s přepákováním. Pro zvětšení objemového prostoru návěsu je možné použít nástavky bočnic a obou čel. Tyto nástavky se vyrábějí podobně jako bočnice z profilovaného plechu a jsou mezi sebou utěsněny proti úniku přepravovaného řídkého nebo sypkého materiálu. Zadní otevírací čelo, je opatřeno vyprazdňovacím okénkem s hradítkem pro regulaci množství vyprazdňování materiálu na pásové dopravníky. Toto okénko se na rozdíl od celého čela ovládaného z místa řidiče, ovládá manuálně ze zadní části návěsu. (Srový, 2008)

1.4 Rozmetadla hospodářských hnojiv

Rozmetadla hnoje jsou jednoúčelové stroje pro:

- přepravu a aplikaci tuhých statkových hnojiv, kašovitých hnojiv a kompostů
- lze je používat i k aplikaci průmyslových kalů

Jelikož se rozmetadla používají i k přepravě materiálů, musí jejich podvozky s nástavbou vyhovovat jízdě po veřejných komunikacích, polních cestách a jízdě v terénu a po poli. Nejdůležitější částí rozmetadla je rozmetací ústrojí. To má za úkol kvalitně aplikovat optimální velikost částic rozmetaného materiálu na povrch půdy. (Srový, 2008)

Jedinečné kónické provedení korby zaručuje přirozenou dekompresi a dávkování hnojiva. Vnitřní šířka korby bývá 2 m a díky poměrně vysokým bočnicím zajišťuje velkou ložnou plochu.

1.4.1 Posuv

Pravidelný regulovatelný posuv k rozmetacímu ústrojí je zajištěn řetězovým podlahovým dopravníkem. Hydromotor, který se díky seřizování průtoku oleje nechá nastavit přímo z kabiny řidiče na optimální rychlost posuvu materiálu k rozmetacímu ústrojí, pohání převodové ústrojí. Z tohoto ústrojí vystupuje hřídel osazená rozetami. Ty jsou spřaženy se samotným podlahovým dopravníkem, který má velkou trakci. (Samson, 2019)

Zajištění posuvu materiálu k rozmetacímu ústrojí je pomocí čelního vyhrnovacího čela. Tato varianta je robustní a spolehlivá, bez dílů, které podléhají většímu opotřebení. Veliká výhoda u rozmetadel s vyhrnovacím čelem je přestavba během několika minut pomocí vysokozdvížného zařízení na obyčejný návěs. Po této přestavbě je z rozmetadla klasický návěs a lze přepravovat běžné materiály. Rozmetací zařízení se vymontuje a na jeho místo se nasadí hydraulicky otevírané čelo. U těchto provedení rozmetadel je možnost v lepší výbavě montovat automatické sledování krouticího momentu vývodového hřídele s řízením posuvu („I – SENS,,). (Fliegl, 2017)

1.4.2 Rozmetací ústrojí

Rozmetací zařízení tvoří rozmetací válce s vertikální nebo horizontální osou otáčení, která je doplněná rozmetacími talíři s přestavitelnými lopatkami. Konstrukce válců umožňuje regulaci dávkování optimálního množství od 4 do 70 t. ha⁻¹. Ve spojení s výkonnými lopatkami na rozmetacím stole, dochází k perfektnímu rozdrobení hnojiva a je dosaženo minimalizace náchylnosti při špatných povětrnostních

podmínkách. Spodní část rozmetacího stolu je opatřena vyhazovací lopatkou odstraňující zachycující se hnojivo a cizí předměty na rozmetacím stole. Tato lopatka má přes výklopný čep plynulý náběh. Je odolná proti cizím tělesům a chrání převodovku, jenž se nachází pod rozmetacím stolem a je opatřena kuželovým soukolím v olejové lázni. Je poháněna vývodovým hřídelem kardanu. (Samson, 2019)

1.4.3 Hydraulické hradítko

Rozmetadla by měla být opatřena hradítkem, které zabraňuje samovolnému vypadávání materiálu na komunikace a na místa, která k tomu nejsou určena. Jeho další funkcí je regulace aplikační dávky. Hradítko je kvůli chemické agresivitě přepravovaných materiálů opatřeno zinkovým povrchem. (Samson, 2019)

1.4.4 Výbava rozmetadel

Rozmetadla jsou standartně opatřena gumovými nebo pružinovými listovými pery, tlumiči rázů na oji podobně jako u návěsů. Tlumiče rázů zajišťují optimalizaci přenosu trakční síly na dosažení maximálního jízdního komfortu. Rozmetadla mají nízko položené těžiště, široký rozvor kol, vysokou ovladatelnost i svahovou dostupnost.

Rozmetadla mohou být vybavena i bezpečnostními kryty rozmetacího ústrojí, které se využívají jako bezpečnostní stěna za rozmetacím ústrojím kvůli jeho ostrým hranám a také aby se zabránilo vypadávání zbylých kusů rozmetaného materiálu na silniční komunikace.

Provedení těchto krytů:

- zadní plechová stěna tvarovaná podle rozmetacího ústrojí
- kovová síť z pletiva

Obě varianty krytů jsou při aplikaci hnojiv hydraulicky zdvihány směrem nahoru pomocí přímočarých hydraulických válců. (Samson, 2019)

2 Metodika

2.1 Charakteristika váhy DFWKR

Pro měření jsem použil nájezdovou váhu DFWKR. Tento indikátor umožňuje rychle zobrazit váhu všech vážních plošin a jejich kombinace jako: váha 1+2, váhy 1+3+4. Dále umožňuje sečíst váhu všech náprav dohromady, takže můžeme získat celkovou váhu traktoru s návěsem. Do zařízení lze vložit souřadnice váhy pro výpočet těžiště vozidla. Výsledek vážení lze vytisknout jako zobrazenou váhu, celkovou váhu vozidla nebo počet zvážených vozidel.

Váha je vybavena zabudovaný displejem a svojí tiskárnou na vytisknutí naměřených údajů po vykonaném vážení. Váhu lze připojit k počítači. Jinak je napájena z baterie, která se dobíjí externím adaptérem poskytujícím 12 V. Výdrž baterie je 40 hodin s jednou vážní plošinou a dobíjí se 12 hodin. Operační teplota přístroje se pohybuje v rozmezí od -10 do 40°C. Přístroj má vlastní zabudovanou polykarbonovou klávesnici s vystouplými tlačítky s akustickou odezvou. Přístroj je vybaven funkcí automatického vypnutí po jeho nastavení.

Váha je vybavena indikátorem nevyrovnání. Tzn.: že před každým vlastním měřením musíme vybrat vhodnou rovnou zpevněnou plochu, kam vážní desky rozložíme. Desky jsou vybaveny vodováhou, a to nám pomůže i ke správně volbě místa, kde bude vážení probíhat. Po rozložení desek, propojení desek s váhou a zapnutí, se musí váha vynulovat a poté můžeme měřit. (Dini Argeo, 2019)

2.2 Měření

Samotné měření bylo provedeno na vodorovné zpevněné ploše. K vážení bylo třeba váhy, elektrickou přípojku a stroje k vážení. Váhy byly rozestavěny na vodorovný povrch. Tato rovina byla zjištěna na váhách, které jsou vybaveny vodováhou. Vážní desky byly propojeny kabely k počítači. Počítač byl připojen k elektrické síti a spuštěn. Proběhla kontrola a kalibrace. Poté se aktuálně měřenou nápravou techniky, najíždělo na vážní desky, kde proběhlo samotné měření. Rozstup každé vážní desky byl průběžně upravován u každé nápravy zvlášť dle rozchodu kol. V každém podniku nebo farmě, byly měřené stroje spřahovány pokaždé se stejným s traktorem (STAKO

MF -Massey Ferguson 7465, FARMA ŠVAGROVI – STEYR CVT 6160). Každá spřažená souprava postupně najížděla každou nápravou na váhy zvlášť ve sledu, jak jsou za sebou. Při najetí na váhy, vystoupila obsluha z kabiny, zaznamenaly se hodnoty z displeje vážní soupravy do připravené tabulky a vytiskl vážní lístek. Měření proběhlo jak na přední i zadní nápravě traktoru, tak i všech nápravách připojeného návěsu nebo zařízení. Sledovalo se tím, jak se traktor dotěžuje na zadní nápravě a vpředu odlehčuje.

2.3 Charakteristika podniku

Měření proběhlo 27. 10. 2018 na farmě FARMA ŠVAGROVI, která má sídlo nedaleko Sedlčan v Nedrahovicích. Je to rodinná farma zabývající se chovem hospodářských zvířat, pěstováním obilovin a brambor a velký podíl práce tvoří zemědělské služby se stroji. Na farmě najdeme stroje značek jako jsou Case, Steyr, Zetor, Pottinger, MC halle, Wielton, Grimme, Krone a jiné další. Farma se nachází na okraji vesnice Nedrahovice, kde stroje a technika jsou zaparkovány na částečně zastřešeném a po zbytek otevřeném dvoře se zpevněným štěrkovým povrchem.

Druhé měření proběhlo 27.10.2018 ve firmě STAKO MF s.r.o., která má sídlo nedaleko Milevska ve Veselíčku. Tato firma se zabývá prodejem a servisem zemědělské a komunální techniky značek Massey Ferguson, Samson, Kuhn, Merlo, Weidemann atd. Po dohodě s vedením firmy je možno dodat i další stroje jiných značek k prodeji. Tato firma vlastní velkou dílnu určenou na opravy a zpevněný štěrkový dvůr, kde samotné měření proběhlo.

2.4 Charakteristika měřené techniky

Měření bylo provedeno na vybraných druzích zemědělské techniky. Ve vzorku byly zahrnuty lisy kulatých balíků, návěsy, rozmetadla hospodářských hnojiv a shrnovače píce.

Lis na kulaté balíky KUHN VB 2260 je lis s variabilní komorou, šířkou sběrače od 2,1 do 2,3m. Zhotovuje balíky o průměru od 80 do 160 cm a šířce 120 cm. Balíky jsou tvarovány pomocí 5 řemenů a 3 válců. Lis je obut na pneumatikách 500/50–17. Hmotnost je 2,8 t. (Kuhn, 2016)



Obrázek 1 – KUHN VB 2260



Obrázek 2- McHALE V 660 (Marcus, 2019)

Lis na kulaté balíky McHALE V660. Lisovací komora lisu je variabilní, tvořena 3 nekonečnými odolnými pásy. Balíky je možné dělat od 70 do 168 cm průměru. U tohoto lisu lze průměr balíku nastavit po 2 cm. Lis je obut také na pneumatikách 500/50–17. A jeho hmotnost je 4 t. (Hale, 2019)

Lis na kulaté balíky KRONE VARIO PACK 1800. Lis na kulaté balíky Vario Pack 1800 je sběrací lisy s variabilní komorou na balíky. Zhušťují zemědělský sklizňový produkt jako seno, sláma, senáž. Lis umožňuje lisovat balíky od 100 cm až do 180 cm průměru a šíři 120 cm. Lis je vybaven zařízením na vázání dvojitým motouzem a nebo sítí. Lis je na tandemové nápravě o 4 pneumatikách s rozměrem 15.0/55–17. Hmotnost je 4 t. (Vobosystem, 2019)



Obrázek 3- KRONE VARIO PACK 1800 (Marcus, 2019)

Návěs UMEGA SPC 16 - rám podvozku tohoto návěsu je vyrobený z obdélníkového 8 mm profilu. Nápravy jsou tandemově zavěšené od firmy ADR s parabolickými pružinami. Návěs je bržděný dvouokruhovými brzdami. Vysypání materiálu je ze zadní části návěsu skrze hydraulicky ovládané čelo.

Nosnost návěsu je 16 t. Úhel sklápění je 50°. Tento typ návěsu se osazuje pneumatikami o rozměru 600/50–22,5. (Umega, 2015)



Obrázek 4- UMEGA SPC 16

Návěs VAIA NL 14 je vybaven dvěma nápravami. Tyto návěsy jsou vhodné pro střední až velké zemědělské podniky. Mají vysoký úhel převrácení. Hmotnost návěsu je 5,7 t. Užitečné zatížení je 15 t. Výška bočnic 1750 mm. Na návěsy jsou montovány pneumatiky rozměru 560/60–22.5. (AG Blatná, 2015)



Obrázek 5- VAIA NL 14

Rozmetadlo hospodářských hnojiv SAMSON SP 15. Rozmetadlo je vybavené vícelopatkovým rozmetacím ústrojím. Stroj s pracovní šířkou záběru 12 metrů může aplikovat hnojivo od 40 t. ha⁻¹ do 70 t. ha⁻¹. Rozmetadlo má plynule nastavitelnou rychlost dolního řetězu. Rozmetadlo má objem 15 m³. (Samson, 2019)



Obrázek 6 – SAMSON SP 15

Rozmetadlo hospodářských hnojiv JOSKIN TORNADO 3 má korbu s integrovanými nástavkami a nepřerušovanými svary na korbě. Je vybaveno pneumatickými brzdami, odpruženou ojí, regulátorem průtoku s konstantním tlakem. Rozmetadlo je osazeno dvěma vertikálními šnekovnicemi v nepřerušované spirále o průměru 770 mm. Na šnekovnicích jsou namontovány otočné ocelové zuby. (Joskin, 2019)



Obrázek 8 – JOSKIN TORNADO 3

Shrnovač KUHN GA 8521 je shrnovač s velmi vysokou výkonností. Má bezúdržbové rotory se 13 rameny na 1 rotor. Rotory jsou poháněny pomocí hydromotorů. Pracovní záběr je nastavován hydraulicky. Shrnovač má 2 rotory s pracovním záběrem od 7,35 do 8,50 m. Řádek je shrnován do středu. Shrnovače tohoto typu jsou osazeny pneumatikami o rozměru 11,5/80–15,3. (Kuhn, 2016)



Obrázek 7 – KUHN GA 8521

Shrnovač PÖTTINGER EUROTOP 1252 s hydraulicky nastavitelným pracovním záběrem od 8 do 12,5m. Shrnovač se připojuje do spodních ramen hydrauliky traktoru (kategorie 2). Shrnovač je vybaven přetěžovací spojkou. (Pöttinger, 2015)



Obrázek 9 – PÖTTINGER EUROTOP

Shrnovač KRONE SWADRO 701. Shrnovač píce je vybaven bezúdržbovou dráhou DURA -MAX. Každý ze 2 rotorů je vybaven 13 tangenciálními hrabícemi. Hrabice jsou díky možnosti sklopení ušetřena pracné demontáže obsluhou kvůli přepravě po komunikacích. Pracovní záběr shrnovače je 7 m. (Vobosystem, 2019)



Obrázek 10 – KRONE SWADRO 701

3 Výsledky měření a diskuse

Rozdíly hmotností porovnaných v tabulce níže, jsou způsobeny u traktoru konkrétního typu dodatečnou montáží závaží do zadních kol, provozními náplněmi a to tím, že traktor byl měřen s polovičním stavem hladiny paliva v nádrži.

U přípojným měřených strojů spřažených s traktorem se ukázal rozdíl hmotností z důvodu přenesení hmotnosti na samotný traktor přes tříbodový, etážový nebo kulový závěs.

U rozmetadla Samson SP 12 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 660 kg.

U shrnovače Kuhn GA 8521 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 880 kg.

U návěsu Umega SPC 16 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 1960 kg, způsobený dodatečnou montáží náhradního kola, a mohutných nástavků bočnic. U lisu Kuhn VB 2260 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 1030 kg.

Tabulka 1 - POROVNÁNÍ ZJIŠTĚNÉ A NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI S MASSEY FERGUSON 7465

Měřený stroj/zařízení	Zjištěná hmotnost (Kg)	Naměřená hmotnost (Kg)
MASSEY FERGUSON 7465	6729	7210
ROZMETADLO SAMSON SP12	4310	3650
SHRNOVAČ KUHN GA8521	2300	1415
NÁVĚS UMEGA SPC16	5500	7460
LIS KUHN VB2260	3450	2420

Tabulka 2 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V KILOGRAMECH S MASSEY FERGUSON 7465

Měřený stroj/zařízení	Přední náprava traktoru (Kg)	Zadní náprava traktoru (Kg)	První náprava přívěsu (Kg)	Druhá náprava přívěsu (Kg)
MASSEY FERGUSON 7465	3175	4035	-	-
ROZMETADLO SAMSON SP12	3040	4810	3650	-
SHRNOVAČ KUHN GA8521	2740	5360	1415	-
NÁVĚS UMEGA SPC16	2820	5460	3855	3605
LIS KUHN VB2260	2905	5080	2420	-

Tabulka 3 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V PROCENTECH S MASSEY FERGUSON 7465

Měřený stroj/zařízení	Přední náprava traktoru (Kg)	Zadní náprava traktoru (Kg)	První náprava přívěsu (Kg)	Druhá náprava přívěsu (Kg)
MASSEY FERGUSON 7465	44 %	56 %	-	-
ROZMETADLO SAMSON SP 12	26 %	42 %	32 %	-
SHRNOVAČ KUHN GA8521	29 %	56 %	15 %	-
NÁVĚS UMEGA SPC16	18 %	35 %	24 %	23 %
LIS KUHN VB2260	28 %	49 %	23 %	-

Dne 27. 10. 2018 bylo provedeno měření strojů ve firmě STAKO MF.

Po dohodě byly vybrány stroje pro měření:

- Traktor Massey Ferguson 7465
- Rozmetadlo hnoje Samson SP 12
- Shrnovač píce Kuhn GA 8521
- Návěs Umega SPC 16
- Lis Kuhn VB 2260

Po příjezdu do Firmy, byl společně vybrán nejvíce vyhovující prostor k rozložení vážní soupravy, terén byl rozmanitý ze štěrkodrtě. Po vyhodnocení vodorovného místa, byla rozložena a instalována vážní souprava, na které je vodováha pro identifikaci rovné plochy.

K vybraným strojům na měření byl vybrán jako tažný energetický prostředek traktor Massey Ferguson 7465. Nejprve došlo na měření samotného traktoru, a to jak přední, tak zadní nápravy samostatně. Měření proběhlo najetím předními koly na střed vážních desek a zajištěním traktoru, poté obsluha vystoupila a zapsala naměřené hodnoty. Obsluha popojela traktorem zadními koly na střed vážních desek a opět vystoupila a zapsala hodnoty z displeje vážní soupravy. Traktor byl měřen s poloviční hladinou pohonných hmot v nádrži traktoru a v klidovém stavu motoru bez obsluhy v kabině.

Měřením traktoru Massey Ferguson 7465 bylo zjištěno, že z celkové hmotnosti traktoru spočívá na přední nápravu 44% hmotnosti a na zadní nápravu zbytek 56 % hmotnosti.



Obrázek 11 - MASSEY FERGUSON 7465

Následovalo spřažení již měřeného traktoru se zařízením ze zmíněného seznamu strojů, rozmetadlem chlěvského hnoje Samson SP 12. Toto rozmetadlo je vybaveno navíc nastavkami bočnic, které zajišťují možnost většího množství přepravovaného materiálu. Měření proběhlo postupně najížděním první a druhé nápravy traktoru na váhy a následně najetím nápravy rozmetadla. Všechny hodnoty byly zaznamenány a byly sledovány změny rozložení váhy od rozmetadla na nápravy traktoru. Z celkové hmotnosti soupravy, která činí 11500 kg, bylo naměřena přední nápravě traktoru 26 % a zadní nápravě traktoru 42 % hmotnosti. Zbýlých 32 % bylo naměřeno u nápravy rozmetadla Samson SP 12.

Dalším strojem ze seznamu, spřaženým s traktorem, byl shrnovač píce Kuhn GA 8521. Tento shrnovač, který má mnoho hydraulických komponentů sloužících k pohonu rotorů a ke změně šíře shrnovaného záběru, váží 2300 kg. Při najetí nápravy shrnovače na střed vážních souprav, bylo naměřeno pouze 15 % z celkové hmotnosti soupravy 9515 kg. Zbytek hmotnosti tedy spočívá na zadních ramenech hydrauliky traktoru, která slouží ke spřažení. Hmotnost se promítla u traktoru tak, že přední náprava byla zatížena pouze 29 % hmotnosti a zadní náprava se dotížila na 56 % hmotnosti soupravy.



Obrázek 12 - SAMSON SP 12



Obrázek 13 - KUHN GA 8521

Po Shrnovači píce, byl do traktoru zapřažen návěs Umege SPC 16. Návěs je určen pro přepravu většinou sypkých a mírně tekoucích materiálů, které je možné následně hydraulickým zdvižením nástavby vysypat. Tento návěs je vybaven pro větší užitnou nosnost a lepšího rozkladu sil na půdu, dvěma nápravami. Po zapřažení byl změřen stejným způsobem, jako u předchozích strojů, nejprve přední a poté zadní náprava traktoru a následně každá z náprav návěsu. Udaná hmotnost návěsu je 5500 kg. Při najetí první nápravy návěsu na vážní soupravu, bylo naměřeno 24 % z celkové hmotnosti 15740 kg. Při najetí druhé vzdálenější nápravy návěsu se ukázalo 23 % hmotnosti. U traktoru Massey Ferguson se spřažení s návěsem projevilo u přední nápravy snížení zatížení na 18 % hmotnosti traktoru a u zadní nápravy navýšením na 35 % hmotnosti.



Obrázek 14 - UMEGA SPC 16

Posledním strojem, který byl ve firmě Stako MF měřený, byl lis na kulaté balíky Kuhn VB 2260. Tento lis, který se vyznačuje variabilní komorou formující kulaté balíky pomocí tří lisovacích válců a pěti nekonečných pryžových pásů má hmotnost bez síťoviny 3450 kg. Bez síťoviny byl měřen, ale na vážním zařízení bylo při spřažení s traktorem zjištěno pouze 23 % z celkové hmotnosti soupravy. Zbytek spočívá na etážový závěsu traktoru, přes který je lis spřažen. U traktoru se tato hmotnost promítla u přední nápravy odlehčením na 28 % hmotnosti traktoru a u zadní nápravy dotížením na 49 % hmotnosti soupravy.



Obrázek 15 - KUHN VB 2260

Rozdíly hmotností zjištěných a naměřených jsou u návěsů způsobeny dodatečnou montáží nástavků bočnic a rezervním kolem, které je ukotveno k nosnému rámu.

U lisů na kulaté balíky je tato hmotnost ovlivněna náplní provozních kapalin na mazání a síťovinou, která je na lisech připravena pro plnění běžné funkce. U shrnovačů je rozdíl hmotnosti způsoben přenesením hmotnosti na traktor, se kterým byl stroj spřažen.

U rozmetadla Joskin Tornado 3 byl rozdíl zjištěné a naměřené hmotnosti 530 kg. U shrnovače Krone Swadro 701 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 940 kg. U shrnovače Pöttinger Euro 1252 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 850 kg. U návěsu Vaia NL 14 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 770 kg. U lisu Mc Hale byl rozdíl zjištěné a naměřené hmotnosti 325 kg. A u lisu Krone Vario Pack 1800 byl rozdíl naměřené a zjištěné hmotnosti 65 kg.

Tabulka 4 - POROVNÁNÍ ZJIŠTĚNÉ A NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI SE STEYER CVT 6160

Měřený stroj/zařízení	Zjištěná hmotnost	Naměřená hmotnost
	(Kg)	(Kg)
STEYER CVT 6160	6490	7315
ROZMETADLO JOSKIN TORNADO 3	7100	6570
SHRNOVAČ KRONE SWADRO 701	1960	1020
SHRNOVAČ PÖTTINGER EURO. 1252	6380	5530
NÁVĚS VAIA NL 14	5740	4970
LIS Mc HALE V 660	4100	3775
LIS KRONE VARIO P. 1800	4000	3935

Tabulka 5 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V KILOGRAMECH SE STEYER CVT 6160

Měřený stroj/zařízení	Přední náprava traktoru (Kg)	Zadní náprava traktoru (Kg)	První náprava přívěsu (Kg)	Druhá náprava přívěsu (Kg)
STEYER CVT 6160	3315	4000	-	-
ROZMETADLO JOSKIN TORNADO 3	4295	4315	6570	-
SHRNOVAČ KRONE SWADRO 701	4045	4690	1020	-
SHRNOVAČ POTTINGER EURO.1252	3350	3310	5530	-
NÁVĚS VAIA NL 14	4205	4310	2430	2540
LIS Mc HALE V 660	4260	4470	3775	-
LIS KRONE VARIO P.1800	4200	4410	1935	2000

Tabulka 6 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V PROCENTECH SE STEYER CVT 6160

Měřený stroj/zařízení	Přední náprava traktoru (Kg)	Zadní náprava traktoru (Kg)	První náprava přívěsu (Kg)	Druhá náprava přívěsu (Kg)
STEYER CVT 6160	45 %	55 %	-	-
ROZMETADLO JOSKIN TORNADO 3	28 %	29 %	43 %	-
SHRNOVAČ KRONE SWADRO 701	41 %	48 %	11 %	-
SHRNOVAČ POTTINGER EURO.1252	28 %	27 %	45 %	-
NÁVĚS VAIA NL 14	31 %	32 %	18 %	19 %
LIS Mc HALE V 660	34 %	36 %	30 %	-
LIS KRONE VARIO P.1800	34 %	35 %	15 %	16 %

Dne 27. 10. 2018 bylo provedeno měření strojů také na FARMĚ ŠVAGROVI v Nedrahovicích. Po dohodě byly vybrány stroje pro měření:

- Traktor Steyer CVT 6160
- Rozmetadlo hnoje Joskin Tornado 3
- Shrnovač píce Krone Swadro 701
- Shrnovač píce Pottinger Eurotop 1252
- Návěs Vaia NL 14
- Lis Mc Hale V 660
- Lis Krone Vario Pack 1800

Po příjezdu na farmu do Nedrahovic poblíž Sedlčan, bylo zjištěno, že povrch, kde jsou stroje umístěny je různě rozmanitý a bylo složité vybrat to správné místo k provedení měření. Povrch byl ze štěrkodrtě, a tak bylo třeba ho i poupravit ručním nářadím. Poté byl povrch ideální a rovný k měření a mohla být rozmístěna vážní souprava.

K vybraným strojům na měření, byl vybrán jako tažný energetický prostředek traktor Steyer CVT 6160. Nejprve došlo na měření samotného traktoru, a to jak přední, tak zadní nápravy samostatně. Měření proběhlo najetím předními koly na střed vážních desek a zajištěním traktoru, poté obsluha vystoupila a zapsala naměřené hodnoty. Obsluha popojela traktorem zadními koly na střed vážních desek a opět vystoupila a zapsala hodnoty z displeje vážní soupravy. Traktor byl měřen s poloviční hladinou pohonných hmot v nádrži traktoru a v klidovém stavu motoru bez obsluhy v kabině. Závaží, které bylo spřaženo v čelním tříbodovém závěsu bylo položeno hydraulikou na zem do plovoucí volné polohy pro odlehčení a zjištění skutečné hmotnosti traktoru.

Měřením traktoru Steyer CVT 6160, bylo zjištěno, že z celkové naměřené hmotnosti traktoru spočívá na přední nápravu 45% hmotnosti a na zadní nápravu zbytek 55 % hmotnosti.



Obrázek 16 - STEYER CVT 6160

Následovalo spřažení již měřeného traktoru se zařízením z již zmíněného seznamu strojů, jako rozmetadlo chlévského hnoje Joskin Tornado 3. Toto rozmetadlo je navíc vybaveno nízkými nastavkami bočnic pro zvýšení možnosti přepravy většího množství materiálu. Tento materiál je oproti jiným konkurenčním značkám tažen ven směrem k rozmetacímu ústrojí pomocí jednoho širokého řetězového dopravníku osazeného ocelovými latěmi. Měření této soupravy proběhlo postupně najížděním první a druhé nápravy traktoru a samozřejmě také nápravy rozmetadla, kdy byly průběžně zaznamenávány naměřené hodnoty. Z celkové hmotnosti soupravy 15180 kg, bylo naměřeno na nápravě rozmetadla 43 % z této hmotnosti. Zbytek hmotnosti spočívá přes oje rozmetadla na spodní závěs traktoru K80. Díky dotížení traktoru se jeho hmotnost změnila u přední nápravy na 28 % hmotnosti a u zadní nápravy při najetí na váhy na 29 % hmotnosti. U této soupravy je vidět, jak je traktor vyvážený a hmotnost je rozložena rovnoměrně mezi obě nápravy traktoru.



Obrázek 17 - JOSKIN TORNADO 3

Jako další byl s traktorem Steyer spřažen shrnovač píce Krone. Tento stranový shrnovač, který má pevnou šíři záběru shrnované plochy, má přenos otáček přes pevné převody od vývodového hřídele traktoru až k rotorům shrnovače zajištěný pomocí kardanových hřídelí a úhlových převodovek. Hmotnost celé soupravy traktoru a shrnovače píce je 9755 kg. Při najetí na vážní soupravu shrnovačem, bylo naměřeno pouze 11 % této hmotnosti. Zbylá váha byla přenesena přes tříbodový závěs na traktor, u kterého se váha přední nápravy změnila na 41 % hmotnosti a u zadní nápravy byla hmotnost navýšena na 48 % hmotnosti.

Strojem, který byl měřen po dvourotorovém shrnovači, byl shrnovač vybaven čtyřmi rotory, a od značky Pöttinger. Tento shrnovač má možnost nastavení pracovního záběru předních rotorů pomocí hydraulických válců. Toto provedení neumožňuje přenos otáčení pomocí vývodového hřídele kardanem, tak je shrnovač osazen olejovými nádržemi a čerpadlem, které tlačí olej do hydromotorů pohánějících přední rotory. Zadní rotory mají malý rozsah nastavení pracovního záběru, který slouží pouze k nastavení šíře řádku, tudíž je pohon rotorů proveden kardanem. Hmotnost celé soupravy traktoru Steyer a shrnovače činí 12190 kg. Při najetí nápravou shrnovače, bylo naměřeno 45 % hmotnosti. Zbýlých 55 % hmotnosti bylo rozloženo přes tříbodový závěs na traktor, kde se hmotnost u přední nápravy snížila na 28 % hmotnosti a u zadní nápravy byla změna na 27 % hmotnosti.

Tento shrnovač je velmi těžký a pro lepší práci na svahu je dobré ho mít v konfiguraci se silnějším a těžším traktorem nejlépe dotíženým přídavným závažím do předního tříbodového závěsu. Měření probíhalo bez závaží, pro lepší porovnání hmotností s ostatními stroji.



Obrázek 18 - KRONE SWADRO 701



Obrázek 19 - PÖTTINGER EUROTOP 1252

Po shrnovačích píce následovalo spřažení traktoru s návěsem Vaia NL 14. Tento návěs navíc vybavený zinkovanými nástavkami bočnic pro větší ložnou plochu se na farmě využívá především pro přepravu brambor, chlévského hnoje, obilí a hnojiv. Hmotnost celé soupravy činí 13485 kg, ta je rozložena mezi 2 nápravy traktoru a 2 nápravy návěsu. Při měření této soupravy najetím první nápravy návěsu na vážní desky, bylo naměřeno 18 % hmotnosti. Po popojetí soupravou a najetím druhou nápravou na váhy se vzdálenější druhá náprava ukázala zatížená 19 % hmotnosti návěsu. Váha, která spočívá přes oje návěsu spojené s traktorem přes kulový závěs K80, změnila hmotnost u přední nápravy traktoru na 31 % hmotnosti a u zadní nápravy nastala změna na 32 % hmotnosti. U této soupravy je vidět, jak je váha rozložena mezi každou nápravu rovnoměrně u traktoru i návěsu.



Obrázek 20 - VAIA NL 14

Následující měřenou soupravu tvořil traktor Steyr s lisem kulatých balíků Mc Hale V 660. Tento lis je vybavený lisovacími válci se stěrkami proti nalepování vlhké hmoty při senážování. Pro dobré kopírování terénu je sběrací zařízení opatřeno bantamovými koly po straně sběráku, na kterých lze lehce nastavit výšku sběru. Pro kvalitní utužení hmoty v balíku už od jádra tu slouží tři kvalitní pryžové nekonečné pásy. Hmotnost tohoto lisu spolu s traktorem se udává 12505 kg. Při najetí koly lisu na vážní soupravu bylo naměřeno 30 % z této hmotnosti. Zbytek hmotnosti se u přední nápravy traktoru projevila tak, že hodnota na displeji vážní soupravy udala 34 % hmotnosti a při najetí zadní nápravou bylo naměřeno 36 % hmotnosti.



Obrázek 21 - Mc HALE V 660

Posledním strojem měřeným na této farmě byl lis kulatých balíků Krone Vario Pack 1800. Tento lis je postaven na tandemové nápravě, tudíž na 4 kolech. Lis má variabilní lisovací komoru, která je tvořena řetězovým dopravníkem opatřeným latěmi oválného průřezu. Tato volba lisu byla kdysi provedena kvůli vysokému množství drobného kamene na sklízených loukách. Hmotnost soupravy lisu a traktoru je 12545 kg. Při najetí prvními koly lisu na vážní desky, bylo naměřeno 15 % této hmotnosti. Po přejetí druhými koly na vážní desky, bylo naměřeno 16 % hmotnosti. Hmotnost, která přes oje spadá při spřažení na závěs traktoru, mění zatížení přední nápravy energetického prostředku u přední nápravy na 34 % a u zadní nápravy je změna na 35 % hmotnosti.



Obrázek 22 - KRONE VARIO PACK 1800

V příloze jsou vypracované parametry strojů, které byly využity pro účely této práce. Mezi tyto stroje byly řazeny rozmetadla hospodářských hnojiv, shrnovače píce, návěsy a svinovací lisy. (Krone, 2010) (Mc Hale, 2019) (Kuhn, 2019)c (Samson, 2019) (Moreau Agri, 2019)

Závěr

Součástí práce, bylo měření vertikálního zatížení pod jednotlivými nápravami vybrané zemědělské techniky. Hmotnost souprav a jednotlivých kol, která přenáší měrný tlak na půdu, způsobuje utužování půdy. Měření zatížení jednotlivých náprav a přenosu hmotností při spřažení s vybranou zemědělskou technikou proběhlo na podzim 2018 ve dvou podnicích. Ve firmě Stako MF ve Veselíčku u Milevska a na farmě Švagrovi v Nedrahovicích u Sedlčan. V obou podnicích byly poskytnuty optimální podmínky pro měření vybrané techniky. Ke každé soupravě byla pořízena fotodokumentace a výsledky měření byly zaznamenány v tištěné podobě. Poté byly výsledky měření zaneseny do tabulky k porovnání, kde byl zjištěn procentuální podíl rozložení jednotlivých náprav soupravy z celkové hmotnosti. Výsledkem této práce bylo vytvoření databáze výsledků pro počítačové modelace.

Citovaná literatura

- AG Blatná. 2015.** AG Blatná. *AG Blatná NL*. [Online] VAIA, 2015. <http://www.agblatna.cz/www/va/nl-14.html>.
- Břečka, Honzík, Neubauer. 2001.** *Stroje pro sklizeň píce a obilovin*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta v tiskárně Power Print Praha-Suchbát, 2001. ISBN 80-213-0738-2.
- Červinka. 2002.** *Stroje pro sklizeň píce na seno*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2002. ISBN 80-7105-054-7.
- Dini Argeo. 2019.** Dini Argeo, Axle weight kit. *Dini Argeo*. [Online] 2019. http://www.diniargeo.com/1st/scales/wheel-and-axle-weighing/axle-weighing-kit.aspx?fbclid=IwAR2QIKHXZIncGFLPus_KTL18nQsoEtniF_62O81NCUTbLPYnB4Lt_cd_Ezs.
- Fliegl. 2017.** *Dopravní program*. Muhldorf : Fliegl, 2017.
- Hale, Mc. 2019.** Mc Hale. *Mc Hale*. [Online] Mc Hale, 2019. <http://www.mchale.net/czech/>.
- John Deere. 2016.** *Produktový katalog - lisy na kulaté balíky s pevnou komorou*. místo neznámé : John Deere, 2016.
- , 2016. *Traktory*. 2016.
- Joskin. 2019.** Joskin tornado 3. *Joskin*. [Online] Joskin, 2019. <https://www.joskin.com/en/muck-spreaders/tornado3>.
- Krone. 2010.** Originální provozní návod. *Krone*. [Online] 2010. file:///C:/Users/Jakub/Downloads/150_000_044_00_CS.pdf.
- Kuhn. 2019.** Kuhn Farm Machinery. *Kuhn*. [Online] Kuhn, 2019. <https://www.kuhncenter.cz/cz/range/lisy/lisy-na-kulate-baliky/vb-2260.html>.
- , 2016. Kuhncenter. *Kuhncenter*. [Online] Kuhn, 2016. <https://www.kuhncenter.cz/cz/range/sklizen-pice/shrnovace/ga-8521.html>.
- Marcus. 2019.** Marcus. *Marcus*. [Online] 2019. <https://www.marcus.cz/zemedelske-stroje/lis-na-valcove-baliky/krone-vario-pack-1800-mc/3tbq8xiy.html>.
- Mc Hale. 2019.** Mc Hale svinovací lis s variabilní komorou. *Mc Hale*. [Online] 2019. <http://www.mchale.net/czech/products/v660-variable-chamber-round-baler-belt-baler/>.

- Moreau Agri. 2019.** Moreau agri Tornado 3 . *Moreau Agri*. [Online] Moreau Agri spol.s.r.o, 2019. <http://www.moreauagri.cz/produkty/rozmetadla/joskin/tornado2>.
Nájezdová váha. *Uživatelský manuál*.
- Pastorek. 2002.** *Zemědělská technika dnes a zítra*. Praha : Nakladatelství Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-4-4.
- Pöttinger. 2015.** Pöttinger. *TOP Shrnovače*. [Online] 2015. https://www.poettinger.at/cs_cz/Produkte/Detail/180/ctyrrotorovy-shrnovac.
- Samson. 2019.** Samson - agro. *Samson*. [Online] Samson, 2019. [Citace: 2. duben 2019.] <http://www.samson-agro.com/products/muck-spreaders/sp-series/sp-12/>.
- 2019.** Samson SP 12. *Samson*. [Online] Samson, 2019. <http://www.samson-agro.com/products/muck-spreaders/sp-series/sp-12/>.
- Syrový. 2008.** *Doprava v zemědělství*. Praha : Profi Press, s.r.o., 2008. ISBN 978-80-86726-30-4.
- Špelina. 1996.** *Zemědělská technika formou služeb*. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 1996. ISBN 80-7105-122-5.
- Umega. 2015.** Umega návěsy. *Umega skořepinové návěsy*. [Online] Umega, 2015. <https://www.umega.cz/navesy-skorepinove-spc-3/>.
- Vobosystem. 2019.** Vobosystem. *Vobosystem, lisy na kulaté balíky*. [Online] Krone, 2019. <http://www.vobosystem.cz/krone-lisy-kulate>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 – KUHN VB 2260	21
Obrázek 2- McHALE V 660 (Marcus, 2019)	21
Obrázek 3- KRONE VARIO PACK 1800 (Marcus, 2019)	22
Obrázek 4- UMEGA SPC 16	23
Obrázek 5- VAIA NL 14.....	23
Obrázek 6 – SAMSON SP 15	24
Obrázek 7 – KUHN GA 8521	25
Obrázek 8 – JOSKIN TORNADO 3	25
Obrázek 9 – PÖTTINGER EUROTOP	26
Obrázek 10 – KRONE SWADRO 701	27
Obrázek 11 - MASSEY FERGUSON 7465	31
Obrázek 12 - SAMSON SP 12.....	32
Obrázek 13 - KUHN GA 8521.....	32
Obrázek 14 - UMEGA SPC 16.....	33
Obrázek 15 - KUHN VB 2260.....	34
Obrázek 16 - STEYER CVT 6160.....	38
Obrázek 17 - JOSKIN TORNADO 3	39
Obrázek 18 - KRONE SWADRO 701.....	40
Obrázek 19 - PÖTTINGER EUROTOP 1252 A	40
Obrázek 20 - VAIA NL 14.....	41
Obrázek 21 - Mc HALE V 660.....	42
Obrázek 22 - KRONE VARIO PACK 1800.....	43

Seznam tabulek

Tabulka 1 - POROVNÁNÍ ZJIŠTĚNÉ A NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI S MASSEY FERGUSON 7465.....	28
Tabulka 2 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V KILOGRAMECH S MASSEY FERGUSON 7465.....	29
Tabulka 3 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V PROCENTECH S MASSEY FERGUSON 7465.....	29
Tabulka 4 - POROVNÁNÍ ZJIŠTĚNÉ A NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI SE STEYER CVT 6160.....	35
Tabulka 5 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V KILOGRAMECH SE STEYER CVT 6160.....	36
Tabulka 6 - NAMĚŘENÉ HMOTNOSTI V PROCENTECH SE STEYER CVT 6160	36

Přílohy

Měřený stroj/zařízení	Hmotnost (kg)	Pracovní záběr (m)	Nosnost (t)/Max. ø balíku (cm)	Rozměr pneumatik
ROZMETADLO SAMSON SP 12	4310 kg	12 m	12 t	620/75 R34
ROZMETADLO JOSKIN TORNADO 3	7100 kg	16 m	12 t	650/75 R32
SHRNOVAČ KUHN GA 8521	2300 kg	8,5 m	-	11,5/80–15,3
SHRNOVAČ KRONE SWADRO 701	1960 kg	7 m	-	11,5/80-15,3
SHRNOVAČ PÖTTINGER EURO 1252	6380 kg	12,5 m	-	500/50-17
NÁVĚS UMEGA SPC 16	5500 kg	-	16 t	600/50–22,5
NÁVĚS VAIA NL 14	5740 kg	-	15 t	560/60–22.5
LIS KUHN VB 2260	3450 kg	2,3 m	160 cm	500/50-17
LIS Mc HALE	4100 kg	2,1 m	168 cm	500/50-22,5
LIS KRONE VARIO.P 1800	4000 kg	1,9 m	180 cm	15.0/55–17