

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

Diplomová práce

**Posouzení faktorů ovlivňujících koncentraci
prachových částic při lisování píce**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Vladislav Šťastný

České Budějovice, 2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vladislav ŠŤASTNÝ**
Osobní číslo: **Z15308**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Název tématu: **Posouzení faktorů ovlivňujících koncentraci prachových částic při lisování píce**
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 :

Cíl práce:

Cílem práce je získání objektivních informací o hodnotách koncentrací prachových částic při lisování píce rozmanitými způsoby.

Metodický postup:

1. Rešerše z oblasti sklizně a lisování píce.
2. Vypracování zásad pro provádění měření koncentrace prachových částic při sklizni a lisování píce.
3. Výběr lokalit s probíhající sklizní v závislosti na charakteru píce a konstrukci strojních zařízení pro lisování píce.
4. Měření hmotnostní koncentrace prachových částic přístrojem DUST TRAK 8530 při pracovních operacích lisování píce.
5. Vypracování souhrnu poznatků na základě naměřených hodnot hmotnostní koncentrace prachových částic v závislosti na charakteru sklizené píce a konstrukci strojních zařízení pro lisování píce.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy - dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 60 - 80 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Celjak, I.: Zásady provádění měření hmotnostní koncentrace polévatého prachu monitorem DUST TRAK 8530, Metodika měření hmotnostní koncentrace polévatého prachu v silniční dopravě, BAT centrum Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích, 2011, 18 s.;

Frid, M.: Učební texty dostupné na:

<http://kzt.zf.jcu.cz/studentum/vyukove-materialy/>;

Neubauer, K. a kol.: Stroje pro rostlinnou výrobu, SZN Praha, 1989, ISBN 80-209-0075-6, 716 s.;

Syrový, O. a kol.: Doprava v zemědělství, Profi Press, 2008, ISBN 978-80-86726-30-4, 248 s.;

Přehled sklizňové techniky, Profi Press, příloha časopisu Mechanizace zemědělství 2007, ISSN 0373-6776, 82 s.;

Sklízecí mlátičky a lisy, podrobná technická data, Profi Press, příloha časopisu Mechanizace zemědělství, 2016, ISSN 0373-6776, 82 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 31. ledna 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2018



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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní odesílání
Budejovická 1308, 370 05 České Budějovice



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

V Českých Budějovicích dne 22. února 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové 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.

Datum: 08. 04. 2018

.....

Bc. Vladislav Šťastný

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Ivo Celjakovi, CSc. za odborné vedení a všestrannou pomoc a zároveň děkuji majitelům farem a všem řidičům měřených souprav za ochotu a spolupráci při provádění měření.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je posouzení faktorů ovlivňujících koncentraci prachových částic při lisování píce. Pro tento účel bylo vybráno pět lisů na hranolovité balíky a pět lisů na válcové balíky, které sklízely různé druhy slámy. Měřením při sklizni pomocí aerosolového monitoru byla zjištěna koncentrace prachových částic. Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny a následně byla porovnána velikost koncentrace prachových částic mezi lisy na hranolovité a válcové balíky. Taktéž byly stanoveny metodické kroky postupu měření.

Klíčová slova

lis; píce; sklizeň; balík; prašnost; koncentrace; prachové částice

Abstract

The objective of this diploma thesis is to assess the factors affecting the concentration of dust particles during forage pressing. For this purpose, five presses for square bales and five presses for round bales were selected. They were harvesting different kinds of straw. Thanks to measurement using an aerosol monitor, the concentration of dust particles during the harvest was detected. The measured values were evaluated and the amount of concentration of the dust particles between the square and round bale presses was compared. There were also set the methodological steps of the measurement procedure.

Keywords

press; fodder; harvest; bale; dustiness; concentration; dust particles

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Historie náradí a strojů ke sklizni obilnin a píce.....	11
2.1.1 Počátky žní a senoseče v pravěku	11
2.1.2 Sklizeň obilí a sena do 19. století	12
2.1.3 Nová technika mlácení a sklizně	13
2.2 Charakteristika píce.....	16
2.3 Charakteristika sklizňových podmínek a porostu	18
2.4 Přehled sklizňových postupů a operací	20
2.4.1 Dělení sklizně a strojů ve sklizňových linkách	23
2.5 Ztráty při sklizni	24
2.6 Fyzikálně mechanické a technologické vlastnosti píce.....	26
2.7. Sklizeň slámy	28
2.7.1 Sklizeň volně ložené slámy	28
2.7.2 Sklizeň lisované slámy	29
2.8 Sběrací lisy	29
2.8.1 Agrotechnické požadavky na sběrací lisy	30
2.8.2. Rozdělení sběracích lisů	32
2.9 Sběrací lisy na hranolovité balíky	33
2.9.1 Princip funkce.....	34
2.9.2 Hlavní části lisu na hranolovité balíky	35
2.9.2.1 Sběrací ústrojí.....	35
2.9.2.2 Řezací ústrojí.....	37
2.9.2.3 Pěchovací ústrojí	38
2.9.2.4 Vázací ústrojí.....	39

2.10. Lisy na válcové balíky.....	44
2.10.1 Lisy na válcové balíky s variabilní lisovací komorou.....	46
2.10.2 Lisy na válcové balíky s pevnou lisovací komorou.....	48
2.10.3 Vázací ústrojí lisů na válcové balíky.....	49
2.11 Prachové částice	51
2.11.1 Prach.....	51
2.11.2 Prašnost	52
2.11.3 Proudění vzduchu	52
2.11.4 Limitní hodnoty prachových částic	54
2.11.5 Zdroje prachových částic.....	56
2.11.6 Resuspenze prachových částic	57
2.11.7 Sedimentace prachových částic	58
3. Cíl práce	60
4. Metodika práce.....	61
4.1 Měřicí přístroj DUST TRACK 8530.....	61
4.2 Nastavení přístroje pro měření	62
4.3 Vlastní měření	62
5. Výsledky měření.....	63
5.1 Lisy na hranolovité balíky	63
5.1.1 KRONE BigPack 1290 XC	63
5.1.2 CLAAS Quadrant 3400	65
5.1.3 NEW HOLLAND BigBaller 1290	67
5.1.4 JOHN DEERE 690	69
5.1.5 KRONE BigPack 1290 XC	71
5.2 Lisy na válcové balíky.....	73
5.2.1 CASE RB454	73

5.2.2 NEW HOLLAND BR7060	75
5.2.3 WELGER LP 220.....	77
5.2.4 CLAAS Variant 280 RC.....	79
5.2.5 KRONE Comprima CV 150 XC	81
6. Diskuze	83
7. Závěr.....	86
8. Seznam zdrojů	87
9. Seznam tabulek	89
10. Seznam obrázků	90
11. Seznam grafů	92

1. Úvod

V dnešní době se stále více farem zabývá zlepšením, zkvalitněním a zefektivněním sklizně píce. A to ne pouze píce produktových jako je např. vaječná, ale také píce zbytkových – slámy. Ta se v minulosti používala především jako stelivo, ale s rozvojem společnosti se stále více používá i jako palivo do kotlů určených ke spalování celých balíků slámy. Tím došlo k rozšíření lisů na velké hranolovité balíky, protože s takto formovanou slámou se snadněji manipuluje.

Dalšími důvody, proč se dnes lisy nacházejí na stále větším počtu farem, jsou důvody ekonomické. Dříve se sláma stohovala přímo na poli nebo se svázela pomocí sběracích návěsů a uskladňovala v senících. Tím se sklizeň slámy prodražovala, bylo potřeba nasadit více mechanizačních prostředků a docházelo k velkým nákladům na pohonné hmoty. Nasazením lisů se tyto nedostatky do značné míry eliminují. Jednak není potřeba nasazení takového množství mechanizace, ale hlavně manipulace s takto formovanou slámou je snazší a zároveň dochází k lepšímu využití skladovacího prostoru.

Při sklizni píce lisovacími prostředky dochází k produkci poměrně vysoké koncentrace prachových částic. To je dáno charakterem materiálu, který má ve většině případů sklizně velmi vysoký obsah sušiny. Tyto prachové částice se rozptylují do ovzduší a mohou mít negativní účinky na okolí. Velikostí koncentrace prachových částic při sklizni píce (konkrétně slámy) se zabývá tato diplomová práce. Na vzorku pěti souprav lisů na hranolovité balíky a pěti souprav lisů na válcové balíky byla měřena koncentrace prachových částic při sklizni různých druhů slámy. Toto měření bylo vyhodnoceno a obě konstrukční varianty lisů byly porovnány z hlediska množství koncentrace prachových částic, které při sklizni produkují.

2. Literární přehled

2.1 Historie náradí a strojů ke sklizni obilnin a píce

2.1.1 Počátky žní a senoseče v pravěku

Zemědělství vzniklo v jihozápadní Asii v 11. až 9. tisíciletí před naším letopočtem. Odtud se rozšířilo do dalších oblastí Asie, Afriky a Evropy. Do střední Evropy se zemědělství, tj. pěstování rostlin a chov hospodářských zvířat, rozšířilo v pátém tisíciletí před naším letopočtem. Hlavními plodinami, které se pěstovaly, byly obilniny. Nejvíce pšenice, ječmen a proso, později se přidalo žito a oves. Stejně tak i píce umožňující chov skotu, ovcí, koz a koní měly důležité místo v organizaci hospodaření v pravěkém zemědělství ve střední Evropě. Náradí a způsob sklizně uvedených skupin zemědělských rostlin měly mimořádný význam pro vývoj zemědělství nejen v počátečních fázích, ale i během dalších tisíciletí, a zvláště pak při zintenzivnění a racionalizaci způsobů hospodaření v posledních dvou stoletích (HANZLÍK a kol., 1995).

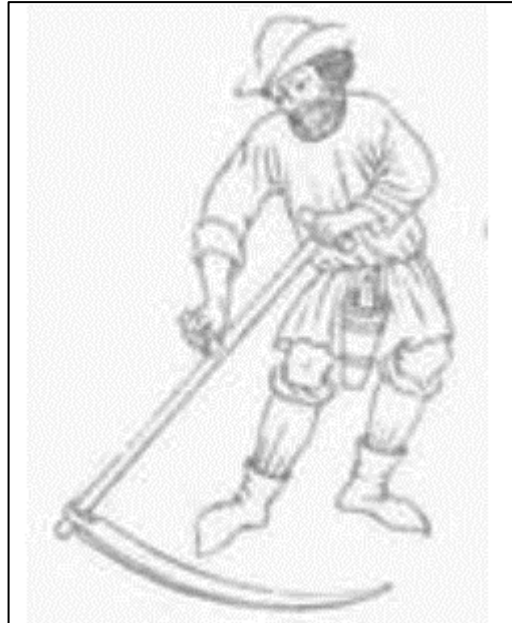
Nejstarším způsobem sklizně obilnin byl prostý sběr či trhání klasu a následné vydrolování obilí do jednoduchých nádob. Jelikož tehdejší sběrači a zemědělci znali již větší množství nástrojů vyráběných z kamene, kostí nebo dřeva, začali brzy používat nástroje s ostrým břitem k usnadnění a urychlení sklizně. Nože používané ke sklizni obilí jsou doloženy od mladší doby kamenné z oblastí Blízkého východu, Egypta a také z více míst v Evropě. Srpy, tedy vhodně zahnuté a dostatečně dlouhé nože s ostřím složeným z kamenných čepelek, byly běžným inventářem zemědělských neolitických kultur ve střední Evropě. Složení ostří srpů z malých kamenných čepelek usnadňovalo jeho zhotovování ze srpovitě zahnutého dřeva, kosti či parohu a vzniklé zuby současně zvyšovaly jeho účinnost. V době bronzové došlo k výrobě a rozšíření srpů bronzových, které jsou poměrně častými nálezy v archeologických objektech této doby. Podle tvaru rozlišujeme dva základní typy – srpy s řapíkem a srpy bez řapíku. Tyto srpy byly vyráběné pravděpodobně pro různé způsoby držení rukojeti a práce s nimi (HANZLÍK a kol., 1995).

Vynález výroby železa umožnil výrobu podstatně dostupnějších, levnějších a především z hlediska použitého materiálu vhodnějších srpů železných. Tyto srpy byly zpočátku svým tvarem podobné srpům bronzovým (6. až 4. století před naším letopočtem). Některé z nich připomínaly spíše krátké kosy nežli srpy. Velikost

i zakřivení srpů a kos se však postupně měnily. Specializovanější tvary, často velmi blízké středověkým srpům a kosám, jsou známé už z prvního tisíciletí našeho letopočtu. Žnutí obilí replikami pravěkých nástrojů zkoušeli ve čtyřicátých letech 20. století v Dánsku, v šedesátých a sedmdesátých letech v USA a v osmdesátých letech v českých zemích. Žnutí 1 ha obilí kamenným nebo bronzovým srpem trvalo jednomu ženci asi 12 až 17 dnů při desetihodinové denní práci. Protože od mladší doby kamenné převažovalo na našem území pěstování tvrdých pluchatých dvouzrnných a jednozrnných pšeníc s poměrně rozpadavým klasem byla doba sklizně výrazně omezujícím faktorem. Mlátilo se různými způsoby podle druhu obilí. Zrno z rozpadlých klasů pluchatých pšeníc na jednotlivé klásky bylo třeba vydrolit nebo uvolnit ve stoupách, případně později v dřevěných nebo kamenných žernovech. Zrno ostatních druhů, především ječmene, žita, později nahé pšenice, prosa a ovsa, bylo možné získávat vytloukáním či vyšlapáváním. Obilí se skladovalo v jámách, kterým se říkalo obilnice. Chov skotu, ovcí a koní byl podmíněn celoroční pastvou, v našich podmínkách pastvou od časného jara dlouho do podzimu. Pro přečkání zimního období bylo nutné vytvořit zásobu píce. A to především slámy, suchých letorostů s listy ze stromů a keřů a později také sena (HANZLÍK a kol., 1995).

2.1.2 Sklizeň obilí a sena do 19. století

Od pravěku, v hradištním období a později až do 19. století převažovalo žnutí obilí srpy. Obilní srpy byly poměrně velké, s úzkou čepelí a od středověku většinou se zubatým nebo vroubkovaným ostřím. Středověké srpy byly již více otevřené. Na přelomu 8. a 9. století se na našem území vyskytovaly dva typy kos – kratší kosy s tupým úhlem mezi čepelí a trnem a kosy dlouhé, jež svíraly s trnem úhel ostrý a měly zesílenou hřbetní část kosy. Kosa sloužila hlavně ke kosení trávy na lukách, případně krátkého obilí (ječmen, oves). Od 15. století po úpravě sloužila jako kosa obilní ke sklizni obilí dlouhého (žito, pšenice). Ke všeobecnému rozšíření obilní kosy došlo v českých zemích koncem 18. a začátkem 19. století. Obilní kosa měla upravené kosiště k odkládání obilí – hrabici s rožněmi, plachetky apod., kosy byly dlouhé až 140 cm. Kosy a srpy se naklepávaly kladívkem na klepadlech či babkách a brousily přírodními brousky, které sekáči nosili v dřevěných nebo rohových toulcích, jak můžeme vidět na obrázku 1 (HANZLÍK a kol., 1995).



Obrázek 1 - Středověký sekáč

(zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/3239034/>, „staženo dne: 20. 2. 2018“)

Posečené obilí se odebíralo, vázalo slaměnými povříslý ručně, často pomocí dřevěných roubíků, do snopu. K dozrání a dosušení se snopy stavěly do panáků, mandelů nebo hromad. Strniště se pohrabovalo většinou dřevěnými ručními pohrabovači. Suché obilí se svázelo na vozech se žebřinami a ukládalo se ve stodolách. Během podzimu a zimy se obilí mlátilo cepy. Při čištění se používaly hrábě a košťata. Obilí se následně přesívalo na řešetech, válo pomocí dřevěných lopat a fukarů, třídilo se a čistilo na podsívačkách. Následné uložení obilí probíhalo v dřevěných zásobnících nebo v dřevěných, později zděných, samostatných sýpkách (HANZLÍK a kol., 1995).

Posečená píce se po posečení rozhazovala, obracela, shrabovala a kopčila hráběmi. Doprava do uskladňovacích prostor, kterými byly nejčastěji půdní prostory nebo seníky, byla zajišťována pomocí žebřinových vozů. Seno a snopy obilí se na tyto vozy nakládaly vidlemi. Od konce 18. století se k sušení sena začaly používat dřevěné sušáky (rohatiny, stojany, boudy) (HANZLÍK a kol., 1995).

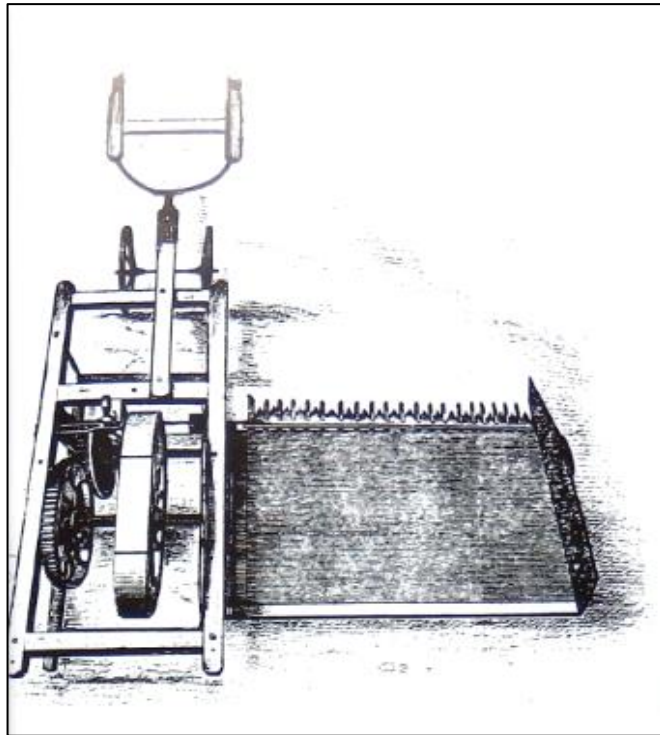
2.1.3 Nová technika mláčení a sklizně

Mláčení obilí cepy bylo velmi náročné na čas. Často se muselo mlátit celou zimu a zároveň mláčení cepy vyžadovalo zkušené mlatce. První stroje na mláčení obilí – mlátičky – napodobovaly práci cepů. Mlátily tedy obilí pomocí pohyblivých bijáků na otočných hřídelích. Z konstrukce stup vodních a větrných mlýnů a vyšlapávání obilí vycházely mlátičky stoupové. Na počátku 19. století bylo několik takových mlátiček

i v českých zemích. Jejich pořízení bylo však nákladné a při relativním dostatku pracovní síly nevýhodné. Rozhodujícím vynálezem pro další vývoj byla mlátička sestavená ve Skotsku v roce 1786. Tato mlátička vytloukala zrno z klasů pomocí rychle rotujícího bubnu s lištami na obvodu (HANZLÍK a kol., 1995).

Informace o nových mlátičkách pronikaly do českých zemí od dvacátých let 19. století a od třicátých let se začaly místy používat na některých statcích. Od konce čtyřicátých let se na některých panstvích začaly používat mlátičky parní. Postupem času se čistící a třídící stroje postupně vestavovaly do mlátiček a propojovaly mechanickými a pneumatickými dopravníky. Na přelomu 19. a 20. století bylo na našem území přibližně 232 tisíc mlátiček a z toho asi 11 tisíc na parní pohon. Počet elektromotorů a spalovacích motorů používaných v zemědělství byl v té době minimální. Od dvacátých let 20. století došlo k rychlému rozšíření mlátiček poháněných lokomobilami se spalovacími motory na benzín, petrolej, generátorový plyn a naftu. S rychlou elektrifikací venkova záhy došlo k rychlému rozšíření elektromobil (HANZLÍK a kol., 1995).

Mechanické stroje se začaly používat i ke sklizni obilí a trav. Prvním takovýmto strojem byl žací stroj, který byl podle popisu ze 4. století našeho letopočtu zrekonstruován roku 1787 W. Pittem v Anglii. Proběhlo několik dalších pokusů o vytvoření nových typů žacích strojů, ale prvním skutečně použitelným žacím strojem byl stroj pro pár koní s nůžkovým žacím ústrojím, který sestrojil mezi lety 1826–1828 americký konstruktér Patrick Bell. Tímto okamžikem převzali iniciativu američtí konstruktéři a skončily tak úspěchy těch britských. Mezníkem se stalo proslavení strojů konstruktérů McCormicka a Husseye na londýnské výstavě v roce 1851. Tyto stroje okamžitě nakoupili všichni velcí statkáři. Travní žací stroje se velmi rychle šířily po vynikající konstrukci Husseyova žacího ústrojí (obrázek 2). Staly se běžným vybavením větších zemědělských závodů. Na přelomu 19. a 20. století bylo v českých zemích asi 10 789 závodů užívajících obilní a travní žací stroje (HANZLÍK a kol., 1995).



Obrázek 2 - Husseyovo žací ústrojí

(zdroj: Sklízecí řezačky, mlátičky a lisy na českém trhu 1995–1996, s. 11)

Obracení, pohrabování a shrabování sena se od poloviny 19. století začalo provádět pomocí potažního nářadí, vycházejícího z konstrukcí vesměs anglického nebo amerického původu. Jeho obliba stoupala od sedmdesátých let a v první polovině 20. století patřilo toto nářadí k obvyklému vybavení středních a větších závodů. Lisy na seno se začaly uplatňovat v Americe při přepravě na větší vzdálenosti. Jednoduché vřetenové lisy vyráběla v padesátých letech 19. století Burgrova továrna ve Vídni a od šedesátých let – již zdokonalené – pražská továrna Borroš-Eichmann, a to převážně pro armádu. Uplatnily se v době německo-francouzské války a rozšířily se do Francie, Itálie a Ruska. Kontinuální lis na seno a slámu sestrojil roku 1876 P. K. Dederick a tento lis byl vystaven ve Filadelfii. Stal se základem pozdějších konstrukcí. Od osmdesátých let 19. století jej dodávala Umrathova továrna v Praze. Lisy na slámu byly pravidelným prvkem větších mláticích souprav, které se běžně používaly i v období po druhé světové válce. V roce 1947 bylo v českých zemích 151 371 travních žacích strojů potažních, 1301 traktorových závěsných i nesených lišt a 1018 motorových s ručním vedením (HANZLÍK a kol., 1995).

Od padesátých let se vyrábělo více typů obracečů, shrnovačů a řádkovačů. Obvyklé byly také výfuky sena a stohovací elevátory. Při dosoušení se začaly využívat axiální ventilátory. Od konce padesátých let se uplatňovaly sklízecí řezačky různých

typů a závěsné, později samojízdné sklízeče píce. Kromě žacího ústrojí s přímovratným pohybem se uplatňovaly stroje se žacím ústrojím rotačním (kotoučovým a cepovým). Od poloviny šedesátých let se rychle šířily sběrací vozy. Postupně se přešlo na sklizeň spojenou s řezáním sklizené píce kolovým a po roce 1970 většinou bubnovým řezacím ústrojím. Sklizeň píce byla zmechanizována včetně dopravy, lisování a skladování. Tento způsob sklizně píce se začal rozšiřovat začátkem šedesátých let 20. století, kdy se začaly používat sběrací návěsy a velkoobjemové vozy, a začal se také rychle rozšiřovat závěsný sběrací lis. Koncem šedesátých let se velice rychle šířily střednětlaké lisy a v sedmdesátých letech vysokotlaké lisy na standardní balíky. Začátkem sedmdesátých let byly sestrojeny velkoobjemové lisy na hranolovité i válcové balíky, z nichž od osmdesátých let se uplatňovaly zvláště lisy firmy Hesston z USA (obrázek 3) (HANZLÍK a kol., 1995).



Obrázek 3 - Velkoobjemový lis HESSTON 4700 na hranolovité balíky
(zdroj: <https://www.mascus.co.uk/agriculture/used-square-balers/hesston-4700/vdtknetq.html>, „staženo dne: 21. 2. 2018“)

2.2 Charakteristika píce

Píce se rozumí ta část nadzemní biomasy, která je určena pro zkrmování a je sklizena odpovídajícím způsobem (výška strniště obvykle 4 až 5 cm, u jednoletých píce i vyšší). Jsou v ní zastoupeny jak zelené části rostliny, tak i části zaschlé (senescentní materiál), případně též kontaminanty (ČERMÁK a kol., 2008). Píciný jsou velmi důležitou plodinou z hlediska zajištění krmivové základny hospodářských

zvířat. Jsou také základním zdrojem objemných krmiv. Tvoří je především trvalé travní porosty luk a pastvin, dále víceleté píce – jeteloviny (vojtěška, jetel), pícní trávy a jednoleté pícniny (zvláště kukuřice a směsky) z orné půdy (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

Jednoleté pícniny tvoří doplňující článek krmivové základny. Jsou určeny převážně pro zelené krmení a jsou také vhodné pro různé způsoby konzervace. Pěstují se v monokultuře nebo ve směskách. Z hlediska osevního postupu mohou být pěstovány jako hlavní plodiny, ale i jako meziplodiny. K významným jednoletým pícninám pro konzervaci silážováním patří zejména kukuřice, sklizená v mléčně voskové zralosti, a v omezené míře luskoviny (hrách, bob, peluška, vikev). (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

Víceleté pícniny pěstované na orné půdě představují jeteloviny, některé druhy trav, případně jejich směsky — jetelotrávy. Mnohé z nich se uplatňují v dočasných i trvalých travních porostech. Z ekonomického pohledu se doporučuje, abychom pěstovali ve vhodných podmínkách nejen vojtěšku, ale i jetel luční především v čistých kulturách, v méně příznivých podmínkách pak některé druhy jetelovin i ve smíšených porostech s travami. Význam víceletých pícnin jako zdroje kvalitního krmiva a jako zúrodňující složky osevních postupů neustále stoupá. Především hlavní složka víceletých pícnin – jeteloviny mají dominantní postavení v produkci levné, a přitom vysoce hodnotné píce pro výživu skotu. Velmi cennou vlastností jetelovin je vysoká výnosová stabilita i při méně příznivých povětrnostních podmínkách. Z víceletých pícnin mají především jeteloviny nezastupitelný význam nejen pro zvyšování úrodnosti půdy (obohacují půdu živinami, zlepšují strukturu půdy, působí jako přirozená meliorace), ale také napomáhají větší produktivnosti osevních postupů (zvyšují a stabilizují výnos následných plodin). Z pohledu energetické efektivity je mimořádně významné, že k vysoké produktivnosti nevyžadují dusíkaté hnojení, jelikož mají na kořenech hlízkové bakterie, které jsou schopné poutat až 220 kg vzdušného dusíku na hektar za rok (ŠANTRŮČEK, 2001).

2.3 Charakteristika sklizňových podmínek a porostu

Sklizeň píce probíhá téměř po celé vegetační období se špičkami v době prvních sečí – senoseče (květen až červen) a sklizně silážních plodin (září až říjen). Doporučené agrotechnické lhůty pro sklizeň pícnin pro různé výrobní oblasti jsou uvedeny v tabulce 1 (ČERVINKA, 2002).

Tabulka 1 - Doporučené agrotechnické lhůty sklizně pícnin, (ČERVINKA, 2002)

Agrotechnická lhůta	Kukuřičná oblast	Řepařská oblast	Bramborářská oblast	Horská oblast
Termín	14.5. – 7.7.	18.5. – 6.7.	18.5. – 5.7.	28.5. – 16.7.
Kalendářní dny	55	50	53	50
Pracovní dny	34	33	30	27
Dny pro sklizeň sena	23	22	21	20

Hlavním problémem při sklizni je zmenšit riziko vlivu počasí a tím snížit sklizňové a konzervační ztráty. Při špatném počasí, nevhodném způsobu sklizně, odrolem, nesebráním či nevhodnou konzervací mohou činit ztráty sušiny na hmotě 15 až 35 %, ztráty živin až 50 % a ztráty vitamínů až 100 %. Zvolením vhodného sklizňového pracovního postupu a konzervace lze snížit riziko vlivu počasí a zabránit znehodnocení píce v průběhu uskladnění. Porosty je třeba sklízet v optimální technologické zralosti, tedy v době, kdy je obsah živin a vitamínů maximální. Podle druhu píce a účelu jejího použití je tato doba sklizně různá. U vojtěšky se jedná o začátek květu, u jetele lučního červeného je to před začátkem kvetení, u kukuřice na zeleno v době metání až kvetení, u kukuřice na siláž v mléčně voskové zralosti, u lučních travních porostů v období od počátku metání do počátku kvetení převládajících trav. Ze vztahu mezi dobou sklizně v optimální vegetační fázi a koeficientem počasí vyplývá, že je nutno sklizeň jedné seče provést za 21 kalendářních dnů, z čehož je asi 10 pracovních dnů vhodných pro sklizeň (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

Pícniny je nutno sklízet nejen v oblastech rovinatých a se svahy do 12°, ale i v oblastech podhorských a horských se svahovitostí až do 25°. Při sklizni je nutné provést vždy sečení, úpravu pícní hmoty a konzervaci s uskladněním. Tyto operace lze

provést ve vzájemné návaznosti nebo jejich spojením do souboru. Vlastnosti porostů píce jsou z hlediska sklizňových operací velmi rozmanité, kolísají v dosti širokých mezích a mnohé vlastnosti se mění se změnou vlhkosti pícní hmoty. Výnos zelené hmoty při jedné seči u tenkostébelných píce (jetel, vojtěška, trávy, směsky, luční porost) je 15 až 50 t.ha⁻¹ při obsahu sušiny 15 až 40 % a u tlustostébelných píce (kukuřice, slunečnice) je výnos do 80 t.ha⁻¹ při obsahu sušiny 15 až 85 % (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

Hustota porostu se pohybuje v rozmezí od 6 až 12 jedinců na 1 m² u kukuřice na siláž, 30 až 50 jedinců na 1 m² u kukuřice na zeleno, přes 1000 až 1300 lodyh vojtěšky na 1 m², 750 až 4000 lodyh jetele lučního na 1 m², od 3000 až do 15 000 stébel na 1 m² u travních porostů. Výška rostlin u tenkostébelných píce se pohybuje od 150 až do 1500 mm, u tlustostébelných píce do 3500 mm. Tloušťka stébel ve výši řezu je u tenkostébelných píce 0,7 až 12 mm (z toho u vojtěšky je to 2,5 až 5,4 mm, u jetele 2,8 až 6,2 mm, u trávy 0,7 až 3,1 mm) a u tlustostébelných píce do 50 mm. S tloušťkou stébel ve výši řezu souvisí řezný odpor, který je dán ještě tvrdostí a houževnatostí pletiv. Ty jsou závislé na jejich vlhkosti a stupni zdřevnatění. Výška sečení má vliv na velikost současné i následující sklizně a pohybuje se u tenkostébelných píce v rozmezí 30 až 80 mm (trvalé luční porosty 30 až 40 mm, dočasné travní porosty 40 až 50 mm, vojtěška, jetel, jetelotrávy 50 až 60 mm, směsky 60 až 80 mm), u tlustostébelných píce do 150 mm. Příliš nízké sečení (pod 30 mm) působí negativně na obrůstání jetelovin a trav a také na výnosy následující seče. Při vyšším sečení, než je uvedeno, se snižuje výnos (10 mm výšky porostu v přízemní vrstvě představuje 300 až 400 kg sušiny na 1 ha), zvětšuje se hromadění stařiny, zhoršuje se další sklizeň a ztěžuje se další seč. Sečení tenkostébelných píce je možné provádět na řádky – pokosy nebo na široko. Šířka řádků – pokosů je 1 až 2 m, výška řádků u zelené i zavadlé píce je 100 až 250 mm. Při sečení na široko nebo po rozhození řádků na široko je hmotnost rozprostřené píce u zelené hmoty 1,5 až 5 kg.m⁻², u zavadlého materiálu 0,6 až 1,8 kg.m⁻², u suchého materiálu (sena) 0,4 až 1,1 kg.m⁻² na 1 m². Šířka řádků shrnutého suchého nebo zavadlého materiálu je 0,6 až 2 m, výška řádku 0,15 až 0,8 m a hmotnost 1 m řádku zavadlé píce (nad 30 % sušiny) do 8 kg podle záběru shrnovače. Výnosy sena tenkostébelných píce z jedné seče se pohybují podle druhu pícniny a podle toho, o kolikátou seč se jedná, od 3 do 10 t.ha⁻¹ (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

2.4 Přehled sklizňových postupů a operací

Sklizňové pracovní postupy u píce můžeme rozdělit podle různých hledisek. Nejčastěji používaným hlediskem je stav píce při sklizni na poli a použití pícniny v zemědělském provozu. Rozlišujeme pak tyto sklizňové postupy:

a) sklizeň čerstvé zelené píce – sklizeň na zeleno s obsahem sušiny 15 až 30 % a to:

- k dennímu krmení – píce se sklízí zpravidla sklízecími řezačkami. Řezanka je čerstvá, není znečištěná, lze ji mechanicky rozpojovat a dávkovat, což umožňuje plné mechanizování od sklizně až po zkrmování;
- k silážování – píce se upravuje řezáním (sklízecí řezačky nebo stacionární řezačky po sběracích vozech), neboť silážování vyžaduje především dokonalé utužení a utěsnění ve skladovacím prostoru a mechanický odběr siláže. Silážování čerstvé píce je spojeno s poměrně vysokými ztrátami sušiny 18 až 28 % (ovšem mohou být až 35%), a to vlivem hlubšího prokvašení a odtoku silážních tekutin. Při silážování čerstvé píce je zvýšená potřeba konzervačních prostředků (bez konzervačních prostředků bezprostředně po posečení lze silážovat pouze silážní kukuřici) a hůře se využívá prostor žlabových sil. Silážování čerstvé píce se může uplatnit jen v období s nepříznivým počasím, kdy není možno zvýšit obsah sušiny zavádáním a kdy sklizeň stárnoucích pícnin nelze oddalovat;
- k horkovzdušnému sušení – vzhledem k vyšším investičním a provozním nákladům na horkovzdušné sušení a k energetickým limitům je možno efektivně sušit pouze velmi kvalitní píci, tedy včas sklizenou vojtěšku a jetel luční. Píce se sklízí sklízecími řezačkami. Řezanka by měla být co nejkratší a stejnoměrná, neboť tím je umožněno lepší využití přepravních prostředků a tepelné energie při sušení. Sušení probíhá zpravidla v bubnových sušárnách (stacionárních nebo mobilních) a úsušky se zpracovávají na brikety, moučku nebo granule;
- k mechanické dehydrataci – píce se sklízí sklízecími řezačkami, řezanka se drtí či lisuje. Produktem lisování jsou jednak výlisky, které lze dále klasickými způsoby zpracovat na krmivo (siláž, senáž, dosušené seno, úsušky), a jednak vylišovaná šťáva, z které lze v průběhu složitějšího tepelně chemického zpracování vyrábět bílkovinné koncentráty ke krmivářským i potravinářským účelům (NEUBAUER a kol., 1989).

b) sklizeň zavadlé píce získané přirozeným předsoušením na poli s obsahem sušiny 25 až 70 % (podle pracovních postupů), a to:

- k senážování zavadlé píce s obsahem sušiny 30 až 50 % ve věžových silech – píce se upravuje řezáním (sklízecími řezačkami nebo stacionárními řezačkami po sběracích vozech). Ztráty sušiny jsou zhruba o třetinu menší než při silážování čerstvé píce a činí 15 až 18 %. Při senážování ve věžových silech nedochází k odtoku silážní tekutiny, lépe se využije prostor žlabových sil, omezuje se až zcela vylučuje potřeba konzervačních prostředků. Senážování zavadlé píce je v současné době nejrozšířenější metodou konzervace;
- k umělému – ventilačnímu dosoušení zavadlé píce na seno – tento sklizňový pracovní postup se skládá ze dvou etap. V první etapě se píce předsušuje na poli. Při zvýšení obsahu sušiny na 50 až 75 % se sklízí a ukládá na různé typy dosoušecích provzdušňovacích zařízení, která slouží i jako skladovací prostor. Ve druhé etapě se píce dosušuje aktivní ventilací studeným, popřípadě přehřátým vzduchem až do dosažení skladovacího obsahu sušiny 80 až 85 %. Předsoušení (oproti sušení na seno) značně snižuje závislost na počasí a ztráty odrolem, vyluhováním a mikrobiální činností. Doba přirozeného sušení na poli se zkracuje za příznivých povětrnostních podmínek na 2 až 3 dny po posečení, tedy zhruba až na polovinu doby nutné k úplnému usušení sena. Ztráty sušiny u tohoto sklizňového postupu činí 15 až 23 %. Také ztráty stravitelných dusíkatých látek 15 % a škrobových jednotek 20 %, jsou tedy zhruba o 40 až 50 % nižší než při sušení na seno. Vlhkost píce při sklizni pro umělé dosoušení závisí na typu dosoušecího zařízení a na formě sklizené píce. Při použití kondicionéru se mohou podstatně snížit sklizňové ztráty. Při skladování v halových senících vybavených podúrovňovým roštovým zařízením pro dosoušení celé dlouhé a řezané píce je možno sklízet píci s obsahem sušiny 60 až 70 %. Při sklizni píce lisované do balíků má píce obsah sušiny 70 až 75 %, při skladování ve věžových senících vybavených dosoušecím zařízením musí být píce pouze řezaná, sklizená při obsahu sušiny 50 až 55 % (NEUBAUER a kol., 1989).

Při sklizni se provádí sečení do pokosů žacími stroji, předsoušení při nižších výnosech je možno provádět na neupravených pokosech, při vyšších výnosech v rovnoměrné souvislé vrstvě rozhozené z upravených pokosů naširoko obracečem píce při dostatečně častém obracení a načechrání píce obracečem píce

a shrnutí předsušené píce do řádků shrnovačem píce. Předsoušení pícnin po úpravě kondicionérem (píci láme a mačká) je rychlejší. Při deštích nastávají však větší ztráty vyluhováním. Předsušená píce se sbírá sběracími vozy, sklízecími řezačkami se sběracími adaptéry, sběracími lisy (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

c) sklizeň sena získaného přirozeným sušením na poli (obsah sušiny 70 až 88 %)

- tato sklizeň je nejstarším a nejpřirozenějším způsobem konzervace, za příznivého počasí a při správném provedení nejlevnějším, při nepříznivém počasí pro značné zvýšení pracnosti, ztráty sušiny, stravitelných živin a vitamínů nejméně efektivním. V posečené píci probíhají při zavádání a vysychání fyziologické a biochemické procesy, které ovlivňují její krmnou hodnotu. V průběhu sušení je možno rozlišovat dvě hlavní fáze:

- 1. fáze – zavádání. Trvá až do odumření buněk, které nastává vlivem ztráty vody průduchovou a kutikulární transpirací a z porušeného povrchu orgánů. Ztráty organické hmoty v této fázi jsou převážně nechemické povahy, jsou způsobeny dýcháním v čase zavádání;
- 2. fáze – dosušování – konzervace. Začíná odumřením buněk, které nastává v píci trav při zvýšení obsahu sušiny na 45 až 55 %, v píci jetelovin při zvýšení na 35 až 40 %. Potom se obsah vody snižuje jednoduchým fyzikálním vypařováním. Během sušení na slunci vznikají ztráty některých vitamínů. Při srážkách přesahujících nasávací schopnost zasychající píce vznikají velké ztráty vyluhováním některých živin a vitamínů. Jsou tím větší, čím je píce sušší a více narušená, např. kondicionérem (NEUBAUER a kol., 1989).

Kromě uvedených ztrát, způsobených fyziologickými a biochemickými pochody, činností mikroorganismů a vyluhováním, vznikají ztráty konzervací v procesu sušení a ztráty sklizňové odlamováním jemnějších částí rostlinné hmoty (lístků), jejichž vysychání je rychlejší než vysychání lodyh a stonků. Tyto ztráty jsou největší u jetelovin, kde nastávají již při zvýšení obsahu sušiny listů na 40 až 55 % a mohou činit 10 až 35 % z jejich celkové sušiny. Podstatně menší ztráty jsou u pružné píce trav (kolem 5 %), kde nastávají až při zvýšení obsahu sušiny listů nad 70 %. Celkové ztráty při přirozeném sušení píce na zemi se podle podmínek značně mění. Při průměrných klimatických podmínkách činí v průměru 30 % sušiny. Ztráty živin

v nepříznivých podmínkách dosahují až 63 % (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

Při sklizni píce na seno se používají stejné operace a stroje jako při sklizni celé předsušené píce určené k ventilačnímu dosoušení. Podle průběhu vysychání se píce dvakrát až třikrát obrací. Obracení píce je účelné provádět v době, kdy její obsah sušiny je nižší než 50 až 55 %. Nešetrné obracení suší píce zvyšuje ztráty odrolem, zvláště při vyšších podílech jetelovin a u čistých jetelovin. Shrnování píce na noc do rádků sušení urychluje. Za příznivých povětrnostních podmínek dosahuje neupravená píce skladovacího obsahu sušiny 80 až 85 % během 3 až 5 dnů, upravená během 2 až 3 dnů. Pro skladování se v současné době používají halové seníky, věžové seníky, stodoly a venkovní stohy. Perspektivní jsou pouze halové a věžové seníky, kde je možné naskladnění a vyskladnění plně mechanizovat (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

d) sklizeň píce na semeno – způsoby sklizňových pracovních postupů i používané stroje jsou stejné jako při sklizni obilnin. Porovnáme-li energii vloženou do procesu sklizně a konzervace s množstvím energie získané ve vyrobené píci, dostaneme tyto hodnoty: u silážování čerstvé píce 1:24,2, u senážování zavadlé píce 1:23,8, u dosoušení na seno 1:12,2 a u horkovzdušného sušení 1:0,55. Z porovnání vyplývá vysoká energetická náročnost u horkovzdušného sušení. Proto se do budoucna předpokládá, že z veškeré vyprodukované biomasy bude přímo zkrmováno na zeleno a spásáno kolem 40 % píce, dále 37 až 40 % bude zpracováno ve formě siláží a senáží, 15 % ve formě sena a na úsušky bude použito jen 5 až 8 % vyrobené píce. Existují ještě další hlediska rozdělení sklizňových pracovních postupů u píce, například podle hlavních strojů v lince, podle vhodnosti pro jednotlivé druhy pícnin nebo podle svahovitosti pozemků (NEUBAUER a kol., 1989).

2.4.1 Dělení sklizně a strojů ve sklizňových linkách

Sklizně se dělí podle následujících kritérií:

a) podle hlavních strojů v lince na:

- sklizeň sklízecími řezačkami
- sklizeň sběracími vozy
- sklizeň sběracími lisy

b) podle vhodnosti pro jednotlivé druhy píceňin na:

- sklizeň tenkostébelných píceňin
- sklizeň tlustostébelných píceňin

c) podle svahovitosti pozemků na:

- sklizeň na rovinách a svazích do 12°. Svahová dostupnost běžných strojů pro sklizeň píceňin, stejně jako strojů samojízdných, činí 8 až 10° při jízdě po spádnicí a 12 až 17° při jízdě po vrstevnici podle stavu podložky;
- sklizeň na svazích nad 12°

Z přehledu sklizňových pracovních postupů je patrné, že v mobilní části sklizňové linky se používají a budou nadále používat tyto stroje:

- rotační žací stroje nesené pro rovinné oblasti, pro svahy i lištové
- žací lamače nebo mačkače (kondicionéry) návěsné a samojízdné s odpojitelným lámacím nebo mačkáčím ústrojím a adaptérem pro obracení řádků a také překladačem řádků
- návěsné a nesené obraceče-čechrače a shrnovače píce
- sklízecí řezačky nesené, návěsné a samojízdné s příslušnými adaptéry
- sběrací vozy návěsné a samojízdné
- sběrací lisy návěsné na malé a velké balíky;

Každý sklizňový pracovní postup se skládá z celé řady mechanizovaných pracovních operací, jež mohou být vykonány různými způsoby, a tedy různými pracovními ústrojími. Při sklizni píceňin přicházejí v úvahu tyto základní pracovní operace: sečení, čechrání, mačkání, lámání, obracení, shrnování, sbírání, řezání, lisování, vázání. Mnohé operace používané při sklizni píceňin jsou společné i pro sklizeň zrnin a dalších plodin (sečení, sbírání, řezání, lisování, vázání) (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

2.5 Ztráty při sklizni

Ztráty při sklizni lze rozdělit na fázi úbytku vody až do odumření buněk a fázi dosoušení. Přitom jsou značné rozdíly v průběhu obou fází u glycidové a bílkovinné píce. Ztráty respirační (prodýcháním) jsou vyvolány především hydrolázami a enzymy,

kteře se účastnř dřchání v posečeně hmotě, dokud nenastanou letální podmínky. Tak jak píce sesychá, respirace se sniřuje, neboť difuze kyslíku je inhibována a enzymově katalyzované reakce vyřadující přítomnost vody v pici postupně ustávají. Respirační mohutnost klesá přibližně tak, jak klesá obsah vody v pici (vztařen k aktuální vlhkosti). Respirace s teplotou obecně vzrůstá až do 55 °C, kdy enzymatická aktivita ustává, rychlost sesychání se s teplotou však zvyřuje. Mladá píce po seči dřchá rychleji než píce vyzřálá. Mechanické narušení pletiv vyvolává částečně zvyření rychlosti respirace. Za vhodných podmínek počasí může dokonce v prvních hodinách po posečení v pletivech pokračovat fotosyntéza a zvyřovat se obsah suřiny, což přispívá k rychlejšímu sesychání. Ztráty respirací se tředají převážně mono- a oligosacharidů, prakticky vřbec vlákniny a dusíkatých látek. Bílkoviny se však degradují (některé až na amidy, zvláště asparagin, volné aminokyseliny, třekavé báze a peptidy) a sniřuje se jejich rozpustnost. Rozpustnost třechto degradačních produktů (tj. nebílkovinných látek) je však vysoká (MÍKA a kol., 1997).

Ztráty vlivem deřtě, rosy jsou závislé na množství srážek, intenzitě a délce trvání. Spolupůsobí tu i další faktory, jako obsah vody v posečeně pici v době deřtě, růstová fáze, olistění, výřka píce na řádku, botanický druh atd. Deřť způsobuje oddělování některých listů jetelovin od lodyh (u trav nikolí), vyplavování rozpustných živin (větřího rozsahu ze suřší píce), prodlouření fáze respirace a ztrátu mikrobiálních činností. Odhaduje se, že 1 mm srážek vyvolá ztráty na suřině v průměru 0,8 až 1,1 %. Vyplavovány jsou hlavně vodorozpustné sacharidy, rozpustné dusíkaté látky, a proto účinkem srážek narůstá v pici obsah nerozpustných bílkovin. Vyplavovány jsou téř rozpustně minerální látky a rozpustné lipidy (MÍKA a kol., 1997).

Mechanické ztráty postihují více listy než stěbla či lodyhy. Liřtové sekačky vyvolávají menří mechanické ztráty na listech než bubnové či strunové sekačky. Určité ztráty vyvolává téř provoz žacích mačkačů. Daleko větří ztráty však způsobují sklizňové stroje (sběrací vozy, sklízecí řezačky). Nicméně, ztráty u čerstvé píce bývají nesrovnatelně nižří než při mechanické manipulaci se suchým materiálem (které dosahují 20 a více % suřiny). Mechanické ztráty balením zavadlé píce do válcových balíků se odhadují na 2 až 5 % (MÍKA a kol., 1997).

2.6 Fyzikálně mechanické a technologické vlastnosti píce

Fyzikálně – mechanické vlastnosti píce významně ovlivňují způsoby řešení dopravních procesů. Píce spolu se slámou patří mezi objemné hmoty, které se však vyznačují nízkou objemovou hmotností, s čímž souvisejí vysoké náklady na jejich dopravu a skladování. Orientační objemové hmotnosti jednotlivých druhů píce uvádí tabulka 2. Vedle malé objemové hmotnosti píce ovlivňují výši jednotkových nákladů vynaložených na jejich sklizeň, dopravu a skladování také požadavky na stav a úpravu sklizené píce. Ty musí odpovídat nárokům hospodářských zvířat a zároveň musí ještě při konzervaci a uskladnění umožnit dosažení optimálního průběhu konzervačního procesu a uchování požadované kvality až do doby zkrmování. Jde zejména o dosažení požadované sušiny (tabulka 3) a vhodné délky materiálu získané pořezáním (tabulka 4) (SYROVÝ a kol., 2008).

Tabulka 2 -Orientační hodnoty objemové hmotnosti píce, (SYROVÝ a kol., 2008)

Produkt rostlinné výroby	Objemová hmotnost [kg.m⁻³]
Čerstvé píce	
Na řádku	28 – 35
Ve sběracím návěsu	120 – 230
Zavadlé píce	
Na řádku	15 – 25
Ve sběracím návěsu	150 – 250
Lisované	220 – 380
Kukuřice silážní	
Ve velkoobjemovém návěsu řezaná	400
Píce na semeno	
Volně ložené suché	25 – 35
Ve sběracím návěsu	35 – 70
Seno	
Na řádku	10 – 20
Ve skladu	50 – 150
Lisované	150 – 260
Volně ložené	50 – 100
Sláma	
Ve sběracím návěsu	30 – 80

Suchá řezaná	20 – 40
Vlhká řezaná	50 – 80
Ve skladu (stohu)	40 – 100
Lisovaná nízkotlakým lisem	80 – 90
Lisovaná vysokotlakým lisem	110 – 200
Po uložení	40 – 50
Slehlá	60 – 100

Tabulka 3 - Obsah sušiny pro různé způsoby užití pícnin, (SYROVÝ a kol., 2008)

Stav pícniny	Obsah sušiny [%]	Užití
Čerstvá (zelená)	do 30	Přímé krmení, silážování, vysokoteplotní sušení (700 až 900 °C)
Zavadlá	nad 30 do 55	Senážování, nízkoteplotní sušení (70 až 160 °C)
Velmi zavadlá	nad 55 do 85	Dosoušení studeným nebo předehrátým vzduchem
Suchá	nad 85	Přímé skladování, popř. dosoušení studeným vzduchem

Tabulka 4 - Doporučené délky materiálu při různém způsobu jeho užití, (SYROVÝ a kol., 2008)

Stav pícniny a její užití	Doporučená délka [mm]
Čerstvé (zelené) pícniny k přímému krmení	50 – 150
Kukuřičná siláž	15 – 20
Zavadlé pícniny k senážování ve žlabových silech	40 – 75
Zavadlé pícniny k senážování ve velkoobjemových hranolovitých a válcových balících	60 – 150
Zavadlé pícniny k senážování ve věžových silech	25 – 30
Zavadlé pícniny k nízkoteplotnímu sušení (70 až 160 °C)	40 – 150
Zavadlé pícniny k senážování ve velkoobjemových vacích	25 – 50
Velmi zavadlé pícniny k dosoušení v halovém seníku	150 – 200
Seno k uskladnění v halových senících	200 – 300
Pícniny k vysokoteplotnímu sušení (700 až 900 °C)	20 – 30

2.7. Sklizeň slámy

Jako sláma se označují zralé nadzemní části různých kulturních plodin (obilí, luskoviny, olejniny, trávy), jejichž semena byla odstraněna výmlatem. Převažující část celkového objemu slámy tvoří sláma obilnin. Roční objem slámy lze odhadnout podle výnosů obilí. Sláma se vždy používala především jako krmivo pro přežvýkavce (Čermák a kol., 2008). Sláma obsahuje 60 až 75 % celulózy, hemicelulózy a další bezdusíkaté výtažkové látky. Tyto glycidy představují vynikající zdroj energie (MALEŘ, 1984).

Sklizeň slámy patří svým charakterem k poměrně náročným sezonním pracím. Sklízí se v podstatě celý objem slámy na úkor kvality a dochází ke značným ztrátám (Šabatka, 1990). Slámu sklízíme buď volně loženou nebo lisovanou. Oba způsoby mají své zápory i přednosti (MALEŘ, 1984).

2.7.1 Sklizeň volně ložené slámy

Tento způsob sklizně je rozšířen na cca 60 % ploch. Základním sklizňovým prostředkem jsou sběrací návěsy. Tyto návěsy sbírají slámu ze řádku ve formě dlouhostébelného materiálu nebo řezanky a dopravují ji na okraj pozemku, kde je stohována stohaři (dříve používané prostředky ŠT-180N nebo ZT-300, dnes spíše teleskopické manipulátory a čelní nakladače). Pokud se respektují technologická pravidla při stohování, pak do stohu volně ložené slámy nezatéká. Tento pracovní postup vyhovuje pro většinu podmínek velkovýroby jak výkoností, tak i kvalitou práce. Volně ložená sláma se ze stohů poměrně dobře vyskladňuje mechanickými prostředky a dopravuje se k dalšímu zpracování. Ruční práce je zde zcela odstraněna (MALEŘ, 1984).

Tento způsob sklizně je méně vhodný, když se část slámy bude využívat průmyslově. Při tomto použití je zpravidla nutno slámu dopravovat na velké vzdálenosti, takže je lépe slámu lisovat do balíků, abychom zvýšili objemovou hmotnost slámy a tím lépe využili přepravní kapacitu dopravních prostředků. K dalším případům, kdy se nehodí sklizeň volně ložené slámy, patří přeprava slámy do podniků, které jí mají nedostatek např. z důvodu neúrody, nebo skladování slámy v krytých přístřešcích. V těchto případech je opět lepší slámu lisovat (MALEŘ, 1984).

2.7.2 Sklizeň lisované slámy

Sklizeň lisované slámy má dlouholetou tradici. Od nízkotlakých lisů přes středotlaké dospěl vývoj až k současným vysokotlakým lisům. Můžeme lisovat standardní balíky nebo velkoobjemové balíky. Standardní balíky jsou vhodné pro manipulaci v malých stájích. Avšak manipulace s těmito balíky probíhá zejména ručně. Pracnost tohoto postupu a nutnost lidské práce vedla k tomu, že se od lisování standardních balíků téměř upustilo. Nedostatky lisů na standardní balíky tak do značné míry odstranily lisy na velkoobjemové balíky válcové nebo hranolovité. (MALEŘ, 1984). S těmito balíky lze manipulovat pouze za pomoci mechanizace. Nejčastěji se balíky nakládají na odvozní prostředky pomocí traktorů s čelními nakladači nebo teleskopickými manipulátory opatřenými vhodnými adaptéry.

2.8 Sběrací lisy

Úkolem sběracích lisů je plynule sebrat ze shrnutých řádků zavadlý nebo častěji suchý stébelný materiál (píce, slámu, len), slisovat jej a svázat do stejných balíků, u kterých můžeme seřizovat velikost a míru slisovatelnosti. Balíky se buď uloží na strniště v požadovaném směru, nebo se naloží na dopravní odvozní prostředky. Balíky mohou být malé, hranolovité o hmotnosti 20 až 35 kg, umožňující ruční manipulaci. Dále pak válcovité – kruhového průřezu o hmotnosti 190 až 500 kg nebo hranolovité – čtvercového průřezu o hmotnosti 380 až 600 kg. Tyto balíky již vyžadují manipulaci pomocí mechanismů. Lisováním se zvýší objemová hmotnost materiálu. Úměrně s tím selepší využití nosnosti dopravních prostředků a skladovacích prostorů. Je usnadněna kontrola množství sklizeného materiálu (počítače balíků na lisech) a plánování spotřeby (NEUBAUER a kol., 1989).

Sbíraný a lisovaný materiál musí být rovnoměrně proschlý se sklizňovou vlhkostí u píce pod 15 %, u slámy pod 18 %, u uroseného lnu pod 16 %, jinak hrozí nebezpečí plesnivění. V nákladech na sklizeň pomocí sběracích lisů tvoří velkou položku náklady na motouz. Zbytky motouzu mohou způsobovat potíže v trávicím ústrojí zvířat nebo se mohou navíjet na hřídele následných strojů, například rozmetadel chlévské mrvy. V naší soustavě strojů se počítá s traktorovými návěsnými sběracími lisy na malé i velké balíky. Potřeba těchto strojů se kryje dovozem (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

Jako každá činnost má i lisování své výhody a nevýhody.

Výhody lisování:

- zvýšení objemové hmotnosti materiálu
- zlepšení využití nosnosti dopravních prostředků
- zlepšení využití skladovacích prostorů
- jednoduchá a snadná kontrola množství materiálu
- jednodušší manipulace s materiálem

Nevýhody lisování:

- vysoké investiční náklady na pořízení technologické linky
- navíjení zbytků motouzu a sítí na rotační části strojů pro zpracování půdy a aplikaci hnojiv
- zbytky polypropylenových motouzů a sítí zůstávají v půdě dlouhou dobu
- cena motouzu a sítí zvyšuje náklady na sklizeň
- zbytky motouzů a sítí mohou způsobovat potíže v trávicím ústrojí zvířat (FRÍD, 2015)

2.8.1 Agrotechnické požadavky na sběrací lisy

Základní agrotechnické požadavky na sběrací lisy je možno charakterizovat takto:

- stroje jsou určeny pro sklizeň píce a slámy i sklizeň uroseného lnu;
- pozemky mají být souvislé s rovným povrchem, možnost výskytu ojedinělých kamenů do 50 mm;
- svahová dostupnost u lisů na malé balíky je do 12°, u lisů na velké balíky kruhového průřezu při sklizni píce a slámy do 16°, u roseného lnu do 10°, u lisů na velké balíky čtvercového průřezu do 10°;
- výška strniště u píce 40 až 80 mm, u obilnin 100 až 200 mm, u lnu je žádoucí podsev;
- celková délka stébel a stonků u píce 0,15 až 1,2 m, u obilnin až 2 m, u lnu 0,7 až 1,2 m;

- šířka shrnutých řádků u píce a slámy do 1,8 m, výška řádků do 0,8 m, hmotnost materiálu na 1 m řádku do 6 kg. Šířka stužky uroseného lnu do 1,35 m, množství stonků v 1 m řádku 4500, kořenová nevyrovnanost ± 150 mm, odchylka stonků od kolmice na osu řádku max. $1,5^\circ$;
- vlhkost píce zavadlé max. 40 %, suché max. 20 %, slámy max. 25 %, uroseného lnu max. 16 %;
- šířka záběru sběracího ústrojí do 2,2 m;
- ztráty nesebráním u píce do 2 %, u slámy do 4 až 5 %, u lnu do 2 %;
- u lisů na malé balíky šířka balíků 0,32 až 0,46 m, výška balíků 0,4 až 0,5 m, délka balíků 0,4 až 1,1 m, hmotnost balíků píce a slámy 20 až 35 kg, slisovanost (objemová hmotnost) nad $125 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- u lisů na velké balíky kruhového průřezu při sklizni píce a slámy šířka balíků 1,2 až 1,5 m, průměr 0,6 až 1,8 m, hmotnost balíku píce nad 400 kg, slámy nad 190 kg, slisovanost píce nad $220 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, slámy nad $110 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Při sklizni lnu je šířka balíků 0,8 až 1,2 m, průměr balíků 1,2 až 1,8 m, hmotnost balíků 200 až 400 kg, slisovanost do $130 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- u lisů na velké balíky čtvercového průřezu je průřez balíků asi $1,2 \times 1,2$ m, délka balíků volitelná do 2,5 m, hmotnost balíku píce nad 500 kg, slámy nad 380 kg, slisovanost píce nad $160 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, slámy nad $120 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Požaduje se pravidelný tvar a stejná hmotnost balíků;
- u lisů na malé balíky je možné balíky spouštět skluzem na strniště v požadovaném směru, skluzem posouvat do strany do vedle jedoucího vozu, posouvat je dozadu do vozu přivěšeného za lis nebo je vrhačem balíků vrhat do zavěšeného velkoobjemového vozu. Délka vrhu balíků je až 8 m při výšce 3 m;
- u lisů na velké balíky kruhového nebo čtvercového průřezu je možno odkládat balíky na strniště nebo u lisů s balíky čtvercového průřezu na akumulční návěs připojený k lisu, který umožňuje akumulaci tří balíků, jež vyloží bez přerušování jízdy na okraji pozemku;
- u lisů na malé balíky se vyžaduje jako energetický prostředek traktor s výkonem 35 až 60 kW, u lisů na velké balíky kruhového průřezu traktor s výkonem

35 až 50 kW, u lisů na velké balíky čtvercového průřezu traktor s výkonem 110 až 120 kW;

- pracovní rychlost je 6 až 14 km.h⁻¹, dopravní rychlost nad 20 km.h⁻¹;
- výkonnost u lisů na malé balíky je až 2,5 ha.h⁻¹, u lisů na velké balíky kruhového průřezu při sklizni píce a slámy nad 1,5 ha.h⁻¹, při sklizni lnu 0,9 ha.h⁻¹, u lisů na velké balíky čtvercového průřezu nad 3 ha.h⁻¹;
- všechny lisy mají být vybaveny počítačem balíků. Lisy na velké balíky mohou být vybaveny zařízením na automatické seřizování lisovacího tlaku, signalizací velikosti balíků, signalizací prokládání motouzu a zásoby motouzu;
- všechny lisy musí vyhovovat předpisům o bezpečnosti práce a předpisům pro silniční provoz;
- počet obsluhujících jeden traktorista (NEUBAUER a kol., 1989).

2.8.2. Rozdělení sběracích lisů

Sběrací lisy se rozdělují nejčastěji podle těchto hledisek:

a) podle mobilnosti:

- stacionární
- mobilní, tzv. sběrací, které mohou být traktorové, zpravidla návěsné nebo samojízdné
- nesené například na sklízecí mlátičce

b) podle slisovanosti hmoty:

- nízkotlaké (objemová hmotnost 50 až 100 kg.m⁻³)
- vysokotlaké (objemová hmotnost 100 až 400 kg.m⁻³)

c) podle velikosti balíků jsou:

- na balíky malé, hranolovité, rozměrů (0,32 až 0,46) x (0,4 až 0,5) x (0,4 až 1,1) m a hmotnosti 20 až 35 kg
- na balíky velké, kruhového průřezu – válcovité o šířce 1,2 až 1,5 m, průměru 0,6 až 1,8 m a hmotnosti 190 až 500 kg

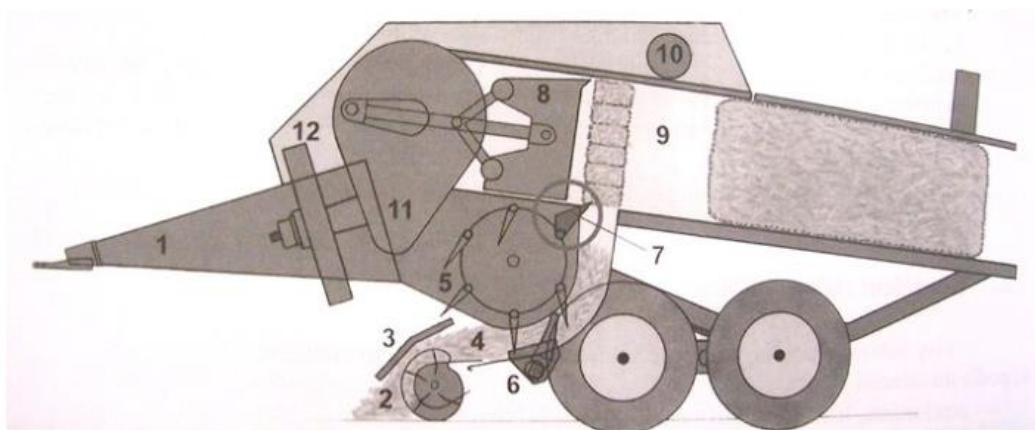
- na balíky velké, čtvercového průřezu – hranolovité o rozměrech 1,2 x 1,2 x (1,5 až 2,5) m a hmotnosti 380 až 600 kg
- na balíky zvláště velké o rozměrech 2 x 3 x 6 m a hmotnosti do 6000 kg

d) podle provedení lisovacího ústrojí jsou:

- pístové (kanálové), které jsou podle pohybu pístu buď s přímovratným pohybem pístu v kanálu podélně nebo příčně uloženém, nebo s kývavým pohybem pístu;
- svinovací (rolovací), které podle formování jádra balíku jsou buď s utuženým jádrem balíku, nebo s neutuženým jádrem balíku;
- briketovací (pístové, šnekové, prstencové)
- granulační (s prstencovou nebo plochou matricí) (NEUBAUER a kol., 1989 a KUMHÁLA a kol., 2007)

2.9 Sběrací lisy na hranolovité balíky

Sběrací lis uvedený na obrázku 4 se skládá z rámu s jednonápravovým nebo dvounápravovým podvozkem a závěsem (1), sběracího ústrojí (2), usměrňovacího krytu (3), plnicí komory (4) s pýchovacím (5) a řezacím (6) ústrojím a podavačem (7), z lisovacího ústrojí tvořeného pístem (8) a lisovací komorou (9), vázacího ústrojí (10), pohonů se setrvačníkem (12) a skříní s klikovým mechanismem (11) (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).



Obrázek 4 - Schéma sběracího lisu na hranolovité balíky: 1 – závěs, 2 – sběrací ústrojí, 3 – usměrňovací kryt, 4 – plnicí komora, 5 – pýchovací ústrojí, 6 – řezací ústrojí, 7 – podavač, 8 – píst, 9 – lisovací komora, 10 – vázací ústrojí, 11 – skříň s klikovým mechanismem, 12 – setrvačník, (zdroj: BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001, s. 84)

2.9.1 Princip funkce

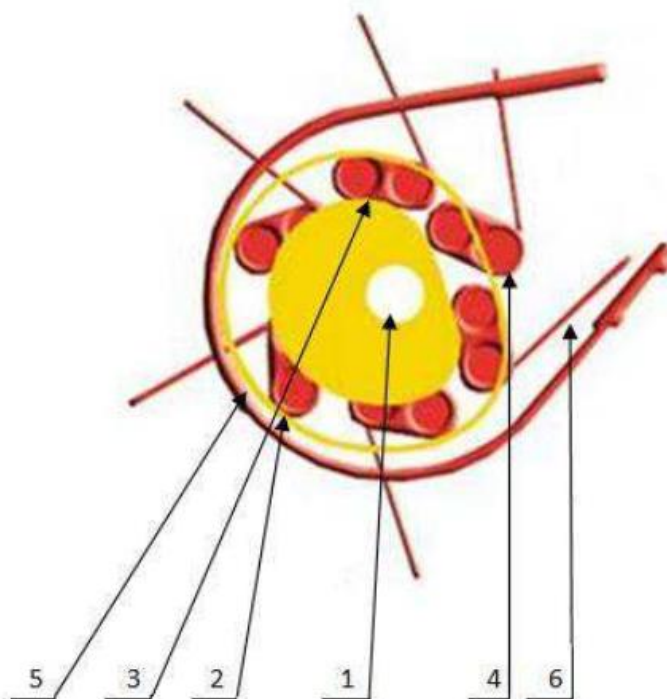
Bubnové sběrací ústrojí (2) má po obou stranách pomocné šnekové vkládače a výškově seřiditelná opěrná kolečka. Sbírá materiál ze řádku a dopravuje jej k ústí pěchovací komory (4), kde jej přebírá rotorové pěchovací ústrojí (5). Pěchovací ústrojí může být klikové, bubnové nebo rotorové. Zde se jedná o rotorové pěchovací ústrojí, kde jeho vedené pěchovací hrabice (5) pěchují materiál v plnicí komoře při jedné otáčce rotoru, než se odsune píst před šestou hrabicí, která je současně podavačem (7). Podavač najednou dopraví spěchovanou dávku do lisovací komory (9). Podavač umožňuje sbíraný materiál pěchovat na stejnou objemovou hustotu a tím umožňuje vytvářet rovnoměrně slisované balíky, i když se průřez sbíraného řádku mění. Při pěchování může být hmota řezána noži řezacího ústrojí (6), které jsou v jedné nebo ve dvou řadách. Řezaná hmota se snadno lisuje a k rozebrání balíku není třeba rozebírač. S kratší délkou řezanky se však zhoršuje soudržnost balíku a zvětšuje i energetická náročnost lisu. V lisovací komoře (9) se na kladkách pomocí klikového ústrojí pohybuje přímočarým vratným pohybem píst (8). Klikové ústrojí je poháněno od vývodového hřídele traktoru přes volnoběžnou a třecí spojku. Dále je zde ještě převodovka (11) a setrvačnick (12). Ten slouží k překonávání špičkových tlaků působících na píst při lisování. Na spodním čele pístu je uložen šikmý nůž, který je opatřen svislými drážkami pro průchod jehel vázacího ústrojí. Při pracovním zdvihu tlačí píst předpěchovanou dávku hmoty do lisovací komory, šikmým nožem odřízne o protibřit přesahující části a přitlačí ji na předchozí. Stěny a strop komory vytvářejí odpor a tím dochází ke slisování hmoty. V lisovací komoře obdélníkového nebo čtvercového průřezu jsou otvory, jimiž jsou přístupné stavěcí šrouby kladek a jejich držáků při centrování pístu. Stěny lisovací komory jsou opatřeny zpětnými přidržovači (KUMHÁLA a kol., 2007).

Hydraulický snímač, napojený na píst, uvádí pak do činnosti hydraulické válce, které regulují strany a strop lisovací komory. Obsluha může nastavit rozsah objemové hmotnosti tak, aby lisovací komora automaticky udržovala stejnou slisovanost balíků v různých podmínkách porostu a jeho vlhkosti. Hvězdicový kotouč umístěný nejčastěji v horní části lisovací komory odměřuje délku lisovaného balíku a následně uvádí do činnosti vázací ústrojí (BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER, 2001).

2.9.2 Hlavní části lisu na hranolovité balíky

2.9.2.1 Sběrací ústrojí

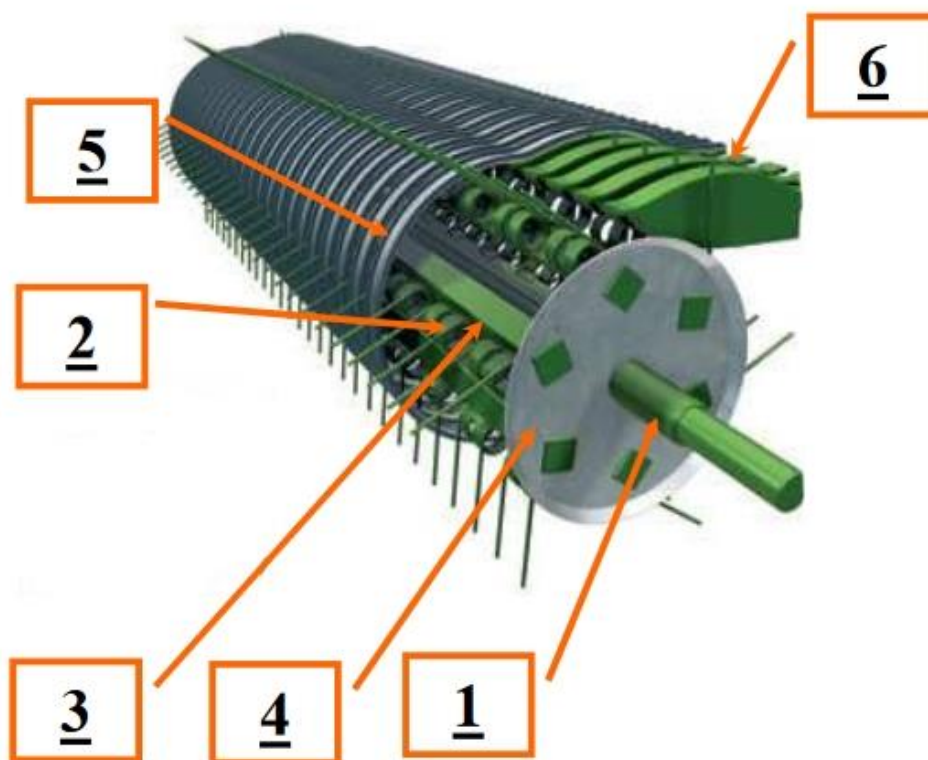
Používané sběrací ústrojí je stejné jako u sběracích vozů na slámu či seno. Bývá široké od 1,5 do 2,5 m v závislosti na velikosti použitého stroje. Úkolem sběracího ústrojí je posbírat materiál ze řádku, pokud možno s co nejmenšími ztrátami a dopravit ho do řezacího a pěchovacího ústrojí. Nejpoužívanějším typem sběracího ústrojí je bubnové sběrací ústrojí s vodící dráhou na obrázku 5 (FRÍD, 2013).



Obrázek 5 - Bubnové sběrací ústrojí s vodící dráhou: 1 – hnací hřídele s disky, 2 – kladička, 3 – klika, 4 – trubková hřídele, 5 – vodící dráha, 6 – pružný prst, (zdroj: FRÍD, 2013, s. 10)

Toto sběrací ústrojí se skládá z hnacího hřídele (1), která má na obou stranách pevně uložené disky na obvodě opatřené zpravidla čtyřmi ložisky, v nichž jsou volně uloženy trubkové hřídele s upevněnými pružnými prsty (6). Na jedné straně na konci trubkových hřídelí jsou upevněny kliky (3) s kladičkami (2), které jsou uloženy a vedeny ve vodící dráze (5) upevněné k bočnici. Vlivem tohoto uspořádání se prsty otáčejí kolem osy hřídele (1) a současně se pootáčejí kolem os trubkových hřídelí (4). V oblasti sbírání se kladičky odvalují po kruhové dráze a v oblasti předávání hmoty k další dopravě po zploštělé vodící dráze. Profil je volen tak, aby se prsty v této oblasti dobře z hmoty vysouvaly a nepřitlačovaly ji k plechovému krytu, jehož výřezy procházejí (FRÍD, 2013).

Dalším typem sběracího ústrojí, se kterým se můžeme setkat, je sběrací ústrojí bez vodící dráhy firmy KRONE na obrázku 6.

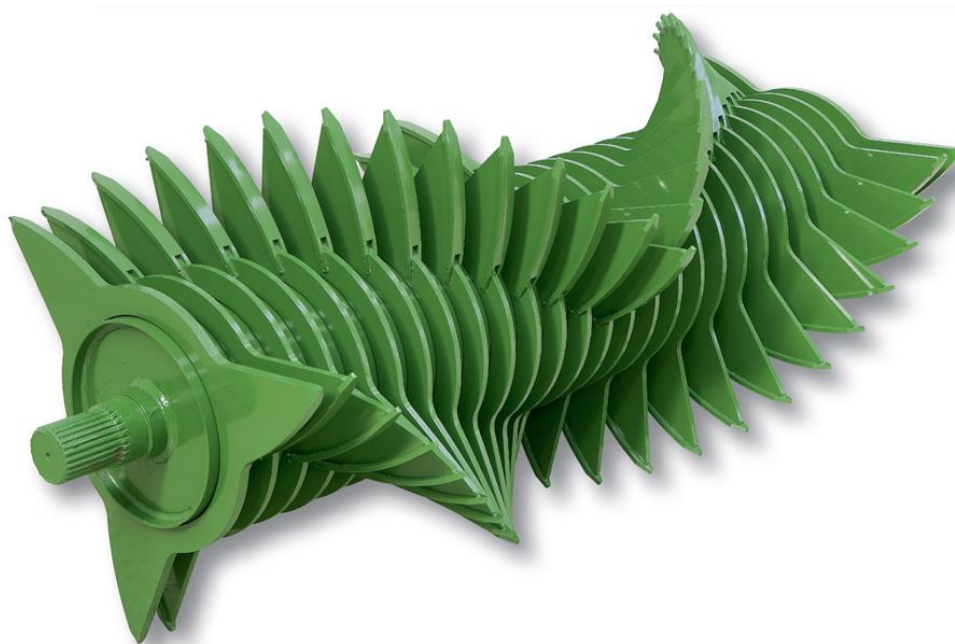


Obrázek 6 - Sběrací ústrojí bez vodící dráhy firmy KRONE: 1 – hnací hřídel, 2 – pružný prst, 3 – nosná tyč, 4 – bočnice, 5 – vodící plechy, 6 – výztuha krycích plechů, (zdroj: FRÍD, 2013, s. 11)

Základem tohoto řešení je šest řad prstů připevněných na nosných tyčích (3). Nosiče prstů pevně spojují bočnice (4) celého sběracího ústrojí, takže chybí vodící kulisa, ložiska a mazací místa. Stírání a posun píce z prstů (2) zajišťují tvarované pozinkované vodící plechy (5). Toto technické řešení zjednodušuje celý systém sbírání, umožňuje zvýšit otáčky sběracího ústrojí a tím i výkon řezání a zároveň snižuje opotřebení. Výška sběracího ústrojí je z boku nastavitelná pomocí děrovaného plechu s čepem. Dále sběrač podporují přidavná kolečka s pneumatikami, která zajišťují kopírování terénu a zabraňují prudkým nárazům prstů o zem. Zvedání a spouštění sběrače je ovládáno z kabiny řidičem (FRÍD, 2013).

2.9.2.2 Řezací ústrojí

Řezací ústrojí následuje ihned za sběracím ústrojím. Jeho úkolem je rozřezat sbíraný materiál tak, aby došlo co možná k nejeftivnějšímu napěchování a následně slisování v lisovací komoře. Řezací ústrojí je tvořeno tzv. spirálním rotorem (obrázek 7), který má na obvodu 3, 4 nebo 5 řad prstů uspořádaných do šroubovice. Další součástí mechanismu jsou řezací nože umístěné v nožových kazetách (zásuvkách), které je možné vysunout na bok stroje (obrázek 8). Spirální rotor při otáčení posouvá materiál ocelovými prsty. Hmota je následně řezána noži, které se zasouvají hydraulicky zespoda do mezer vkládacího kanálu a procházejí mezi prsty rotoru. Centrálním zapínáním skupin nožů do záběru měníme různé délky řezanky. Při kompletním počtu nožů je teoretická délka řezanky úměrná rozteči nožů, při polovičním počtu je délka dvojnásobná. Naopak při nulovém počtu nožů zůstává píce neporezaná. Proti mechanickému poškození při vniknutí cizího předmětu jsou nože chráněny pružinovou pojistkou pro každý nůž zvlášť (obrázek 9) (FRÍD, 2015).



Obrázek 7 - Spirální rotor řezacího ústrojí
(zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobni-program/lisy-na-velke-baliky/big-pack/krone-x-cut/>, „staženo dne: 21. 2. 2018“)



Obrázek 8 - Výsuvná kazeta s řezacími noži
(zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobni-program/lisy-na-velke-baliky/big-pack/krone-x-cut/>, „staženo dne: 21. 2. 2018“)



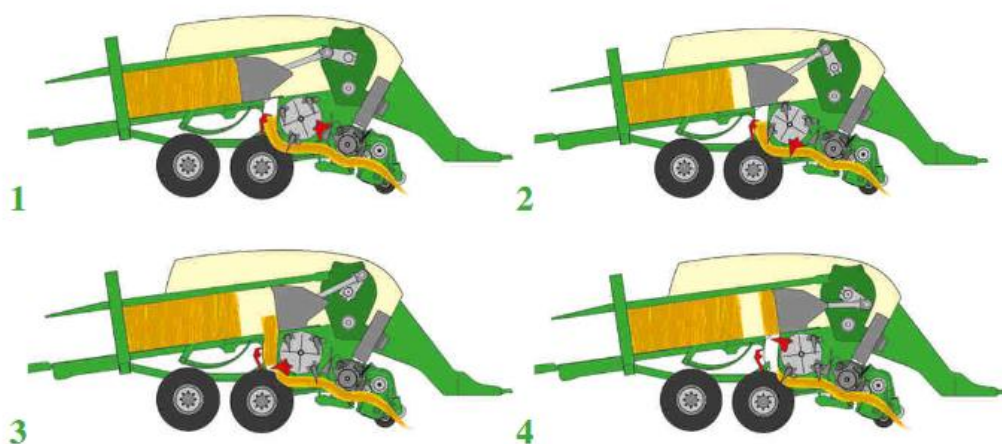
Obrázek 9 - Jištění řezacích nožů pružinami
(zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobni-program/lisy-na-velke-baliky/big-pack/krone-x-cut/>, „staženo dne: 21. 2. 2018“)

2.9.2.3 Pěchovací ústrojí

V pěchovacím ústrojí je materiál stlačován po malých dávkách přicházejících od vkládacího rotoru. Konstrukce pěchovacího ústrojí je podobná jako u sběracích vozů a může být hrabicová, bubnová nebo rotorová.

Systém VFS firmy KRONE na obrázku 10 pracuje se čtyřmi plnicími hrabicemi a jednou podávací hrabicí označenou červeně. Součástí systému je držák

předlisované hmoty rovněž označený červeně. Předlisování materiálu probíhá v dopravním kanálu plnicími hrabicemi, jejichž poloha je řízena společnou vodící drahou. Podávací hrabice řídí druhá vodící dráha. Dokud se vodící dráha podávací hrabice nenatočí, plnicí hrabice a podávací hrabice posouvají sklizený materiál souvisle do dopravního kanálu a primárně jej stlačují. Držák zadržuje píci pod lisovacím kanálem (obrázek 10-2). Teprve když je dopravní kanál plný, vyklopí se držák automaticky dozadu (obrázek 10-3). Uvolní tak průchod do lisovacího kanálu a současně aktivuje spojku. Spojka natočí kompletní vodící dráhu podávací hrabice, která dopraví shromážděný materiál do lisovacího kanálu (obrázek 10-4). Potom se držák a podávací hrabice automaticky vrátí do své výchozí polohy (obrázek 10-1) (FRÍD, 2015).



Obrázek 10 - Systém VFS od firmy KRONE: 1 – dopravní kanál uzavřený držákem předlisované hmoty, 2 – předlisování materiálu hrabicemi, 3 – dopravní kanál zaplněný, držák vyklopený mimo kanál, 4 – předlisovaný materiál je vkládaný do lisovací komory (zdroj: FRÍD, 2015, s. 8)

2.9.2.4 Vázací ústrojí

Vázací mechanismus u lisů na hranolovité balíky má tyto části:

- jehlu
- motouzovou svěrku
- uzlovač
- nůž
- hnací ozubený kotouč

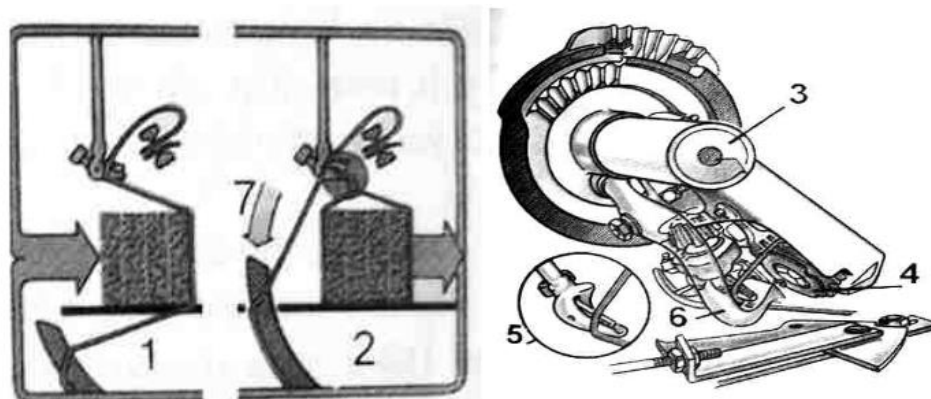
Jehla je uložena na hřídeli pod lisovacím kanálem. Její pohon je odvozen od hnacího hřídele vázacího mechanismu. Tento hřídel se v průběhu vázacího procesu jednou otočí a jehla se vysune, projde drážkou v pístu, vloží motouz do svěrky a vrátí se do výchozí polohy. Motouz je veden z vnitřku klubka přes motouzovou brzdu očky a drážkou v jehle (KUMHÁLA a kol., 2007).

Motouzová svěrka je tvořena kotoučky přitlačovanými k sobě seřiditelnou pružinou. Svěrka drží přední konec motouzu. Na motouz působí lisovaný materiál, vytahuje ho z klubka a motouz postupně obepne celý balík. Po příslušném impulzu vloží jehla do svěrky zadní konec motouzu a tím je celý balík ovázán. Nyní se vytvoří uzel, nůž odřízne motouz a ve svěrce zůstane opět přední konec motouzu, který je připraven ovázat další balík (KUMHÁLA a kol., 2007).

Uzlovač se začne otáčet teprve tehdy, když jsou ve svěrce sevřeny oba konce motouzu. Od spodní pevné čelisti se oddálí pohyblivý jazýček ovládaný pákou s kladičkou. Čelisti uchopí oba provázky a pevně je sevrou. Nyní, když je motouz sevřený ve svěrce i v uzlovači, je uzel z uzlovače stažen a tím je také utážen. Sevření čelistí uzlovače je seřiditelné (KUMHÁLA a kol., 2007).

Hnací ozubený kotouč je uložen na hnacím hřídeli vázacího mechanismu. Kotouč má poměrně velký průměr ve srovnání s pastorky uzlovače nebo svěrky. Uzlovač se však otáčí jako hnací hřídel o jednu otáčku a svěrka o 60° . Protože převod je dán poměrem počtu zubů, je na obvodě kotouče v jednom místě soustředěno několik zubů pro pohon uzlovače a několik zubů pro pohon člunku svěrky (KUMHÁLA a kol., 2007).

Tento druh vázacího mechanismu je označován jako Deering (obrázek 11). Dříve byl u nás rozšířen vázací mechanismus používaný firmou Cormick, který se liší tím, že se člunek svěrky otáčí okolo svislé osy a nůž je pevný. Zda byl při vázání použit systém Cormick nebo Deering se pozná podle konců oříznutého motouzu u uzlu na zavázaném balíku. Systém Cormick nechává konce s rozdílnou délkou, a naopak u systému Deering jsou oba oříznuté konce motouzu stejně dlouhé (KUMHÁLA a kol., 2007).



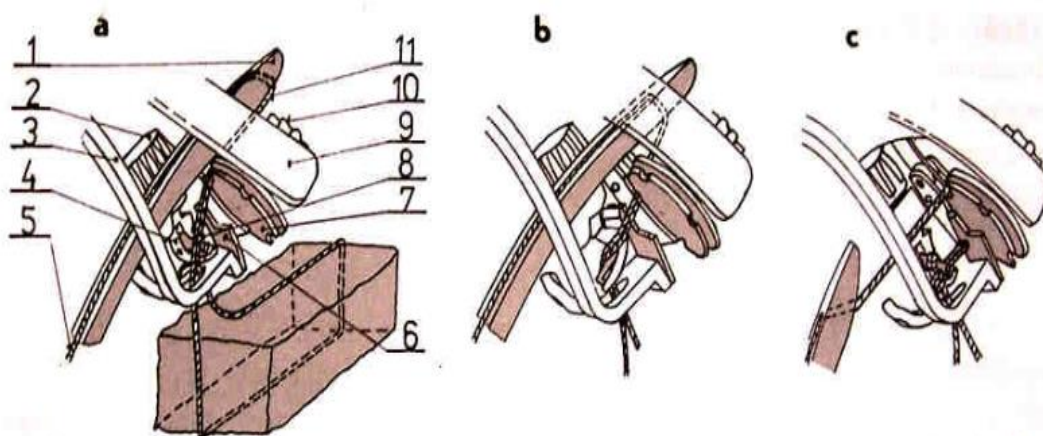
Obrázek 11 - Uzlovač typu Deering: 1 – tvoření balíku, 2- zavázání balíku, 3 – hřídel uzlovačů, 4 – svěrka, 5 – uzlovač, 6 – stahovač uzlů s nožkem, 7 – jehla
(zdroj: FRÍD, 2015, s. 9)

Zapínací mechanismus je složen z hvězdice, která svými hroty zapadá do posouvajících se balíků a tím se otáčí. Její pohyb se pomocí převodů přenáší ke spojce řešené jako tzv. jednojamkový automat. Jeho funkce spočívá v tom, že po zapnutí umožní pouze jedno otočení hřídele vázacího mechanismu a automaticky se vypne. Hřídel zajistí ve výchozí poloze. Převody lze měnit a tím seřizovat délku balíku. Nejčastěji to bývá dorazem seřiditelná délka tyče, do níž zapadá ozubený pastorek. Někdy je v pohonu vložena převodovka s výměnnými ozubenými koly (KUMHÁLA a kol., 2007).

Činnost vázacího mechanismu přibližuje obrázek 12. Z předešlého vázání balíků zůstal motouz (nyní přední konec) (8) sevřen v motouzové svěrce a uložen na výřezu motouzové svěrky (7). Lisováním se postupně vytváří balík a motouz jej obepíná. Po dosažení nastavené velikosti balíku dojde k uvedení vázacího mechanismu do činnosti. V 1. fázi (a) po zapnutí pohonu na vázací mechanismus přináší jehla (1), procházející zespodu drážkou v tělese pístu, druhou větev motouzu (11) do výřezu motouzové svěrky. Oba konce motouzu (povřísla) leží přes uzavřený vázací roubík (4) (KUMHÁLA a kol., 2007).

Ve 2. fázi (b) se pootočí kotoučky svěrky i vázací roubík. Pootočením kotoučků svěrky o jeden výřez se motouz sevře mezi ně a přítlačný segment. V této fázi vedou od svěrky tři motouzy: dva níže, ze kterých bude uzel, a třetí je vedený přes jehlu do klubka (konec 5). Tento konec bude předním koncem povřísla příštího balíku. Vázací roubík při svém otáčení (o 360°) nabírá oba motouzy na sebe a vytváří z nich smyčku. V poslední třetině otáčky se otevírá pohyblivá část čelisti roubíku, takže se oba motouzy (od svěrky) dostanou mezi jeho otevřenou čelisti. V závěru své otáčky,

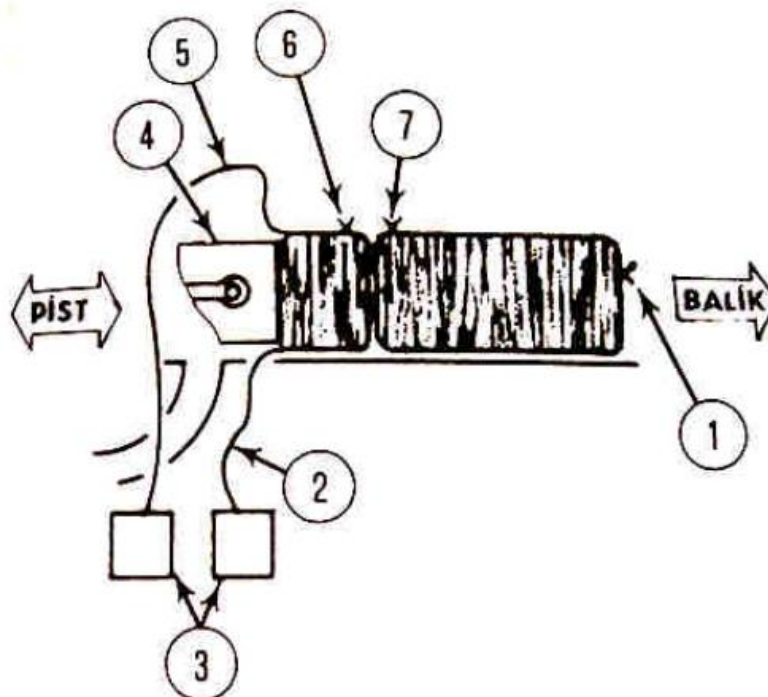
tj. ve 3. fázi (c), se roubík uzavírá a při tom se dá do pohybu stahovací rameno (3), které nejdříve nožíkem (6) odřízne oba motouzy od přidržovače. Při dalším svém pohybu stahovací rameno stahuje uzel z roubíku. Uzel vzniká tak, že se oba odříznuté konce sevřené v čelistech uzlovače provléknou vnitřkem smyčky vytvořené na roubíku. Oba konce zavázaného uzlu jsou stejně dlouhé. Jehla, která se v závěru 3. fáze vrací, současně ukládá do výřezu přední konec povřísla příštího balíku (KUMHÁLA a kol., 2007).



Obrázek 12 - Činnost vázacího mechanismu Deering: a – 1 – vázací jehla, 2 – pastorek, 3 – stahovací rameno, 4 – uzlovač, 5 – provázek vedoucí do motouzové schránky, 6 – nožík, 7 – motouzová svěrka, 8 – přední část motouzu, 9 – těleso vázacího mechanismu, 10 – pastorek motouzové svěrky, 11 – druhá větev provázku, b – druhá fáze tvorby uzlu, c – třetí fáze tvorby uzlu (zdroj: KUMHÁLA a kol., 2007, s. 271)

U lisů na velké hranolovité balíky se v současnosti nejčastěji setkáme se systémem dvojího vázání nazývaném Heston (obrázek 13). Od běžného jednoduchého vázání se liší tím, že na jednom povříslu vznikají současně dva uzly — na počátku nového balíku (6) a na konci při zavazování předchozího balíku (7). Motouz není během formování balíku držen v motouzové svěrce, ale odvíjí se v jedné větvi pod a v jedné nad balíkem. Nad balíkem se motouz (5) provléká přes napínací systém umístěný na horní části stroje a pro dolní stranu balíku se motouz (2) provléká přes napínací systém na dolní části stroje. Motouzy se před započítím lisování prvního balíku musí na začátku balíku svázat ručně na uzel (1). Dvojí vázání tak vyžaduje dvě klubka motouzu (3) pro každý uzlovač a jehlu vázacího ústrojí. Dále vyžaduje dvě po sobě následující otočení vázacího mechanismu na konci stávajícího a na začátku dalšího balíku. Činnost vázacího ústrojí je prakticky stejná jako u jednoduchého typu, jen je nutné na konci vytvořit dva uzly. Vázací mechanismus je u dnešních lisů během

provozu automaticky čištěn od lisované hmoty odlétávající z lisovací komory stlačeným vzduchem (BŘEČKA, BERNÁŠEK, MAŠEK, 2001).



Obrázek 13 - Schéma dvojitého vázání Heston: 1 – uzel, 2 – spodní motouz, 3 – klubka motouzu, 4 – píst, 5 – horní motouz, 6 – nový balík, 7 – předchozí balík (zdroj: BŘEČKA, BERNÁŠEK, MAŠEK, 2001, s. 97)

Zvláštností při vázání balíků je pak systém MultiBale od firmy KRONE. Jedná se o jedinečný systém vázání, kdy v jednom velkém balíku může být až 9 malých samostatných balíků (obrázek 14). Při sklizni si řidič na ovládacím terminálu navolí kromě délky velkého balíku (od 1,00 m až do 2,70 m) i počet malých balíků (od 0,30 m až do 1,35 m). jednotlivé malé balíky se pak vážou dvěma motouzy a společný celý balík třemi, resp. čtyřmi motouzy podle velikosti lisu. Neznamená to ovšem, že lis vždy lisuje malé balíky do jednoho velkého. Pokud je potřeba, lisuje pouze jeden velký balík svázaný pěti, resp. šesti motouzy (<http://landmaschinen.krone.de>).



Obrázek 14 - Systém MultiBale firmy Krone
 (zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobni-program/lisy-na-velke-baliky/big-pack/krone-multibale/>, „staženo dne: 25. 2. 2018)

V režimu MultiBale vážou dva uzlovače malé balíky a ostatní velký balík. Umožňuje to dělené jehlové vahadlo. Pomocí řízené západky se obě vahadla spojí nebo rozdělí. Jelikož uzlovač pracuje pouze při zavedení motouzu, jsou motouzy bez dotyku vedeny zesponu skrze uzlovače. Malé balíky jsou svazovány pouze dvěma motouzy. Na konci procesu lisování se obě vahadla automaticky spojí a motouz se tak zavede do všech uzlovačů. Na závěr se pevně sváže velký balík (<http://landmaschinen.krone.de>).

2.10. Lisy na válcové balíky

Sběrací lisy na válcové balíky nejsou tolik rozšířené jako lisy na hranolovité balíky. Jejich počet se však začíná rok od roku zvyšovat. Výhodou je nižší pořizovací cena oproti lisům na velké hranolovité balíky, jednodušší konstrukce stroje, nižší náročnost na výkon traktoru (požadovaný výkon od 25 do 65 kW). Nevýhodou jsou méně skladné balíky oproti hranolovitým. Při skladování válcových balíků vznikají hluchá místa, tudíž můžeme uskladnit menší množství materiálu. Také slisovanost válcových balíků je nižší oproti hranolovitým. Další nevýhodou je možné nerovnoměrné slisování balíku při užších řádcích, než je lisovací komora. Nesprávně slisovaný balík má pak negativní vliv na kvalitu uskladněné píce či slámy, zvláště při tvorbě senáže, kde je nezbytné, aby bylo ve slisované hmotě co nejméně vzduchu.

Válcové balíky mají většinou objem 0,6 až 3 m³ a hmotnost 180 kg slámy, až k 580 kg u zavadlé pícniny. Objemová hmotnost slisované slámy je 130 kg.m⁻³ až 390 kg.m⁻³ u zavadlé píce. Lisy na válcové balíky mají záběr sběracího ústrojí 1,4 až 2,2 m a výkonnost 10 t.h⁻¹ při lisování slámy a až 22 t.h⁻¹ při lisování zavadlé píce (FRÍD, 2015).

Sběrací lisy na válcové balíky dělíme na:

- lisy s pevnou lisovací komorou
- lisy s variabilní lisovací komorou
- lisy s pevnou – částečně proměnnou lisovací komorou

Na rozdíl od lisů na hranolovité balíky musí obsluha po každém vytvoření balíku stroj zastavit, uvést do chodu vázací ústrojí a balík odložit zadní výklopnou částí na pole. To znamená, že čas strávený na poli je delší než při použití pístových lisů (FRÍD, 2015). Existují i lisy kontinuální bez zastávky stroje jako např. KRONE Ultima s baličkou na obrázku 15.



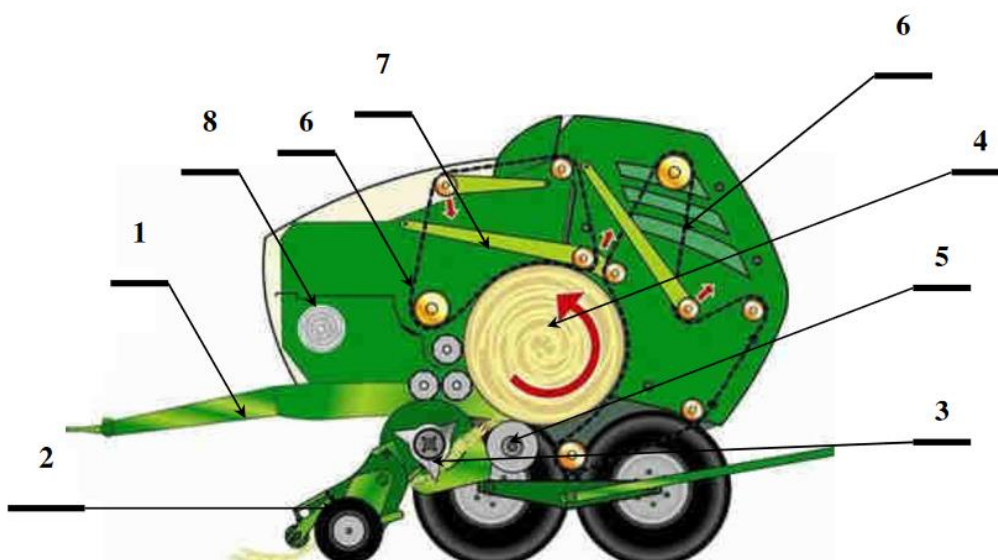
Obrázek 15 - Kontinuální lis na válcové balíky KRONE Ultima s baličkou (zdroj: <https://www.tradefarmmachinery.com.au/reviews/1601/krone-ultima-cf-155-xc-continuous-round-baler-review>, „staženo dne: 25. 2. 2018“)

Kontinuální použití umožňuje zásobní komora (obrázek 16), která během fáze ovíjení a předávání balíku hromadí a částečně lisuje píci. Počet slisovaných balíků za hodinu se v porovnání se známými postupy lisování a balení válcových balíků zvýší až o 50 % (<http://landmaschinen.krone.de>).



Obrázek 16 - Zásobní komora lisu KRONE Ultima
 (zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobní-program/krone-lisy-na-valcove-baliky/ultima/jedinecny-pouze-od-krone/>, „staženo dne: 25. 2. 2018“)

2.10.1 Lisy na válcové balíky s variabilní lisovací komorou



Obrázek 17 - Lis na válcové balíky s variabilní lisovací komorou: 1 – rám, 2 – sběrací ústrojí, 3 – vkládací válce, 4 – svinovací komora, 5 – pohyblivé dno, 6 – svinovací pásy, 7 – napínací mechanismus, 8 – vázací mechanismus, (zdroj: FRÍD, 2015, s. 14)

Lis na válcové balíky s variabilní lisovací komorou na obrázku 17 se skládá z rámu (1) s jednoúpravovým podvozkem a závěsem, sběracího mechanismu (2) stejného typu jako u lisu na hranolovité balíky, vkládacích válců (3), řezacího ústrojí, svinovací komory (4) s výklopnou zadní částí, pohyblivého dna (5), svinovacích pásů (6), napínacího mechanismu (7) a z vázacího mechanismu (8). Píce je z řádku sbírána

sběracím zařízením (2) a materiál přebírá vkladací ústrojí (3), které umožňuje kromě vkládání materiálu do lisovací komory i pořezání materiálu. Řezací mechanismus je opět stejný jako u lisů na hranolovité balíky. Po vstupu do lisovací komory (4) dochází za součinnosti pohyblivého dna (5) a pohybujících se svinovacích pásů (6) k vytvoření jádra balíku. Jádro se otáčí ve směru šipky a zespodu se na něj navíjí vrstva nově přichozí hmoty. Pásky jsou poháněné a současně napínané soustavou pružin, tj. napínacím mechanismem. Proto se říká, že balíky mají utužené jádro. Téměř konstantní lisovací tlak zajišťuje napínací mechanismus (7), skládající se z ocelových ramen a pružin, který se stará o napínání nekonečných pásů (6). Pásky se postupně prodlužují a mění tak objem lisovací komory. (FRÍD, 2015). Nejčastěji se používají nekonečné gumové pásky (obrázek 18) nebo příčkový dopravník NovoGrip od firmy KRONE (obrázek 19).

Tlak může být řízen hydraulicky a lze jej nastavit uživatelem z kabiny řidiče prostřednictvím řídicí jednotky. Díky pružinám a jejich předpětí, lze nastavovat průměr balíku od 60 do 200 cm. Proces tvorby balíku je ukončen v okamžiku dosažení patřičného slisování a zvolené velikosti balíku zvukovým signálem, který obdrží obsluha traktoru. Ta zastaví pojezd stroje a spustí vázání. Při otáčejícím se balíku v lisovací komoře se na jeho obvod začne navíjet provázek nebo síť. Vázání je řízeno obsluhou nebo se provádí automaticky. Po svázání se zastaví navíjení provázku nebo sítě na obvod balíku a dojde k jejímu přeříznutí. Následně se vypne pohon lisu, hydraulicky se otevře zadní část lisovací komory a balík se odloží na strniště (FRÍD, 2015).

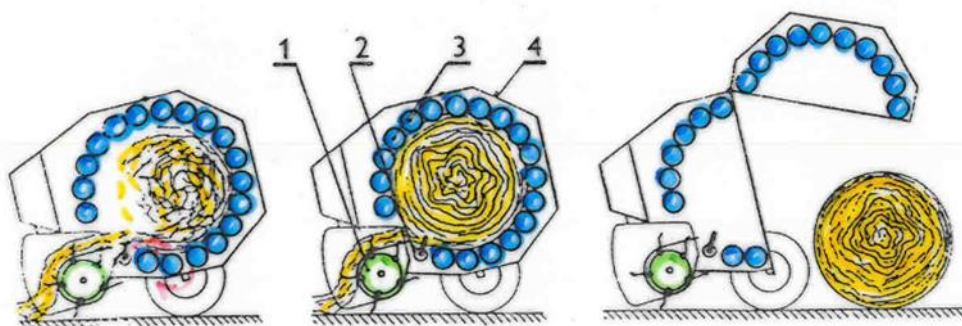


Obrázek 18 - Nekonečné gumové pásky v lisovací komoře
(zdroj: https://www.poettinger.at/cs_cz/Produkte/Detail/345/impress-v-s-variabilni-lisovaci-komorou, „staženo dne: 25. 2. 2018“)



Obrázek 19 - Příčkový dopravník KRONE Novogrip
 (zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobni-program/krone-lisy-na-valcove-baliky/comprima/novogrip/>, „staženo dne: 25. 2. 2018“)

2.10.2 Lisy na válcové balíky s pevnou lisovací komorou



Obrázek 20 - Lis na válcové balíky s pevnou lisovací komorou: 1 – sběrací ústrojí, 2 – vkládací válec, 3 – svinovací válce, 4 – zádňní část lisovací komory, (zdroj: FRÍD, 2015, s. 17)

Hlavní části lisu s pevnou lisovací komorou (obrázek 20) jsou téměř shodné s lisem s proměnnou lisovací komorou. Liší se pouze provedením lisovací komory. Není zde napínací mechanismus pro napínání pásů nebo pásových dopravníků. Lisovací komora je tvořena nejčastěji kovovými profilovými válci na obvodu svinovací komory (obrázek 21), pásovými dopravníky stejně u lisů s variabilní komorou nebo válečkovými dopravníky (obrázek 22). Materiál je zpočátku formován volně, jádro balíku není stlačováno, říkáme tedy, že balíky mají neutužené jádro. Postupným hromaděním materiálu dochází k vyplnění lisovací komory a k rotaci hmoty. Jakmile se začne pohybovat po válcích po obvodu komory, začíná proces lisování. Slisovanost

tedy roste od středu po obvod balíku, kde je největší. Celková hmotnost a slisovanost balíků je nižší než u lisů s variabilní lisovací komorou (FRÍD, 2015).



Obrázek 21 - Pevné profilové válce v lisovací komoře
(zdroj: <http://www.unimarco.cz/25810-lis-diavel>, „staženo dne: 25. 2. 2018“)

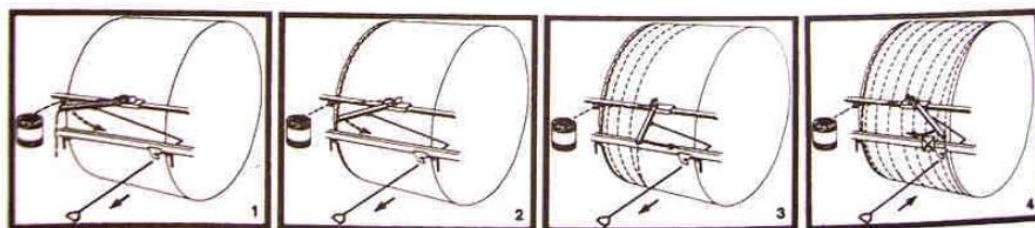


Obrázek 22 - Válečkový dopravník v pevné lisovací komoře
(zdroj: <http://landmaschinen.krone.de/%C4%8Desky/vyrobni-program/krone-lisy-na-valcove-baliky/bellima/prickovy-retezy-dopravnik/>, „staženo dne: 25. 2. 2018“)

2.10.3 Vázací ústrojí lisů na válcové balíky

Po slisování balíku zahlásí řídicí jednotka obsluze lisu zvukovým signálem, aby zastavila pojezd lisu a spustila vázání balíku prostřednictvím řídicího panelu. To může být u svinovacích lisů provedeno buď sítí, motouzem, nebo kombinací

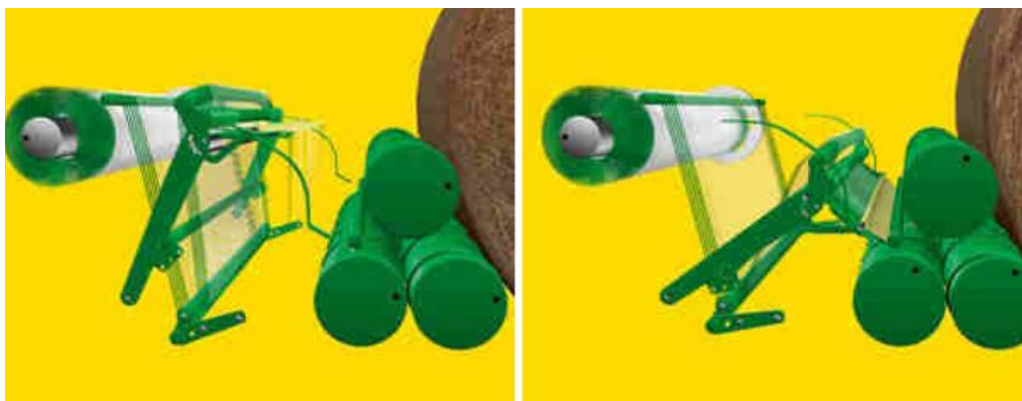
obojího. Princip činnosti ovazování balíku pomocí motouzu je znázorněn na obrázku 23.



Obrázek 23 - Princip ovazování válcového balíku, (zdroj: BŘEČKA, BERNÁŠEK, MAŠEK, 2001, s. 100)

Po zastavení traktoru a spuštění vázání se trubka nesoucí konec motouzu na obrázku 23-1 vykloní směrem k rotujícímu balíku. Konec motouzu je zachycen mezi balíkem a lisovacím pásem (válcem) a začíná proces ovazování. Během 2 až 3 vteřin se motouz omotá asi 2 až 3krát kolem balíku (obrázek 23-2). Poté se trubka začne pohybovat podél balíku a měnit tak pozici motouzu, čímž se začíná ovazovat celý obvod balíku, což probíhá zhruba 15x (obrázek 23-3). Poté se trubka s motouzem dostane na druhý konec balíku, kde se opět provedou zhruba 2 až 3 otáčky ovázáním. Po dokončení vázání se motouz odřízne nožem instalovaným na liště (obrázek 23-4). Dnes již nabízejí výrobci dvojité vázání, tzn. mechanismus se dvěma trubkami s konci motouzů, takže se čas potřebný k ovázání balíku se zmenší na polovinu (BŘEČKA, BERNÁŠEK, MAŠEK, 2001).

Princip činnosti ovazování balíku pomocí sítě je zřejmý z obrázků 24 a 25. Poloha na začátku vázání je zobrazena na obrázku 24 vlevo. Při lisování je přidržovací plech téměř nahoře. Volný konec sítě drží zuby přidržovacího plechu a síť přečnává cca o 20 cm. Nůž je ještě v řezací poloze. Brzda sítě je utažená. Poloha při zavádění sítě do lisovací komory je na obrázku 24 vpravo. Pro zavedení sítě není nutný přísun píče sběracím ústrojím, protože síť se podává přímo do lisovací komory. Přitom ji zachytí zuby přidržovacího plechu, přivedou ji k zaváděcímu válci a tam síť předají k aktivnímu zavedení do komory. Tento pohyb řídí kulisa poháněná elektromotorem. Zaváděcí válec potom přejímá další transport sítě, dokud síť vedenou mezi lisovacími válci nezachytí balík a nevtáhne ji do lisovací komory. Brzda sítě je uvolněná, nůž je vyklopený (FRÍD, 2015).



Obrázek 24 - Ovazování balíku do sítě – začátek: vlevo – poloha na začátku vázání, vpravo – zaváděcí poloha, (zdroj: FRÍD, 2015, s.22)

Poloha při vázání je zobrazena na obrázku 25 vlevo. Kulisa posune plech zpět do vázací polohy. Brzda napne síť, nůž je vyklopený. Balík vtahuje síť přes prostírač a přidržovací plech se vysune úplně nahoru. Aktivuje se západka řezacího zařízení. Nůž se sklopí na napjatou síť a ta se odřízne (FRÍD, 2015).



Obrázek 25 - Ovazování balíku do sítě – dokončení: vlevo – vázací poloha, vpravo – poloha při odříznutí, (zdroj: FRÍD, 2015, s.23)

2.11 Prachové částice

2.11.1 Prach

Prach se vyskytuje v podstatě téměř v každém prostředí na Zemi. Jsou to hmotná tělesa (částice) velmi malých rozměrů, libovolného tvaru, objemu, délky a šířky, plochy, chemického složení, struktury nebo hustoty. Hmotná tělesa mohou být ve třech stavech (skupenství): pevném, kapalném a plynném. Prachem lze nazvat pevné částice, které jsou menších objemů než zrna, z nichž se mohou vytvořit dělením. Proces dělení zrn na prach, resp. vznik prachových částic je závislý na mnoha faktorech (fyzikálních a chemických), jedná se například o drcení, broušení, odlupování, přeměnu spalováním apod. (CELJAK, 2015).

Některé prachové částice jsou uloženy trvale na svém místě vzniku, jiné mění svoji polohu působením rozmanitých vlivů. Například vlivem proudu vody po zemském povrchu (vodní eroze půdy a abraze hornin) nebo ve spodních vodách, další mění svoji polohu vlivem proudění vzduchu (větrná eroze půdy a staveb), vlivem gravitace, vlivem rozmanitých sil, které mají svůj původ v přírodě (tzv. přirozené, například prach ze sopečných výbuchů), v rozmanité lidské činnosti (tzv. umělé částice), například pracovní technologie (dobývání nerostných surovin, broušení, zemědělská činnost, stavebnictví apod.), doprava, spalování nebo také působení flóry (například rozpad suchých dřevin, resp. bylin), fauny (například odlupování pokožky, rozpad peří, rozpad trusu, výskyt mikroorganismů v ovzduší) a lidské produkce (prach z textilních látek, stavební výroba – cement, prášková pojiva, zemědělská a chemická výroba atd.). Zmíněné vlivy lze nazvat zdroji prachových částic (CELJAK, 2015).

2.11.2 Prašnost

Prašností se rozumí stav, kdy je ovzduší znečištěno rozptýlenými hmotnými částicemi nebo aerosoly. Podle mechanismu vzniku je znečištění tvořeno částicemi pevných materiálů, kouřem ze spalování organických hmot nebo dýmem vznikajícím oxidací anorganických látek. Velikost těchto částic je od 1 nm do 100 μm . Pro jejich měření se používá vyjádření v hmotnostní, nebo početní koncentraci.

Při tepelných procesech (spalování organických látek) vzniká kouř s částicemi o velikosti 0,01 až 0,5 μm , při chemických oxidačních procesech (svařování) se uvolňuje dým s částicemi o velikosti 0,1 až 1 μm (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

2.11.3 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu vzniká vyrovnáváním různých tlaků, které bývají nejčastěji následkem teplotních rozdílů v ovzduší. Tlakové rozdíly nejsou vždy shodné. Jsou vyvolány důsledkem rozmanitého oteplování povrchu Země, rozdílnou vlhkostí a vlivem dalších příčin. Vzduch proudí vždy z místa vyššího tlaku do místa nižšího tlaku. V prostoru může postupovat všemi směry. Nejčastější příčinou tlakových rozdílů je, že se některá část zemského povrchu ohřeje více než její okolí. Nad teplejším povrchem stoupá ohřátý vzduch do výšky a na jeho místo proudí chladný vzduch (má vyšší hustotu, je tedy těžší). Pohyb vzduchu souvisí s termickou konvekcí. Termická konvekce uvádí vzduch převážně do vertikálního směru

ve velkých objemech a na velkých plochách (pohyb atmosférické fronty). Působí zpravidla v delším časovém úseku (CELJAK, 2015).

Proudění vzduchu místního charakteru může být maloplošné (průvan v místnosti, vítr působící lokálně, například horský, údolní, pobřežní), kdy vzduch obdrží určitý impuls k pohybu. Impulsem může být mechanické působení (lopatky ventilátoru, kola automobilu, kotouč řezacího zařízení, brusného zařízení, pády surovin z násypek apod.) nebo také mohou hrát roli místní teplotní rozdíly (teplotní rozhraní mezi betonovou plochou na slunci a plochou zastíněnou stromy), teplotní rozdíly způsobené zdrojem tepla, zpravidla z procesu spalování (například stoupající kouř z komína nebo nad otevřeným ohněm v přírodě). Působí zpravidla v krátkém časovém úseku, resp. v přesně ohraničené (plánovitě vymezené) době. Do skupiny místního charakteru lze zařadit také proudění větru mezi horskými masívy, které uzavírají na jedné straně údolí mezi nimi, a také vznikající oblast bouřek, kdy se nárazovitě zvýší rychlost proudění větru (CELJAK, 2015).

Umělý zdroj proudění vzduchu působí na vzduch zpravidla silou pracovního adaptéru (rotační nebo přímočarý vratný pohyb), který mu udělí zrychlení a směr pohybu v závislosti na velikosti a směru působící síly. Pohyb vzduchu je buď vázaný (omezený) nebo nevázaný, resp. volný. Volný pohyb vzduchu je takový, kdy na vzduch působí vnější síla a jinak není jeho pohyb dále omezen. Vázaný pohyb vzduchu je takový, kdy musí vzduch proudit pouze ve vymezeném prostoru (například v potrubí) (CELJAK, 2015).

Pohyb vzduchu na malé ploše mohou vyvolat také pády některých břemen (například pád stromu na pevný povrch), činnost strojních zařízení (kompresor, ventilátor) nebo pokud vzduch uniká (regulátor tlaku) mimo stroj do místa, kde jsou volně uloženy prachové částice. Pád břemen může být také prvotním impulsem pro vzhon prachových částic, které se dalším prouděním mohou dopravit i na velkou vzdálenost několika kilometrů (CELJAK, 2015).

Čím je rychlost proudění vzduchu vyšší, tím se do ovzduší může dostat více prachových částic shodných vlastností. To samé platí i o velikosti částic. Čím vyšší je rychlost proudění vzduchu, tím se do ovzduší dostane více větších částic. Uvedené platí samozřejmě za předpokladu, že prachové částice „jsou k dispozici“. Také vzdálenost, do které se mohou prachové částice od zdroje vzduchem šířit, je různá,

záleží opět na několika faktorech, které délku trasy ovlivní (především hmotnost částic a vliv prostředí) (CELJAK, 2015).

Při odhadu rychlosti proudění vzduchu (větru) se lze orientovat podle projevů, které jsou patrné v přírodním prostředí (například vlny na vodní hladině, kývání větví a stromů, kouře, pohybu prachových a jiných částic apod.) (CELJAK, 2015).

2.11.4 Limitní hodnoty prachových částic

Hodnotí se emisní a imisní limity. Emisí se rozumí vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí. Imisí se rozumí znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek.

Emisním limitem se rozumí nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje.

Emisní limity se dělí na:

- obecné emisní limity stanovené prováděcím právním předpisem pro znečišťující látky a jejich skupiny;
- specifické emisní limity stanovené prováděcím právním předpisem nebo v povolení podle Zákona č. 87/2014, o ochraně ovzduší, §11 odst. 2 písm. d) pro stacionární zdroj.

Imisním limitem se rozumí nejvýše přípustná úroveň znečištění stanovená Zákonem č.87/2014, o ochraně ovzduší. Imisní limity a přípustné četnosti jejich překročení jsou uvedeny v příloze č. 1 k tomuto zákonu (tabulka 5) (CELJAK, 2015).

Tabulka 5 - Imisní limity pro ochranu zdraví, (CELJAK, 2015)

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		Imisní limit [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] LV
		Dolní LAT	Horní UAT	
SO ₂	1 hodina	—	—	350 max. 24x za rok
	24 hodin	50 max. 3x za rok	75 max. 3x za rok	125 max. 3x za rok
NO ₂	1 hodina	100 max. 18x za rok	140 max. 18x za rok	200 max. 18x za rok
	kalendářní rok	26	32	40
PM ₁₀	24 hodin	25 max. 35x za rok	35 max. 35x za rok	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	20	28	40
PM _{2,5}	kalendářní rok	12	17	25
Pb	kalendářní rok	0,25	0,35	0,5
CO	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	5 000	7 000	10 000
Benzen	kalendářní rok	2	3,5	5

Imisní limity jsou závazné pro orgány ochrany ovzduší při výkonu jejich působnosti podle tohoto zákona.

2.11.5 Zdroje prachových částic

Podle původu lze zdroje pevných částic (s čímž souvisí znečištění ovzduší) rozdělit na antropogenní a přírodní. V mnoha případech lze vystopovat také kombinované zdroje pevných částic.

Antropogenní zdroje vznikají rozmanitou lidskou činností. Největší antropogenní zdroje nečistot v ovzduší (i jedovatých) představují spalovací procesy, které jsou nezbytnou součástí technologických činností při výrobě tepelné energie v teplárnách, využívajících spalování pevných paliv, při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách na pevná paliva, při pohybu dopravních zařízení (zejména motorová vozidla, letadla, některé vlaky) na dopravních trasách, využívajících energii ze spalovacích procesů v motorech, při technologických činnostech manipulačních zařízení (nakladače, jeřáby, zdvižné vozíky, dopravníky), jejichž pracovní adaptéry jsou poháněné spalovacími motory, při pohonu speciálních strojních zařízení ve všech oblastech výroby a služeb (včetně komunální sféry, zemědělské a lesnické výroby), při dobývání a úpravě nerostných surovin (explozivní rozpojování, drtiče a třídíče kameniva) a v ostatních doprovodných činnostech, které tvoří servisní činnost ve prospěch lidské společnosti (například při zimní údržbě posypem silnic a chodníků, používáním rozmanitých sprejů, aplikací nátěrů a impregnací, používáním rozpouštědel, zrání skládek komunálního odpadu, z nichž se uvolňuje metan apod.) (MONARCA et. al., 1997).

Antropogenním zdrojem jsou také částice, které vznikají větrným odnosem ze stavenišť, ze skládek stavebních surovin, z demolovaných staveb, z nezpevněných polních cest a z obdobných míst, která vznikla v důsledku lidské činnosti. Podle polohy vzniku prachových částic lze rozdělit zdroje na stacionární a mobilní. Stacionární zdroje se v prostoru nepohybují a jsou v konstantní poloze na zemském povrchu a souřadnice jsou neměnné. Mobilní zdroje mění souřadnice polohy (MONARCA et. al., 1997).

Mobilními zdroji znečišťování ovzduší, podle Zákona 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší, jsou samohybná a další pohyblivá, případně přenosná zařízení vybavená spalovacími motory znečišťujícími ovzduší, pokud tyto motory slouží k vlastnímu pohonu nebo jsou zabudovány jako nedílná součást technologického vybavení. Zákon za tyto zdroje považuje dopravní zařízení (silniční vozidla, drážní vozidla, letadla

a plavidla, nesilniční mobilní stroje (kompresory, vysokozdvížené vozíky, dozery, pojízdné zdvihací plošiny, zemědělské a lesnické stroje) a přenosná nářadí vybavená spalovacím motorem (pily, sbíječky, řezačky a jiné obdobné stroje) (CELJAK, 2015).

Stacionárními zdroji znečišťování ovzduší, podle Zákona č. 87/2014 o ochraně ovzduší, jsou zařízení spalovacího nebo jiného technologického procesu, která znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší, dále šachta, lom a jiná plocha s možností úletu znečišťujících látek, jakož i plocha, na které jsou prováděny práce nebo činnosti, které způsobují nebo mohou způsobovat znečištění ovzduší, dále sklad a skládka paliv, surovin, produktů, odpadů a další obdobné zařízení nebo činnost (CELJAK, 2015).

Na základě uvedených definic je například stacionárním zdrojem pole, na němž je prováděna zemědělská činnost mobilním sklizňovým strojem nebo strojem pro předset'ovou přípravu půdy. Stacionárním zdrojem jsou také dopravní trasy s prašným povrchem, na nichž se pohybují dopravní zařízení. Negativní dopad na životní prostředí, resp. na člověka nemají pouze velké a trvalé zdroje znečištění (viz režim Integrované prevence a omezování znečištění – Integrated Pollution and Control IPPC, resp. Zákon č. 87/2014, o ochraně ovzduší, který reaguje na velké stacionární zdroje znečištění ovzduší, viz Příloha č. 1 k tomuto Zákonu). Mohou to být i zdroje, které mají souvislost s pracovní činností v oblasti zemědělské výroby, stavební výroby, dopravy a manipulace. Tyto zdroje mohou emitovat prachové částice, které nemusejí setrávat v ovzduší dlouhodobě, přesto mohou mít velmi negativní vliv na zdraví člověka vlivem jejich nestabilní adheze (CELJAK, 2015).

Negativně se může projevit jejich opakovaná resuspenze. Jedná se o prachové částice, které byly například polními pracemi emitovány do ovzduší a sedimentovaly do vzdálenějších míst, ze kterých mohou být za určitých podmínek opakovaně uváděny do vznosu působením jiných vlivů (stroje, doprava, vítr). Resuspendované prachové částice, které pocházejí z polních prací, by mohly být závažným problémem pro zdraví občanů, pokud by tyto částice měly nebezpečné vlastnosti a jejich přípustné expoziční limity a přípustné koncentrace by byly vyšší, než je stanoveno v Příloze 2 k nařízení vlády č.361/2007 (CELJAK, 2015).

2.11.6 Resuspenze prachových částic

Resuspenze prachových částic je proces, při němž se prachové částice původně deponované na zemském či jiném povrchu (např. půda, chodníky, silnice, střechy

budov, okenní parapety atd.) dostávají zpět do vzduchu vlivem turbulence vzduchu způsobené mechanickým pohybem těles (například automobilovou dopravou) nebo působením větru. Resuspenze prachových částic přispívá významně ke koncentraci PM₁₀ ve vzduchu. Resuspendované částice v dopravě tvoří až 60 % frakce PM₁₀ a obsahují pouliční prach z komunikací a nejbližšího okolí nashromážděný zde v důsledku silniční dopravy, z konstrukčních materiálů silnic, vodní nebo větrné eroze a atmosférickou depozicí (JOHANSSON, NORMAN, GIDHAGEN, 2007).

Každý průjezd vozidla dopravní trasou se středním a vysokým znečištěním (nad 1000 g.m⁻²) emituje prachové částice PM₁₀ ve vysokých hodnotách hmotnostních koncentrací (průměrná hodnota 253,44 µg.m⁻³) do okolí dopravní trasy při působení několika proměnných. Například to může být rychlost jízdy vozidla, počet náprav na vozidle, šířka pneumatik na kolech (použití dvojmontáže kol), typ dezénu pneumatik a také způsob vedení vozidla v jízdním pruhu, resp. poloha stop kol na vozovce v místě, kde se nachází nečistoty. Také mají vliv prachové částice uložené na krajnici a mimo vozovku, které mohou být zvednuty energií vzduchu vlivem rychlosti proudění vzduchu za vozidlem. Například vozidlem kategorie N₃ byla hodnota koncentrace resuspendovaných prachových částic 255,3 µg.m⁻³ (resp. 352,74 µg.m⁻³) a vozidlem kategorie M₁ to bylo 267,52 µg.m⁻³ (resp. 153,05 µg.m⁻³) na témže místě dopravní trasy (CELJAK, 2015).

2.11.7 Sedimentace prachových částic

Pohyb prachových částic a jejich náchylnost k sedimentaci závisí především na jejich velikosti. Velmi drobné prachové částice vykonávají tzv. Brownův pohyb a nesedimentují. Všechny ostatní částice sedimentují. Rychlost sedimentace prachových částic uvádí tabulka 6 (CELJAK, 2015).

Tabulka 6 - Rychlost sedimentace prachových částic, (CELJAK, 2015)

Částice	Průměr částic (µm)	Sedimentace (cm.s⁻¹)
Hrubá prachová částice	500 až 50	300 až 15
Střední prachová částice	50 až 10	15 až 0,6
Jemná prachová částice	10 až 0,5	0,6 až 2 · 10 ⁻²
Velmi jemná prachová částice	0,5 až 0,1	2 · 10 ⁻² až 2 · 10 ⁻⁴

Větší částice (nad 100 μm) velmi rychle klesají k zemi a do dýchacích cest se prakticky nedostanou. Částice, jejichž velikost je mezi 100 a 10 μm , jsou většinou zachyceny v horních cestách dýchacích, částice menší než 10 μm pronikají až do dolních partií dýchacích cest, a proto bývají také nazývány hrudními částicemi. Částečně jsou odstraňovány aktivitou řasinkového epitelu, částečně pohlcovány bílými krvinkami (makrofágy) a ukládány v mezibuněčných prostorech a mizní tkáni. Prach tak zatěžuje samočisticí mechanismy plic. Pracuje-li např. člověk v prašném prostředí, má mizní uzliny v plicích tmavé, plně nashromážděných prachových částic. Částice menší než 2,5 μm se dostávají až do plicních sklípků a jsou někdy nazývány respirabilními částicemi. Částice menší než 1 μm jsou z velké části opět strhávány vydechovaným vzduchem a dostávají se ven z organismu. Je to dáno rychlostí proudění vzduchu v jednotlivých částech dýchacího ústrojí a specifickou hmotností částic (CELJAK, 2015).

3. Cíl práce

Cílem této práce bylo provést měření koncentrace prachových částic při sklizni píce (konkrétně slámy) lisováním. Byl kladen důraz na výběr lokalit tak, aby se měření dotýkalo různých druhů obilné slámy a různých konstrukčních variant lisů. Pozorováním byly sledovány parametry jako je druh slámy, teplota, rychlost větru. Měřicím přístrojem DUST TRACK 8530 bylo následně provedeno vlastní měření koncentrace prachových částic při lisování. Na základě získaných hodnot byly vypracovány zásady pro provádění měření a zhodnocení poznatků na základě naměřených hodnot.

4. Metodika práce

4.1 Měřicí přístroj DUST TRACK 8530

K měření koncentrace prachových částic byl použit aerosolový monitor DUST TRACK 8530 od firmy TSI (obrázek 26). Tento přístroj umožňuje měřit koncentrace prachových částic PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_{10} v rozmezí od 0,001 do 400 $mg.m^3$. Princip měření je založen na odrazu laserového paprsku od částic procházejících měřicí buňkou. Jedná se o přenosný, baterií napájený monitor, u kterého lze zadat požadovanou délku měření a průtok vzduchu pro měření. Naměřené hodnoty jsou v reálném čase vyhodnocovány a zobrazovány na dotykovém displeji. Po dokončení měření uloží přístroj naměřené hodnoty do paměti, odkud je lze vyvolat přímo na displeji nebo si je pomocí USB portu stáhnout na přenosný disk a dále s nimi pracovat v počítači.



Obrázek 26 - Aerosolový monitor DUST TRACK 8530
(zdroj: <https://www.racorents.com/tsi-dusttrak-ii-8530-benchtup-monitor-for-mass-concentration-of-aerosol-particulate/>, „staženo dne: 10. 3. 2018“)

4.2 Nastavení přístroje pro měření

Před každým měřením je nutno přístroj připravit tak, abychom získali co možná nejpřesnější hodnoty.

Tato příprava spočívá v následujících krocích:

- vybrání vhodného impaktoru (v našem případě impaktor pro měření částic PM₁₀)
- vyčištění jemného filtru impaktoru tlakovým vzduchem, v případě velkého znečištění provést vyčištění celého impaktoru
- vyčištění jemného filtru umístěného v samotném přístroji
- provést kalibraci pomocí tzv. „nulovacího filtru“
- nastavení požadovaného průtoku vzduchu

4.3 Vlastní měření

Pro vlastní měření byly zvoleny následující kroky:

- zjištění druhu slámy, její vlhkosti (pokud byl lis vybaven měřením vlhkosti)
- zjištění teploty a povětrnostních podmínek
- zjištění technických parametrů měřeného lisu
- provedení zkušebního přejezdu kvůli zvolení nejlepšího místa pro umístění měřícího přístroje
- připevnění měřícího přístroje na zvolené místo pomocí textilní lepicí pásky (tzv. Duct Tape)
- nastavení délky měření – délka měření byla nastavena na 15 minut + 30 sekund, které sloužily pro návrat do kabiny traktoru a uvedení soupravy do pohybu
- po uplynutí 15 minut vyčištění impaktoru, zkontrolováno předešlé měření na displeji přístroje a pokud bylo zaznamenáno v pořádku, bylo spuštěno další měření. Pokud se měření zaznamenalo chybně nebo došlo k ucpání přístroje, bylo měření ihned vymazáno
- provedeno druhé měření po dobu 15 minut
- po skončení měření kompletní vyčištění a provedena příprava na další měření

5. Výsledky měření

Měření koncentrace prachových částic probíhalo na různých lokalitách, které byly voleny tak, aby došlo k porovnání množství prachových částic pro různé typy slámy sklizené jak lisy na hranolovité balíky, tak i lisy na balíky válcové. Bylo tedy vybráno 5 lisů různých výrobců na hranolovité balíky a 5 lisů různých výrobců na válcové balíky, které sklízely ječnou, žitnou a pšeničnou slámu. V jednom případě došlo k lisování řepkové slámy do hranolovitých balíků, používaných jako podestýlka pro býky.

5.1 Lisy na hranolovité balíky

5.1.1 KRONE BigPack 1290 XC

Prvním měřeným strojem byl lis KRONE BigPack 1290 XC agregovaný s traktorem STEYR CVT 6215 (obrázek 27). Tato souprava sklízela ječnou slámu za jasného počasí a bezvětrí. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 7.



Obrázek 27 - STEYR CVT 612 + KRONE BigPack 1290 XC

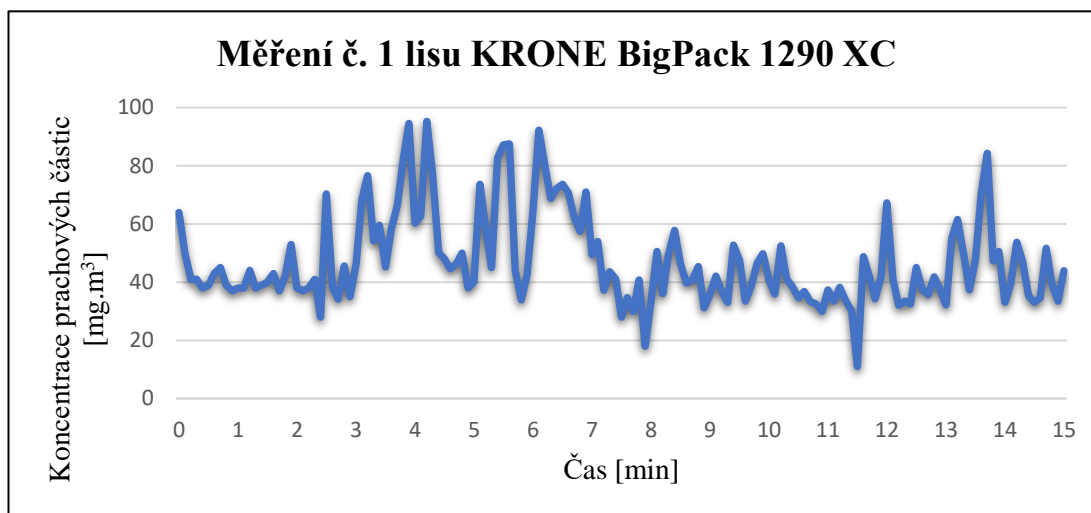
Tabulka 7 - Detaily materiálu sklizeného lisem KRONE BigPack 1290 XC

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	ječná	12 %	30 °C	jasno

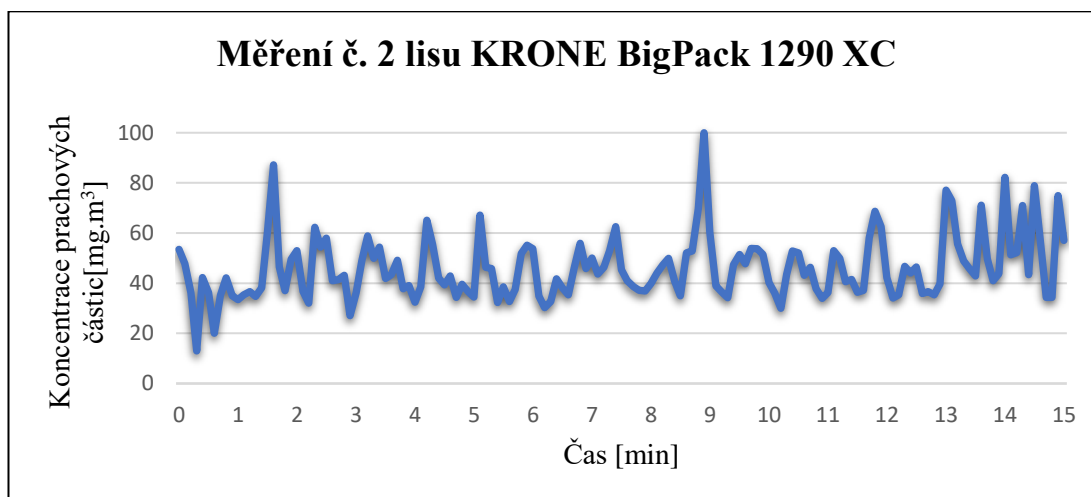
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8, průběh měření pak v grafu 1 a 2.

Tabulka 8 - Naměřené hodnoty lisu KRONE BigPack 1290 XC

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	11,0	95,3	47,2
2	13,0	100,0	46,1



Graf 1 - Měření č. 1 lisu KRONE BigPack 1290 XC



Graf 2 - Měření č. 2 lisu KRONE BigPack 1290 XC

Jak je patrné z grafu 1 a 2, koncentrace prachových částic se u této soupravy pohybovala především mezi hodnotami koncentrace částic 30 až 60 mg.m³. Při prvním měření (graf 1) došlo ke krátkodobému nárůstu koncentrace mezi 4. a 6. minutou měření. Naopak mezi 11. a 12. minutou došlo k poklesu koncentrace na hodnotu 11 mg.m³, což bylo způsobeno malým množstvím hmoty v řádku. Poté se hodnoty vrátily do průměru. Měření č. 2 (graf 2) bylo konstantní. Pokles hodnot zde byl pouze

v první minutě, kdy se dosbíral zbytek řádku a souprava přejížděla na nový. V deváté minutě došlo ke skokovému nárůstu koncentrace pravděpodobně v důsledku najetí do oblaku prachu z předchozí jízdy.

5.1.2 CLAAS Quadrant 3400

Dalším měřeným strojem byl lis CLAAS Quadrant 3400 agregovaný s traktorem JCB Fastrac 8250 (obrázek 28). Souprava sklízela žitnou slámu bezprostředně po sklizni. Měření muselo být předčasně ukončeno z důvodu dešťové přeháňky. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 9.



Obrázek 28 – JCB Fastrac 8250 + CLAAS Quadrant 3400

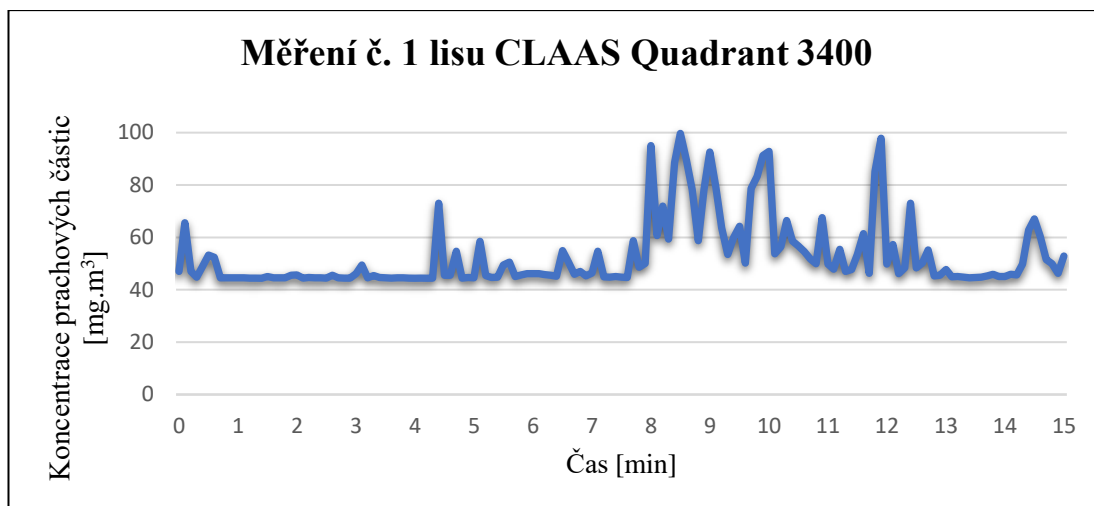
Tabulka 9 - Detaily materiálu sklizeného lisem CLAAS Quadrant 3400

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	žitná	18 %	21 °C	zataženo

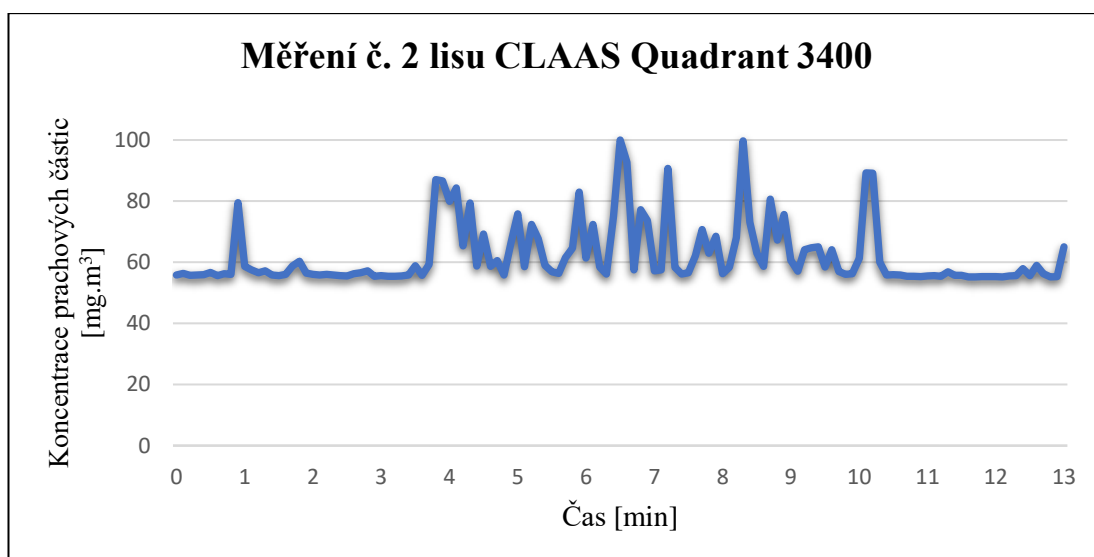
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 10, průběh měření pak v grafu 3 a 4.

Tabulka 10 - Naměřené hodnoty lisu CLAAS Quadrant 3400

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	44,4	99,7	53,0
2	55,2	100,0	62,3



Graf 3 - Měření č. 1 lisu CLAAS Quadrant 3400



Graf 4 - Měření č. 2 lisu CLAAS Quadrant 3400

Na grafu 1 a 2 vidíme, že u této měřené soupravy se hodnoty pohybují v rozmezí koncentrace 40 až 100 mg.m³. Tento rozdíl bude patrně způsobem tím, že souprava sklízela slámu ihned za sklízecí mlátičkou, která též produkuje oblak prachových částic a přístroj tak zachytil i oblak od mlátičky. Na grafu 1 se koncentrace mezi 1. a 4. minutou téměř neměnila. Tím, že měla sláma větší vlhkost, měla větší tendenci ucpávat sběrač, a tak musela obsluha snížit rychlost a někdy i zcela zastavit. Tím se omezila produkce prachových částic. Toto snížení koncentrace můžeme pozorovat i mezi 13. a 14. minutou a také od začátku měření do 4. minutu na grafu 2. Bohužel před koncem měření došlo k dešťové přehánce, a tak muselo být měření ukončeno předčasně, proto měření č. 2 trvalo pouze 13 minut.

5.1.3 NEW HOLLAND BigBaller 1290

Třetím měřeným strojem byl lis NEW HOLLAND BigBaller 1290 agregovaný s traktorem NEW HOLLAND T7060 (obrázek 29). Souprava sklízela pšeničnou slámu. Panoval mírný vítr. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 11.



Obrázek 29 - NH T7060 + NH BigBaller 1290

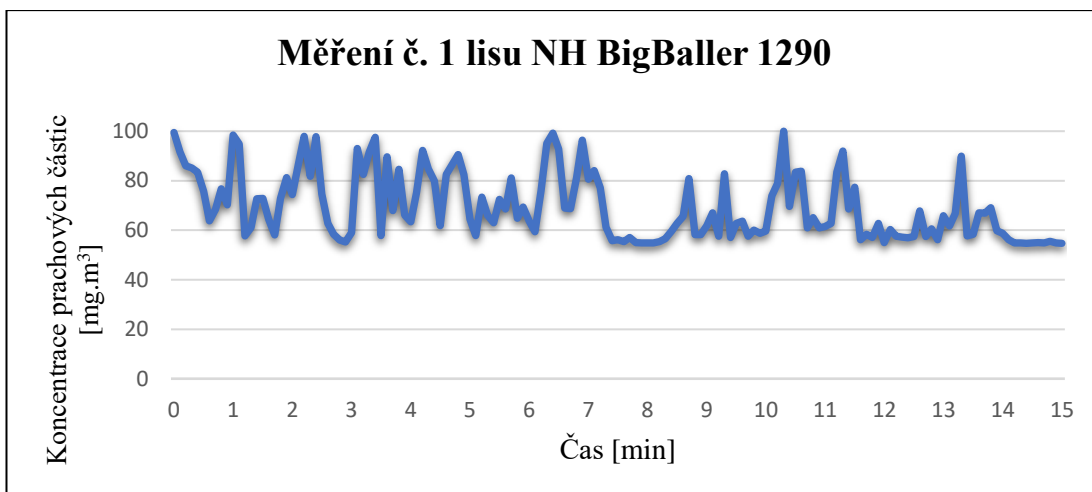
Tabulka 11 - Detaily materiálu sklizeného lisem NH BigBaller 1290

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	pšeničná	10 %	27 °C	polojasno

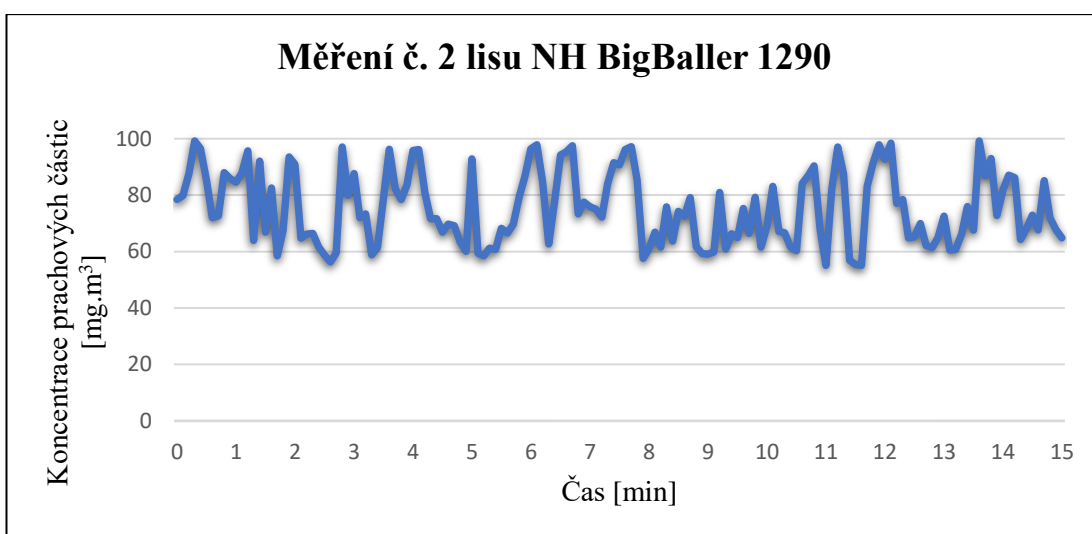
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 12, průběh měření pak v grafu 5 a 6.

Tabulka 12 - Naměřené hodnoty lisu NH BigBaller 1290

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	54,7	100,0	69,5
2	55,1	99,2	75,5



Graf 5 - Měření č. 1 lisu NH BigBaller 1290



Graf 6 - Měření č. 2 lisu NH BigBaller 1290

Koncentrace z měření třetí soupravy se pohybují v rozmezí 50 až 100 mg.m³. Jak je patrné z grafu 5, koncentrace se pohybuje v konstantních hodnotách, nedošlo k žádným výrazným výkyvům ani poklesům od průměrných hodnot. Pouze v čase kolem 8. a 14. minuty došlo vlivem vyšší hustoty píce na řádku k ucpání, a tak je hodnota v tomto čase konstantní. Měření č. 2 (graf 6) se velmi podobá prvnímu měření a je rovněž velmi konstantní bez větších výkyvů hodnot.

5.1.4 JOHN DEERE 690

Dalším měřeným strojem byl lis JOHN DEERE 690 agregovaný s traktorem JOHN DEERE 7930 (obrázek 30). Souprava sklízela pšeničnou slámu. Bylo větrno. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 13.



Obrázek 30 – JOHN DEERE 7930 + JOHN DEERE 690

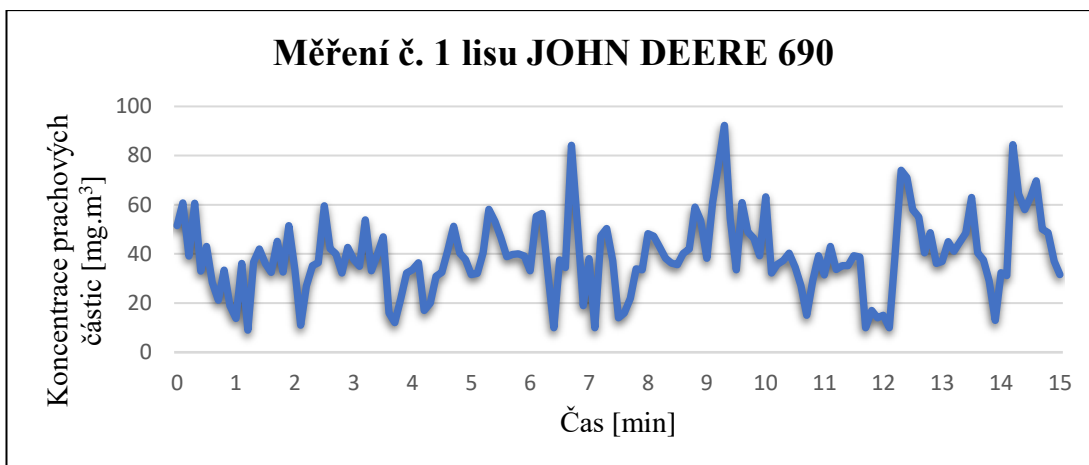
Tabulka 13 - Detaily materiálu sklizeného lisem JOHN DEERE 690

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	pšeničná	-	24 °C	zataženo

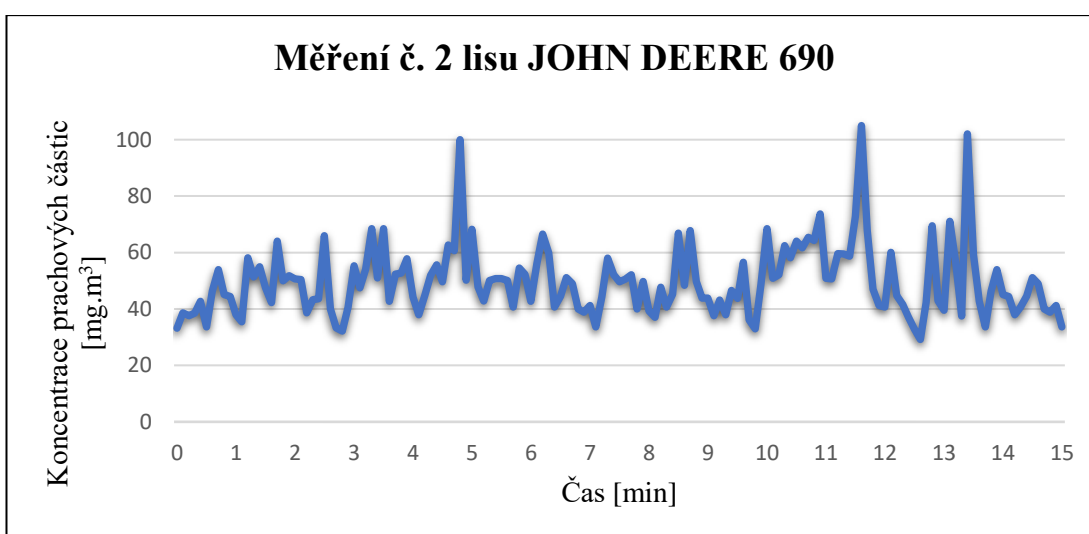
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 14, průběh měření pak v grafu 7 a 8.

Tabulka 14 - Naměřené hodnoty lisu JOHN DEERE 690

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	9,0	92,3	39,5
2	29,2	105,0	49,8



Graf 7 - Měření č. 1 lisu JOHN DEERE 690



Graf 8 - Měření č. 2 lisu JOHN DEERE 690

Koncentrace prachových částic u této soupravy se pohybují v rozmezí 10 až 100 mg.m³. Na grafu 7 můžeme vidět, že se hodnoty koncentrace pohybují v mnohem nižších hodnotách, než tomu bylo u předchozích souprav. V průběhu prvního měření foukal poměrně silný vítr, který rychle rozehnal a hlavně odklonil směr prachových částic mimo měřící přístroj, který byl umístěn v zadní části lisu. V průběhu měření č. 2 (graf 8) se povětrnostní podmínky zlepšily a i hodnoty se ustálily kolem 40 až 60 mg.m³. Došlo pouze k několika krátkodobým skokovým zvýšením hodnot.

5.1.5 KRONE BigPack 1290 XC

Posledním sledovaným lisem na hranolovité balíky byl opět lis KRONE BigPack 1290 XC agregovaný s traktorem CASE CVX 195 (obrázek 31). Tato souprava sklízela řepkovou slámu. Foukal lehký vítr. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 15.



Obrázek 31 - CASE CVX 195 + KRONE BigPack 1290 XC

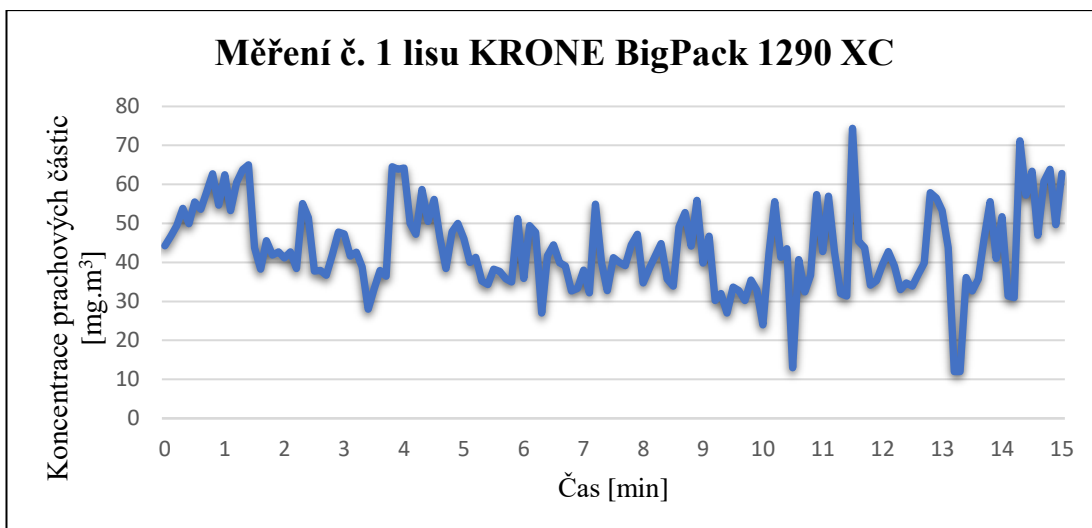
Tabulka 15 - Detaily materiálu sklizeného lisem KRONE BigPack 1290 XC

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	řepková	13 %	28 °C	jasno

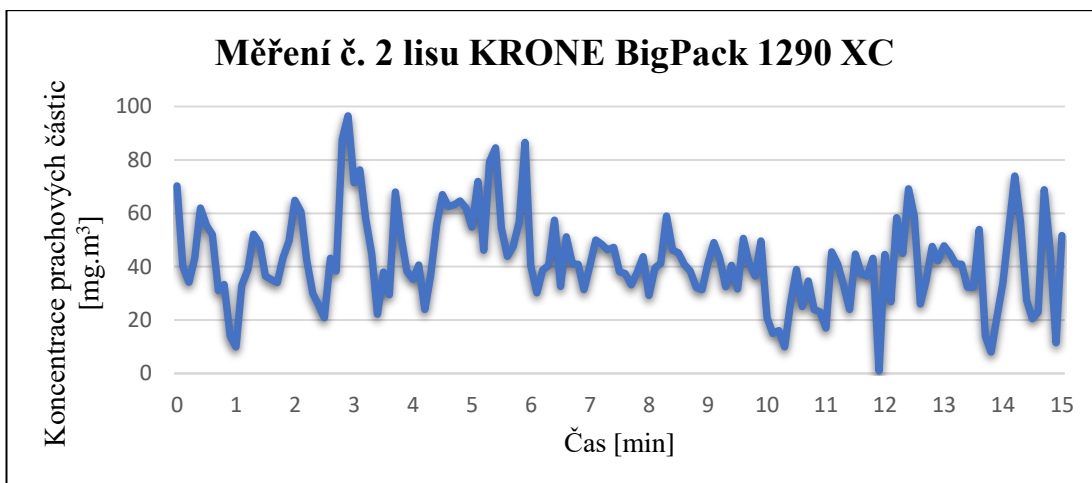
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 16, průběh měření pak v grafu 9 a 10.

Tabulka 16 - Naměřené hodnoty lisu KRONE BigPack 1290 XC

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	12,0	74,4	43,6
2	0,9	96,5	42,5



Graf 9 - Měření č. 1 lisu KRONE BigPack 1290 XC



Graf 10 - Měření č. 2 lisu KRONE BigPack 1290 XC

Hodnoty koncentrace prachových částic poslední soupravy na hranolovité balíky se pohybovaly mezi 10 a 100 mg.m³. Jak je patrné z grafu 9 a 10 hodnoty koncentrace velmi kolísaly. Pravděpodobně to bylo způsobeno charakterem materiálu – řepkovou slámou. Nemuselo se zpomalovat kvůli přicpávání sběrače, takže na grafech nejsou místa s konstantními hodnotami jako v předchozích případech.

5.2 Lisy na válcové balíky

5.2.1 CASE RB454

Prvním měřeným lisem na válcové balíky byl lis CASE RB454 agregovaný s traktorem CASE CVX 1170 (obrázek 32). Tato souprava sklízela žitnou slámu. Foukal mírný vítr. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 17.



Obrázek 32 - CASE CVX 1170 + CASE RB454

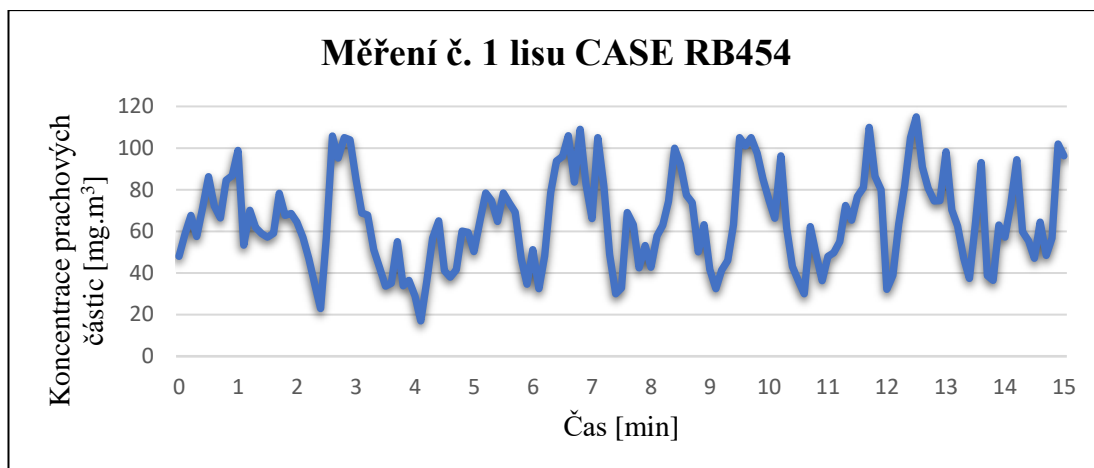
Tabulka 17 - Detaily materiálu sklizeného lisem CASE RB454

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	žitná	10 %	28 °C	jasno

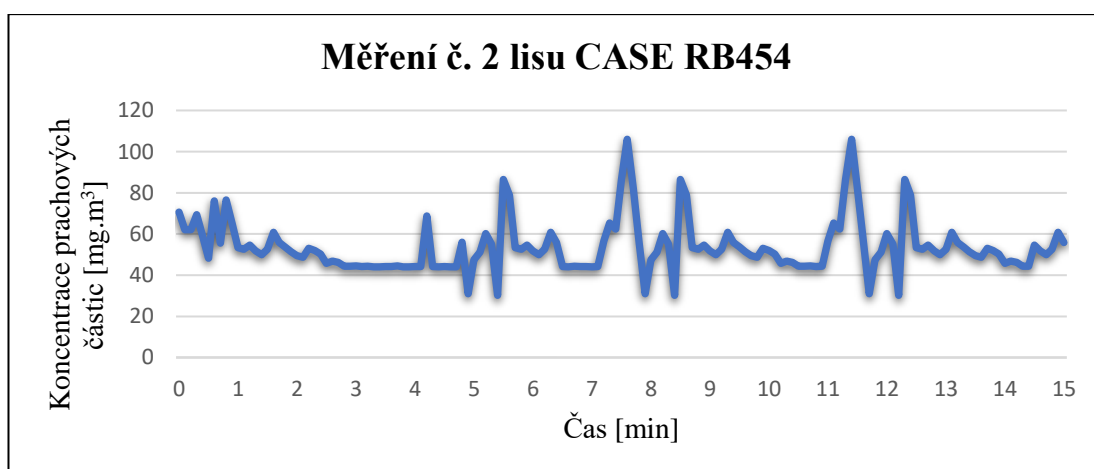
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 18, průběh měření pak v grafu 11 a 12.

Tabulka 18 - Naměřené hodnoty lisu CASE RB454

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	17,0	115,0	65,2
2	30,2	106,0	53,8



Graf 11 - Měření č. 1 lisu CASE RB454



Graf 12 - Měření č. 2 lisu CASE RB454

U první soupravy na válcové balíky se hodnoty koncentrace prachových částic pohybovaly mezi 17 a 115 mg.m³. Velmi vysoké horní hodnoty byly pravděpodobně způsobeny sklizní slámy, která jednou zmokla. I sama obsluha traktoru mě před samotným započítím měření informovala, že zmoklá sláma podle její zkušenosti a objektivního pohledu práší více. Nerovnoměrnost křivky na grafu 11 je dána konstrukčním charakterem lisu, kdy po slisování balíku souprava zastaví a hodnoty koncentrace klesnou, než se dá souprava opět od pohybu. Na grafu 12 vidíme větší množství konstantních hodnot. Elektronika lisu neustále hlásila problém, řidič tedy často zastavoval a resetoval řídicí terminál.

5.2.2 NEW HOLLAND BR7060

Druhým měřeným strojem na válcové balíky byl lis NEW HOLLAND BR7060 agregovaný s traktorem NEW HOLLAND T6020 (obrázek 33). Souprava lisovala ječnou slámu. Panovalo bezvětří. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 19.



Obrázek 33 - NH T6020 + NH BR7060

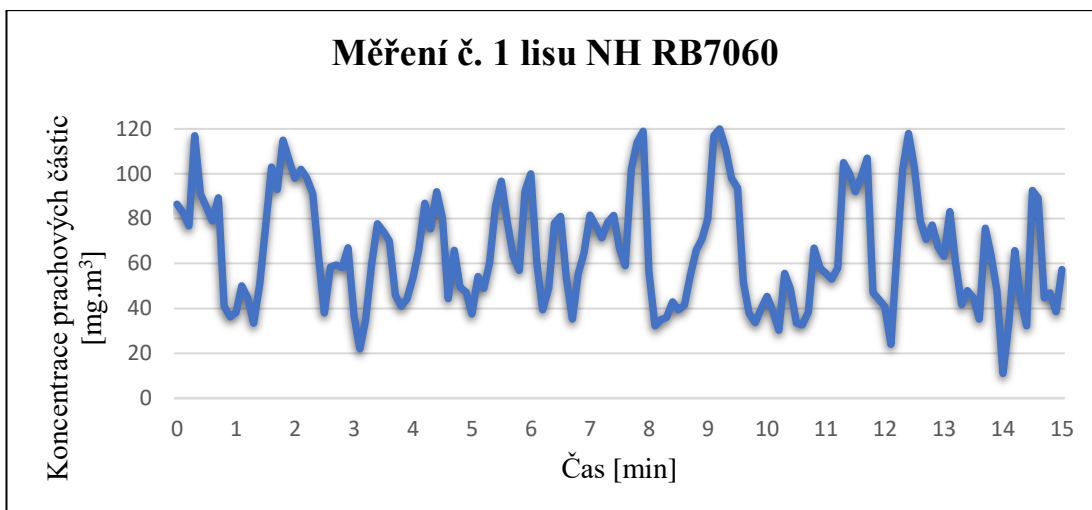
Tabulka 19 - Detaily materiálu sklizeného lisem NH BR7060

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	ječná	15 %	28 °C	obláčky

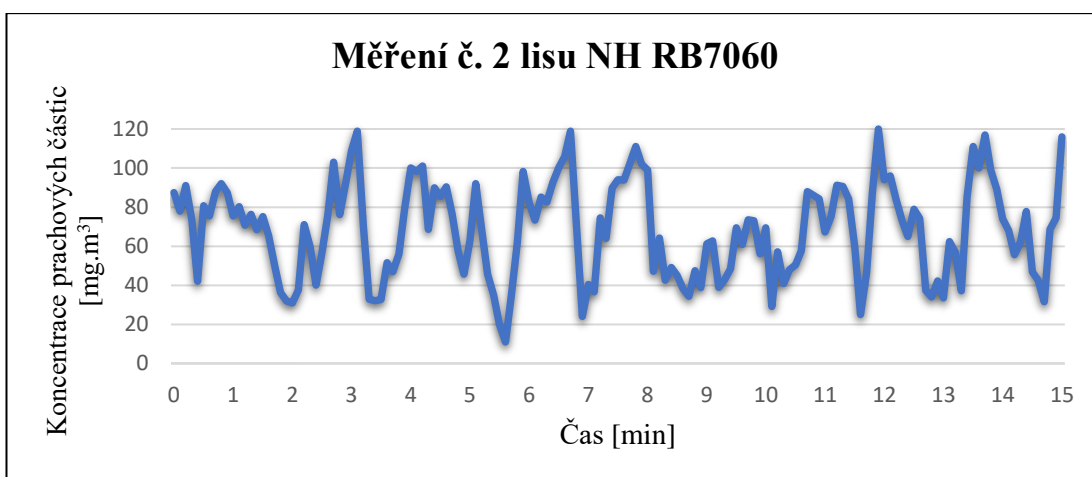
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 20, průběh měření pak v grafu 13 a 14.

Tabulka 20 - Naměřené hodnoty lisu NH RB7060

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	11,0	117,0	65,3
2	9,0	121,0	68,4



Graf 13 - Měření č. 1 lisu NH RB7060



Graf 14 - Měření č. 2 lisu NH RB7060

Hodnoty koncentrace se u této soupravy pohybovaly v rozmezí 9 až 120 mg.m³. Jedná se o nejvyšší hodnotu koncentrace ze všech souprav. Důvodem bude konstrukce přední části lisu, která umožnila upevnění měřicího přístroje v těsné blízkosti sběrače, tedy v oblasti s velkou koncentrací prachových částic. Jak vidíme na grafu 13 a 14 nedošlo v průběhu měření k žádným mimořádným událostem ani výkyvům hodnot.

5.2.3 WELGER LP 220

Dalším měřeným strojem byl lis WELGER LP 220 agregovaný s traktorem ZETOR Forterra 135 (obrázek 34). Tato souprava sklízela pšeničnou slámu. Panoval mírný vánek. Detaily sklízeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 21.



Obrázek 34 - ZETOR Forterra 135 + WELGER LP 220

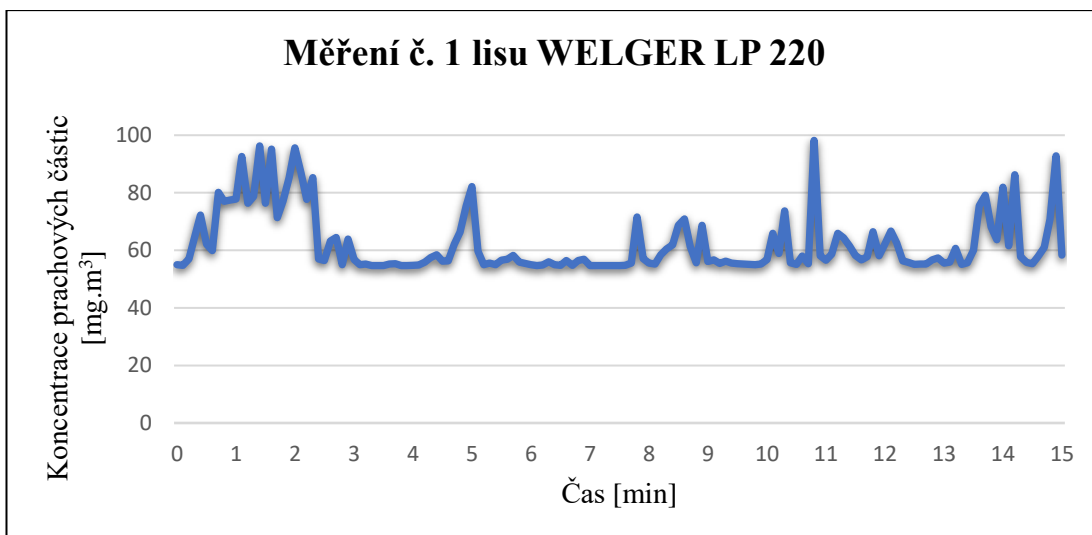
Tabulka 21 - Detaily materiálu sklízeného lisem WELGER LP 220

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	pšeničná	-	29 °C	skorojasno

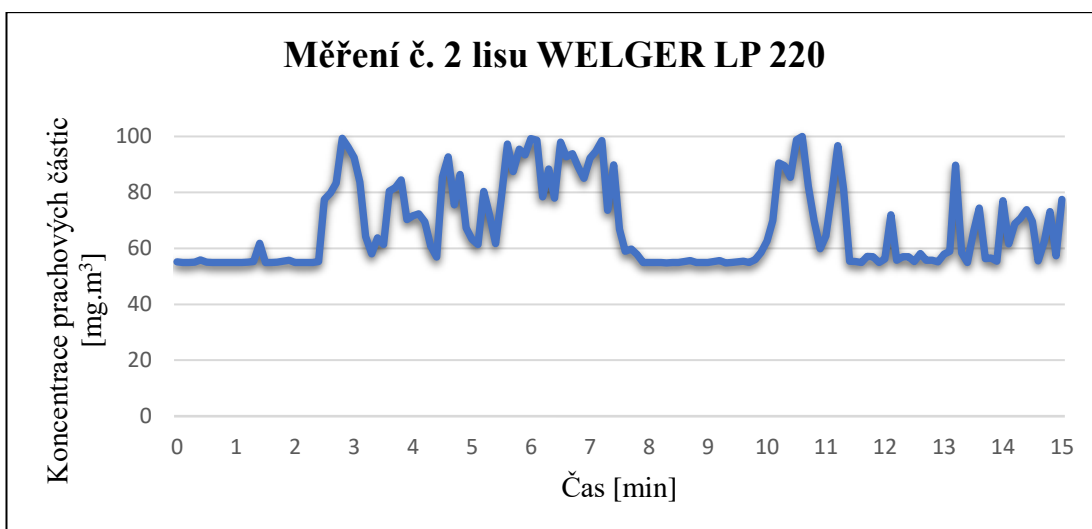
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 22, průběh měření pak v grafu 15 a 16.

Tabulka 22 - Naměřené hodnoty lisu WELGER LP 220

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	54,7	98,2	62,4
2	54,8	100,0	67,9



Graf 15 - Měření č. 1 lisu WELGER LP 220



Graf 16 - Měření č. 2 lisu WELGER LP 220

Hodnoty koncentrace u této soupravy se pohybovaly mezi 50 a 100 mg.m³. Hodnoty koncentrace nijak nevybočují z hodnot předchozích souprav. Na grafu 15 došlo k poklesu hodnot mezi 3. a 7. minutou, kdy souprava sklízela velmi řídký řádek. Ten vznikl pravděpodobně při dosekávání pole, kdy zbyl pouze úzký pruh obilí. Konstantní hodnoty na grafu 16 od začátku měření do 2. minuty a od 8. do 10. minuty byly způsobeny ucpáním sběrače.

5.2.4 CLAAS Variant 280 RC

Předposledním měřeným strojem byl lis CLAAS Variant 280 RC agregovaný s traktorem JOHN DEERE 5720 (obrázek 35). Souprava sklízela ječnou slámu za bezvětří. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 23.



Obrázek 35 - JOHN DEERE 5720 + CLAAS Variant 280 RC

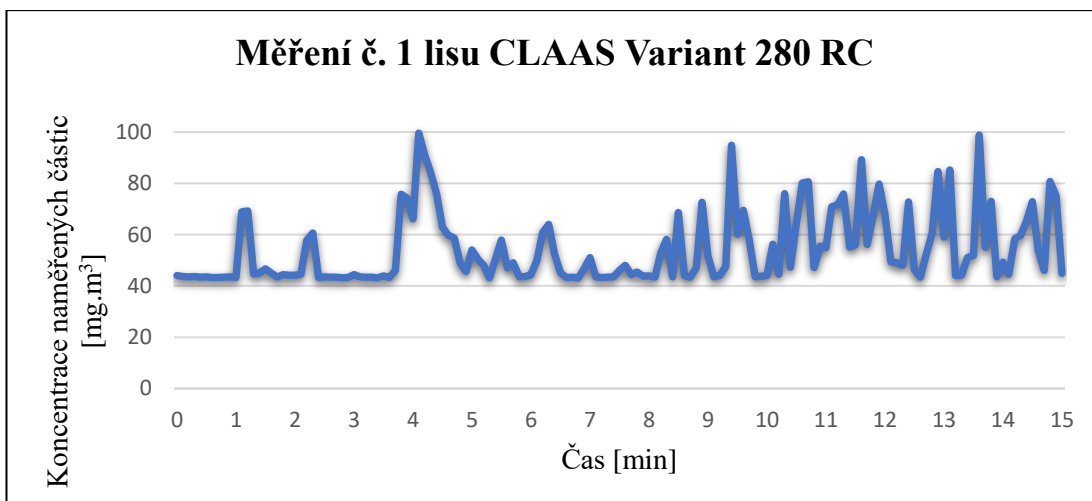
Tabulka 23 - Detaily materiálu sklizeného lisem CLAAS Variant 280 RC

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	ječná	-	25 °C	jasno

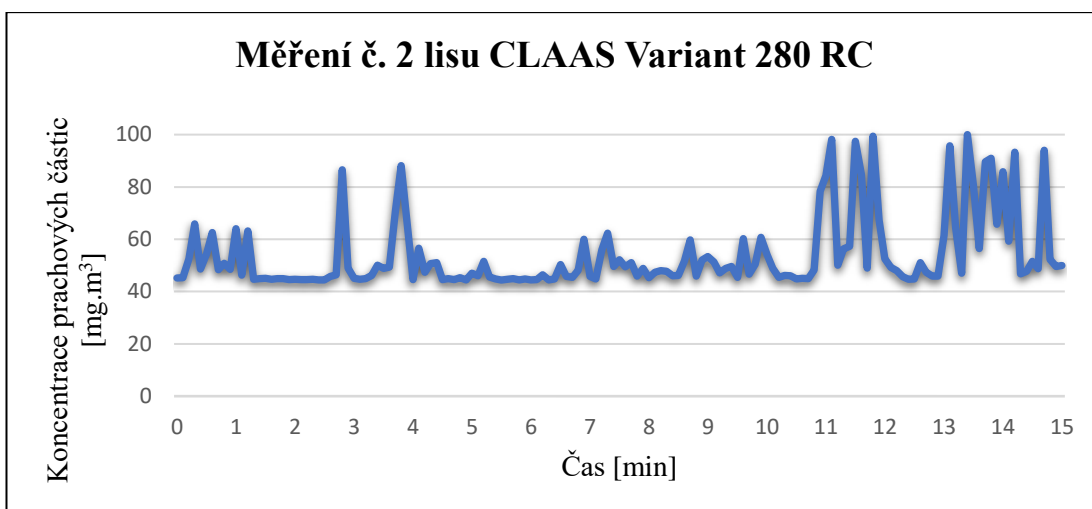
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 24, průběh měření pak v grafu 17 a 18.

Tabulka 24 - Naměřené hodnoty lisu CLAAS Variant 280 RC

Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	43,1	99,6	54,3
2	44,4	100,0	53,8



Graf 17 - Měření č. 1 lisu CLAAS Variant 280 RC



Graf 18 - Měření č. 2 lisu CLAAS Variant 280 RC

Hodnoty koncentrace předposlední měřené soupravy se pohybovaly v rozmezí 43 až 100 mg.m³. Měření probíhalo bez komplikací, opět občasně docházelo k přicpávání sběrače – 3. minuta (graf 17) a mezi 1. a 3. minutou (graf 18).

5.2.5 KRONE Comprima CV 150 XC

Posledním měřeným strojem byl lis na válcové balíky KRONE Comprima 150 XC agregovaná s traktorem JOHN DEERE 7930 (obrázek 36). Souprava sklízela pšeničnou slámu, vanul mírný vítr. Detaily sklizeného materiálu jsou uvedeny v tabulce 25.



Obrázek 36 -JOHN DEERE 7930 + KRONE Comprima 150 XC

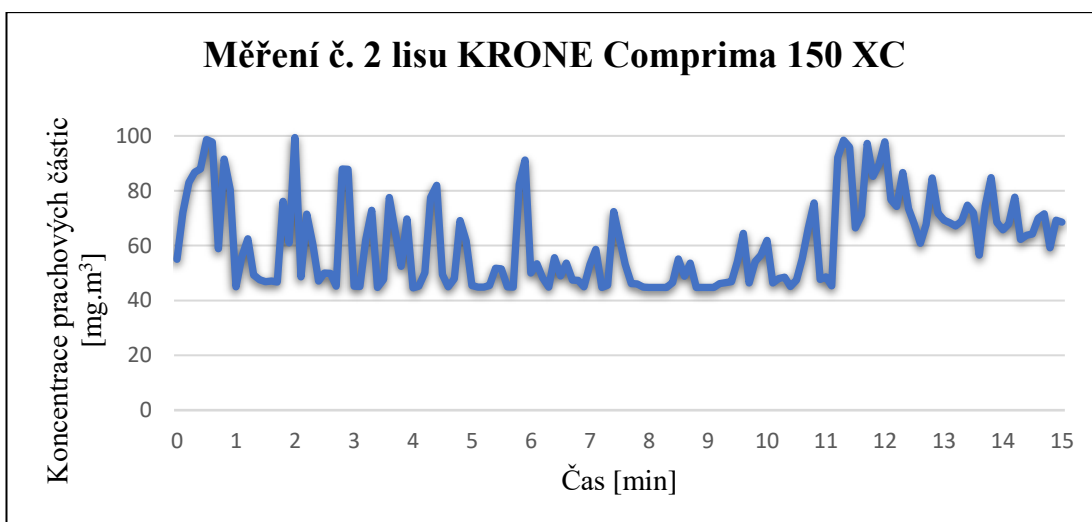
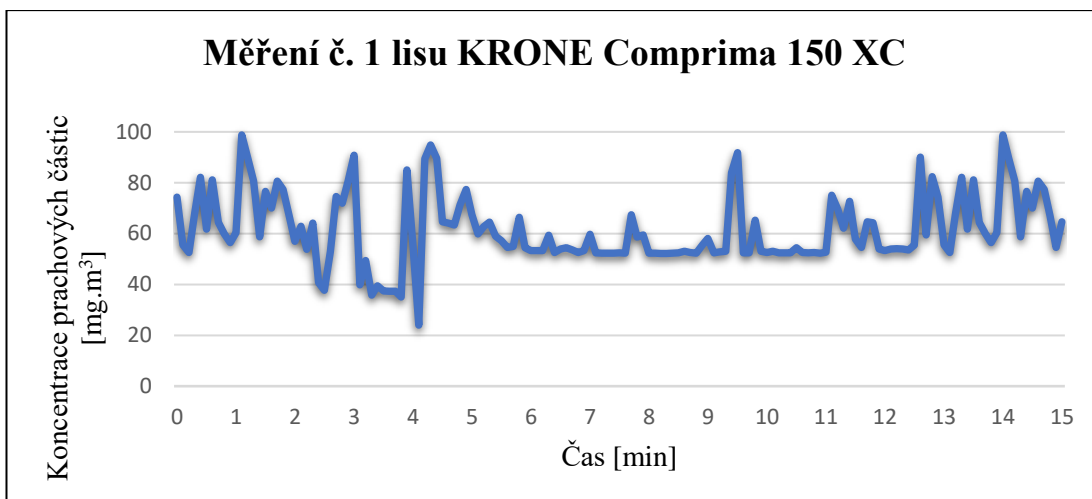
Tabulka 25 - Detaily materiálu sklizeného lisem KRONE Comprima 150 XC

Doba měření	Druh slámy	Vlhkost slámy	Teplota	Oblačnost
2 x 15 minut	pšeničná	13 %	23 °C	polojasno

Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 26, průběh měření pak v grafu 19 a 20.

Tabulka 26 - Naměřené hodnoty lisu KRONE Comprima 150 XC

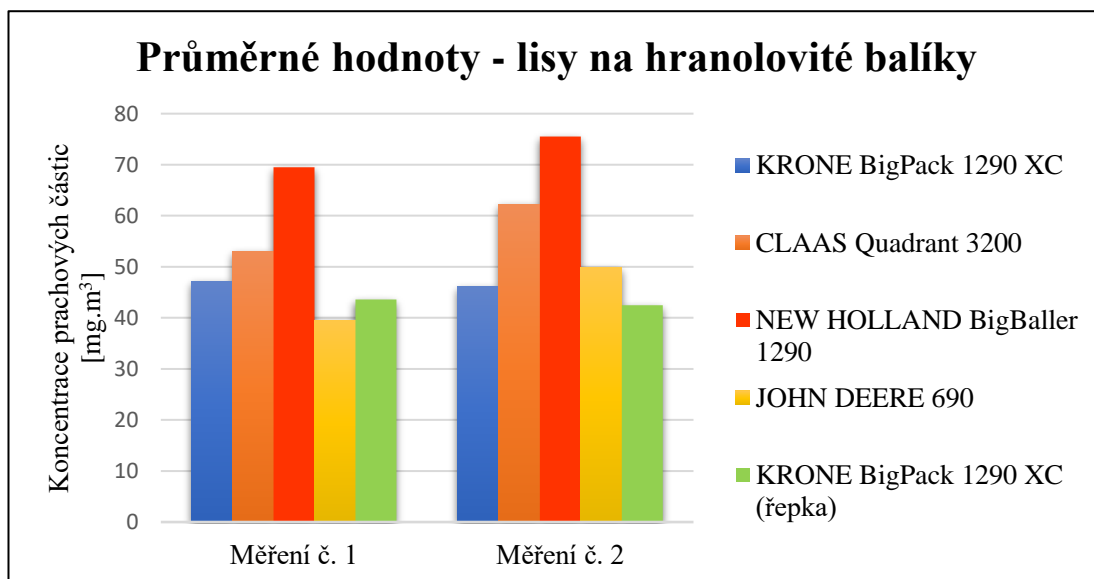
Číslo měření	Hodnota koncentrace prachových částic PM ₁₀ [mg.m ³]		
	minimální	maximální	průměrná
1	24	98,8	61,5
2	44,6	99,4	60,7



Hodnoty koncentrace prachových částic poslední měřené soupravy nijak nevybočovaly z řady předchozích měření. Pohybovaly se mezi 20 a 100 mg.m³. Jak můžeme vidět na grafech 19 a 20 nedocházelo k žádným výrazným výkyvům ani komplikacím při měření.

6. Diskuze

Jak je patrné z grafu 21, naměřené průměrné hodnoty koncentrace prachových částic se liší především v důsledku sklizených různých druhů slámy. Průměrné hodnoty koncentrace měření č.1 a měření č.2 se u jednotlivých lisů liší pouze nepatrně.



Graf 21 - Průměrné hodnoty – lisy na hranolovité balíky

U lisu KRONE BigPack 1290 XC se průměrné hodnoty koncentrace pohybovaly kolem 47 mg.m³. Jednalo se o sklizeň za standardních podmínek.

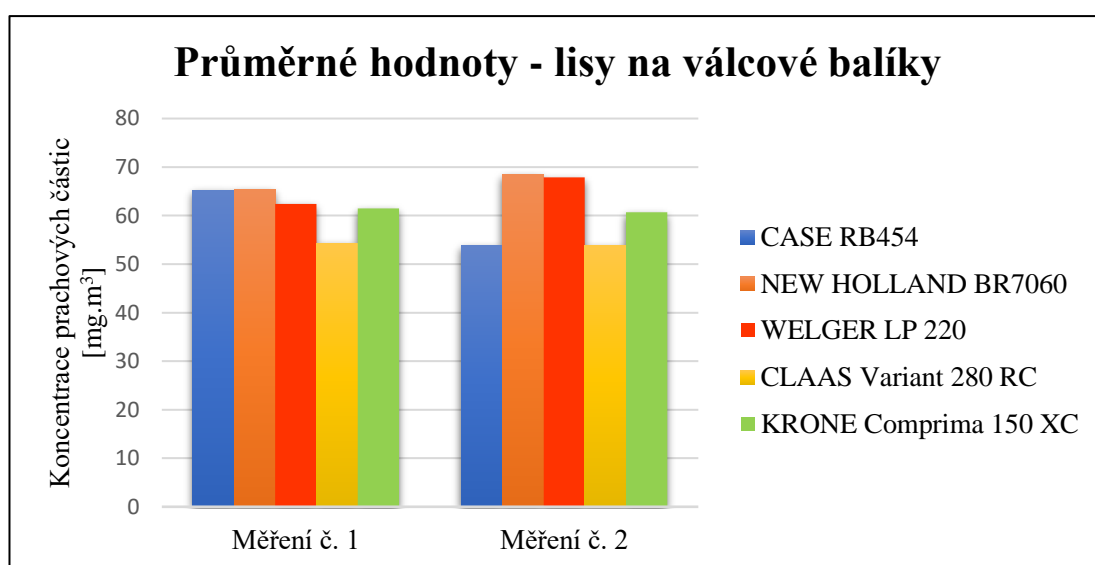
U lisu CLAAS Quadrant 3200 byly zjištěny průměrné hodnoty pohybující se mezi 53 až 63 mg.m³. I když tato souprava sklízela slámu s větší vlhkostí, než je obvyklé, hodnoty jsou vyšší než očekávané. Tento stav je pravděpodobně způsoben pohybem sklízecí mlátičky v blízkosti soupravy a tím byla ovlivněna koncentrace prachových částic.

Lis NEW HOLLAND BigBaller 1290 má nejvyšší hodnoty průměrné koncentrace prachových částic, a to v rozmezí 69 až 75 mg.m³. Tento výsledek se dal očekávat, jelikož souprava sklízela slámu s velkým obsahem sušiny.

Lis JOHN DEERE 690 a jeho průměrné hodnoty koncentrace prachových částic v rozmezí 39 až 49 mg.m³ patří k nejnižším ze všech měřených lisů na hranolovité balíky. To je dáno povětrnostními podmínkami, které při sklizni panovaly.

Poslední z měřených lisů na hranolovité balíky, lis KRONE BigPack 1290 XC, který sklízел řepkovou slámu, má průměrné hodnoty koncentrace částic okolo 43 mg.m³. Zde je tato nízká hodnota pravděpodobně dána charakterem sklizeného materiálu.

Na grafu 22 vidíme naměřené průměrné hodnoty koncentrace prachových částic pro soupravy lisů na válcové balíky. Hodnoty nemají tak výrazné rozdíly jako hodnoty u lisů na hranolovité balíky, ale je zde větší rozptyl mezi prvním a druhým měřením. Zároveň jsou průměrné hodnoty koncentrace vyšší než u lisů na hranolovité balíky.



Graf 22 - Průměrné hodnoty – lisy na válcové balíky

U lisu CASE RB454 byla průměrná koncentrace prachových částic v rozmezí 53 a 65 mg.m³. Druhé měření má výrazně menší průměrné hodnoty, jelikož se řidič musel potýkat s častým chybovým hlášením na ovládacím terminálu lisu a častěji zastavovat.

Lis NEW HOLLAND BR7060 má nejvyšší průměrné hodnoty podobné hodnotám předchozího lisu. Tyto hodnoty se pohybují kolem 68 mg.m³. Tyto hodnoty mohou být ovlivněny umístěním měřicího přístroje v těsné blízkosti sběrače.

Stejně tak lis WELGER LP 220 nijak se svými průměrnými hodnotami koncentrace nevybočuje. Tyto hodnoty jsou v rozmezí 62 až 68 mg.m³. Hodnoty jsou vysoké, ale jsou ovlivněny častými zastávkami a nevyrovnaností řádků.

Lis CLAAS Variant 280 RC je lisem, který dosáhl při měření nejnižší průměrné koncentrace prachových částic ve skupině lisů na válcové balíky. Jeho průměrné hodnoty se pohybují kolem 54 mg.m^3 . Vyrovnanosti přispěl bezproblémový průběh sklizně.

Poslední měřený lis KRONE Comprima 150 XC má naměřenou průměrnou koncentraci prachových částic okolo 61 mg.m^3 . Jedná se tak o střed mezi naměřenými lisy na válcové balíky.

Jak z naměřených hodnot vyplývá, velikost koncentrace prachových částic se liší hlavně v důsledku rozdílného druhu sklizené slámy. U lisů na hranolovité balíky panovaly větší rozdíly mezi stroji právě v závislosti na druhu materiálu, kdežto rozdíly mezi jednotlivými měřeními byly nepatrné. U lisů na válcové balíky naopak měření prokázalo větší vyrovnanost koncentrace prachových částic podle sklizeného materiálu, ale vyšší rozdíly průměrných hodnot mezi jednotlivými měřeními.

7. Závěr

Problematika znečištění ovzduší prachovými částicemi při mnoha pracovních činnostech v zemědělství je dlouhodobým problémem. Příliš velké koncentrace těchto částic mohou krátkodobě, nebo i dlouhodobě negativně ovlivňovat zdraví lidí vyskytujících se v jejich blízkosti. Tato diplomová práce byla zaměřena na stanovení koncentrace prachových částic a posouzení faktorů, které ji při lisování píce (konkrétně slámy) ovlivňují.

Měřením vybraných souprav lisů na hranolovité a válcové balíky bylo zjištěno, že se průměrné koncentrace částic PM₁₀ pohybují kolem 50 až 70 mg.m³. Tyto hodnoty koncentrace jsou poměrně vysoké a při delším pobytu v takovémto prostředí by mohlo dojít k újmám na zdraví, pokud by osoba pohybující se v tomto prostředí nebyla vybavena vhodnými osobními ochrannými pracovními prostředky. Naštěstí se tyto koncentrace v ovzduší rychle rozplynou díky povětrnostním podmínkám, není proto nutné se obávat vlivu na širší skupinu lidí. K tomu přispívá i fakt, že sklizeň probíhá na polích, které jsou v drtivé většině mimo obce nebo na jejich okrajích. Než by tedy prašnost zasáhla obydlené oblasti, dojde k jejímu rozptýlení. Jediná osoba, kterou by mohla prašnost ovlivnit, je řidič soupravy. Ten je v chráněné kabině, ale pokud by bylo třeba provést nějaké úkony na lisu, stačí, aby po zastavení soupravy chvíli počkal, a může provádět potřebné úkony, aniž by byl vystaven negativnímu působení prachových částic.

Ukázalo se, že faktory, které nejvíce ovlivňují koncentraci prachových částic při lisování, jsou povětrnostní podmínky, druh sklizeného materiálu, jeho vlhkost a i to, zda sláma zmokla nebo ne, resp. jakou má vlhkost. Dále se také ukázalo, že měření zvoleným přístrojem je možné pouze po dobu maximálně 20 minut v nepřetržitém režimu na jedno měření. Při překročení této doby se vlivem větších částic, které jsou ve vznosu při lisování, se přístroj ucpává a začne zaznamenávat pouze velmi nízké hodnoty koncentrace. Proto byla zvolena doba měření 15 minut a měření bylo opakováno dvakrát, aby se přístroj mezi měřeními mohl vyčistit a byly získány co možná nejpřesnější hodnoty.

8. Seznam zdrojů

Tištěné zdroje:

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

ČERMÁK, Bohuslav a kol. *Krmiva konvenční a ekologická: Feedstuffs conventional and ecological: vědecká monografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-141-3.

BŘEČKA, Josef, Ivo HONZÍK a Karel NEUBAUER. *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2001. ISBN 80-213-0738-2.

ŠANTRŮČEK, Jaromír. *Základy pícninářství*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, 2001. ISBN 80-213-0764-1.

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

NEUBAUER, Karel a kol. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0075-6.

MÍKA, Václav a kol. *Kvalita píce*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-96153-59-2.

SYROVÝ, Otakar a kol. *Doprava v zemědělství*. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-30-4

MALERĚ, Josef. *Sklizeň, manipulace, rozebírání velkoobjemových balíků lisované slámy kruhového průřezu*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1984.

KUMHÁLA, František a kol. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.

BŘEČKA, Josef, Karel BERNÁŠEK a Jiří MAŠEK. *Cvičení ze strojů pro sklizeň píce a obilnin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2001. ISBN 80-213-0781-1.

FRÍD, Milan. *Sběrací vozy*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2013. Interní učební text. Také dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2014/10/Sberaci_vozy.pdf

FRÍD, Milan. *Sběrací lisy*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2015. Interní učební text. Také dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2017/03/Sberaci_lisy.pdf

CELJAK, Ivo. *Znečištění ovzduší prachovými částicemi*. České Budějovice: BAT centrum Jihočeské univerzity, 2015.

Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, 2000. ISBN 92-890-1358-3.

JOHANSSON, Christer, Michael NORMAN a Lars GIDHAGEN. *Spatial & temporal variations of PM₁₀ and particle number concentrations in urban air*. Environmental Monitoring and Assessment 127(1-3), 2007. DOI: 10.1007/s10661-006-9296-4.

MONARCA, Silvano et. al. *Mutagens and carcinogens in size-classified air particulates of a Northern Italian town*. Science of The Total Environment 205(2-3), 1997. DOI: 10.1016/S0048-9697(97)00194-0.

Internetové zdroje:

http://landmaschinen.krone.de	„staženo dne: 25. 2. 2018“
http://slideplayer.cz/slide/3239034/	„staženo dne: 20. 2. 2018“
https://www.mascus.co.uk/agriculture	„staženo dne: 21. 2. 2018“
https://www.tradefarmmachinery.com.au	„staženo dne: 25. 2. 2018“
https://www.poettinger.at	„staženo dne: 25. 2. 2018“
http://www.unimarco.cz	„staženo dne: 25. 2. 2018“
https://www.raecorents.com	„staženo dne: 10. 3. 2018“

9. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Doporučené agrotechnické lhůty sklizně pícnin.....	18
Tabulka 2 -Orientační hodnoty objemové hmotnosti pícnin	26
Tabulka 3 - Obsah sušiny pro různé způsoby užití pícnin	27
Tabulka 4 - Doporučené délky materiálu při různém způsobu jeho užití	27
Tabulka 5 - Imisní limity pro ochranu zdraví	55
Tabulka 6 - Rychlost sedimentace prachových částic.....	58
Tabulka 7 - Detaily materiálu sklizeného lisem KRONE BigPack 1290 XC.....	63
Tabulka 8 - Naměřené hodnoty lisu KRONE BigPack 1290 XC	64
Tabulka 9 - Detaily materiálu sklizeného lisem CLAAS Quadrant 3400.....	65
Tabulka 10 - Naměřené hodnoty lisu CLAAS Quadrant 3400	65
Tabulka 11 - Detaily materiálu sklizeného lisem NH BigBaller 1290	67
Tabulka 12 - Naměřené hodnoty lisu NH BigBaller 1290.....	67
Tabulka 13 - Detaily materiálu sklizeného lisem JOHN DEERE 690.....	69
Tabulka 14 - Naměřené hodnoty lisu JOHN DEERE 690.....	69
Tabulka 15 - Detaily materiálu sklizeného lisem KRONE BigPack 1290 XC.....	71
Tabulka 16 - Naměřené hodnoty lisu KRONE BigPack 1290 XC	71
Tabulka 17 - Detaily materiálu sklizeného lisem CASE RB454	73
Tabulka 18 - Naměřené hodnoty lisu CASE RB454	73
Tabulka 19 - Detaily materiálu sklizeného lisem NH BR7060.....	75
Tabulka 20 - Naměřené hodnoty lisu NH RB7060.....	75
Tabulka 21 - Detaily materiálu sklizeného lisem WELGER LP 220	77
Tabulka 22 - Naměřené hodnoty lisu WELGER LP 220.....	77
Tabulka 23 - Detaily materiálu sklizeného lisem CLAAS Variant 280 RC	79
Tabulka 24 - Naměřené hodnoty lisu CLAAS Variant 280 RC	79
Tabulka 25 - Detaily materiálu sklizeného lisem KRONE Comprima 150 XC	81
Tabulka 26 - Naměřené hodnoty lisu KRONE Comprima 150 XC.....	81

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Středověký sekáč	13
Obrázek 2 - Husseyovo žací ústrojí	15
Obrázek 3 - Velkoobjemový lis HESSTON 4700 na hranolovité balíky	16
Obrázek 4 - Schéma sběracího lisu na hranolovité balíky	33
Obrázek 5 - Bubnové sběrací ústrojí s vodící dráhou	35
Obrázek 6 - Sběrací ústrojí bez vodící dráhy firmy KRONE	36
Obrázek 7 - Spirální rotor řezacího ústrojí.....	37
Obrázek 8 - Výsuvná kazeta s řezacími noži	38
Obrázek 9 - Jištění řezacích nožů pružinami	38
Obrázek 10 - Systém VFS od firmy KRONE	39
Obrázek 11 - Uzlovač typu Deering.....	41
Obrázek 12 - Činnost vázacího mechanismu Deering	42
Obrázek 13 - Schéma dvojitého vázání Heston	43
Obrázek 14 - Systém MultiBale firmy Krone	44
Obrázek 15 - Kontinuální lis na válcové balíky KRONE Ultima s baličkou.....	45
Obrázek 16 - Zásobní komora lisu KRONE Ultima	46
Obrázek 17 - Lis na válcové balíky s variabilní lisovací komorou.....	46
Obrázek 18 - Nekonečné gumové pásy v lisovací komoře	47
Obrázek 19 - Příčkový dopravník KRONE Novogrip	48
Obrázek 20 - Lis na válcové balíky s pevnou lisovací komorou	48
Obrázek 21 - Pevné profilové válce v lisovací komoře	49
Obrázek 22 - Válečkový dopravník v pevné lisovací komoře	49
Obrázek 23 - Princip ovazování válcového balíku	50
Obrázek 24 - Ovazování balíku do sítě – začátek	51
Obrázek 25 - Ovazování balíku do sítě – dokončení	51
Obrázek 26 - Aerosolový monitor DUST TRACK 8530	61
Obrázek 27 - STEYR CVT 612 + KRONE BigPack 1290 XC	63
Obrázek 28 – JCB Fastrac 8250 + CLAAS Quadrant 3400	65
Obrázek 29 - NH T7060 + NH BigBaller 1290	67
Obrázek 30 – JOHN DEERE 7930 + JOHN DEERE 690.....	69
Obrázek 31 - CASE CVX 195 + KRONE BigPack 1290 XC	71
Obrázek 32 - CASE CVX 1170 + CASE RB454	73

Obrázek 33 - NH T6020 + NH BR7060	75
Obrázek 34 - ZETOR Forterra 135 + WELGER LP 220	77
Obrázek 35 - JOHN DEERE 5720 + CLAAS Variant 280 RC	79
Obrázek 36 -JOHN DEERE 7930 + KRONE Comprima 150 XC	81

11. Seznam grafů

Graf 1 - Měření č. 1 lisu KRONE BigPack 1290 XC	64
Graf 2 - Měření č. 2 lisu KRONE BigPack 1290 XC	64
Graf 3 - Měření č. 1 lisu CLAAS Quadrant 3400	66
Graf 4 - Měření č. 2 lisu CLAAS Quadrant 3400	66
Graf 5 - Měření č. 1 lisu NH BigBaller 1290	68
Graf 6 - Měření č. 2 lisu NH BigBaller 1290	68
Graf 7 - Měření č. 1 lisu JOHN DEERE 690	70
Graf 8 - Měření č. 2 lisu JOHN DEERE 690	70
Graf 9 - Měření č. 1 lisu KRONE BigPack 1290 XC	72
Graf 10 - Měření č. 2 lisu KRONE BigPack 1290 XC	72
Graf 11 - Měření č. 1 lisu CASE RB454	74
Graf 12 - Měření č. 2 lisu CASE RB454	74
Graf 13 - Měření č. 1 lisu NH RB7060	76
Graf 14 - Měření č. 2 lisu NH RB7060	76
Graf 15 - Měření č. 1 lisu WELGER LP 220	78
Graf 16 - Měření č. 2 lisu WELGER LP 220	78
Graf 17 - Měření č. 1 lisu CLAAS Variant 280 RC	80
Graf 18 - Měření č. 2 lisu CLAAS Variant 280 RC	80
Graf 19 - Měření č. 1 lisu KRONE Comprima 150 XC	82
Graf 20 - Měření č. 2 lisu KRONE Comprima 150 XC	82
Graf 21 - Průměrné hodnoty – lisy na hranolovité balíky	83
Graf 22 - Průměrné hodnoty – lisy na válcové balíky	84