

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie – Ekologické zemědělství

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

Diplomová práce

# **Sklízecí mlátičky z hlediska hlučnosti a prašnosti**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marie ŠÍSTKOVÁ, CSc.

Autor: Bc. Ondřej LÍKAŘ

České Budějovice, 2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej LÍKAŘ**  
Osobní číslo: **Z14369**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie - Ekologické zemědělství**  
Název tématu: **Sklízeční mlátičky z hlediska hlučnosti a prašnosti**  
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 :

*V literární rešerši práce se zaměřte na:*

1. Sklízeční mlátičky (konstrukce, používané akustické materiály v kabinách).
2. Přehled významných výrobců sklízecích mlátiček v EU.
3. Přehled dostupných akustických materiálů v ČR.
4. Hluk, jeho vznik, hodnocení hluku, legislativa.
5. Prach, jeho vznik, hodnocení prachových částic, legislativa.
6. Zdroje hluku a prachu při provozu sklízecích mlátiček.

*V praktické části práce proveďte:*

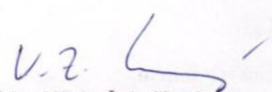
1. Výběr a charakteristiku alespoň tří sklízecích mlátiček (rok výroby, technické parametry, příp. motohodiny).
2. Měření hladin hluku  $L_{pA}$  a prachových částic v kabině jednotlivých strojů (za provozu) v pracovním místě obsluhy stroje.
3. Sledování expozice hluku a prachu pracovníka obsluhy za směnu a délky směny.
4. Výpočet ekvivalentních hladin  $L_{Aeq}$  z naměřených  $L_{pA}$ .
5. Vyhodnocení zjištěných hodnot dle platných hygienických norem.
6. V případě nadlimitních hodnot, návrh opatření vedoucích ke zlepšení stavu.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

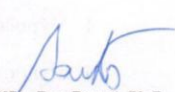
Günther B., Hansen K. H., Veit I. Technische Akustik - Ausgewählte Kapitel. Expert Verlag: Esslingen, 1989;  
Nový R. Hluk a chvění. Vydavatelství ČVUT. Praha, 2009;  
Smetana C. a kol. Hluk a vibrace, měření a hodnocení. Sdělovací technika, Praha, 1998;  
Česko. Zákon ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In Sběrka zákonů, 2000, 74, 258, s. 3622-3662;  
ČSN ISO 1996-1 Akustika - popis, měření a hodnocení hluku prostředí: Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení. Praha: Český normalizační institut, 2004;  
ČSN ISO1996-2. Akustika - popis, měření a posuzování hluku prostředí: Část 2: Určování hladin hluku prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009;  
ČSN ISO 9612 Akustika - směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000;  
ČSN EN 481 Ověření na pracovišti. Vymezení velikostních frakcí pro měření polétavého prachu, 1999;  
ČSN ISO 7708 Kvalita ovzduší - Definice velikostních částic pro odběr vzorků k hodnocení zdravotních rizik, 1998;  
ČSN EN 1540 Ověření na pracovišti - Terminologie, 1999;  
Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci;  
Časopis Mechanizace zemědělství, Profipress Praha;  
Firemní literatura

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marie Šístková, CSc.**  
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **13. února 2015**  
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2016**

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Smetanova 13  
370 02 B. S. 222/2015

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

V Českých Budějovicích dne 19. března 2015

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce na téma: **Sklízecí mlátičky z hlediska hlučnosti a prašnosti**, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 17. 4. 2016

.....  
Ondřej Líkař

**Poděkování:**

Děkuji ing. Marii Šístkové, CSc. za ochotu, cenné rady, připomínky a odborné vedení při zpracování diplomové práce. Tímto také děkuji za zapůjčení měřících přístrojů, bez kterých by nebylo možné práci zrealizovat. Velký dík patří majitelům a obsluze sklízecích mlátiček, kteří si u hektické době sklizně udělali čas a nechali mě provádět měření. V neposlední řadě bych rád poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni nejen při tvorbě diplomové práce, ale i během celého studia.

**Anotace:**

Diplomová práce je zaměřená na sklízecí mlátičky z hlediska hlučnosti a prašnosti v kabině, ale i mimo ni. V literární rešerši se nachází základní údaje a pojmy z oblastí sklízecích mlátiček, hluku a prachu. Samotné měření probíhalo na pozemcích u čtyř farmářů. Změřeny byly stroje různého data výroby. Jednalo se o stroje Fortschritt E 512 (1983), Fortschritt E 514 (1989), Case IH 2188 (1998) a Claas Avero 240 (2011). Výsledky měření byly graficky znázorněny a navzájem porovnány. Naměřené hodnoty byly porovnány s platnou legislativou. Z měření vyplynulo, že hlukový limit nespĺňuje pouze nejstarší stroj. Prašnost byla v této práci pouze orientační. Díky měření prašnosti, jsme ale získali ucelenější pohled na pracovní prostředí, kterému je obsluha vystavena.

**Klíčová slova:**

Hluk, prach, sklízecí mlátička, PM<sup>10</sup>, decibel

**Abstract:**

The thesis is focused on the combine harvester in terms of noise and dust in the cabin, but also outside. The literature search is the basic data and concepts from areas combine harvesters, noise and dust. The actual measurements were carried out on the land at the four farmers. Measured the machines were different dates of manufacture. These are machines Fortschritt E 512 (1983), Fortschritt E 514 (1989), IH 2188 (1998) and Claas Avero 240 (2011). The results of measurement were graphically displayed and compared each other. The measured values were compared with the current legislation. These measurements showed that the noise does not just limit oldest machine. Dustiness been in this job for guidance only. Thanks dust measurements but we get a more complete view of the work environment in which the operator is exposed.

**Keywords:**

Noise, dust, combine harvester, PM<sup>10</sup>, decibel

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	9
<b>2. Literární přehled</b> .....	10
<b>2.1 Sklízecí mlátička</b> .....	10
<b>2.1.1 Historie sklízecích mlátiček</b> .....	10
<b>2.1.2 Sklízecí mlátičky na našem území</b> .....	11
<b>2.1.3 Kabiny sklízecích mlátiček</b> .....	13
<b>2.1.4 Tangenciální sklízecí mlátička</b> .....	14
<b>2.1.5 Axiální sklízecí mlátička</b> .....	15
<b>2.2 Prachové částice</b> .....	16
<b>2.2.1 Přirozený vznik prachových částic</b> .....	17
<b>2.2.2 Antropogenní vznik prachových částic</b> .....	17
<b>2.2.3 Rozdělení podle velikosti frakcí prachových částic</b> .....	18
<b>2.2.4 Dopady na životní prostředí</b> .....	18
<b>2.2.5 Vliv prachových částic na lidský organismus</b> .....	19
<b>2.2.6 Definice polétavého prachu</b> .....	20
<b>2.2.7 Imisní limity pro polétavý prach v ČR</b> .....	22
<b>2.2.8 Zdroje prachu při sklizni</b> .....	22
<b>2.2.9 Ochrana obsluhy proti prachu</b> .....	24
<b>2.3 Hluk</b> .....	25
<b>2.3.1 Zvuk</b> .....	25
<b>2.3.2 Zdroje hluku</b> .....	25
<b>2.3.3 Intenzita hluku – decibely</b> .....	26
<b>2.2.4 Typy hluku</b> .....	27
<b>2.2.5 Dopady hluku na životní prostředí</b> .....	28
<b>2.2.6 Vliv hluku na zdraví člověka</b> .....	29
<b>2.2.7 Legislativa v ČR</b> .....	32

2.2.8 Zdroje hluku při sklizni .....	32
2.3.9 Ochrana proti hluku. ....	34
3. Cíl práce .....	35
4. Metodika .....	36
4.1 Výběr strojů .....	36
4.1.1 Fortschritt E 512.....	37
4.1.2 Fortschritt E 514.....	38
4.1.3 Case IH 2188 .....	39
4.1.4 Claas Avero 240 .....	40
4.2 Metodika měření .....	41
4.2.1 Použitá měřící technika .....	41
4.2.2 Měření hluku .....	42
4.2.3 Měření prašnosti.....	43
5. Naměřené a vypočtené hodnoty .....	44
5.1 Fortschritt E 512.....	44
5.2 Fortschritt E 514.....	47
5.3 Case IH 2188 .....	50
5.4 Claas Avero 240 .....	53
6. Vyhodnocení výsledků .....	56
6.1 Hluk .....	56
6.2 Prašnost .....	59
7. Závěr .....	62
8. Seznam použité literatury .....	64



## 1. Úvod

Bez sklízecí mlátičky si dnes sklizeň obilí nedokážeme ani představit. Pryč jsou ty doby, kdy hospodáři sklízeli pomocí kosy, svazovali snopy obilí a následně je doma ručně mlátili pomocí cepů. Velkým skokem byly stacionární mlátičky. Tu si většinou pořídilo několik hospodářů dohromady. Proč se vlastně sklízecí mlátička nazývá slangově kombajn? Když se do Československa po druhé světové válce začali dovážet stroje z USA, měli na sobě nápis Combine. Název zlidověl a používá se dodnes. I když sklízecí mlátička pracuje pouze několik málo dní v roce, je klíčový pomocník při rychlé a kvalitní sklizni, která ovlivní ekonomickou stránku podniku na příští rok.

Toto téma jsem si zvolil z důvodu, že obdobnou problematikou jsem se již zabýval ve své bakalářské práci. V bakalářské práci jsem se zaměřil na prostředí v kabinách traktorů během podzimních prací na polích. Problematika prašnosti a hlučnosti mě velmi zaujala, neboť se jednalo o velmi málo probádané odvětví. Proto jsem se rozhodl, že bych na něj rád navázal i v diplomové práci. Nejprve jsem stál před otázkou, kam zaměřit moji pozornost nyní. Variant jsem nosil v hlavě několik. Jedna z nich byla například měření během sušení sena. Nakonec jsem po zralé úvaze zvolil sklízecí mlátičky. Během měření nastaly chvíle, kdy jsem litoval, že jsem nakonec zvolil mlátičky. Jeden z důvodů byla náročnost měření. Hlavní důvod byla neochota některých „kombajnérů“ se na výzkumu podílet.

Tato práce nám umožňuje porovnat, jakým způsobem se za 30 let vyvinuly kabiny sklízecích mlátiček z hlediska ochrany proti prachu a hluku. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. První část je literární rešerše, která je zaměřena na problematiku hluku a prachu. Dále pak obsahuje něco málo o historii a konstrukci sklízecích mlátiček. Ve druhé části práce se nachází měření strojů při žnících na přelomu července a srpna v roce 2015 a vyhodnocení výsledků.

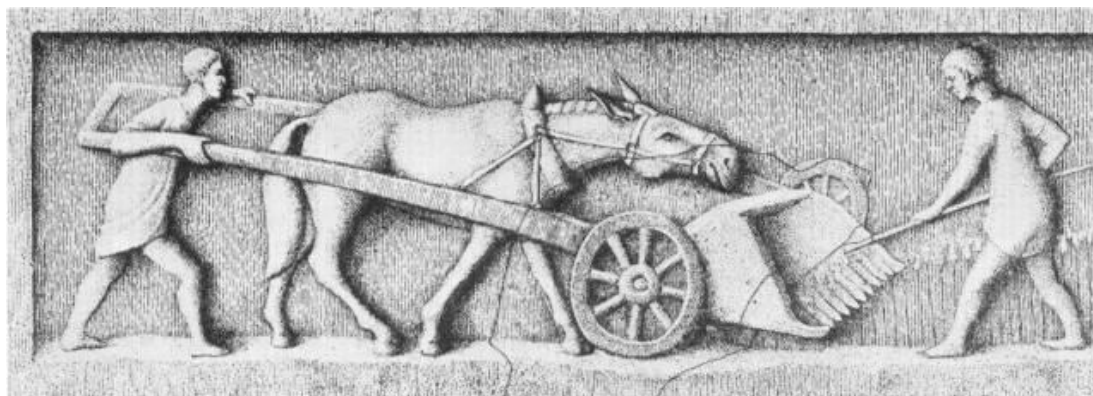
## 2. Literární přehled

### 2.1 Sklízecí mlátička

Úkolem sklízecích mlátiček je získat porost ze stanoviště sečením (přímá sklizeň) nebo sbíráním (dělená – dvoufázová sklizeň), hmotu vymlátit (uvolnit zrno), zrno oddělit a vyčistit od ostatních částí rostlin a shromáždit je v zásobníku. Ostatní zbytky rostlin (slámu, plevy, úhrabky) upravit k dalšímu zpracování, tj. ke sklizni nebo zapravení. Toto mají umožnit různé způsoby sklizně ostatních částí rostlin, například slámu ukládat na řádek, kopkovat, lisovat, řezat nebo drtit. Sklízecí mlátičky mají být víceúčelové a mají umožnit sklizeň většiny semenných kultur. Sklízecí mlátičky jsou určeny do všech rovinných oblastí se svahovou dostupností do 8° (standardní) a svahových oblastí do 20° (svahové). [1]

#### 2.1.1 Historie sklízecích mlátiček

Prvním dochovaným důkazem, že existovala mechanická sklizeň obilnin, je spis římského rolníka Plinia z roku okolo 70 našeho letopočtu. Česač klasů, takzvaný Vallus, je pak znázorněn na fragmentu pocházející ze třetího století našeho letopočtu. Je na něm vyobrazen stroj s dřevěnou korbou krabicového tvaru, která je posazena na dvoukolovém podvozku. Mezi bočnice korby byla natažena řada mečovitých ocelových prstů, pomocí nichž byly klasy oddělovány. Na korbu navazovala dvě vodící břevna, ke kterým byl přivázán osel, hlavou ke korbě, takže stroj strkal před sebou. Kromě osla bylo zapotřebí nejméně dvou pracovníků. Jeden se uplatnil jako vozka a rovněž měl na starosti hlídat správnou výšku česacího stroje. Druhý postupoval po sklizené ploše a klasy uvízlé v mezerách mezi zuby srážel do korby nástrojem podobným paličce. [2]



Obrázek č. 1- Česač klasů [3]

V 19. století byl vývoj sklízecích mlátiček ovlivněn dvěma vynálezy. První patent bylo mlatkové mlátící ústrojí, které vynalezl v roce 1786 Skot A. Meickem. Druhý pak nůžkové žací ústrojí vyvinuté Angličanem R. Mearesem v roce 1800. Díky těmto vynálezům získal vývoj mlátiček na obrátkách zejména pak v USA.

První zprávy o sestrojení sklízecí mlátičky pocházejí z první poloviny 19. století ze Severní Ameriky. V roce 1828 získal na takový stroj patent S. Lane, v roce 1835 Askmor a Peck, o rok později Briggs a Carpenter. O provozních zkušenostech s těmito stroji se bohužel nedochovali žádné zprávy a tak se za první sklízecí mlátičku, která dostatečně dokázala svoji provozuschopnost, považuje stroj sestavený J. Hascalle a H. Moorem v západním Michiganu v roce 1834, patentovaným v roce 1836. V letech 1881-86 sestrojil první sklízecí samojízdnu mlátičku G. S. Berry. Měla dva parní stroje, jeden pro pohon pojezdu a druhý pro pohon pracovních částí se společným kotlem na topení slámou. Žací ústrojí mělo záběr 22 stop (6,7 m) a po dalším zdokonalení dokonce 40 stop (12,2m). V roce 1904 postavili bratři Holtové první úspěšnou sklízecí mlátičku, jejíž pracovní ústrojí bylo poháněno pomocí benzinového motoru. V roce 1912 postavili bratři Holtové podobně jako G. F. Hariis první sklízecí mlátičku samojízdnu s benzinovým motorem. [2]

### 2.1.2 Sklízecí mlátičky na našem území

První sklízecí mlátička byla v Československu vystavovaná v roce 1928 na Jarní hospodářské výstavě v Praze. I přes to, že se nepodařilo dohledat výrobce, šlo o stroj americké výroby. [2]

První sklízecí mlátičkou na tuzemském trhu, se kterou se získávali rozsáhlejší zkušenosti, byl německý žací a mlátící vazač Claas Mäh-Dresch-Binder (MDB). Jeho cena byla v roce 1940 72 000 protektorátních korun. Claas MDB dokázal sklídit za osmihodinovou směnu 5 ha pšenice.

Množství sklízecích mlátiček, které se k nám dovážely, začalo stoupat po konci druhé světové války a to díky organizace United Nations and Rehabilitation Administration (UNRRA). Tato organizace, která vznikla v USA, měla za úkol, poskytnou prostředky k obnově průmyslové a zemědělské výroby. Od druhé polovinu roku 1945 až do roku 1947 se k nám díky akci UNRRA dostalo asi

92 sklízecích mlátiček a 52 kg náhradních řemenů. V rámci akce UNRRA se dovážely především mlátičky značky Massey-Harris, jejichž cena se pohybovala dle výkonnosti stroje od 130 000 Kč za tažený šestistopý stroj až do 250 000 Kč za samohybnou mlátičku o záběru 12 stop. Mezi roky 1950 až 1989 se po našich polích prohánělo přibližně 35 modelů sklízecích mlátiček a počet strojů stoupl z 392 v roce 1951 na 21 332 v roce 1989. Nejčastěji se jednalo o stroje vyráběné v rámci RVHP. Jednalo se například o tyto modely: S-4, Stalinec 6, ŽM 330, SK-3, SK-5 E 512, E 516 a mnoho dalších. Od roku 1982 se do ČSSR začaly dovážet i stroje značky Claas. Po roce 1989 a zániku RVHP byl ukončen státem řízený dovoz sklízecích mlátiček a otevřel se trh všem výrobcům.



Obrázek č. 2-Massey-Harris No. 21 [4]

Položka	Náklady (Kčs)
Řidič (s pojištěním)	375
2 pomocní dělníci u pytlů	400
180 l benzínu po 12,50 Kč	2 250
3 l oleje do motoru	108
2 kg vazelíny a mazání stroje	100
Broušení kos	200
<b>Celkem</b>	<b>3 433</b>

Tabulka č. 1-Náklady na 10 hod, provozu MH No. 21 [2]

Rád bych se v krátkosti zmínil o vývoji sklízecích mlátiček v tehdejší Československu. Vývoji mlátiček se věnovali v Agrostroji Prostějov. Bohužel z několika důvodů, jako hlavní se udává rozdělování v rámci RVHP, nebyly stroje

z Agrostroje tak rozšířené jako ruské a později německé stroje. První stroj ŽM 18 vznikl v roce 1950 a následoval jej model ŽM 21. Jediný sériový stroj z Prostějova byl ŽM 330. Bohužel, výroba byla z výše uvedeného důvodu přesunuta do Maďarska. V roce 1968 začali konstruktéři potají vyvíjet model SM 500. Tento stroj byl technicky velmi vyspělý. Byl srovnatelný se stroji západní proveniencí. Stroje z východního bloku deklasoval ve všech směrech. To se ale nelíbilo NDR, která měla smlouvu o dodávání sklízecích mlátiček v 6. pětiletce. Proto musel Agrostroj v roce 1973 předat prototyp a dokumentaci od modelu SM 500.1 (vylepšený model SM 500) do rukou Fortschrittu za 900 000 rublů. Z SM 500.1 se stal základní kámen nového mlátičky E 516. Tím bohužel skončil vývoj sklízecích mlátiček v ČSSR.



*Obrázek č. 3-SM 500 [6]*

### 2.1.3 Kabiny sklízecích mlátiček

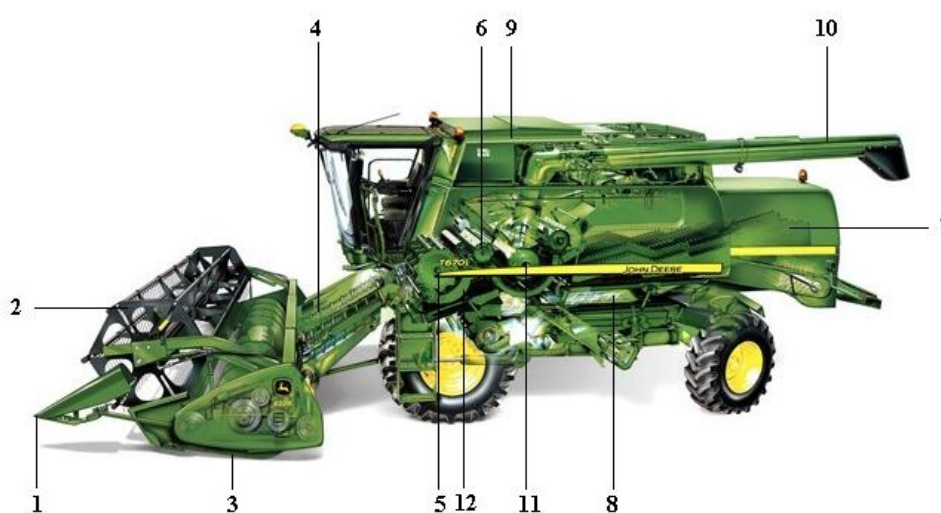
V počátcích byly sklízecí mlátičky samozřejmě bez kabiny. Jelikož sedláci byli zvyklí při žních na těžké podmínky, absence kabiny jim zpočátku vůbec nevadila. Později stroje byly vybaveny stříškami proti přímému slunci. Se stále se zvyšující dobou práce a v rámci zkvalitnění práce se začali na sklízecí mlátičky v polovině 60. let montovat kabiny. Zpočátku se jednalo o příplatkové příslušenství. Například prototypy a první modely E 512 nebyly vybaveny kabinou. Proto STS Staré Město navrhla a montovala kabiny za 7920 Kčs. Později byly kabiny montovány již od výrobce v NDR a na rozdíl od českých kabin, měly již ventilátory s filtry na přiváděný vzduch. Zajímavě řešenou kabinu měly Sovětské mlátičky SK 5.

Boky kabiny byly osazeny stínícími roletami, redukující množství slunečních paprsků pronikající k obsluze. Zajímavostí je, že například německý výrobce Deutz-Fahr začal montovat kabiny až v roce 1980 a to jen u modelů nad 100 koní. Ve stejném období již dodával Claas kabiny s klimatizací. Ovládací prvky a budíky se vždy nacházely po pravé ruce obsluhy. V tomto ohledu se prakticky nic nezměnilo. Největší změny v kabinách nastaly s rozšířením počítačových technologií. Analogové budíky dnes nahrazují barevné obrazovky, na kterých obsluha najde vše, co potřebuje o stroji vědět. V moderních kabinách jsou samozřejmostí prvky, o kterých si dříve mohla nechat obsluha jen zdát. Například odpružené sedadlo, klimatizace, lednice, rádio atd.

#### 2.1.4 Tangenciální sklízecí mlátička

Sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím mechanismem jsou nejpoužívanějšími stroji.

U tangenciálního mláticího mechanismu, postupuje mláčená hmota okolo mláticího bubnu ve směru kolmém na osu jeho otáčení. Konvenční sklízecí mlátičky mají tangenciální mláticí mechanismus, na který navazuje separační mechanismus z klávesových vytřasadel. [7]



Obrázek č. 4-Tangenciální sklízecí mlátička [8]

Tangenciální mláticí mechanismus se skládá z mláticího bubnu (5), mláticího koše (12) a odmítacího bubnu (6). K uvolnění zrna dochází rozrušením a vytíráním

obilní hmoty při průchodu mezi mlátícím bubnem a košem. Odmítací buben zamezuje dalšímu unášení vymláčené slámy (hrubého omlatu) mlátícím bubnem a usměrňuje její tok na vytřasadla. [7]

Nejčastějším typem mlátícího bubnu je mlatkový typ. Po obvodu má mlátící lišty nazvané mlatky, které mají střídavě levé a pravé zářezy, aby se mláčená hmota neposouvala jednostranně. Dalším typem je hřebový mlátící buben používaný především na sklízecích mlátičkách určených pro sklizeň rýže. [7]

Mlátící koš je uložen pod mlátícím bubnem, tvořen ocelovými lištami po stranách spojený bočnicemi. Mezi lištami prochází ocelové pruty a vzniklými otvory propadá jemný omlat. Vedle univerzálního typu koše vhodného pro výmlat všech plodin, jsou některými výrobci nabízeny i různé speciální koše, např. pro drobnosemenné rostliny. [7]

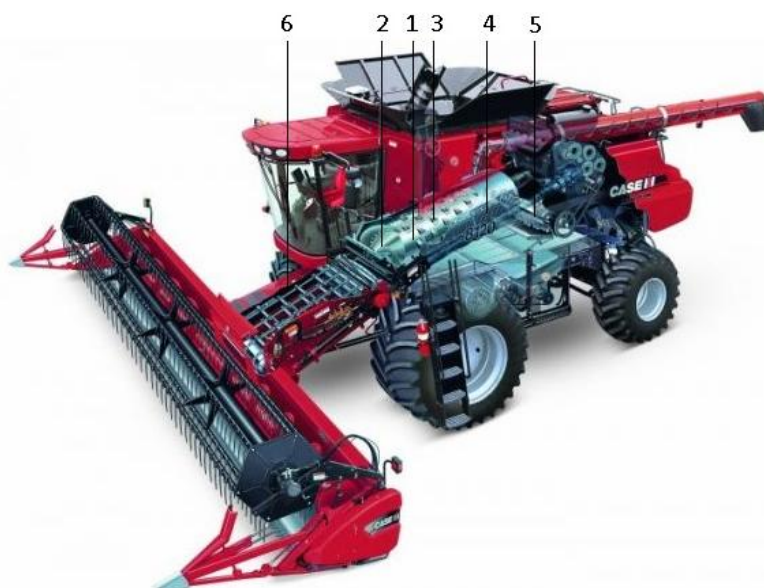
Klávesové vytřasadlo (7) je hlavní separační mechanismus konvenčních sklízecích mlátiček. Tvoří ho 3-8 kláves uložených na dvou klikových hřídelích. Klávesy mají 3-6 stupňů. Nastavené jsou lištami s hřebeny, které zajišťují posuv slámy. Na povrchu vytřasadla je rošt. Natřásáním a posuvem hrubého omlatu dochází k separaci zbylého zrna od slámy, které propadá roštem vytřasadla do čistícího mechanismu. [7]

#### 2.1.5 Axiální sklízecí mlátička

Sklízecí mlátička s axiálním mlátícím a separačním mechanismem se od klasických tangenciálních mlátiček tímto mechanismem výrazně liší. Jak již sám název napovídá, mlátící mechanismus je ve stroji uložen tak, že materiál je nucen při výmlatu postupovat ve směru jeho osy, tedy axiálně. Jak je patrné z obrázku č. 5, je sklízecí mlátička vybavena žacími a dopravními mechanismy, které jsou shodné se sklízecí mlátičkou tangenciální. Poněkud odlišný je šikmý dopravník obilí, který bývá kratší a celkově menší. [9]

Od šikmého dopravníku (6) se sklizená hmota dostává k axiálnímu mlátícímu a separačnímu mechanismu. Nejprve je zachycena lopatkami vkládacího šneku (2) a v součinnosti s vodícími lištami je vtahována do mezery mezi otáčejícím se kombinovaným bubnem (1) a pevným mlátícím a separačním pláštěm. V první polovině bubnu dochází mezi ním a mlátícím košem (4) k mláčení, tedy

k uvolňování zrna z klasů. Obilní hmota přitom rotuje mezi bubnem a pláštěm, rovnající se asi 1/3 obvodové rychlosti bubnu a pomocí vodících lišt pláště axiálního bubnu (1) je posouvána ve směru osy bubnu. V druhé polovině mechanismu mezi bubnem a separačním košem (4) dochází k separaci zrna od slámy. Sláma postupuje stále stejným způsobem díky vodícím lištám z mechanismu ven, kde je usměřována odmítacím bubnem, drtičem (5) ven ze stroje. Jemný omlat je několika šnekovými dopravníky dopraven do čistidla klasické koncepce. Zrno jde dopravníky do zásobníku zrn, nedomláčené klásky se dostávají zpět do integrovaného mláticího a separačního mechanismu. Dostávají se však do jeho středu, takže nekomplikují výmlat nově přichozí hmoty, nebo jsou dopraveny do domlacovacího zařízení. [9]



*Obrázek č. 5-Axiální sklízecí mlátička [10]*

## 2.2 Prachové částice

Prach je termín, který používáme v souvislosti s pevnými částicemi, které mají různé tvary a velikosti. Jedná se o polydisperzní tuhý aerosol, který vzniká přirozeně či antropogenní činností. [11]



### 2.2.1 Přirozený vznik prachových částic

Příčina znečištění ovzduší přírodními procesy může být chemické, fyzikální nebo biologické povahy. Mohou to být například zrna z větrných erozí půdy, obvykle z oblastí pokrytých řídkou vegetací nebo zcela bez pokryvu vegetace (prachové bouře). Typickým příkladem, kdy se dostává do vznosu velké množství písku, je poušť. Důležitým přírodním zdrojem prachových částic je také kosmický prach. Kosmický prach je tvořen meziplanetární hmotou o velikosti menší, než je 1 milimetr, který se volně nachází v okolním vesmíru. Jedná se o drobná zrnka různorodého materiálu, který pochází z různých zdrojů (materiál z období formování sluneční soustavy, ohon komety, materiál vyvržený po srážce atd.). Kosmický prach neustále dopadá na každé těleso ve vesmíru s různou intenzitou. Například na Zemi každoročně dopadne až 40 000 tun kosmického materiálu, kde dle výpočtu se jedná přibližně o jedno zrnko kosmického prachu za den na metr čtvereční. Vážným zdrojem je sopečná aktivita, která uvolňuje částice síry, chloru a popela. K přírodním zdrojům patří bioaerosol, který tvoří životaschopné nebo mrtvé buňky, spory nebo pylová zrna, fragmenty, produkty nebo zbytky organismů. Dalšími přírodními zdroji látek, které znečišťují ovzduší, jsou následující zdroje (neprodukují prachové částice). Například metan, uvolňovaný v průběhu trávení potravy zvířaty nebo hnitím biomasy. Hnití je chemický, biologicky podmíněný proces, při kterém dochází k rozkladu organických látek bez přístupu kyslíku. Dalším přírodním zdrojem je radioaktivní plyn radon, který se uvolňuje ze zemské kůry. Některé dřeviny, plodiny a ovoce uvolňují těkavé organické látky (borovice, topol, kukuřice a různé druhy ovoce a zeleniny) a velké množství silic je vytvářeno rostlinami jako ochrana před býložravci. [12]

### 2.2.2 Antropogenní vznik prachových částic

Nejvýznamnější podíl na vzniku prachových částic mají antropogenní procesy. Mezi tyto procesy se zahrnují spalovací procesy, které jsou nezbytnou součástí technologických činností při výrobě tepelné energie v teplárnách, využívající 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, využívající 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 třídiče kameniva, řezání, broušení, vrtání) 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, zráním skládek komunálního odpadu, z nichž se uvolňuje metan apod.). [12]

### 2.2.3 Rozdělení podle velikosti frakcí prachových částic

Velikost částic v atmosféře je od několika nanometrů až desítek mikrometrů.

Prachové částice se dělí podle jejich velikosti na frakci:

- hrubých částic  $PM^{10}$  - aerodynamický průměr  $<10 \mu m$ .
- frakci jemných částic  $PM^{2,5}$  - aerodynamický průměr  $<2,5 \mu m$ .
- frakci jemnějších částic  $PM^1$  - aerodynamický průměr  $<1 \mu m$ .

16

- frakci nejjemnějších částic  $PM^{0,1}$  a menší - aerodynamický průměr  $<100 nm$ .

Částice s aerodynamickým průměrem větší než  $30 \mu m$  jsou označovány jako hrubý prach a v prostředí při běžných podmínkách rychle sedimentují. [13]

### 2.2.4 Dopady na životní prostředí

Z ovzduší se aerosol dostává do ostatních složek životního prostředí pomocí suché nebo mokré atmosférické depozice. V principu platí, že čím menší průměr částice má, tím déle zůstane v ovzduší. Částice o velikosti přes  $10 \mu m$  sedimentují na zemský povrch v průběhu několika hodin, zatímco částice nejjemnější (menší než  $1 \mu m$ ) mohou v atmosféře setrvávat týdny, než jsou mokrou depozicí odstraněny. Částice jemného a hrubého aerosolu mají odlišné složení. Materiál zemské kůry (částice půd, zvětraných hornin a minerálů, prach) a bioaerosol tvoří většinu hmotnosti hrubého aerosolu, zatímco jemný aerosol je tvořen hlavně sírany,

amonnými solemi, organickým a elementárním uhlíkem a některými kovy. Dusičnany jsou významnou složkou jak hrubého, tak jemného aerosolu. Prašný aerosol může také sloužit jako absorpční medium pro těkavé organické látky. Aerosol může působit na organismy mechanicky zaprášením. Zaprášení listu rostlin snižuje jejich aktivní plochu, u živočichů prach vstupuje do dýchacích cest. Dalším problémem je toxické působení látek obsažených v aerosolu. Pevné částice v atmosféře ovlivňují energetickou bilanci Země, protože rozptylují sluneční záření zpět do prostoru. Podnebí ovlivňují tyto částice také svým účinkem na tvorbu oblaku. Jsou-li při tvorbě oblaku přítomny pevné částice ve velkém množství, se bude výsledný oblak sestávat z velkého množství menších kapek. Takový oblak bude odrážet sluneční záření mnohem více, než oblak sestávající z částic větších. Vlivy na klima se však projevují spíše v regionálním měřítku. [14]

#### 2.2.5 Vliv prachových částic na lidský organismus

Rozsah škodlivých účinků prachu na člověka je velmi široký. Při jejich hodnocení záleží na původu, vlastnostech a velikosti prachových částic, na jejich koncentraci v ovzduší, na délce a podmínkách působení i na individuální vnímavosti člověka na tyto prachové částice. Prachové částice se usazují v dýchacích cestách. Místo v dýchacím ústrojí, na němž se částice zachytí, závisí na velikosti prachové částice. Částice větší než je 10  $\mu\text{m}$  se zachycují na chloupkách v nose nebo na nosní sliznici a zpravidla nezpůsobují zdravotní potíže. Částice menší než 10  $\mu\text{m}$  se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní potíže. Částice menší než 1  $\mu\text{m}$  mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, což přináší závažnější zdravotní potíže, protože tyto částice často obsahují absorbované karcinogenní sloučeniny. Tyto částice poškozují plicní systém a způsobují chronickou bronchitidu, chronické plicní choroby a mohou způsobovat kardiovaskulární problémy. Vzhledem k tomu, že zdravotní rizika vlivem průniku prachové částice do dýchacích cest závisí na jejich rozměrech, rozdělují se částice podle rozměrů následovně.

- V nosních dutinách se zachytí částice rozměrů 6 až 10 $\mu\text{m}$
- V hrtanu se zachytí částice rozměrů 5 až 6 $\mu\text{m}$
- V průdušnici se zachytí částice rozměrů 3 až 5 $\mu\text{m}$
- V průduškách se zachytí částice rozměrů 2 až 3 $\mu\text{m}$

- V plicních sklípcích se zachytí částice menší než 1 µm

Pro pracovní prostředí se používají k posouzení prašnosti termíny vztahující se k jednotlivým frakcím prachu, tj. vdechovatelná, thorakální a respirabilní frakce.

Vdechovatelná frakce prachu je hmotnostní vzorek prachových částic, které jsou vdechnuty nosem a ústy.

Respirabilní frakce je hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel. Přibližně 50 % poléťavého prachu o velikosti 4 µm je v respirabilní frakci. Za respirabilní vlákno se považuje částice, která vyhovuje současně všem následujícím podmínkám: Tloušťka vlákna je menší než 3 µm, délka vlákna je větší než 5 µm a poměr délka: tloušťka je vyšší než 3 µm.

Thorakální frakce je hmotnostní frakce vdechovaných částic pronikajících za hrtan. Přibližně 50% poléťavého prachu s velikostí 10 µm je v thorakální frakci. [15]

#### 2.2.6 Definice poléťavého prachu

Pojem „poléťavý prach (PM<sup>10</sup>)“ je nesprávný překlad anglického termínu „particulate matter (PM<sup>10</sup>)“ uvedeného v původním znění Regulations (EC) No. 166/2006. [16]

Pojem „particulate matter“ se překládá do češtiny dvěma způsoby podle oblasti využití tohoto pojmu. Při hodnocení znaků kvality volného ovzduší (tj. venkovního, vnitřního a pracovního) se tento pojem překládá jako aerosolové částice (všechny částice v daném objemu vzduchu). [17]

Při posuzování odpadních plynů se pojem „particulate matter“ překládá do češtiny jako tuhé znečišťující látky – viz zákon o ochraně ovzduší.

Je třeba poznamenat, že určitá nejednotnost panuje i v mezinárodních normách, např. mezinárodní norma ČSN ISO 4225 uvádí pojem „prach“ (dust) – malé tuhé částice o průměru pod 75 µm, které se vlastní hmotností usazují, ale mohou zůstat v suspendovaném stavu po jistou dobu a dále „prach“ (grit) – poléťavé tuhé částice přenášené v ovzduší nebo v odpadních plynech. Formální nedostatky použitého výrazu „poléťavý prach“ však zcela zastihuje použití pojmu PM<sup>10</sup> jako charakteristiky odpadních plynů. Výraz PM<sup>10</sup> je cílové označení pro vzorkování thorakálních částic ve volném ovzduší [2], přičemž thorakální částice (thoracic

particles) jsou vdechované částice pronikající za hrtan. V podstatě se jedná o konvenci, již se určitému typu vzorkovacího zařízení přisuzuje vlastnost separovat aerosolové částice do dvou skupin: **[18]**

- na částice o aerodynamickém průměru větším než 10  $\mu\text{m}$ , které se nezachycují
- na částice o aerodynamickém průměru menším než 10  $\mu\text{m}$ , které se zachycují

Tato thorakální konvence (thoracic convention) je tedy specifikace přístrojů k odběru vzorků pro stanovení thorakální frakce. Thorakální konvenci určuje rovněž mezinárodní norma pomocí vzorkovací křivky pro přístroje odebírající thorakální frakci. **[19]**

Nejasnosti pojmu  $\text{PM}^{10}$  lze nalézt i v prováděcím předpisu k zákonu o ovzduší, který stanoví, že  $\text{PM}^{10}$  představuje podle § 3, odst. 2, písm. b) částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10. **[18]**

Z uvedených skutečností jasně vyplývá, že pojem  $\text{PM}^{10}$  je spojen výhradně s hodnocením možných účinků částic vdechovaných na pracovišti a vně budov na zdraví člověka. Tyto „konvence nesmějí být používány v souvislosti s mezními hodnotami definovanými na základě zcela jiných pojmů“ **[19]**

Pod pojmem prach (tuhé znečišťující látky) si lze představit částice libovolného tvaru, struktury nebo hustoty rozptýlené v plynné fázi za podmínek existujících ve vzorkovacím bodě, které mohou být zachyceny filtrací za určených podmínek po reprezentativním odběru vzorku sledovaného plynu, a které zůstanou na filtru i po sušení za určených podmínek. **[20]**

### 2.2.7 Imisní limity pro poléřavý prach v ČR

Znečiřřující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
PM <sup>10</sup>	24 hodin	50 µg.m <sup>-3</sup>	35
PM <sup>10</sup>	1 kalendářní rok	40 µg.m <sup>-3</sup>	

*Tabulka č. 2-Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a přípustné četnosti překročení [21]*

Nařizení vlády č. 350/2002 Sb., v platném znění (novela č. 597/2006 Sb.), zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje způsob sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. Stanovuje imisní limity a přípustné četnosti jejich překročení, cílové imisní limity a dlouhodobé imisní cíle, kterých je třeba postupně dosáhnout, pro vybrané znečiřřující látky. U plyných znečiřřujících látek se objem přepočítává na standardní podmínky. [21]

PM<sup>10</sup> je tímto nařizením definován jako „částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazující pro aerodynamický průměr 10 µm odlučovaci účinnost 50 %“. Znečiřřující látka PM<sup>2,5</sup> („částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 µm odlučovaci účinnost 50 %“) nemá stanoveny přípustné úrovně znečištění ovzduší a posuzuje se tedy z hlediska ročního aritmetického průměru, ročního mediánu, ročního 98. percentilu a ročního maxima ze 24h průměrných hodnot. [21]

### 2.2.8 Zdroje prachu při sklizni

Sklízecí mlátičky přicházejí do kontaktu s porostem o vlhkosti okolo 13%. Je tedy jasné, že množství prachu uvolněného při sklizni je obrovské. Prašnost při sklizni způsobuje především pět hlavních faktorů.



*Obrázek č. 6-Zdroje prachu při sklizni*

1) Prach, který vzniká v přední části sklízecí mlátičky. Jedná se především o přechod mezi příčným šnekovým dopravníkem a šikmým dopravníkem. Zde se setkává porost z celé šíře lišty a musí se vměstnat do mezery široké jen několik desítek cm. Tato prašnost je pro obsluhu velmi nepříjemná, neboť jak je vidět na obrázku č. 6 k tomuto jevu dochází přímo pod jeho kabinou. V mnoha případech může mít obsluha velmi omezen výhled.

2) Prach, který vzniká při procesu mlácení. Hlavní úkol sklízecí mlátičky jak již její název napovídá je mlácení porostu. Jelikož se jedná o velmi náročný proces, je i množství prachu, které produkuje značné. Zde je obsluha z veliké části závislá na směru větru. Pokud je příznivý, nemusí prašnost obsluhu nijak obtěžovat. V opačném případě je kabina vystavená extrémní prašnosti.

3) Prach vznikající v zadní části sklízecí mlátičky. Zde je veliký rozdíl, zda je sláma ukládána do řádku pro pozdější zpracování anebo je drcena. Je jasné, že při drcení je prašnost větší. Co se týče rizik pro obsluhu, jsou v podstatě shodná jako v bodě č. 2

4) Prach, který se uvolňuje od pojezdových kol. Tento prach vzniká jak od sklízecí mlátičky, tak i od strojů, které mají za úkol odvoz zrní z pole. Čím více se kol po pozemku pohybuje a čím jsou širší, tím více prachu ze z půdy uvolní.

5) Prašnost vznikající při vykládání zrní. Relativně nejmenší prachovou zátěž představuje překládání zrní na vlek. Tato prašnost na rozdíl od předchozích nevzniká kontinuálně. Nicméně výložník musí během několika desítek vteřin vyložit několik tun materiálu. Z toho důvodu vzniká nemalé množství prachu.

### 2.2.9 Ochrana obsluhy proti prachu

Základní kámen úspěchu v boji proti prachu u sklízecích mlátiček je kvalitní utěsnění všech spojů kabiny. Zejména pak dveří. Pokud není stroj vybavený klimatizací, záleží na obsluze, zda je pro ni prioritou teplota nebo prach. Pokud nechá otevřené dveře, podaří se jí snížit teplotu o pár stupňů, ale umožní prachu bez obtíží vstoupit do kabiny. Při zavřených dveřích je zase riziko vyšších teplot.



*Obrázek č. 7-Kabinový filtr John Deere [22]*

Pro moderní kabiny je klimatizace samozřejmostí. Důležitá je kvalitní filtrace přiváděného vzduchu do kabiny. O to se starají jeden, nebo i několik filtrů. Na obsluze je, aby filtrům věnovala dostatečnou údržbu. Pravidelně je čistila a měnila. Další pomocník v boji proti prachu je vzduch. Přesněji řečeno přetlak. Dnešní kabiny jsou konstruovány jako přetlakové. To znamená, že se do nich prach případnými netěsnostmi jen těžko dostává. I u moderních kabin může obsluha velmi ovlivnit prašnost. Velmi záleží na tom, zda si své pracovní prostředí udržují čisté a jak často otevírají dveře.



## 2.3 Hluk

Dle zákona je hluk definován: Hlukem se rozumí zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis. [22]

Hluk je specifická forma zvuku, kterou můžeme fyzikálně popsat jako nepravidelné nebo náhodné kmitání. Z hlediska subjektivního vnímání se tedy jedná o nepříjemný, rušivý, nežádoucí či škodlivý zvuk. Z určitého úhlu pohledu může být hlukem i hudba. Vnímání hluku je ovlivněno mnoha faktory, jako je informační obsah, doba trvání, věk, zdravotní stav nebo postoj posluchače. [23]

Poměrně velice přesně lze zvuk fyzikálně popsat a jeho vlastnosti, ať už u zdrojů (emise) nebo pokud se šíří prostředím (imise), měřit. Lékařsky lze považovat hluk za zvuk, který má účinky přímo na správnou činnost sluchového orgánu (specifické účinky), nebo prostřednictvím něho v různé intenzitě jinak působí škodlivě na člověka (nespecifické účinky). I tyto vlivy zvuku příliš silného, příliš častého, nebo působícího v nevhodné situaci, době či na slabého jedince (tedy bez ohledu na jeho fyzikální vlastnosti) lze dnes již poměrně přesně pozorovat a objektivně popsat. [24]

### 2.3.1 Zvuk

Zvuk je podélné mechanické vlnění hmotného prostředí s kmitočtem v rozmezí přibližně od 16 Hz do 20 kHz, které působí na lidský sluchový orgán a vyvolává v něm subjektivní sluchový vjem. Zvukové vlny se od zdroje zvuku šíří všesměrově. Rychlost šíření zvuku je závislá na vlastnostech prostředí. V případě vzduchu je to zejména teplota a atmosférický tlak. [25]

### 2.3.2 Zdroje hluku

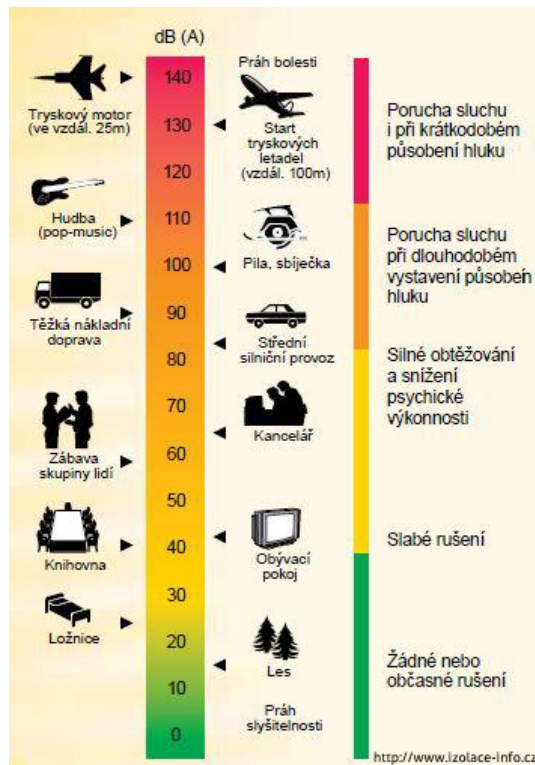
Hluk vzniká v přírodě při fyzikálních procesech (proudění vody, vichřice), nebo jako projev života zvířat. Vzniká také činností člověka (doprava, výroba, bydlení, trávení volného času). [26]

Obecně lze říci, že se daří omezovat hluk úpravami strojů a dalších hlučných zařízení přímo při jejich výrobě – tedy přímo u zdroje. Neplatí pak v tomto případě před třiceti lety běžná úvaha, že technický pokrok dosáhl dimenzí, které nenechávají

prostor a čas k likvidaci vyvolaných negativních důsledků. Již se snad nepodceňuje hluk v pracovním prostředí, který dle odhadů tvoří 40 % hluku „vypouštěného“ lidmi do životního prostředí. Okolo 50 % celkové hlukové zátěže způsobuje doprava (někdy se uvádí až 70 %). Příklady hladin hluků při různých činnostech zobrazuje obrázek č. 8. Každopádně bylo odhadnuto, že podle platných limitů hluku bylo např. v Praze roku 2002 zasaženo hlukem z automobilové a tramvajové dopravy 7,6 % obyvatel. Uděláme-li přibližné korekce ve výše uvedeném smyslu – odečteme silné, ale i slabé jedince – dostaneme nejméně 50 tisíc obtěžovaných občanů. Zkusme si za procentuální hodnotu obtěžovaných v hlavním městě - kráceno výší urbanizace, podílem podobně zahlcených měst a měst s tramvajemi - dosadit počet občanů republiky (dle méně střízlivých odhadů je zasaženo hlukem v České republice asi 2,5 milionů obyvatel). Evropská unie za rok 2000 udává 25 % hlukem obtěžované populace, 5 – 15 % rušené ve svém spánku hlukem. Hluk tedy není jen „pražská“ záležitost, ale evropská procenta jsou vyšší asi proto, že laťka pro nežádoucí překročení byla nasazena mnohem níže (bez ohledu na tzv. staré zátěže) nebo proto, že za obtěžování se považuje třeba i zavření okna pro nerušený poslech televize. Odhadovaný počet obyvatel unie zasažených v roce 2000 hlukem o ekvivalentní hladině akustického tlaku vyšší než 65 dB byl 100 miliónů obyvatel. [24]

### 2.3.3 Intenzita hluku – decibely

Intenzita hluku se udává v decibelech (dB). Rozsahem začínají zvuky od hladiny 0 dB, což jsou nejslabší tóny, které lidské ucho rozlišuje, až po nejsilnějších 180 dB při startu rakety. Decibely se měří logaritmicky. To značí, že pokud zvuk zesiluje po deseti decibelech, každý stupeň je desetkrát silnější než předešlý. Čili 20 dB je desetkrát silnější zvuk než 10 dB. Ale 30 dB, je už stokrát silnější zvuk než 10 dB.



Obrázek č. 8 - Hladiny hluku[27]

## 2.2.4 Typy hluku

### Ustálený hluk

Je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB.

### Proměnný hluk

Je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě mění v závislosti na čase o více než 5 dB.

### Impulsní hluk

Je hluk tvořený jedním impulsem nebo sledem impulsů, kdy doba trvání každého impulsu je kratší než 0,2 s a impulsy následují po sobě v intervalech delších než 0,01s.

### Vysoce impulsní hluk

Je tvořen impulsem ve venkovním prostoru, jejichž zdrojem je střelba z ručních zbraní, kování kovů, tlučení, nastřelování hřebíků, buchary, zarážení pilot, výstředníkové lisy, pneumatická kladiva a sbíječky, nárazy při posouvání vagónů nebo podobné zdroje.

## Vysokoenergetický impulsní hluk

Je tvořen impulsy ve venkovním prostoru, jejichž zdrojem jsou výbuchy v lomech a dolech, sonické třesky, demoliční a průmyslové procesy s pomocí výbušnin, střelba z těžkých zbraní, zkoušky výbušnin a další zdroje výbuchů, jejichž ekvivalentní hmotnost TNT překračuje 25 g a podobné zdroje [28]

### 2.2.5 Dopady hluku na životní prostředí

V současné době patří hluk k významným ukazatelům kvality životního prostředí a faktorům ovlivňující zdraví obyvatel. Nadměrný hluk je zdrojem stresu, který je příčinou celé řady civilizačních onemocnění. Podobně jako na člověka působí hluk i na živočichy, což může vést k narušení populací a ztrátě biodiverzity. [29]

K významným problémům patří i fragmentace krajiny, která negativně ovlivňuje charakter krajiny a populaci rostlin a živočichů. Negativní dopady nejsou často okamžité, dlouhodobé a nevratné. Rozčleňování krajiny vzniká přírodními procesy (vichřice, požáry, povodně). Zejména je prohlubována aktivitou člověka, a to zemědělskou činností, urbanizací, nejvíce pak výstavbou a využíváním dopravní infrastruktury. Fragmentační bariéry v přírodě snižují potenciál krajiny pro rekreaci obyvatel a propustnost krajiny umožňující volný pohyb člověka. Rovněž také dochází ke zvýšení hlukové zátěže v dotčeném prostředí. [29]

Problematice hluku se věnuje pozornost už několik let. Se zvukem a nakonec i samotným hlukem se setkáváme denně ať už doma, ve škole, na pracovišti anebo i v přírodě. Hluk v životním prostředí se tedy neustále zvyšuje, což má za následek poškození zdraví lidí a to nejen na sluchovém aparátu. Expozice hlukem v životním prostředí není časově omezená a k rušení dochází neustále i v čase, který je určený na regeneraci, odpočinek, relaxaci a spánek. Neustále se zvyšující hladiny hluku v životním prostředí, stále větší množství aktivit spojených s produkcí hluku, a stále menší množství příležitostí odpočinout si v tichu, kladou zvýšené nároky na sluchový orgán a zmenšují možnosti jeho regenerace. V současné době probíhá v ČR, i přes částečný útlum průmyslové výroby, mohutný růst počtu zdrojů a intenzity hluku, prachu a znečištění ovzduší hlavně výfukovými plyny automobilové dopravy. Trend těchto zdrojů dále poroste spolu s počtem aut na silnicích, ale také s budoucí

možností rozvoje průmyslu včetně specializovaných zemědělských provozů. I když podle zprávy o životním prostředí ČR 2013, dochází k částečnému klesání zátěže životního prostředí z dopravy, což je významně ovlivněno modernizací vozového parku. Obměna vozového parku v ČR je přesto stále nedostatečná. V porovnání s ostatními zeměmi EU má ČR podprůměrný podíl nových vozidel na celkové velikosti vozového parku osobních automobilů. [30] [29]

V závislosti na zvýšení hluku se úroveň sluchu každou generaci zhoršuje. Podle britských studií se práh slyšení posunul v průběhu minulého století přibližně o pět decibelů. Úplně odstranit hluk ze životního prostředí není možné. Pochopení této problematiky je první krok k ochraně našeho zdraví. Při dodržení výše uvedených opatření můžeme i my sami přispět k příjemnějšímu životu.

Opatření vedoucí ke snížení hluku v životním prostředí:

- ztišení rádia, televize, hudby,
- oznámit včas spolubydlícím hlučné práce,
- na veřejných událostech vypínat mobil,
- dodržovat předepsanou rychlost jízdy,
- relaxovat v přírodě. [26]

#### 2.2.6 Vliv hluku na zdraví člověka

Nejčastější symptomy zvýšené hladiny hluku se projevují jako mrzutost (nepříjemnost). Dále může negativně ovlivňovat i kardiovaskulární systém, imunitní systém, spánek, výkon, chování a duševní zdraví. [31]

- *Ztráta sluchu*

Přímý vztah, který je mezi ztrátou sluchu a hlukem je již dostatečně prokázán. Je dokázáno, že hladina zvuku menší než 75 dB působí nepříznivě na náš sluch. Hladina hluku vyšší než 85 dB působící 8 hodin denně způsobí za pár let i úplnou ztrátu sluchu. Podle údajů má 30 % mladých pracujících lidí již nějakou poruchu sluchu způsobenou hlukem. [31]

- *Mrzutost*

Mrzutost lze definovat jako vyjádření negativních pocitů vyplívajících z narušení klidu, pohody a radosti. Je prokázáno, že neočekávaný nebo impulsní hluk

je horší než kontinuálně zvýšená hladina hluku. Na pracovištích byla tato mrzutost studována a může přinést užitečné poznatky ke snížení hladiny hluku. Sice se neprojevila spojitost mezi zvýšenou hladinou hluku na pracovišti a mrzutostí zaměstnanců, ale bylo definováno pět proměnných, které mohou snížit mrzutost. Patří mezi ně například předvídání, vyhýbání se a kontrolovatelnost hluku. [31]

- *Kardiovaskulární onemocnění*

Hlukem vyvolané kardiovaskulární problémy byly rozsáhle studovány v pracovním prostředí. Došlo se k závěru, že dlouhodobé vystavení hluku může přispět ke zvýšení krevního tlaku a hypertenze. Tyto zdravotní problémy mohou nastat u hladiny akustického tlaku vyšší než 85 dB. Mezi další hlukem vyvolané kardiovaskulární onemocnění patří: abnormality v elektrokardiogramu, nepravidelné bušení srdce, rychlejší tepová frekvence a pomalejší obnova cévního stažení. V městském prostředí jsou tyto problémy vážnější. Mnoho studií se zaměřilo na účinky hluku z letecké a silniční dopravy na osoby v jejich vlastních domovech. Komplikujícím faktorem bylo rozlišit dopravní hluk od jiných, často i hlučnějších zvuků z jiných zdrojů. Lidé žijící v těchto oblastech jsou náchylnější na zvýšené riziko vzniku hypertenze a ischemických srdečních chorob. Některé studie zjistily, že děti z mateřských škol, které jsou v oblastech se zvýšenou hladinou hluku, mají významně vyšší systolický a diastolický krevní tlak v porovnání s dětmi z tiššího prostředí. Nicméně, tyto účinky se zdají být pouze dočasné povahy. [31]

- *Poruchy spánku*

Hluk zapříčiňuje snížení kvality a délky spánku. Epidemiologické studie se zaměřily na dopad hluku na jednotlivce, třeba jako jsou pacienti v nemocnicích. Byl pozorován dopad konkrétního zdroje hluku (např. letadlo) na spánek. Tyto studie prokázali, že je vztah mezi dlouhodobým působením hluku a poruchami spánku. Mezi poruchy patří například probouzení, špatný průběh spánku a subjektivní kvalita spánku. Citlivé osoby, které jsou citlivé na hluk i během dne, mohou mít výrazné potíže i při spánku. [31]

- *Narušení imunity*

Narušení imunity úzce souvisí se spánkem, hlavně s jeho kvalitou. To vyplývá z další studie, která vychází z pozorování lidí, kteří byli během spánku ovlivněni zvýšenou hladinou hluku. Noční hluk, jak již bylo naznačeno, je velké

zdravotní riziko. Narušení fázi spánku vede ke snížení obranyschopnosti, konkrétně k snížení počtu eozinofilů a bazofilů, které se obvykle během spánku množí. Dále se u pozorovaných osob zjistila zvýšená koncentrace leukocytů v krvi. Ačkoli žádné studie neprokázaly přímou souvislost mezi hlukem a snížením imunity, zvýšená koncentrace leukocytů v krvi může vést ke zvýšenému výskytu onemocnění, například chřipky. [31]

- *Biochemické poruchy*

Biochemické poruchy (zvláštní hormony a kovové ionty, např. hořčík) byly nalezeny u osob vystavených zvýšené hladině hluku v jejich životním nebo pracovním prostředí. Hluk tedy působí jako stresový faktor, stresor. Několik studií také poukazuje na to, že biochemické změny zvyšují riziko onemocnění ischemickými chorobami. Nicméně, v současné době nemáme dostatek údajů k přesnější diagnóze. [31]

- *Reprodukční poruchy*

Existují pouze omezené podklady o tom, že hluk nepříznivě ovlivňuje reprodukci populace. Tedy, že není žádný vztah mezi zvýšenou hladinou hluku a problémy u těhotných žen. Nejsou prakticky žádné údaje, které by naznačovaly zvýšené riziko vrozených anomálií anebo nízkou porodní hmotnost. [31]

- *Výkonnostní poruchy*

Velmi málo výzkumů se zaměřuje na vliv hluku na lidskou produktivitu. Většina testování proběhla v laboratořích. Hladina hluku zde byla zvyšována a byly pozorovány reakce subjekty. U těchto subjektů by mělo dojít k zvýšení ostražitosti a snížení pozornosti na zadaný úkol. Nicméně jejich výkon při plnění jednoduchých úkolů, obzvláště těch, které jsou monotónní, může být ve skutečnosti působením hluku zlepšen. Pravděpodobně je to tím, že subjekt zvýší bdělost. Avšak na úkolech, které vyžadují větší výkon, hlavně pozornost a soustředění (např. puzzle), se působení hluku projevilo negativně. Z toho vyplývá, že mnoho nehod může být způsobeno hlukem, protože lidé sníží ostražitost i bdělost. [31]

### 2.2.7 Legislativa v ČR

Zákonná právní úprava ochrany před nepříznivými účinky hluku je obsažena v zákoně č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, v ustanoveních § 30 až § 34. K provedení tohoto zákona je vydáno prováděcí nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Toto nařízení vlády je dnes náš základní předpis pro ochranu před nepříznivými účinky hluku pro všechna pracoviště obecně. Podle jeho ustanovení § 2 odst. 1 až 4 platí, že:

(1) Hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "přípustný expoziční limit") ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L Aeq,8h$  se rovná 85 dB, nebo b) expozicí zvuku  $A E A,8h$  se rovná 3640 Pa 2 s, pokud není dále stanoveno jinak.

(2) Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce náročná na pozornost a soustředění a dále pro pracoviště určená pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L Aeq,8h$  se rovná 50 dB.

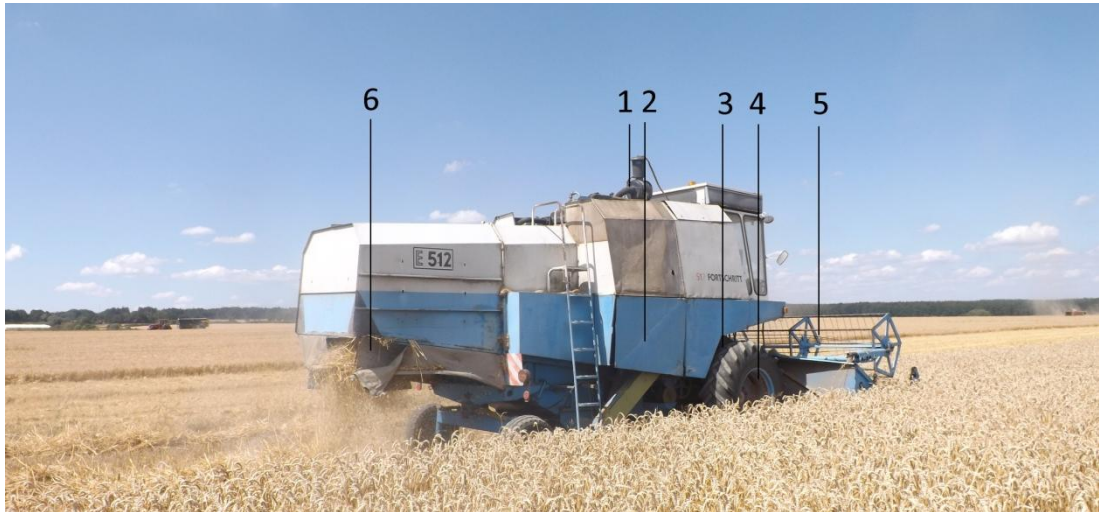
(3) Hygienický limit pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce rutinní povahy včetně velínu vyjádřená ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L Aeq,T$  se rovná 60 dB. Jako doba hodnocení se v tomto případě přednostně volí doba trvání rušivého hluku.

(4) Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavcích 2 a 3, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale na tato pracoviště proniká ze sousedních prostor nebo je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L Aeq,T$ , se rovná 70 dB; na ostatních pracovištích nesmí tato hladina překročit 55 dB. [32]

### 2.2.8 Zdroje hluku při sklizni

Sklízecí mlátička je velmi složitý mechanismus plný pohyblivých částí. Je tedy jasné, že jeho provoz bude velmi hlučný. Na obrázku č. 9 jsou znázorněny hlavní partie sklízecí mlátičky, které vytvářejí nejvíce hluku.





*Obrázek č. 9-Zdroje hluku při sklizni*

1) Hluk od motoru. Mechanismus, který uvádí do pohybu všechny procesy ve sklízecí mlátičce je spalovací motor. Zároveň je i největší producent hluku. Sklízecí mlátičky jsou osazeny čtyř, šesti ale i osmi válcovými vznětovými motory. Dnešní moderní motory, známé pod jménem Common rail jsou výrazně tišší, než motory s nepřímým vstřikem.

2) Hluk od mlátícího ústrojí. Mlátící ústrojí obsahuje značné množství součástek, které vydávají zvuk. Jedná se například o hluk z: ložisek, ozubených kol, řetězů, vytřásadel. Určitý hluk vydává i samotný proces mlácení.

3) Hluk od vkládacího ústrojí. Materiál, který se dostává od lišty do prostoru mlácení, vydává specifický hluk. Tento hluk je zvláště patrný u starších strojů, které nejsou tak dobře odhlučněné.

4) Hluk od pojezdu. Sklízecí mlátička se musí nějak pohybovat. K tomu jí slouží mechanismus pojezdu. Jedná se buď o bezstupňovou převodovku anebo o kombinaci klasické převodovky a variátoru. Při práci na pozemku tento zvuk zaniká, ale výrazný je při přepravě stroje po pozemních komunikacích.

5) Hluk od lišty. Největší hluk vydává mechanismus pohonu kosy. Tento mechanismus je řešen nejčastěji pomocí řetězů, ozubených kol a kardanů.

6) Hluk od drtiče. Pokud nemá sláma další využití, sklízecí mlátička ji rovnou rozdrtí. Nože drtiče a lopatky metače plev dosahují veliké obvodové rychlosti a vydávají hluk. Když se do nožů dostane drcený materiál, hluk se znásobí.

Hluk u sklízecích mlátiček má i svá pozitiva. Zkušená obsluha ví, jak má znít sklízecí mlátička, když je vše v pořádku a plně funkční. Proto využívá svůj sluch jako diagnostický nástroj.

### 2.3.9 Ochrana proti hluku

První možností, jak snížit hluk je, pokusit se jej izolovat přímo u zdroje. Tento způsob je u sklízecích mlátiček velmi složitý. Například izolovat hluk z žací lišty je takřka nemožné. Izolování motorů pomocí různých izolačních desek je sice možné, ale zároveň je nutné zachovat dobré chlazení motoru. Z těchto důvodů je nejlepší způsob ochrany obsluhy proti hluku kvalitně navržená a odhlučňovaná kabina. Na první pohled je patrné, že kabina obsahuje velké množství skleněných ploch. Pro protihlukovou izolaci je důležitá jejich síla a kvalitní uložení do rámu kabiny. Na ostatní části kabiny se používají různé izolační materiály například guma, molitany, nástřiky. Velmi oblíbené jsou kombinace několika materiálů takzvané sendviče.

### 3. Cíl práce

Cílem práce bylo porovnání sklízecích mlátiček z hlediska prašnosti a hlučnosti v kabině. Provést měření nejméně tří strojů. Stroje vybrat od více výrobců a různého data výroby. Naměřené hodnoty zpracovat do grafické podoby a stroje navzájem porovnat a zároveň porovnat s danými limity. V případě zjištění nadlimitních hodnot, navrhnout vhodná opatření.

## 4. Metodika

### 4.1 Výběr strojů

V zadání diplomové práce je uvedeno, že měření má probíhat alespoň u tří sklízecích mlátiček. Původně jsem měl připraveno na měření sedm sklízecích mlátiček. Bohužel nakonec jsem se musel spokojit pouze se čtyřmi stroji. Důvodů, proč jsem měl méně měření je hned několik. Hlavní důvod byl ten, že žně v roce 2015 byly kvůli abnormálnímu suchu posunuty o 14 dní. Přístroj na měření prašnosti jsem měl kvůli velkému zájmu již zamluvený na pevný termín, o kterém jsem se domníval, že bude uprostřed žní. Nakonec v daném termínu už byla většina pozemků sklizena a musel jsem složitě hledat jiné stroje. Další problém byla neochota obsluhy se na měření podílet. Ve dvou případech jsem nebyl ani vpuštěn do kabiny. Důvody proč jsem nebyl vpuštěn, si mohu jen domýšlet, ale myslím si, že obsluha nechtěla otvírat dveře, aby jí do kabiny nevlétl prach. Případně se mnou nechtěla ztrácet při sklizni drahocenný čas.

Z výše uvedených důvodů jsem nakonec naměřil čtyři stroje od třech výrobců. Ve výběru jsou tři stroje s tangenciálním mláticím ústrojím a jeden s axiálním.

#### 4.1.1 Fortschritt E 512

Pětsetdvánáctka je do dnes snad nejznámější sklízecí mlátičkou, která se v minulosti dovážela. I dnes jsou tyto stroje v provozu u mnohých soukromých zemědělců, kde i nadále důstojně slouží svému účelu. Vývoj probíhal mezi lety 1965 – 1967. První zkušební prototypy byly v ČSSR testovány již v roce 1966. Za 20 let výroby bylo vyrobeno více jak 50 000 ks.

Rok výroby	1983
Počet válců	4
Zdvihový objem válců (cm <sup>3</sup> )	6 560
Max. výkon kW při ot. min. <sup>-1</sup>	77 při 2000
Hmotnost pohotovostní (Kg)	6 120
Objem zásobníku zrna (l)	2 300
Záběr žací lišty (mm)	4 200
Počet vytrásadel	4
Majitel	Radka Líkařová

*Tabulka č. 3 – Parametry Fortschritt E 512*



*Obrázek č. 10 – Fortschritt E 512*

#### 4.1.2 Fortschritt E 514

Model E 514 představoval rozsáhlou modernizaci předchozího typu E 512. Šlo o pokračování vývoje sklízecí mlátičky o výkonnosti 5 kg/s. Výkon motoru stoupl díky jinému nastavení palivového čerpadla na 85 kW. Kabina již neměla shodnou zadní stěnu se zásobníkem obilí. Modelu E 514 bylo vyrobeno 13 529 kusů, a to v období let 1982 – 1990.

Rok výroby	1989
Počet válců	4
Zdvihový objem válců (cm <sup>3</sup> )	6 560
Max. výkon kW při ot. min. <sup>-1</sup>	85 při 2 000
Hmotnost pohotovostní (Kg)	6 455
Objem zásobníku zrna (l)	3 600
Záběr žací lišty (mm)	4 200
Počet vytrásadel	4
Majitel	Petr Panocha

*Tabulka č. 4 – Parametry Fortschritt E 514*



*Obrázek č. 11 - Fortschritt E 514*



#### 4.1.3 Case IH 2188

Case IH 2188 je jediný stroj v této práci, který má axiální mláticí ústrojí. Stroje řady 2000 byly relativně dlouho jedinou modelovou řadou značky Case IH s axiálním systémem výmlatu. Nejsilnější model 2188 měl přeplňovaný motor Cummins. Od roku 1996 se začala prosazovat technologie pro precizní zemědělství AFS.

Rok výroby	1998
Počet válců	6
Zdvihový objem válců (cm <sup>3</sup> )	8 300
Max. výkon kW při ot. min. <sup>-1</sup>	206 při 2 200
Hmotnost pohotovostní (Kg)	9 200
Objem zásobníku zrna (l)	7 380
Záběr žací lišty (mm)	5 500
Počet vytrásadel	Axiální
Majitel	Agrodružstvo Žimutice

Tabulka č. 5 – Parametry Case IH 2188



Obrázek č. 12 – Case IH 2188

#### 4.1.4 Claas Avero 240

Claas nezapomíná ani na malé zemědělské podniky. V roce 2009 představil novou mlátičku Avero 240. Stroj měl poskytovat o něco více výkonu než starší modely Dominator. Z tohoto modelu konstruktéři převzali síťovou skříň, ventilátor a drtič slámy. Prostorná kabina pochází z většího modelu Tucano.

Rok výroby	2011
Počet válců	6
Zdvihový objem válců (cm <sup>3</sup> )	7 000
Max. výkon kW při ot. min. <sup>-1</sup>	151 při 2 200
Hmotnost pohotovostní (Kg)	8 700
Objem zásobníku zrna (l)	5 600
Záběr žací lišty (mm)	5 500
Počet vytrásadel	4
Majitel	Michal Kubeš

Tabulka č. 6 – Parametry Claas Avero 240



Obrázek č. 13 – Claas Avero 240



## 4.2 Metodika měření

Jelikož jsem nikde nenašel podobnou práci, ze které bych mohl čerpat metodiku, rozhodl jsem se po konzultaci s vedoucí mé diplomové práce, že si vytvořím vlastní metodiku obdobnou té, co jsem již použil při bakalářské práci v roce 2013. Měření probíhalo během žní v létě 2015 na pozemcích majitelů strojů. Výběr a jeho zdůvodnění je již v kapitole 4.1 Výběr strojů. Proto se k tomu již nebudu vracet. Měření probíhalo v různé dny, tak jak se mi podařilo domluvit s majitelem stroje.

### 4.2.1 Použitá měřící technika

Pro měření hluku byly použity dva hlukoměry Voltcraft Plus SL. Přesněji řečeno SL 300 a SL 400

Plus SL-300 No. 08019000

SL-400 No. 10069969

- ✓ Rozsah 30 – 130 dB
- ✓ Norma EN 61 672–1 třídy 2.
- ✓ Možnost uložení až 32000 hodnot
- ✓ Software na zpracování výsledků
- ✓ Kufřík s veškerým příslušenstvím



Obrázek č. 13 – Voltcraft Plus SL 400 [33]

Pro zjištění prašnosti jsem použil přístroj DustTrak II 8530 No. 8530110715. Toto zařízení je určeno k měření prachových částic  $PM^{10}$ ,  $PM^4$  a  $PM^{2.5}$ . Podstatou metody je prosávání vzduchu zařízením s filtrem, na němž se zvolená velikostní frakce polétavého prachu kvantitativně zachytí. Vstupním zařízením je impaktor, který zachycuje částice odlučovaných frakcí prachu. Vzorek prachu je získán prosáváním zkoumaného ovzduší přístrojem. Před odběrem je nutné provést kalibraci nuly. Kalibrace nuly je třeba vykonat vždy před jednotlivým měřením a vyžaduje, aby byl nasazený nulovací filtr.



Obrázek č. 14 – DustTrak II 8530 [34]

Pro měření povětrnostních vlivů byla využita meteostanice Hyundai WS 2011 WIND No. 0811007049225

#### 4.2.2 Měření hluku

Po příjezdu na pozemek a před začátkem každého měření byly zjištěny tyto hodnoty: teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru a atmosférický tlak. Hlukoměry byly kalibrovány. Jako první se vždy měřil hluk v pozadí na daném pozemku. Pracovní otáčky stroje byly vždy nastaveny na hodnotu doporučenou výrobcem. Sklízecí mlátičky by měly vždy pracovat na plný plyn.

Měření probíhalo na dvou hlukoměrech. První byl používán na měření hluku uvnitř kabiny a druhý byl používán pro zjištění hluku vně kabiny. Před zahájením měření vždy proběhl krátký rozhovor s obsluhou sklízecí mlátičky. Obsluze jsem

objasnil, jak bude měření probíhat a co od ní vyžadují. Dále jsem se zeptal na parametry stroje a celkově jsme probrali vlastnosti stroje a jak je obsluha spokojena anebo co jí na stroji vadí. Před začátkem měří hluku uvnitř kabiny, jsem požádal obsluhu, aby vypnula všechny spotřebiče, co by ovlivnili měření. Jednalo se především o rádio a klimatizaci. Hlukoměr jsem umístil 30 cm od hlavy řidiče a započal měření. Měření mimo kabinu bylo složitější. Při měření hluku jsem stál na schůdkách u dveří do kabiny a jednou rukou jsem se držel zábradlí a v druhé držel hlukoměr. Hlukoměr byl ve vzdálenosti 50 cm od skla kabiny a směřoval kolmo ke kabině.

#### 4.2.3 Měření prašnosti

Měření prašnosti má v této práci spíše orientační charakter. Měření probíhalo ve stejné dny jako měření hluku. Před každým měřením byl přístroj kalibrován a poté nasazen filtr PM<sup>10</sup>. Měření uvnitř i vně kabiny probíhalo s jedním přístrojem. Mezi každým měřením probíhala kalibrace. Při měření byla vypnuta klimatizace, aby nedocházelo k víření prachu. Měření bylo zahájeno, až se prach v kabině usadil. Měřicí přístroj jsem měl položený na kolenou. Měření venku bylo opět velmi náročné. Stejně jako u měření hluku probíhalo venkovní měření prachu na schůdkách. Jen na rozdíl od měření hluku, kdy jsem stál, jsem ze strachu o poničení velmi drahého přístroje raději seděl. Dále pak venkovní měření velmi zhoršovalo místy extrémní množství prachu, proto jsem při měření využíval ochranou roušku. V naměřených hodnotách jsou zahrnuty společně údaje o množství prachu, kdy šel prach přes měřicí přístroj i údaje, kdy byla prašnost díky otočení stroje nižší.

## 5. Naměřené a vypočtené hodnoty

### 5.1 Fortschritt E 512

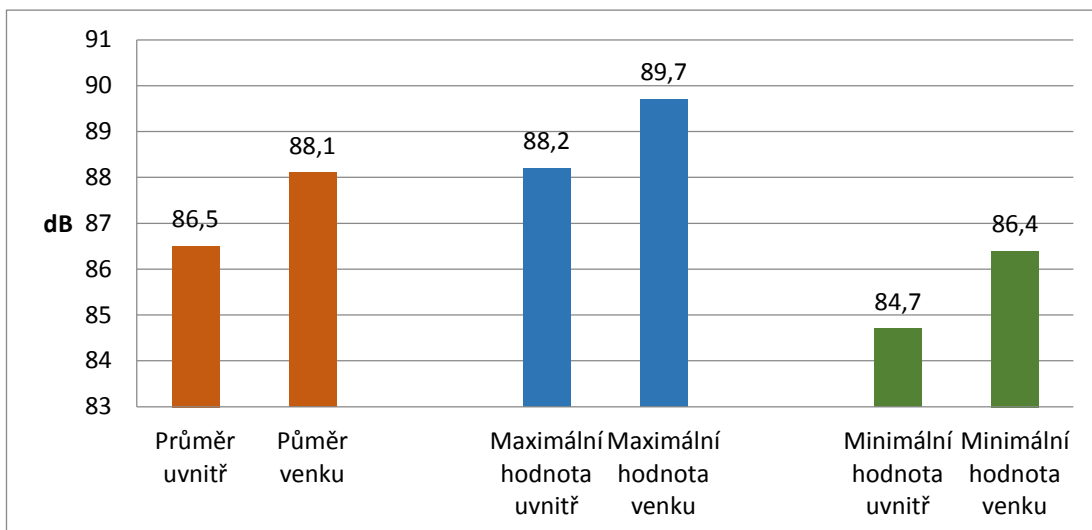
Datum	5. 8. 2015
Čas	12:30-13:30
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	33,81
PM <sup>10</sup> pozadí [mg/m <sup>3</sup> ]	0,035
Teplota [°C]	26,9
Vlhkost [%]	34,2
Atmosférický tlak [hPa]	1000,3
Rychlost větru [m.s-1]	1,08
Směr větru	západní

*Tabulka č. 7 - meteorologické podmínky při sklizni Fortschritt E 512*

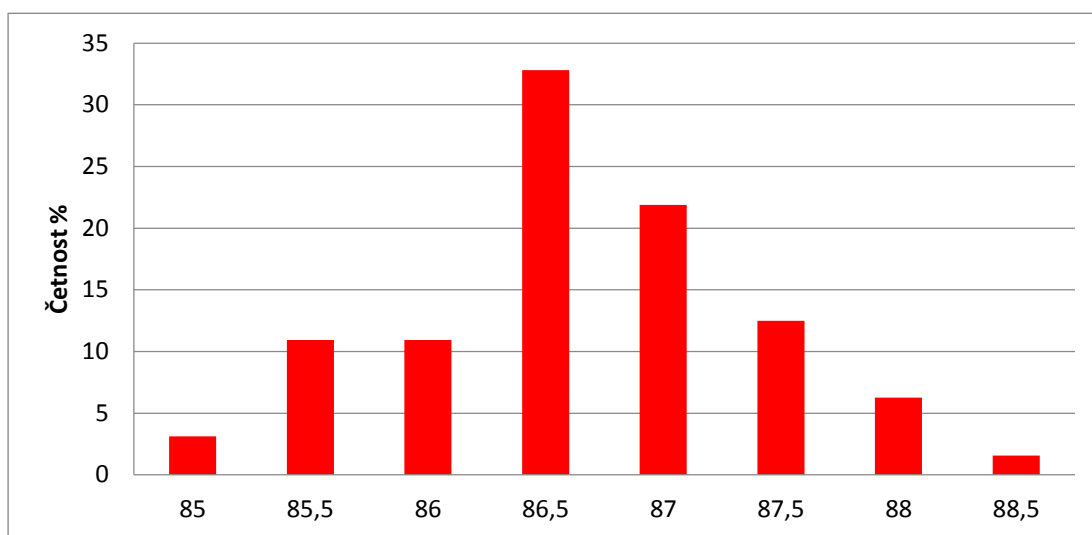


*Obrázek č. 15 – Fortschritt E 512 při sklizni*

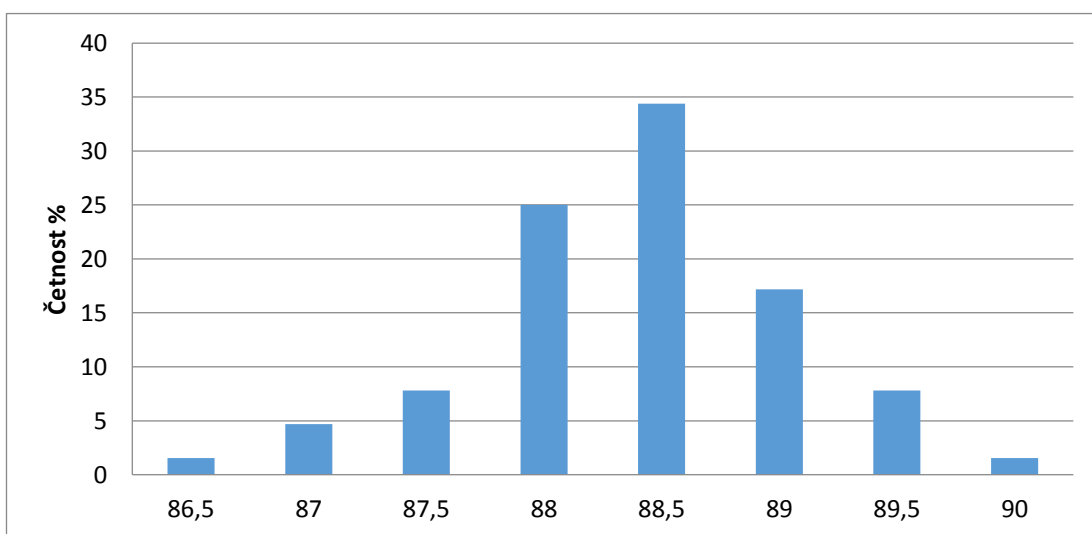
Počasí bylo 5. 8. 2016 velmi teplé. Sklízecí mlátička nebyla vybavena klimatizací.



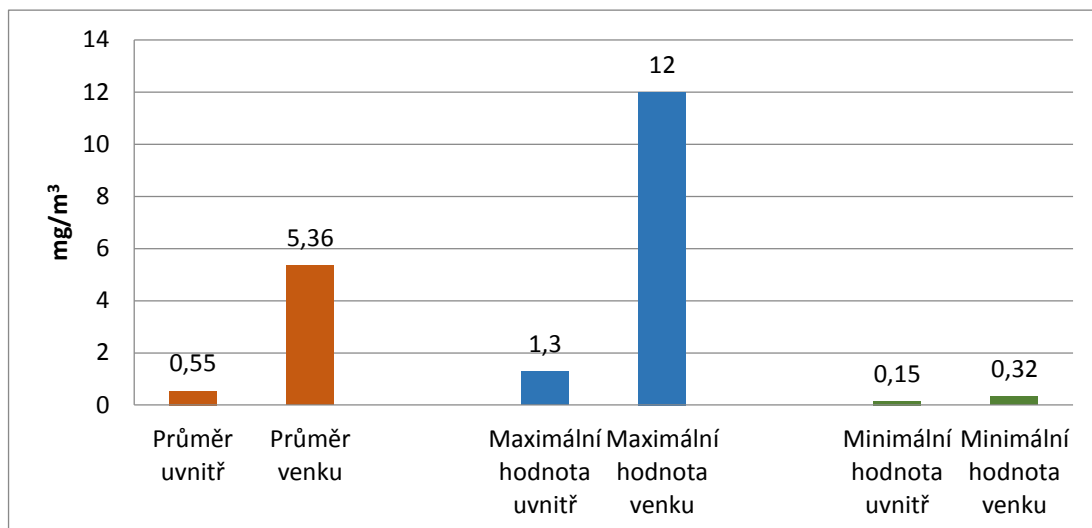
Graf č. 1 – Hodnoty hluku v Fortschritt E 512



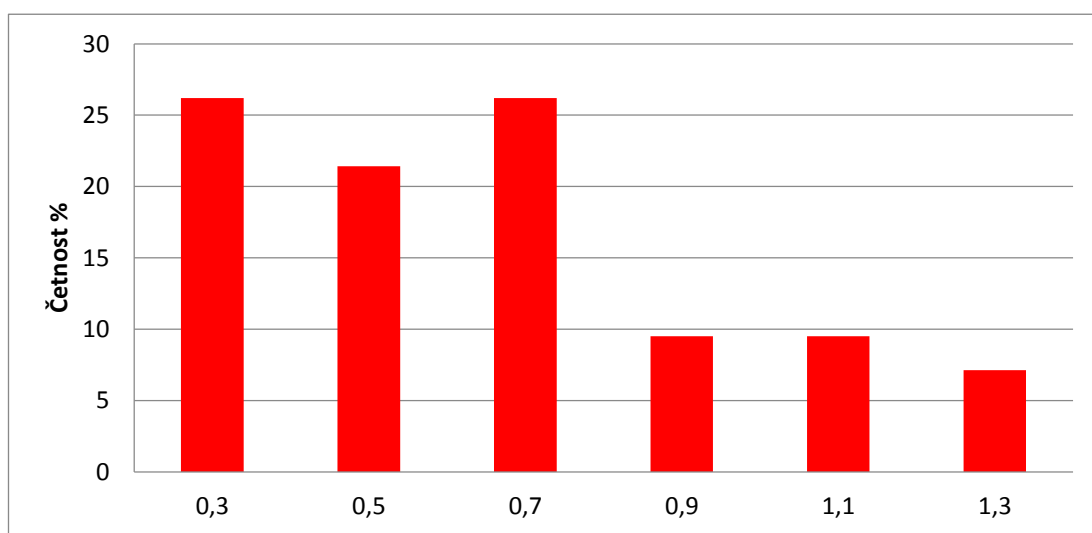
Graf č. 2 – Histogram hladin akustického tlaku uvnitř Fortschritt E 512



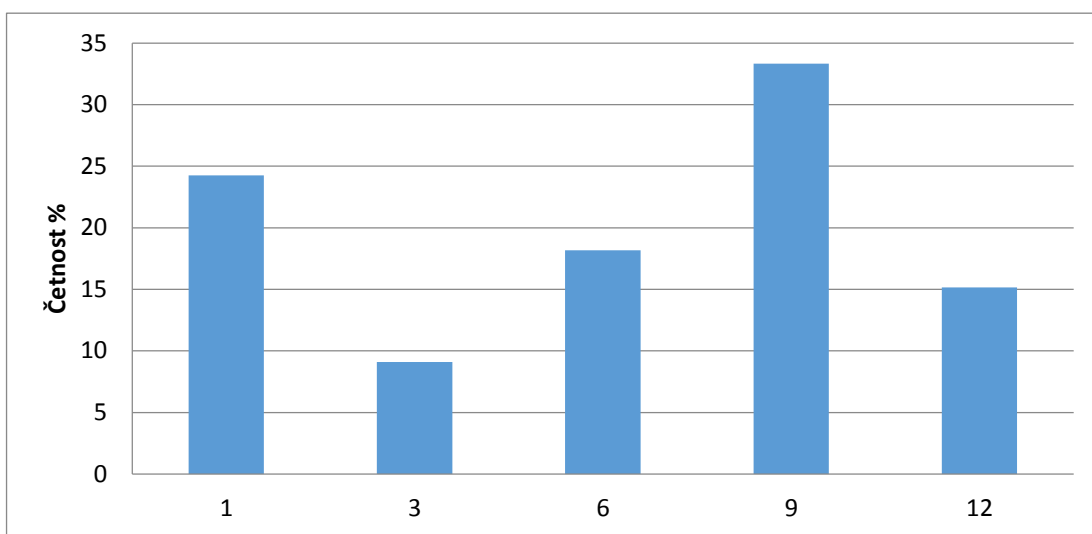
Graf č. 3 – Histogram hladin akustického tlaku vně Fortschritt E 512



Graf č. 4 – Hodnoty prašnosti  $PM^{10}$  Fortschritt E 512



Graf č. 5 – Histogram prašnosti  $mg/m^3$  uvnitř Fortschritt E 512



Graf č. 6 – Histogram prašnosti  $mg/m^3$  vně Fortschritt E 512

## 5.2 Fortschritt E 514

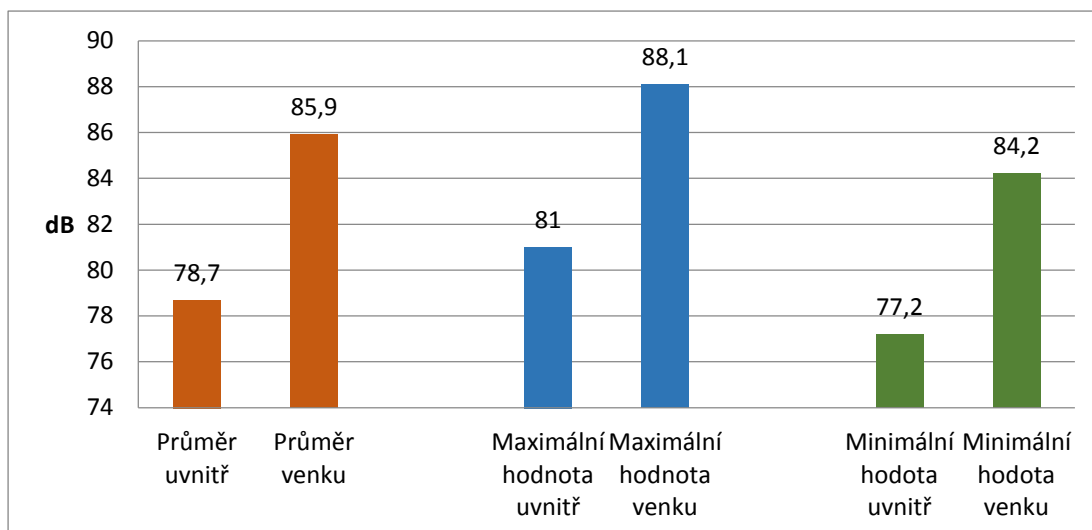
Datum	1. 8. 2015
Čas	13:30-14:30
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	31,24
PM <sup>10</sup> pozadí [mg/m <sup>3</sup> ]	0,037
Teplota [°C]	26,1
Vlhkost [%]	16
Atmosférický tlak [hPa]	994,8
Rychlost větru [m.s-1]	0
Směr větru	-

*Tabulka č. 8 - Meteorologické podmínky při sklizni Fortschritt E 514*

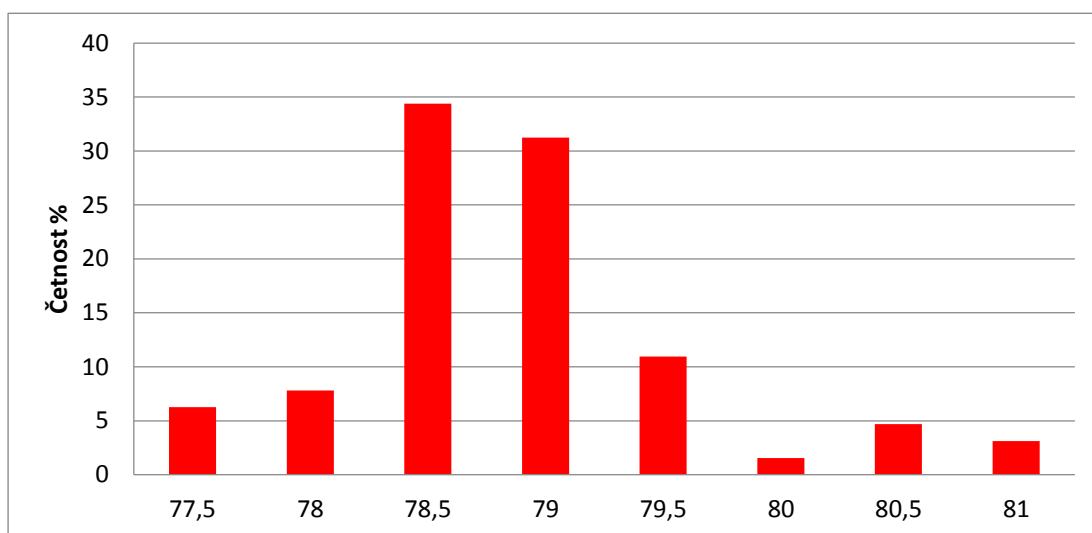


*Obrázek č. 16 - Fortschritt E 514 při sklizni*

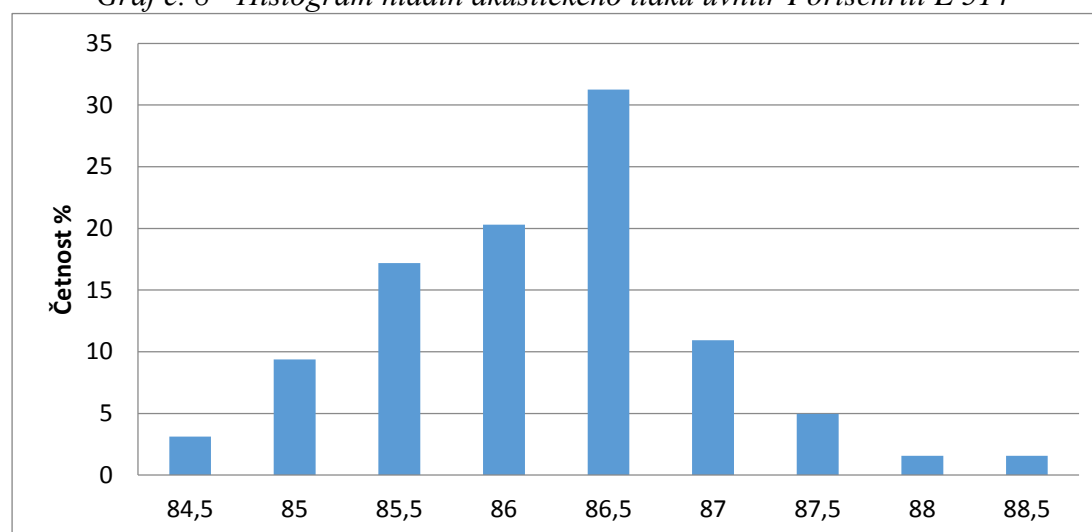
Sklízecí mlátička Fortschritt E 514 není stejně jako E 512 vybavena klimatizací, ale obsluha pracuje se zavřenými dveřmi. Dále pak nemá E 514 na rozdíl od E 512 zadní část kabiny společnou se zásobníkem obilí, což snižuje hlučnost.



Graf č. 7 – Hodnoty hluku v Fortschritt E 514

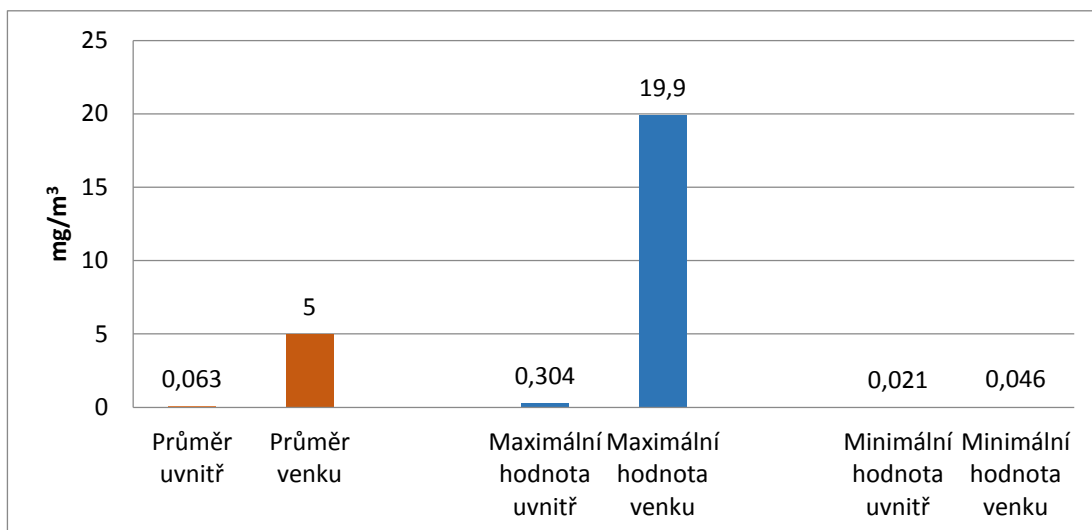


Graf č. 8 - Histogram hladin akustického tlaku uvnitř Fortschritt E 514

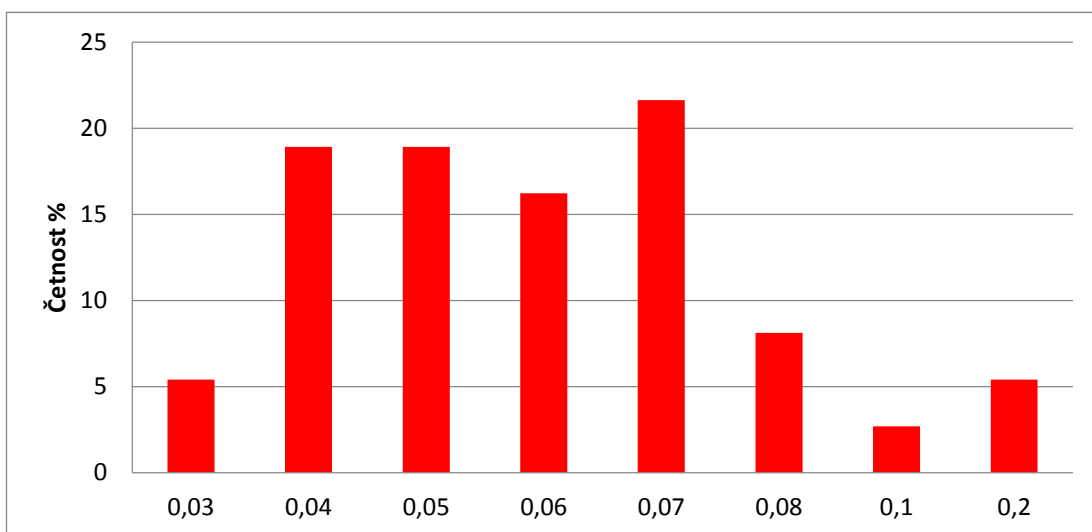


Graf č. 9 - Histogram hladin akustického tlaku vně Fortschritt E 514

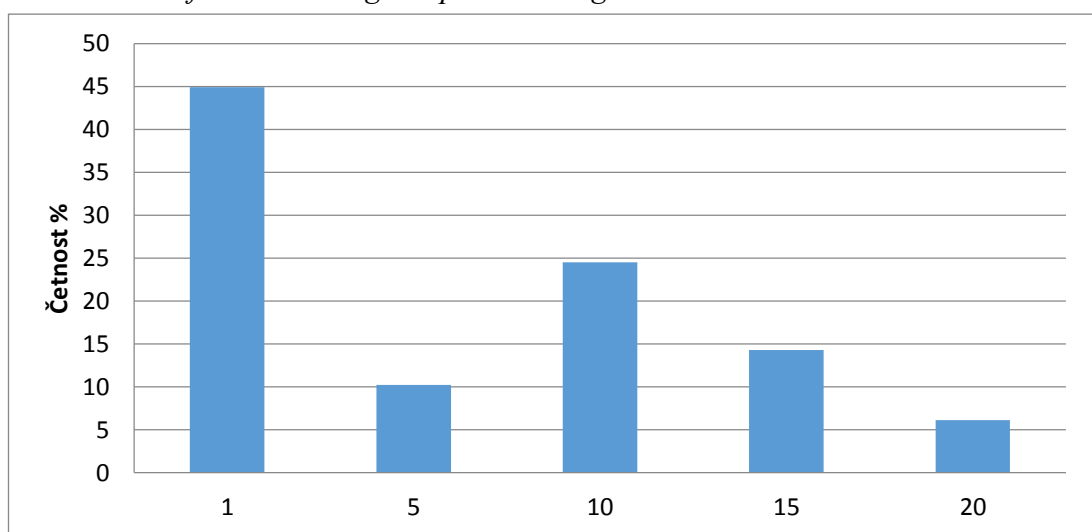




Graf č. 10 – Hodnoty prašnosti PM<sup>10</sup> Fortschritt E 514



Graf č. 11 - Histogram prašnosti mg/m<sup>3</sup> uvnitř Fortschritt E 514



Graf č. 12 - Histogram prašnosti mg/m<sup>3</sup> vně Fortschritt E 514

### 5.3 Case IH 2188

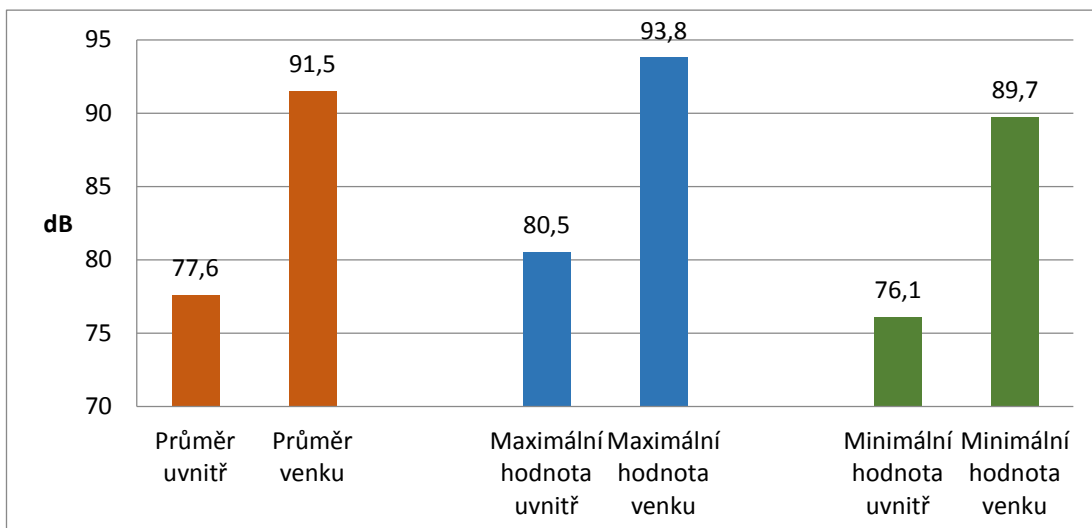
Datum	4. 8. 2015
Čas	15:20-16:30
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	29,95
PM <sup>10</sup> pozadí [mg/m <sup>3</sup> ]	0,042
Teplota [°C]	30,5
Vlhkost [%]	23
Atmosférický tlak [hPa]	994
Rychlost větru [m.s-1]	0
Směr větru	-

*Tabulka č. 8 – meteorologické podmínky při sklizni Case IH 2188*

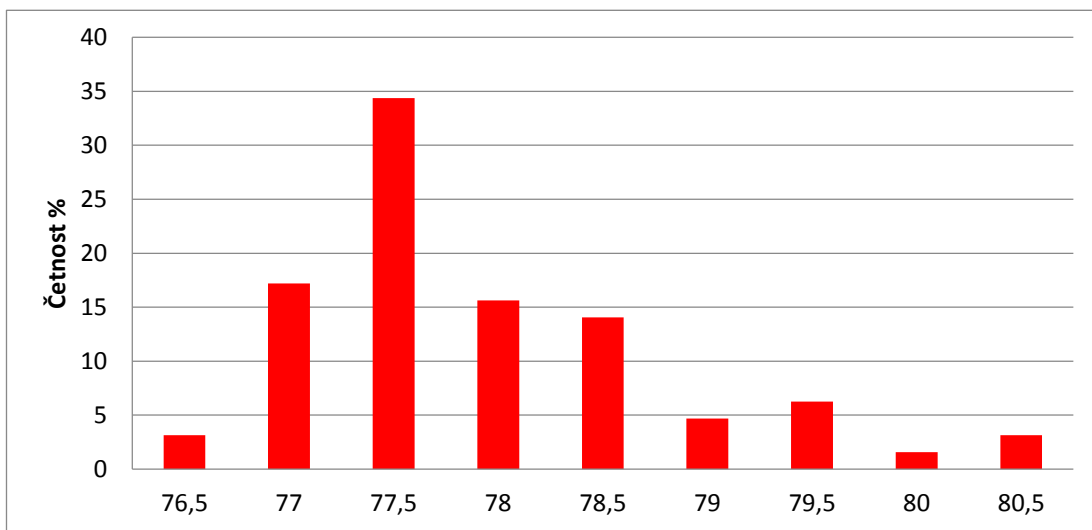


*Obrázek č. 17 – Case IH 2188 při sklizni*

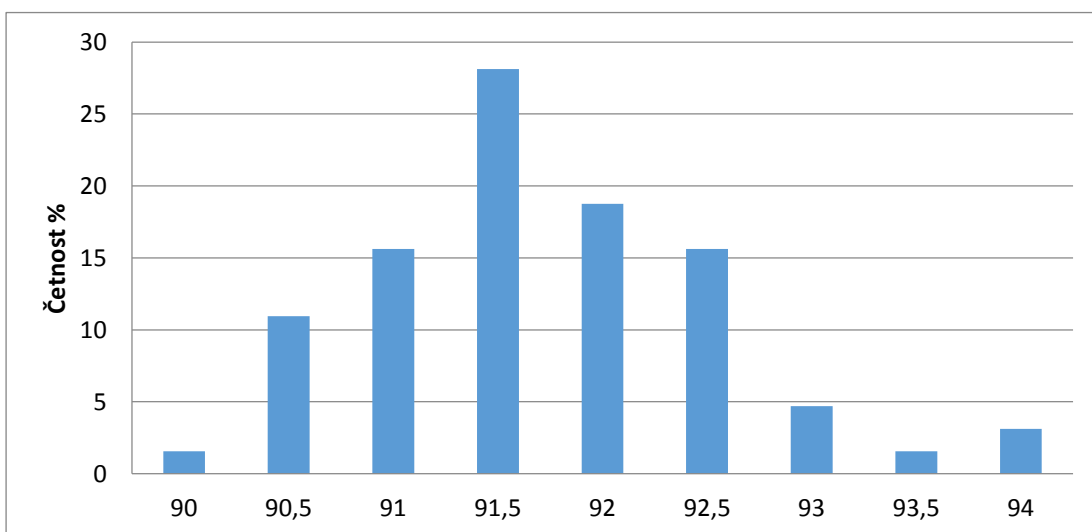
Case IH 2188 je jediný zástupce v práci s axiálním systémem mlácení. Samozřejmostí u tohoto stroje je kabina s klimatizací. Case IH 2188 neponechával slámu k dalšímu zpracování, ale rovnou ji drtil, což zvyšuje prašnost.



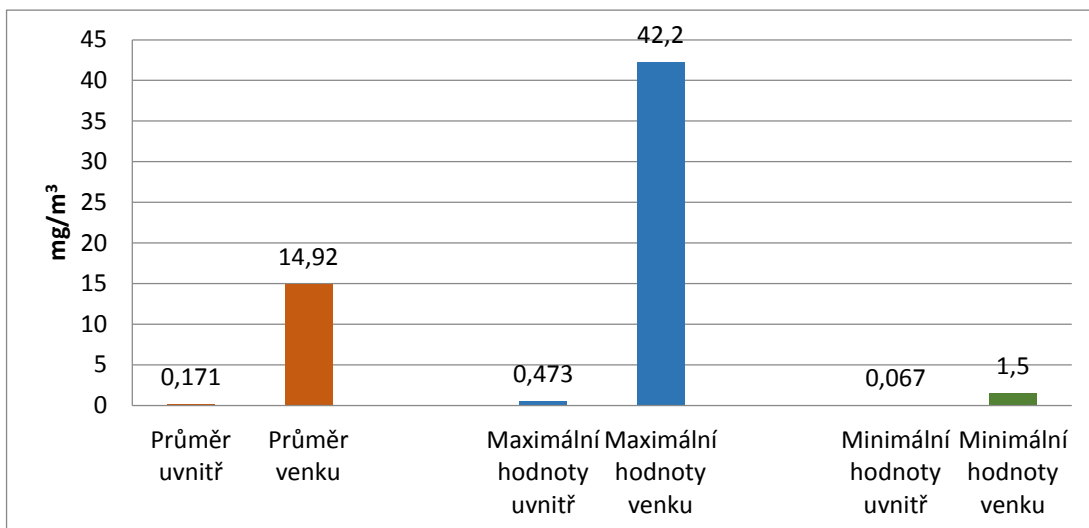
Graf č. 13 - hodnoty hluku v Case IH 2188



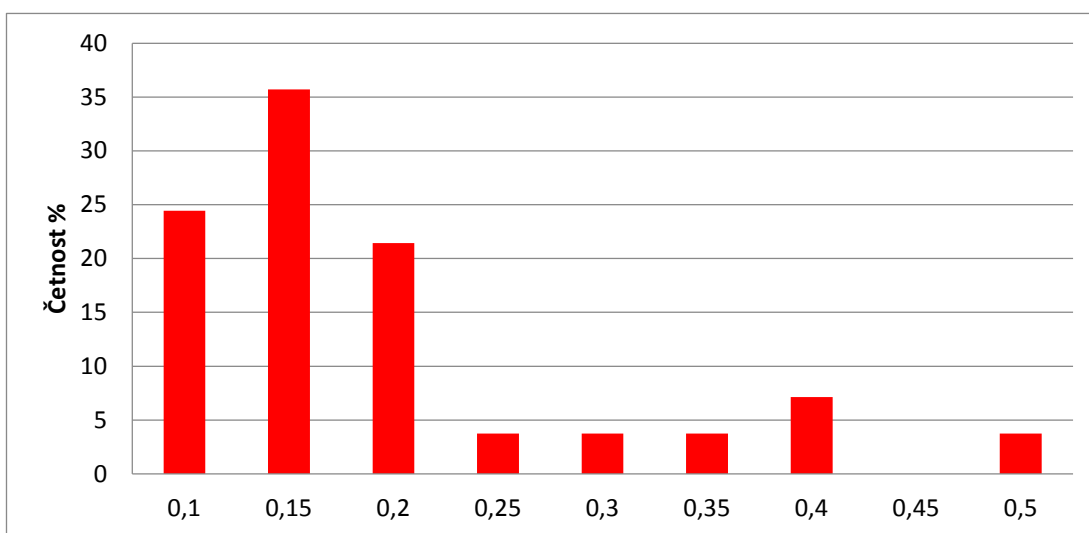
Graf č. 14 – Histogram hladin akustického tlaku uvnitř Case IH 2188



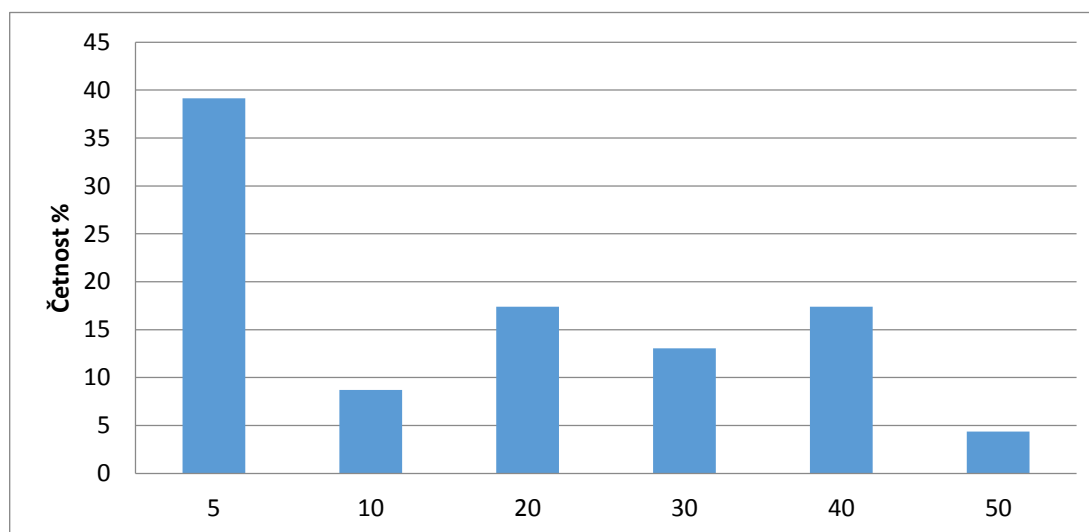
Graf č. 15 – Histogram hladin akustického tlaku vně Case IH 2188



Graf č. 16 - Hodnoty prašnosti  $PM^{10}$  Case IH 2188



Graf č. 17 - Histogram prašnosti  $mg/m^3$  uvnitř Case IH 2188



Graf č. 18 Histogram prašnosti  $mg/m^3$  vně Case IH 2188

#### 5.4 Claas Avero 240

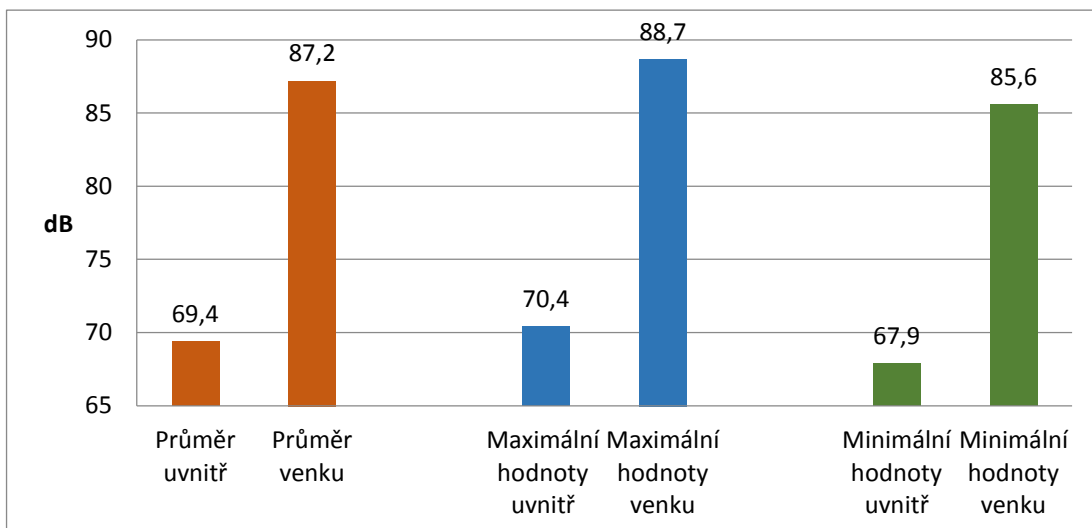
Datum	31. 7. 2015
Čas	19:10-20:10
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	30,47
PM <sup>10</sup> pozadí [mg/m <sup>3</sup> ]	0,039
Teplota [°C]	22
Vlhkost [%]	14
Atmosférický tlak [hPa]	997
Rychlost větru [m.s-1]	0
Směr větru	-

*Tabulka č. 9 - meteorologické podmínky při sklizni Claas Avero 240*

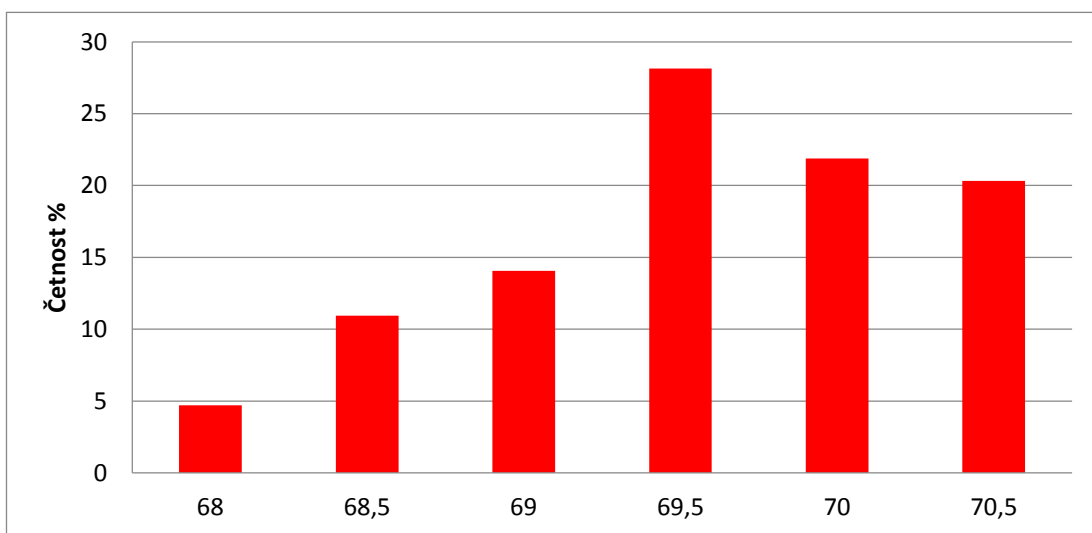


*Obrázek č. 18 – Claas Avero 240 při sklizni*

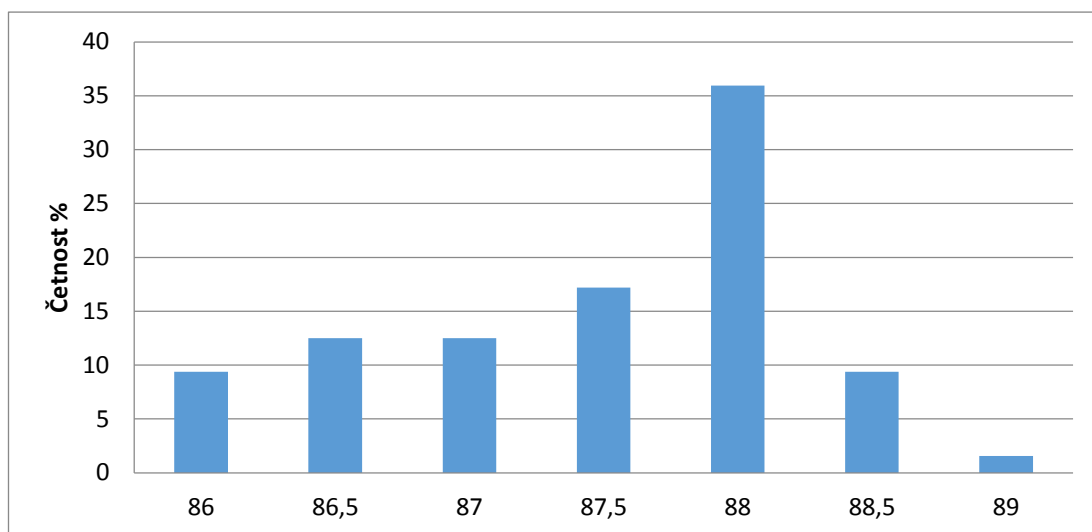
Claas Avero 240 je nejmodernější mlátičkou v práci. Stejně jako Case má klimatizaci a slámu drtí. Na rozdíl od Case, má ale klasické tangenciální mláticí ústrojí.



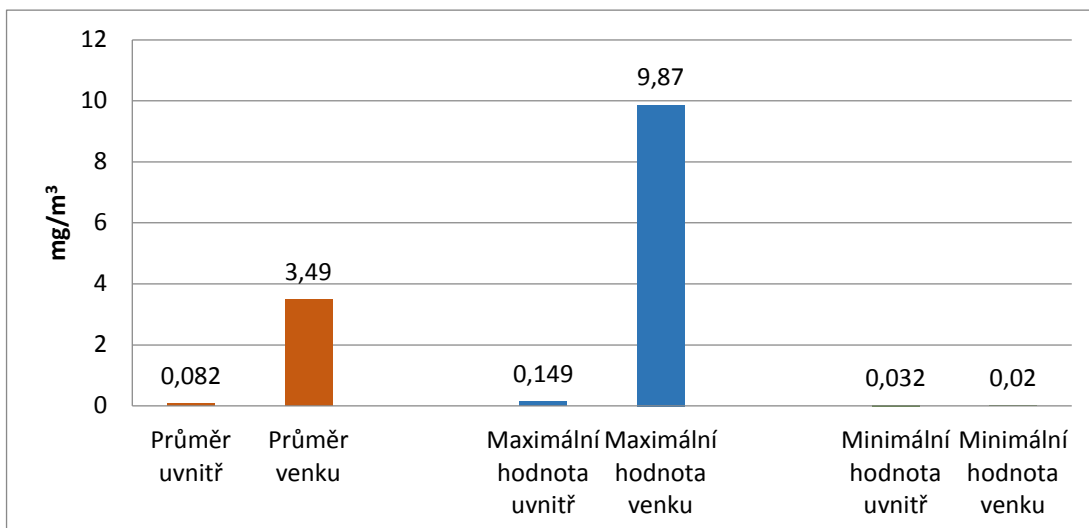
Graf č. 19 - hodnoty hluku v Claas Avero 240



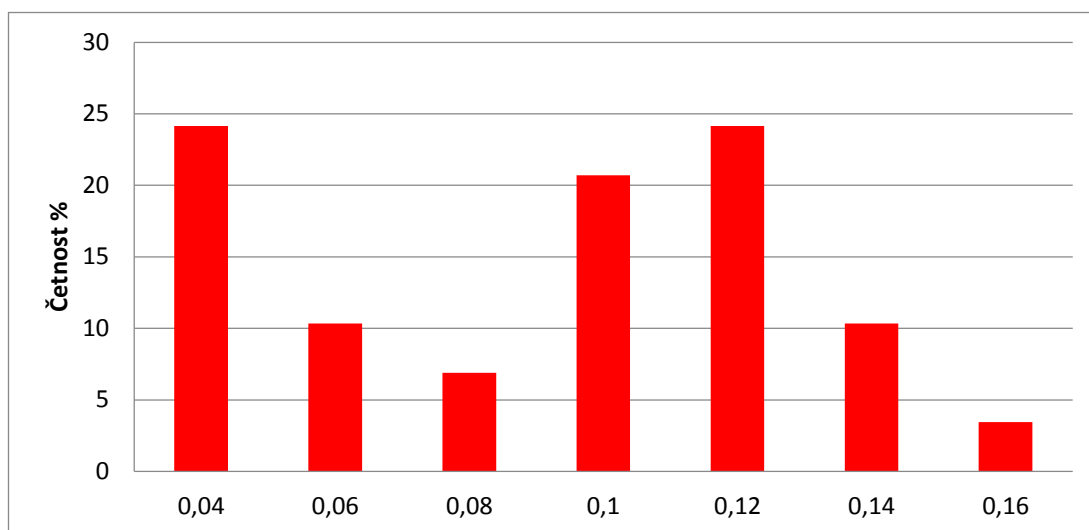
Graf č. 20 - Histogram hladin akustického tlaku uvnitř Claas Avero 240



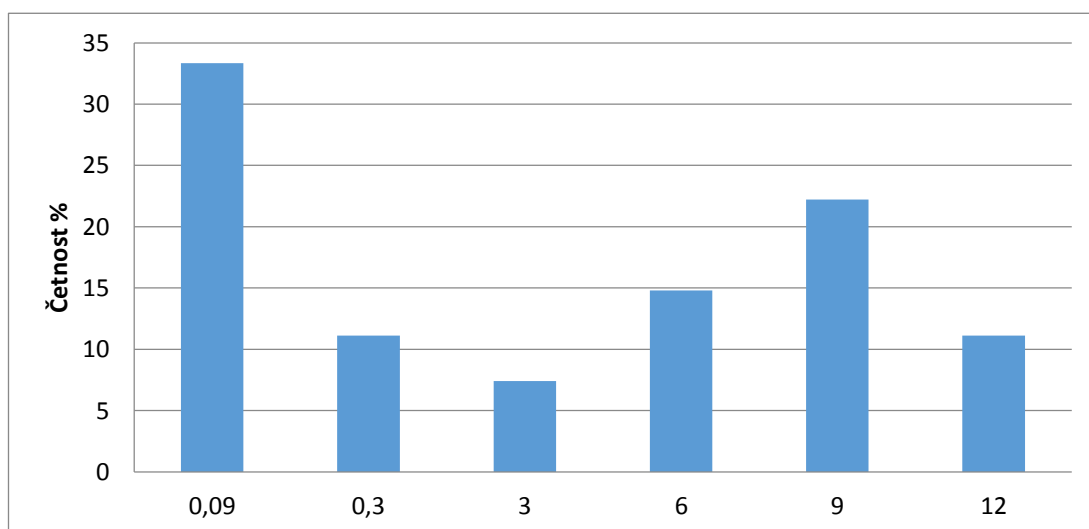
Graf č. 21 - Histogram hladin akustického tlaku vně Claas Avero 240



Graf č. 22 - Hodnoty prašnosti  $PM^{10}$  Claas Avero 240



Graf č. 23 - Histogram prašnosti  $mg/m^3$  uvnitř Claas Avero 240

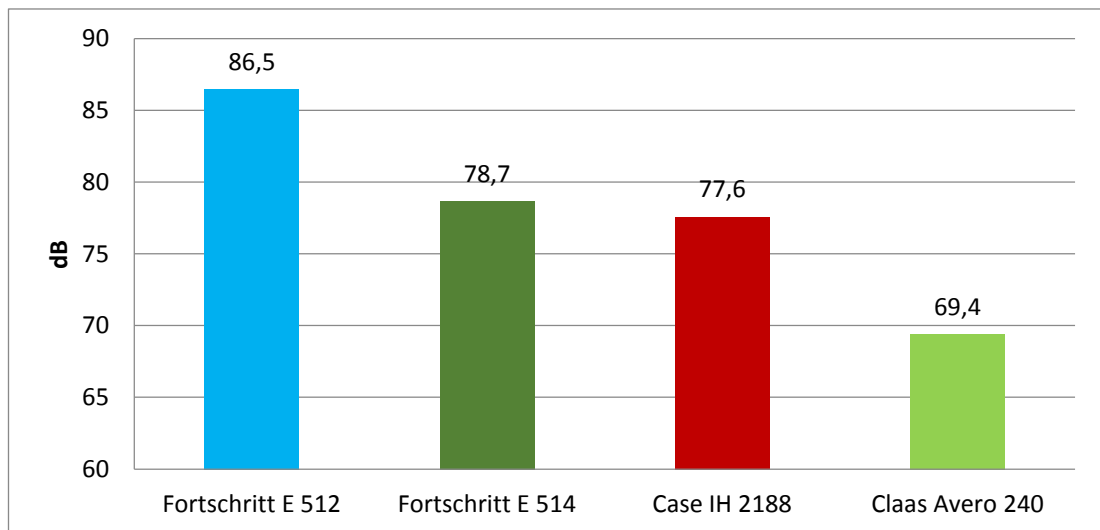


Graf č. 24 - Histogram prašnosti  $mg/m^3$  vně Claas Avero 240

## 6. Vyhodnocení výsledků

### 6.1 Hluk

Obsluha sklízecí mlátičky nemá mnoho možností, jak ovlivnit její hlučnost. U starších modelů, které nebyly vybaveny klimatizací, si mohla obsluha vybrat, zda bude mít otevřené dveře a tím sníží teplotu, ale naopak stoupne hlučnost. Dnes již tato možnost v podstatě není možná a ani nutná. Obsluha nemůže ani měnit otáčky motoru. Sklízecí mlátičky jsou konstruované tak, aby pracovaly na „plný plyn“, teda na maximální otáčky motoru určené výrobcem. Během měření se vyskytoval pouze ustálený hluk. Z toho důvodu nebylo potřeba provádět výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku.



*Graf č. 25 – Průměrné hodnoty hluku v kabině*

Jak je patrné na grafu číslo 25, nejvyšší hlukové zátěži byla vystavena obsluha mlátičky Fortschritt E 512. Tento výsledek byl více méně očekáván. Při konstruování této mlátičky nebylo počítáno s instalací kabiny. Kabina se na stroje začala montovat až později. Z toho důvodu nebylo odhlučnění tak kvalitní. O poznání lépe na tom byla mlátička E 514, která zaznamenala velmi pěkný výsledek. Kabina u E 514 již byla vyvíjena spolu se zbytkem stroje a byla tak lépe ochráněna proti pronikání hluku. V závěsu za ní zůstala mlátička Case IH 2188, u které jsem upřímně řečeno očekával lepší výsledek. Nicméně je třeba si uvědomit, že se jedná o stroj bezmála 20 let starý. Za tu dobu ušly kabiny sklízecích mlátiček velký kus, i když se to na první pohled nemusí zdát. Představu o pracovním prostředí v moderních mlátičkách nám dává nejnovější stroj Claas. Tento stroj měl

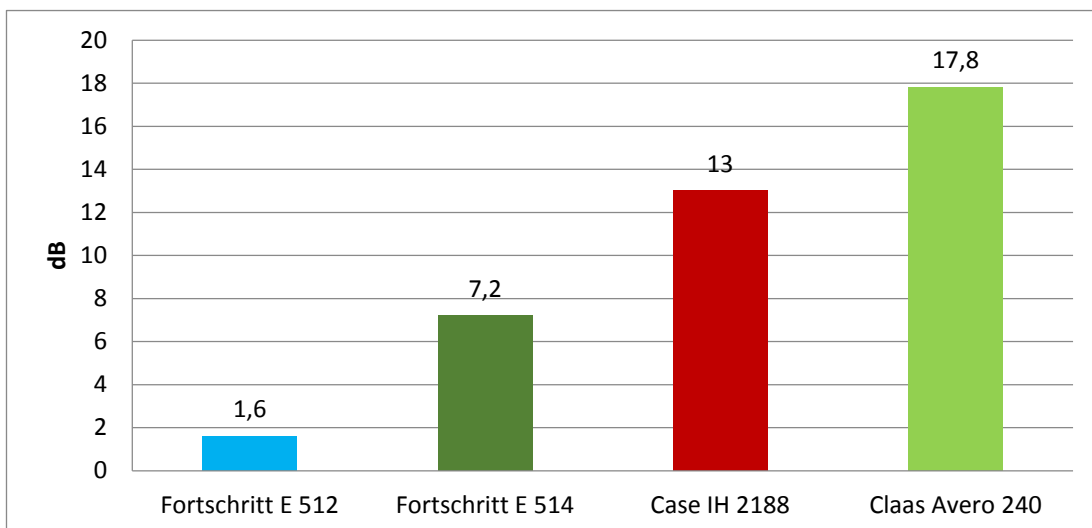


samozřejmě nejnižší hlučnost. Z grafu je patrné, že zákonný limit pro hlučnost, který je v bodě 2.2.7, byl překročen pouze u E 512. Co se týče opatření pro snížení nadlimitních hodnot, máme v tomto případě pouze možnost použít ochranné pomůcky. Zasahovat do konstrukce kabiny je vzhledem ke stáří stroje a jeho zbytkové ceny nerentabilní. Nejlépe se jeví použití špuntu do uší, popřípadě ochranných sluchátek. Pro použití ve sklízecích mlátičkách se lépe hodí špunty do uší. V letních měsících není problém, aby se teplota v neklimatizované kabině vyšplhala k 50 °C. V případě použití klasických sluchátek by docházelo k ještě většímu přehřívání hlavy a k nadměrnému pocení okolo uší.

Při výběru chráničů sluchu pro ochranu sluchu v pracovním prostředí je důležité vybírat z výrobků označených značkou shody CE, která vyjadřuje, že výrobek splňuje technické požadavky stanovené ve všech právních předpisech, které se na něj vztahují, a že byl při posouzení shody dodržen stanovený postup. [33]

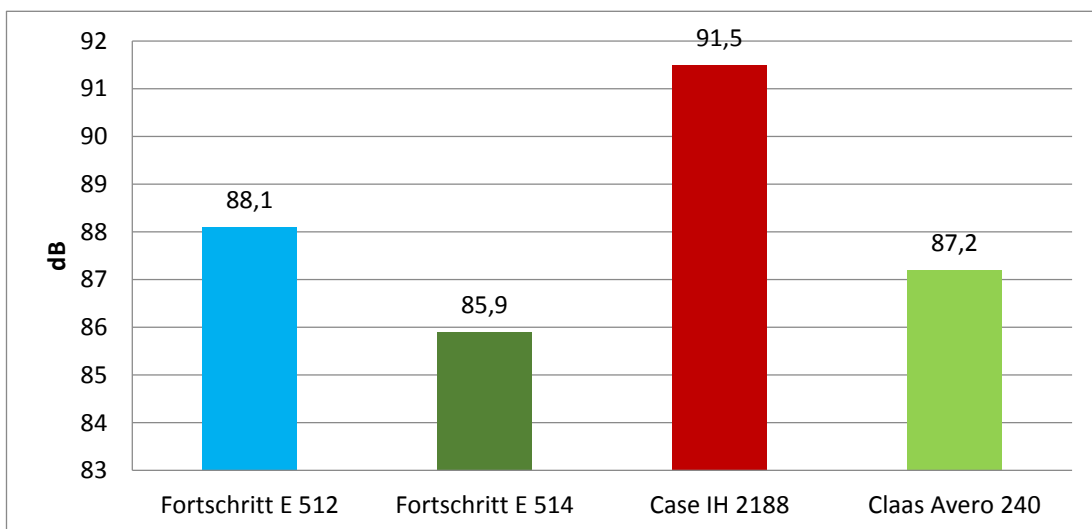
Je mylné domnívat se, že čím vyšší je útlum, tím je chránič sluchu lepší. Nejvhodnější chránič sluchu zajišťuje, aby byla hladina hluku na ušním bubínku uživatele asi o 5 až 10 dB nižší než hladina vyvolávající akci. Zaměstnanci by neměly být poskytovány chrániče sluchu snižující hluk o více než 15 dB pod hladinu vyvolávající akci. Používání chráničů sluchu může vést ke zhoršené komunikaci. Varovné, výstražné a vyzývací signály v hlučném prostředí by měly být zvoleny tak, aby je uživatelé chráničů sluchu mohli slyšet. Slyšitelnost signálů by měla být v praxi ověřena. [33]

Výše uvedená slova platí u obsluhy mlátiček dvojnásobně. Zkušená obsluha musí vnímat stroj všemi smysly. Přesně ví, jaký má stroj vydávat zvuk, jaké vibrace a ne zřídka se využije i čich. Pokud by byla ochrana proti hluku moc silná, mohla by obsluha přeslechnout drobné změny ve zvuku stroje a z banální závady by se mohla stát závada velmi vážná.



*Graf č. 26 – Účinnost odhlučnění kabin v dB*

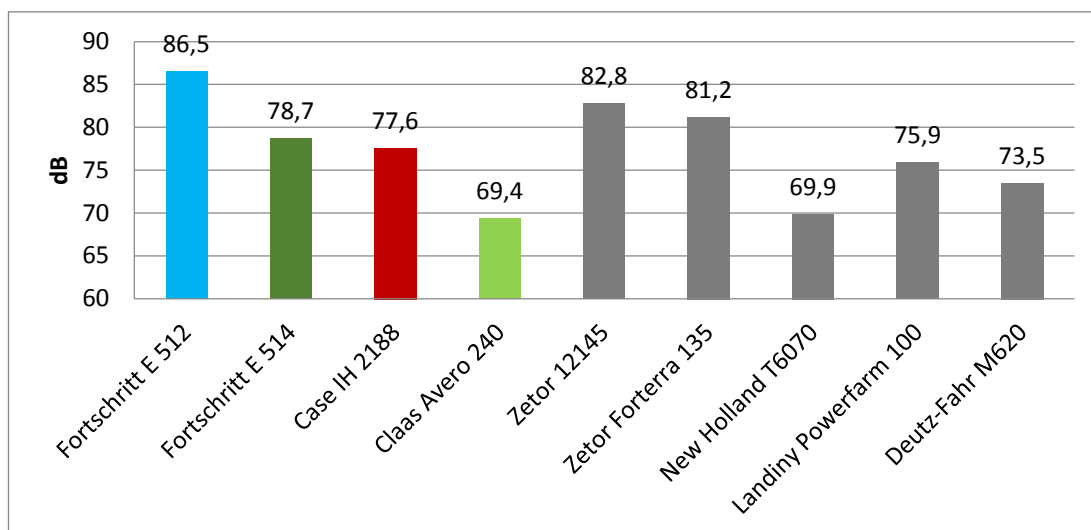
Na grafu číslo 26 je znázorněna účinnost ochrany kabin proti pronikání hluku. Nejhorší ochranu poskytuje E 512 z důvodů uvedených výše. Na rozdíl od průměrných hodnot v grafu č. 25, kde rozdíl mezi E 514 a Case je pouze 1,1 dB je v grafu číslo 26 patrné, že kabina Case lépe chrání obsluhu. Ochrana v kabině moderního Claasu je dle předpokladů nejvýraznější.



*Graf č. 27 – Hlučnost sklízecích mlátiček mimo kabinu*

Graf číslo 27 ukazuje, kolik decibelů produkují sklízecí mlátičky. Tento hluk se pak následně šíří do krajiny a způsobuje velké komplikace zejména živočichům žijící poblíž polí. Období žní je pro živočichy velmi stresující. Zjevné je to u zvěře, která během několika dní přijde o své úkryty a je velmi zmatená. V tomto období

dochází k zvýšenému počtu střetů se zvěří na pozemních komunikacích. Z tohoto grafu je patrné, že mlátička Case, která jako jediná využívá axiální systém mlácení je nejhlučnější. Naopak překvapivě nejnižší je mlátička E 514.

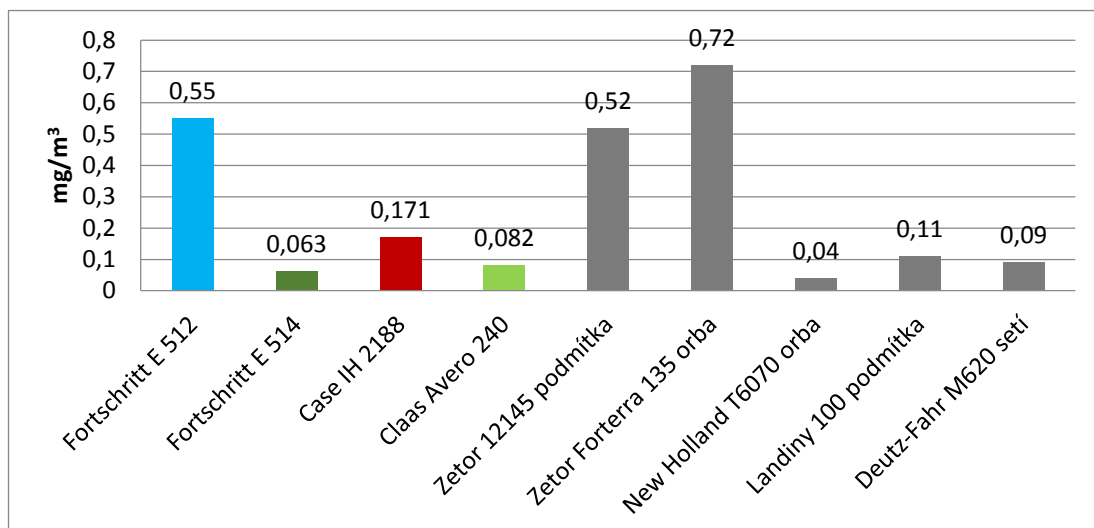


Graf č. 28 – Porovnání s hlučností v kabinách traktorů

Velmi zajímavé porovnání nám ukazuje graf číslo 28. Na tomto grafu jsou zaneseny průměrné hodnoty, které jsem získal při měření v roce 2013 pro potřeby bakalářské práce. Z tohoto grafu vyplývá, že prostředí obsluhy v kabině sklízecí mlátičky se moc neliší od traktorů. Pokud porovnáme E 514 z roku 1989 s moderními traktory, zjistíme, že na svoji dobu měla velmi dobré odhlučnění.

## 6.2 Prašnost

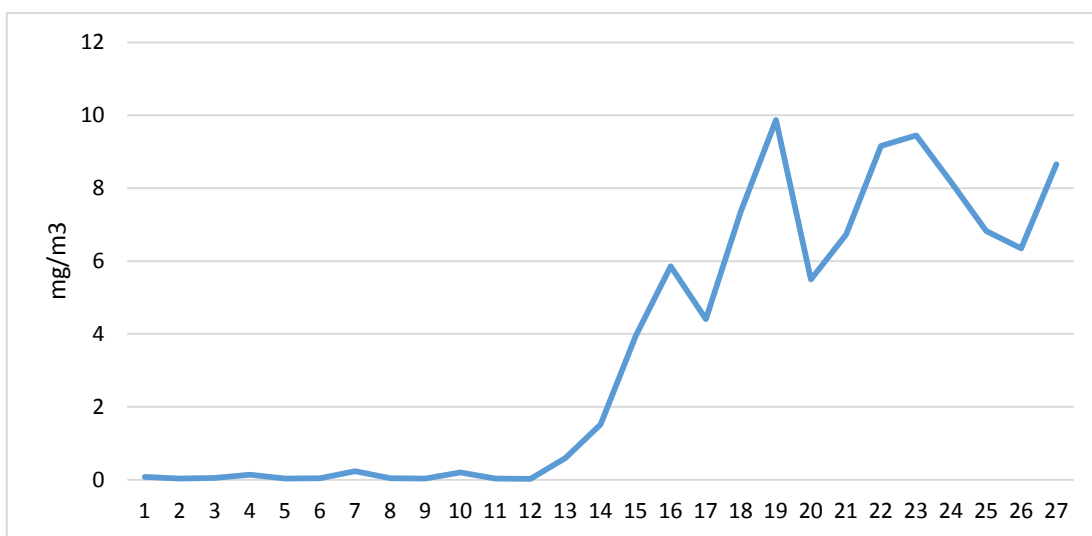
Jak jsem již uvedl, měření prašnosti má v této práci spíše orientační charakter. Porovnávat mezi sebou jednotlivé stroje je velmi obtížné. Pro kvalitní porovnání by musely být všechny stroje v jeden okamžik na jednom daném pozemku, sklízet stejnou plodinu a zpracovávat slámu stejným způsobem. Uvedené požadavky jsou v praktických podmínkách nesplnitelné. Z toho důvodu nám měření prašnosti spíše ukazuje, v jakém prostředí se obsluha během žní nachází, a jaké množství prachu mlátičky uvolňují do okolního prostředí.



Graf č. 29 – Průměrné hodnoty prachu v kabině

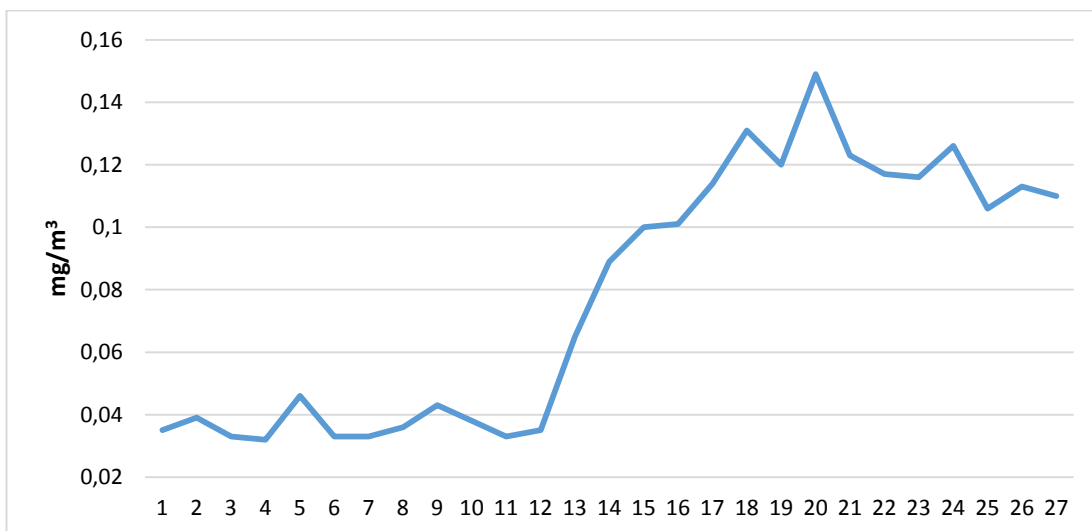
V grafu č. 29 nalezneme poměrně překvapivé výsledky. Nejnižší koncentrace polévatého prachu byla naměřena v mlátičce E 514. Až na druhém místě se umístil moderní stroj Claas. Výsledky lze jen stěží vzájemně porovnat už jen z toho důvodu, že Claas slámu drtil, kdežto E 514 ji ponechávala na pozemku. Nejhůře dopadl opět Fortschritt E 512. Zajímavé je srovnání s prostředím v kabině traktoru. V obou případech vidíme velký rozsah výsledků. Pokud porovnáme E 512 a Zetor 12145, kteří pocházejí ze stejného období, zjistíme, že hodnoty jsou v podstatě totožné. Porovnávat prostředí při polních pracích a žních je samozřejmě nesmyslné. Tyto hodnoty uvádím, abychom si mohly udělat ucelenější náhled na podmínky, v jakých musí zemědělci pracovat. Pro porovnání výsledků s legislativou jsem zvolil stejně, jako v bakalářské práci tzv. imisní limit, který je dle Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocení kvality ovzduší v platném znění, udává imisní limit 0,05 mg/m<sup>3</sup> za 24 hodin. Do této hodnoty se nevešel žádný měřený stroj. Dle dostupných informací z českého hydrometeorologického ústavu, nejsou výjimkou naměřené hodnoty na měřicích stanicích překračující 0,250 mg/m<sup>3</sup>. Navrhnout opatření na snížení prašnosti je velmi obtížné. S okolním prostředím nelze nic dělat. Pokusit se eliminovat prašnost může pouze obsluha. Důležitá je kontrola a čištění kabinových filtrů. Dále pak může obsluha snížit prašnost, pokud bude kabinu udržovat v čistém stavu. Značného snížení prašnosti může dosáhnout, pokud omezí otevírání dveří na minimum. Pokud už dveře otevřít musí, je vhodné chvíli vyčkat, než se prach usadí. Jak ukazují grafy číslo 30 a 31. Obrovský vliv na prašnost v kabině nebo jejím okolí má směr větru. Bohužel větru se nedá poručit. Nicméně částečně může obsluha

ovlivnit, jakým způsobem se bude stroj na poli pohybovat a využít tak pomoci přírody.



*Graf č. 30 – Vliv povětrnostních podmínek na prašnost vně kabiny Claas*

Spojnicový graf číslo 30 nám názorně ukazuje změny v prašnosti v závislosti na směru větru. V rozpětí bodů 1-12 odnášel vítr prach mimo měřicí místo, které se nacházelo vedle kabiny. V bodech 13-27 se sklízecí mlátička na souvrati otočila a prašnost šla přes měřicí přístroj.



*Graf č. 31 – Vliv povětrnostních podmínek na prašnost uvnitř kabiny Claas*

Graf číslo 31 zaznamenává stejnou situaci jako graf číslo 30. Jediným rozdílem bylo, že měření probíhalo uvnitř kabiny.

## 7. Závěr

V diplomové práci jsem se pokusil navázat na bakalářskou práci z roku 2013, kde jsem měřil hlučnost a prašnost v traktorech. Stejně jako v bakalářské práci jsem proti sobě postavil stroje z dob socialistické výroby a moderní současné stroje. Bohužel, se mi z již jednou uvedených důvodů nepodařilo získat více strojů pro měření.

Zákonný limit pro hlučnost, který činí 85 dB byl překonán o 1,5 dB u sklízecí mlátičky Fortschritt E 512. Jako návrh na snížení hlučnosti a ochranu obsluhy proti nepříznivým vlivům hluku byly doporučeny špunty do uší. Překročení je způsobené velmi nízkou ochranou kabiny proti hluku, která dosahuje pouhých 1,6 dB. Velmi dobrých výsledků hlučnosti v kabině dosáhla mlátička Fortschritt E 514. Tento úspěch byl dán faktem, že produkovala nejnižší hlučnost ze všech měřených strojů. Utlumení kabinou pak dosahovalo 7,2 dB. Naopak Case IH 2188, což je zástupce moderních mlátiček, svým výsledkem poměrně zklamal. Na jeho obranu je třeba podotknout, že i přesto že je to moderní stroj, jeho stáří se blíží k dvaceti létům. Další věc, kterou je potřeba vzít v potaz je ta, že produkoval nejvyšší hlučnost ze všech měřených strojů 91,5 dB. Výsledkem je, že dokázal utlumit hluk o 13,9 dB. Dle očekávání dosáhl nejlepších výsledků nejmodernější stroj Claas Averro 240. Průměrná hlučnost v kabině byla 69,4 dB. Zároveň vydává druhý nejnižší hluk. Výsledkem je, že kabina dokáže utlumit 17,8 dB

Měření prašnosti mělo z výše popsaných důvodů spíše orientační charakter. Nicméně nejvíce prašnosti bylo v kabině Fortschrittu E 512. Přesněji řečeno jednalo se o hodnotu 0,55 mg/m<sup>3</sup>. Překvapivě nejpřívetivější pracovní prostředí z hlediska prašnosti měla obsluha mlátičky E 514. Výsledek 0,063 mg/m<sup>3</sup> je srovnatelný s hodnotami v traktoru při orbě. Stroj Case IH 2188 mírně zaostal za očekáváním. Ale opět na jeho obranu musíme konstatovat, že prašnost při práci dosahovala nárazově až 42,2 mg/m<sup>3</sup>. Z tohoto pohledu se hodnota 0,171 jeví jako slušný výsledek. Prostor v moderním Claasu Averro 240 bylo také velmi příjemné. Hodnota 0,082 mg/m<sup>3</sup> se více méně očekávala.

Pokud shrneme zjištěné výsledky, zjistíme, že kabina nejstaršího stroje, jehož vývoj vznikl v šedesátých letech minulého století, zdaleka nesplňuje současné trendy a zákony. Zároveň ale již víme, že pro poměrně kvalitní podmínky dostačuje

stroj z konce osmdesátých let vyrobený v NDR. Moderní stroje zvládají současné hlukové limity s rezervou. Prašnost v kabině může obsluha částečně ovlivnit u moderních i u starších strojů.

## 8. Seznam použité literatury

[1] BŘEČKA, J. Stroje pro sklizeň píce a obilovin. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001.

[2] STEHNO, L. Historie sklízecích mlátiček. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-58-8.

[7] Mláčící a separační mechanismy sklízecích mlátiček, JANDA, D. [online]. 15.4.2009. [cit. 2016-02-02.] Dostupné z: <http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf>

[9] KUMHÁLA, F. Nové typy žacích strojů. Praha: ÚZPI, 1994.

[11] Prašnost na pracovišti, HOLLEROVÁ, J. [online]. 2007 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>

[12] CELJAK, I. Analýza prachových částic v ovzduší v obcích. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2012.

[14] HOUGHTON, J. Globální oteplování. Praha: Academia, 1998.

[15] Celjak, I.: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství. České Budějovice: BAT centrum Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích, 2014.

[16] Regulations (EC) No. 166/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 January 2006 concerning the establishment of a European pollutant release and transfer register and amending Council directives 91/689/EEC and 96/61/EC.



[17] ČSN EN 13241 Kvalita ovzduší – Stanovení frakce PM10 aerosolových částic – Referenční metoda a postup při terénní zkoušce ověření požadované těsnosti shody mezi výsledky hodnocené a referenční metody, Praha: ČNI, 2000.

[18] Polétavý prach (PM10) [online]. [cit. 2016-01-15], Dostupný z <http://www.irz.cz/node/85>

[19] ČSN ISO 7708 Kvalita ovzduší – Definice velikostních frakcí částic pro odběr vzorků k hodnocení zdravotních rizik, Praha: ČNI, 1998.

[20] ČSN EN 13284–1 Stacionární zdroje emisí – Stanovení nízkých hmotnostních koncentrací prachu – Manuální gravimetrická metoda, Praha: ČNI, 2002.

[21] Portál veřejné zprávy České republiky [online]. [cit. 2016-03-18]. Dostupný z <http://portal.gov.cz/portal/obcan/#10821>

[22] Zákon o ochraně veřejného zdraví [online]. [cit. 2016-03-18]. Dostupný z <http://zakony-online.cz/?s110&q110=30>

[23] MEDVECOVÁ, I. Základy akustiky: Příručka pro začátečníky [online]. Praha: GREIF-AKUSTIKA, s.r.o., 2011 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.greif.cz/download/its075-zaklady-akustiky-prirucka-pro-zacatecniky.pdf>

[24] DOUCHA, P, M BERNARD, M FADRŇÝ a L MATĚJKA. Hluk ve vnějším prostředí: Právní rádce občana obtěžovaného hlukem [online]. Tábor: Ekologický právní servis, 2007 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: [http://hluk.eps.cz/files/Hluk\\_brozura.pdf](http://hluk.eps.cz/files/Hluk_brozura.pdf)

[25] Co je to zvuk. In: Multimédia [online]. 2008 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: [http://195.178.89.121/mm/k\\_2\\_1.htm](http://195.178.89.121/mm/k_2_1.htm)

[26] KIMÁKOVÁ, T, L KUZMOVÁ a P KACHLÍK. *Hluk nie je zvuk*. In ŘEHULKA, E. (Ed.). Anotace referátů z 6. Mezinárodní vědecké konference Škola a zdraví pro 21. století. 2010. ISBN 978-80-210-5262-8.

[28] Nařízení vlády č. 88/2004 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: 88/2004 Sb. 2004, roč. 2004, 27. [online] [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4331>

[29] HULEŠ, L.: Vrby a topoly v ochraně životního prostředí proti hluku. Biom.cz [online]. 2006-12-18 [cit. 2016-03-22]. ISSN: 1801-2655. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vrby-a-topoly-v-ochrane-zivotniho-prostredi-protihluku>

[30] CIKÁNKOVÁ, J, E KOBLÍŽKOVÁ, J MERTL, J POKORNÝ, T PONOCNÁ a E TRNKOVÁ. Zpráva o životním prostředí České republiky [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2013 [cit. 2016-03-25]. ISBN 978-80-85087-19-2. Dostupné z: [http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Zprava\\_o\\_zivotnim\\_prostredi\\_Ceske\\_rrepublik\\_2013.pdf](http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Zprava_o_zivotnim_prostredi_Ceske_rrepublik_2013.pdf)

[31] BASRUR, Sheela V. Health Effects of Noise. City of Toronto Community and Neighbourhood Services Toronto Public Health Promotion and Environment Protection Office, 2000. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://greylit.pbworks.com/f/Health+Effects+of+Noise+2000.pdf>

[32] Předpis č. 272/2011 sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými vlivy hluku a vibrací [online]. 2011 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>

[33] EVROPSKÁ KOMISE. Nezávazná příručka osvědčených postupů pro provádění směrnice 2003/10/es „hluk na pracovišti“ [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2009 [cit. 2016-04-2]. ISBN 978-92-79-11337-6. Dostupné z: [file:///C:/Users/Guest/Downloads/KE8108222CSN\\_weboptimised%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Guest/Downloads/KE8108222CSN_weboptimised%20(2).pdf)

## 8.1 Zdroje obrázků

[3] Obrázek č. 1 [www.shannonclarkefinalyearproject.wordpress.com](http://www.shannonclarkefinalyearproject.wordpress.com) [online.] 2016 [cit. 2016-03-16] Dostupné z: <https://shannonclarkefinalyearproject.wordpress.com/portfolio/filler-characters-harvesting-in-field/>

[4] Obrázek č. 2 [www.agrodoctor.com.uk](http://www.agrodoctor.com.uk) [online.] 2016 [cit. 2016-03-16] Dostupné z: <https://shannonclarkefinalyearproject.files.wordpress.com/2015/02/roman-vallus-circa-170-bc.jpg>

[6] Obrázek č. 3 [www.ceskatelevize.cz](http://www.ceskatelevize.cz) [online.] 2016 [cit. 2016-03-16] Dostupné z: [http://img.ceskatelevize.cz/program/porady/10209988352/foto09/409235100061016\\_konec\\_02.jpg?1239364159](http://img.ceskatelevize.cz/program/porady/10209988352/foto09/409235100061016_konec_02.jpg?1239364159)

[8] Obrázek č. 4 [www.zetechbrno.cz](http://www.zetechbrno.cz) [online.] 2016 [cit. 2016-03-16] Dostupné z: <http://www.zetechbrno.cz/download/images/jd-kombajn-t.jpg>

[10] Obrázek č. 5 [www.agrozes.cz](http://www.agrozes.cz) [online.] 2016 [cit. 2016-03-16] Dostupné z: [http://www.agrozes.cz/obrazky-soubory/h9rx81001rr\\_e-764e1.jpg](http://www.agrozes.cz/obrazky-soubory/h9rx81001rr_e-764e1.jpg)

[22] Obrázek č. 7 [www.agrozetshop.cz](http://www.agrozetshop.cz) [online.] 2016 [cit. 2016-03-10] Dostupné z: <http://www.agrozetshop.cz/fotocache/bigorig/2JDAZ4341200.jpg>

[27] Obrázek č. 8 [www.isover.cz](http://www.isover.cz) [online.] 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/data/imgs/01013s.jpg>

[33] Obrázek č. 13 [www.conrad.com](http://www.conrad.com) [online.] 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: [http://www.conrad.com/medias/global/ce/1000\\_1999/1000/1000/1006/100680\\_ZB\\_0\\_0\\_FB.EPS\\_1000.jpg](http://www.conrad.com/medias/global/ce/1000_1999/1000/1000/1006/100680_ZB_0_0_FB.EPS_1000.jpg)

[34] Obrázek č. 14 <http://www.iag.co.at/> [online.] 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: [http://www.iag.co.at/uploads/tx\\_iagproducts/dustrak\\_01.png](http://www.iag.co.at/uploads/tx_iagproducts/dustrak_01.png)