

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Studijní program: B4131 Zemědělství**

**Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby**

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

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

**Bakalářská práce**

**Měření hmotnostní koncentrace polétavého  
prachu v kabinách zemědělské techniky**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor bakalářské práce: Petr Matějka

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr MATĚJKA  
Osobní číslo: Z14101  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby  
Název tématu: Měření hmotnostní koncentrace polétavého prachu v kabinách zemědělské techniky  
Zadávací katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

### Zásady pro vypracování:

#### *Cíl práce:*

Cílem práce je provedení měření hmotnostní koncentrace polétavého prachu v kabinách zemědělské techniky v závislosti na prováděné pracovní operaci a výbavě kabin filtrací vzduchu.

#### *Metodický postup:*

1. Rešerše z oblasti výroby a používání kabinových filtrů a problematiky prachových částic.
2. Vypracování zásad pro provádění měření koncentrace polétavého prachu v kabinách.
3. Měření hmotnostní koncentrace polétavého prachu v kabinách vybrané zemědělské techniky v závislosti na prováděné pracovní operaci a výbavě kabin filtrací vzduchu.
4. Vypracování souhrnu poznatků na základě naměřených hodnot hmotnostní koncentrace polétavého prachu.

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

Rozsah pracovní zprávy: 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Adamec, V. a kol.: Doprava, zdraví a životní prostředí, GRADA, Praha 2008, 160 s.;

Celjak, I.: Dopravní a manipulační zařízení, interní učební text pro e-čtečky, ZF JU v Č. Budějovicích, 2010, 112 s.;

Celjak, I.: Metodika měření hmotnostní koncentrace polétavého prachu v silniční dopravě, ZF JU v Č. Budějovicích, 2011, 16 s.;

Celjak, I.: Ovlivnění řidičů emisemi prachových částic v interiérech vozidel, Komunální technika 2/2015, roč. IX, s. 40-43;

Dufek, J., Huzlík, J.: Metodika pro stanovení emisní zátěže látek znečišťujících ovzduší v České republice, Brno, Centrum dopravního výzkumu, 2001, 21 s.;

Nařízení vlády č.24/2003 Sb., o základních požadavcích na ochranu zdraví a bezpečnosti při konstrukci a výrobě strojních zařízení.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 22. ledna 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2017

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1008, 370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 11. března 2016

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

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

V Českých Budějovicích dne 13. 3. 2018

.....*Matějka*.....

Petr Matějka

**Poděkování:**

Děkuji Ing. Ivo Celjakovi, CSc. za vstřícnost, trpělivost a odbornou pomoc při tvorbě mé bakalářské práce, a také za zapůjčení přístrojů, bez kterých by nebylo možné provést nezbytná měření. Mé poděkování patří též obsluze sklízecích mlátiček, která mi vždy poskytla prostor pro měření a všem ostatním, kteří mě podporovali během celého mého studia.

**Anotace:**

Bakalářská práce je zaměřena na porovnání koncentrací polétavého prachu v kabinách zemědělské techniky. Pro měření byly zvoleny sklízecí mlátičky Fortschritt E 512, New Holland TX 66 a New Holland CX 880. Literární rešerše obsahuje informace o historii sklízecích mlátiček a základní pojmy z oblasti antropogenních prachových částic. Zjištěné výsledky byly vyhodnoceny, graficky znázorněny a porovnány.

**Klíčová slova:**

Sklízecí mlátička, prach, měření

**Annotation:**

This Bachelor thesis is focused on comparison of concentrations of particulate matter in cabins of combine harvesters. Fortschritt E 512, New Holland TX 66 and New Holland CX 880 were selected for the measurement. Literary research contains information about the history of combine harvesters and the basic concepts of dust. The results obtained were evaluated, plotted and compared.

**Keywords:**

Combine harvester, dust, measurement

# Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Literární přehled .....	10
2.1	Sklízecí mlátičky .....	10
2.2	Historie sklízecích mlátiček .....	10
2.2.1	Sklízecí mlátičky na území Československa .....	12
2.3	Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky .....	13
2.4	Rozdělení sklízecích mlátiček .....	15
2.5	Prašnost .....	16
2.5.1	Rozdělení prachu .....	16
2.5.2	Vliv prachových částic na lidský organismus .....	18
2.5.3	Prach při sklizni.....	20
2.5.4	Statistika profesních onemocnění.....	22
2.5.5	Legislativa.....	22
2.5.6	Kabiny zemědělské techniky.....	23
3.	Cíl práce .....	27
4.	Metodika .....	28
4.1	Výběr sklízecích mlátiček .....	28
4.1.1	Fortschritt E 512 .....	29
4.1.2	New Holland TX 66 .....	30
4.1.3	New Holland CX 880 .....	31
4.2	Postup měření .....	32
4.2.1	Měřicí technika .....	33
5.	Výsledky měření.....	36

<b>5.1</b>	<b>Fortschritt E 512.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>New Holland TX 66 .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3</b>	<b>New Holland CX 880.....</b>	<b>40</b>
<b>6.</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>45</b>
<b>9.</b>	<b>Zdroje obrázků.....</b>	<b>47</b>



## 1. Úvod

Práce v zemědělství je s lidskou činností svázána po mnoho stovek let. V minulosti byly různé druhy obilovin základem jídelníčku obyvatel tohoto území. Je tedy jasné, že právě na jejich sklizni bylo mnoho lidí existenčně závislých. Nejdříve se pomocí kosa uskutečnila seč, při které se obilí vázalo do snopů. Ty byly následně odvezeny z pole a doma se z nich cepy mlátilo zrna. Cep poté nahradila stabilní mlátička poháněná žentourem, později spalovacím motorem nebo elektromotorem. Zásadní zvrát nastal v polovině 20. století, kdy byly do praxe zavedeny samojízdné sklízecí mlátičky. S jejich pomocí začaly zemědělci sklízet jednofázově. Obilí se přestalo odvážet na výmlat z pole a začalo se mlátit rovnou při seči. Se sklízecími mlátičkami se ale také objevily nové problémy. Při obsluze těchto strojů totiž byly zemědělci vystaveni extrémní zátěži horka, hluku a také prachu, protože sklízecí mlátičky nebyly zpočátku opatřeny kabinou. Ta se na ně začala montovat v 60. letech a od té doby se začaly pracovní podmínky pro obsluhu postupně zlepšovat. Přibylo lepší odhlučnění, ventilace a také klimatizace. Zemědělcům se tedy pracuje na polích mnohem lépe a strasti jejich předků už dnes známe jen z vyprávění.

Téma prašnosti v kabinách sklízecích strojů jsem si zvolil pro svou bakalářskou práci. Zajímalo mě, jak se vývoj sklízecích mlátiček z hlediska ochrany proti prachu za posledních 30 let posunul. Práce má dvě hlavní části. Tou první je literární rešerše, která obsahuje informace o historii a vývoji sklízecích mlátiček ve světě a v ČR a také o prachových částicích. Samotné měření prašnosti a vyhodnocení výsledků je obsahem druhé části.

## **2. Literární přehled**

### **2.1 Sklízecí mlátičky**

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 rovinatých oblastí se svahovou dostupností do 8° (standardní) a svahových oblastí do 20° (svahové) (1).

Sklízecí mlátičku je nutno před zahájením práce správně seřídít a přizpůsobit vlastnostem právě sklizené plodiny. Správný postup seřízení pro danou plodinu lze nalézt v návodu k obsluze. Obsluha stroje by také měla sledovat kvalitu výmlatu během práce a některé parametry seřizovat průběžně. Současné sklízecí mlátičky však bývají zpravidla vybaveny automatickou regulací řady prvků, tím je tedy práce obsluhy značně usnadněna.

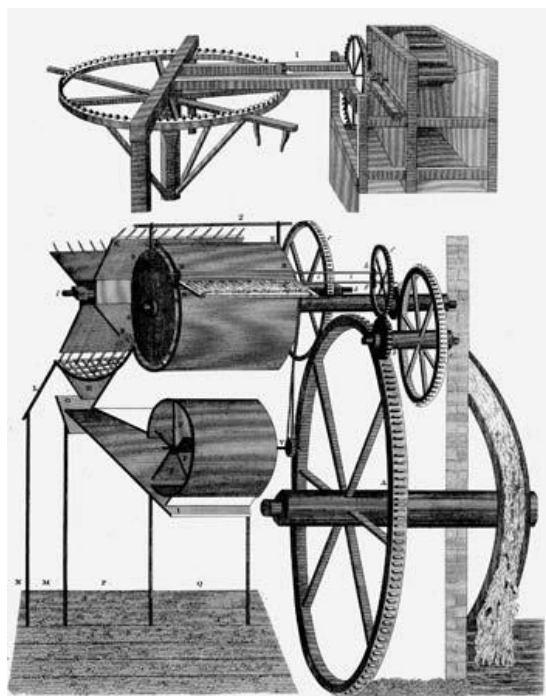
### **2.2 Historie sklízecích mlátiček**

Vývoj mechanizace sklizně obilovin má historii mnoha tisíciletí. Nejprve se obilí vytloukalo klacky nebo vyšlapávalo zvířaty. Feničané ukládali obilí do vrstvy, po které jezdili hladkými nebo rýhovanými válci, případně saněmi taženými zvířaty. Hlavním nástrojem na sklizeň obilovin byl dlouho srp a později kosa (2).

Prvním známým důkazem, že existovala mechanická sklizeň obilnin, je spis římského rolníka Plinia z roku okolo 70 našeho letopočtu. Česač klasů je 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 (3).

Žací lištu v podstatě dnešní konstrukce vynalezl v roce 1800 Mayer. První žací vazač bratří maršů pochází z roku 1858 a hrst'ovka z roku 1868. Mlatkový mláticí mechanismus (znázorněný na obrázku 1) vynalezl Skot Andrew Meikle a první mlátičku sestrojil jeho syn a konstruktér Stein v roce 1786 (2).



**Obrázek 1 – Mláticí mechanismus vynalezený Andrewem Meiklem (22)**

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. Za první sklízecí mlátičku, která dostatečně prokázala svoji provozuschopnost, se považuje stroj sestavený J. Hascalle a H. Moorem v USA v roce 1834, patentovaným v roce 1836. V roce 1886 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 komerčně úspěšnou sklízecí mlátičku, jejíž pracovní ústrojí bylo poháněno pomocí benzinového motoru. V roce 1912 postavili bratři Holtové první samojízdnu sklízecí mlátičku s benzinovým motorem (3).

## 2.2.1 Sklízecí mlátičky na území Československa

V tehdeším Československu se první sklízecí mlátička testovala ve 40. letech 20. století. Jednalo se o stroj firmy Claas typ MDB. V 50. letech postupně počet dovážených sklízecích mlátiček stoupal. Nejčastěji se jednalo o stroje vyráběné v rámci RVHP. Ze sovětského svazu to byly např. mlátičky S-6, S-4, dále pak typy SK - 3, 4, 5 a 6. Z Maďarska se do Československa dovážely mlátičky Emag a z Polska mlátičky Bizon. Později také začal dovoz strojů Fortschritt z NDR.

V Československém zemědělství se ale také objevovaly stroje tuzemské výroby. Vývoj první Československé sklízecí mlátičky začal v roce 1949 v podniku Agrostroj Prostějov. Jednalo se o typ ŽM – 18, který je vidět na obrázku 2. Měl záběr žacího ústrojí 1,8 metru a výkon asi 1 hektar za hodinu.



**Obrázek 2 - Agrostroj Prostějov ŽM – 18 (11)**

V roce 1952 byl v Agrostroji Prostějov vyroben typ ŽM – 21. Tento se však stejně jako předchozí typ sériově výroby nedočkal. První sériově vyráběnou mlátičkou byl až typ ŽM – 330, jehož se vyrobilo přibližně 600 kusů. Na základě rozhodnutí RVHP byla ovšem záhy výroba tohoto typu ukončena a přesunuta do maďarského závodu Emag.

V roce 1968 začali konstruktéři v Prostějově potají vyvíjet nový model SM 500. Pro provozní zkoušky byly zkonstruovány tři prototypy. V provozu si tento stroj vedl velmi dobře. Disponoval několika zajímavými technickými řešeními, které konkurence tehdy na sklízecí mlátičky neaplikovala. I přes vysokou technickou úroveň se ovšem tento typ do sériové výroby nedostal. Jeden z prototypů (na obrázku 3) je dnes k vidění v muzeu zemědělské techniky v Čáslavi.



**Obrázek 3 – SM 500 v muzeu zemědělské techniky v Čáslavi**

### **2.3 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky**

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky je možné charakterizovat takto:

- Stroje jsou určeny pro sklizeň obilnin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a trav na semeno, popřípadě dalších zrnin.
- Porost obilnin je s výnosem zrna do 10 t. ha<sup>-1</sup>, výška rostlin od 0,3 do 2,5 m. Vlhkost zrna do 30 %, vlhkost slámy do 40 %. Poměr zrna ke slámě od 1: 0,8 do 1: 2,5. Porost stojatý i polehlý, zvržený do všech stran.
- Výška strniště rovnoměrná, plynule měnitelná od 70 do 600 mm. Hmotnostní ztráty zrna z biologického výnosu při přímé sklizni do 1,5 %, z toho za žací stolem do 0,5 %, za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna při dělené sklizni do 2 %, z toho po řádkovači do 0,5 %, za sběracím ústrojím do 0,5 % a za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna z nedomlatků do 0,5 %.

Poškození zrna do 3 %. Obsah příměsí a nečistot v zrně v zásobníku do 3 % hmotnostních, z toho nečistot nejvýše do 1 %. Šířka řádku slámy do 150 cm.

- Hmotnostní průtok, průchodnost u standardních sklízecích mlátiček se pohybuje od 8 do 20 kg. s<sup>-1</sup>; tomu odpovídají šířky záběrů žacích stolů od 4 do 8 m. Objem zásobníku zrna od 4 do 10 m<sup>3</sup> s plnicí výškou do dopravních prostředků nad 3 m. Výkon motoru 100 až 280 kW, pracovní rychlost plynule měnitelná od 1 do 8 km.h<sup>-1</sup>, dopravní rychlost nad 20 km.h<sup>-1</sup>. Provozní výkonnost až 4,5 ha.h<sup>-1</sup>, svahová dostupnost 8 až 12°, měrný tlak na půdu pod 0,15 MPa.
- Hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček se uvažuje menší a tomu i odpovídající šířky záběrů žacích stolů, objemy zásobníků, výkony motorů atd. Svahová dostupnost 20°, měrný tlak na půdu pod 0,15 MPa.
- Sklízecí mlátičky standardní i svahové mají mít možnost vybavení těmito adaptéry s příslušenstvím: sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň, nesený drtič slámy, podvozek na žací stůl, klimatizovaná kabina. Standardní sklízecí mlátičky navíc: adaptér pro sklizeň kukuřice na zrně, adaptér ke sklizni slunečnice a adaptér pro sklizeň řepky.
- Sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za vytrásadly a čistidlem, indikace poklesu jmenovitých otáček hlavních hřídelí pracovních ústrojí, počítání hektarů. Svahové mlátičky mají mít automatické vyrovnávání mlátičky v příčném i podélném směru na svazích do 20°. Perspektivně by standardní sklízecí mlátičky měly dále mít: automatické navádění stroje na obilní stěnu, automatickou regulaci pojezdové rychlosti podle indikovaných ztrát zrna a podle průchodnosti, automatickou regulaci mlátičích ústrojí, vytrásadel a čistidla, mapování výnosů.
- Sklízecí mlátičky mají pracovat s vysokou provozní spolehlivostí, musí vyhovovat předpisům o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, předpisům o provozu na veřejných komunikacích.
- Stroj má obsluhovat jeden pracovník (1).

## 2.4 Rozdělení sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátičky jsou samojízdné, typu T, kde žací ústrojí je umístěno čelně před mlátičkou a má záběr značně větší, než je šířka mlátičky. Posečený porost prochází přímo, větší část je dopravována nejprve zprava a zleva do středu žacího stolu, kde mění směr pohybu o 90° a prochází pak spolu s první částí porostu mlátičkou, ve směru pohybu stroje.

Rozdělují se nejčastěji podle těchto hledisek:

**a) podle způsobu získávání obilní nebo semenné hmoty jsou:**

- žací, které porost přímo sečou žacím ústrojím
- sběrací, které porost sbírají z řádků sběracím ústrojím

**b) podle konstrukčního provedení mlátičího ústrojí jsou:**

- tangenciální (radiální) s jedním nebo dvěma bubny s mlatkami
- axiální, integrované (plní funkci mlátičího a separačního ústrojí) a to s jedním nebo dvěma bubny

**c) podle separace hrubého omlatu:**

- vytrásadlové se 4 nebo 6 výtráskami, kde výtraska je uložena na dvou klikových hřídelích a nad vytrásadlem mohou být čechrače slámy
- bubnové tangenciální
- kombinované, jeden až dva bubny s vytrásadlem
- bubnové axiální, kde je buben pevný (otáčí se v něm rotor s lopatkami) nebo je buben otočný

**d) podle dostupnosti na svahu:**

- standardní do 8°
- standardní s úpravou do 12°
- svahové do 20° (1)

## 2.5 Prašnost

Prašností se rozumí znečištění ovzduší prachovými částicemi. Hmotné částice rozptýlené ve vzduchu se nazývají aerosoly. Aerosol je charakterizován svou koncentrací, velikostí částic a dalšími fyzikálními nebo chemickými vlastnostmi. Pro rozlišení prachu od aerosolu je důležitý mechanismus vzniku a velikost jeho částic v ovzduší. Mlha je kapalný aerosol vzniklý kondenzací vodní páry. V praxi se pod pojmem prach rozumí obvykle veškeré tuhé aerosoly (4).

Hlavním přirozeným zdrojem aerosolů v ovzduší jsou výbuchy sopek, lesní požáry a prach unášený větrem. Atmosférický aerosol však vzniká téměř výhradně jako produkt lidské činnosti. Nejvýznamnějším zdrojem jsou spalovací procesy, hlavně v automobilových motorech a elektrárnách a další vysokoteplotní procesy, jako je tavení rud a kovů nebo svařování. Tyto procesy produkují částice o velikosti kolem 20  $\mu\text{m}$ . Aerosol může také vznikat odnosem částic větrem ze stavebních ploch nebo v důsledku odstranění vegetačního pokryvu z půdy. Dalším zdrojem mohou být zemědělské operace, nezpevněné cesty, těžební činnost a jakékoliv procesy, při kterých se vyskytují částice o dané velikosti (např. výroba a použití cementu a vápna). Atmosférický aerosol může také vznikat chemickou reakcí plynných složek (např. oxidu siřičitého s amoniakem) za vzniku částic o velikosti průměrně 300  $\mu\text{m}$  (8).

### 2.5.1 Rozdělení prachu

Z pohledu působení na člověka se prach rozděluje na toxický a bez toxického účinku. Toxický prach se hodnotí spolu s toxickými plyny a parami.

Netoxický prach může mít účinek:

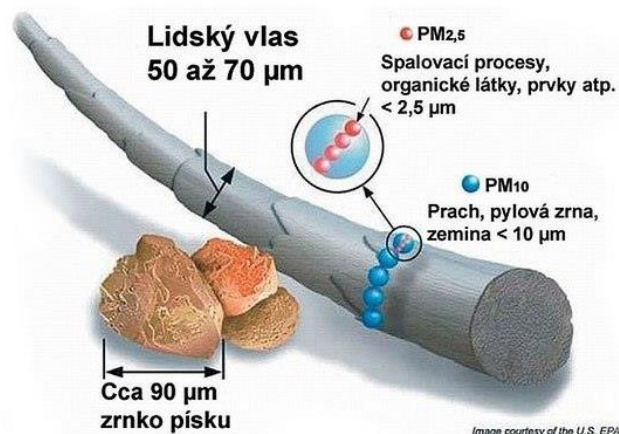
- a) **převážně fibrogenní:** s obsahem fibrogenní složky (např. křemen), vyskytující se především v hornictví, slévárenství nebo lomech, kde se pracuje s látkami, jejichž surovinou je hornina;
- b) **možný fibrogenní:** obsah fibrogenní složky (např. slída saze, svářečské dýmy) je pravděpodobný, pokud fibrogenní složku obsahuje se považují za prach s fibrogenním účinkem.



- c) **Převážně nespecifický:** bez výraznějšího biologického účinku (např. vápenec, mramor, hnědé uhlí), nutné je zjišťování přítomnosti fibrogenní nebo toxické složky, protože při obsahu větším než 3 % se směs prachů považuje za prach s fibrogenním účinkem, pokud obsahuje toxickou složku je důležité dodržení limitu její hodnoty
- d) **Převážně dráždivý:**
- minerální (cement, oxid vápenatý)
  - textilní (hedvábí, bavlna, len, konopí)
  - živočišný (peří, vlna, srst)
  - rostlinný (**obilný prach**, koření, káva)
- e) **karcinogenní, alergizující, infekční:**
- karcinogenní účinek mají látky, které mohou způsobovat nádorová onemocnění
  - infekční účinek mají prachy obsahující choroboplodné zárodky, které se na prachových částicích dokáží zachytit
  - alergizující účinky jsou charakteristické pro moučný prach nebo dřevní prach
- (6)

Z hlediska zdravotního působení atmosférického aerosolu na člověka byly definovány velikostní skupiny aerosolu označované jako  $PM_x$  (z anglického Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než  $x \mu\text{m}$ . Porovnání velikosti prachových částic je vidět na obrázku č. 4.

- **$PM_{10}$**  – částice menší než  $10 \mu\text{m}$ ,
- **$PM_{2,5}$**  – částice menší než  $2,5 \mu\text{m}$  (ne celoplošně),
- **$PM_1$**  – částice menší než  $1 \mu\text{m}$  (méně často),
- **$PM_{0,1}$**  – částice menší než  $100 \text{ nm}$  (výjimečně) (8)



**Obrázek č. 4 – Porovnání velikosti prachových částic, zrnka písku a lidského vlasu (12)**

### **2.5.2 Vliv prachových částic na lidský organismus**

Hlavní cestou vstupu pro prach jsou dýchací cesty (výjimku tvoří hrubší umělá minerální vlákna – skleněná, čedičová, u kterých se musí počítat s působením na kůži). Účinek prachu na lidský organismus je závislý na jeho fyzikálních, chemických a biologických vlastnostech, dále na koncentraci prachu v ovzduší a fyzické námaze, která zvyšuje nároky na plicní ventilaci (5).

Částice, které mohou být vdechnuty ústy nebo nosem se řadí do vdechovatelné frakce. Hrubé prachové částice se zachytávají v nose a nosohltanu. V horní části dolních dýchacích cest se uplatňuje na zachytávání thorakální frakce impakce, v dolní části potom sedimentace. V horních dýchacích cestách se zachytí většina částic větších než 5 μm, do plic se nedostanou částice větší než 10 μm (6).

Respirabilní frakce je soubor částic, které pronikají do té části dýchacích cest, kde není řasinkový epitel a také do plicních sklípků. Respirabilní vlákno je částice, která má tloušťku větší než 3 μm, je delší než 5 μm a poměr délka : tloušťka musí být menší než 3. Pravděpodobnost průchodu prachových částic do plicních sklípků stoupá, čím jsou částice menší (pro částice o velikosti 3 μm je vyšší než 50 %) (6).

Vysoké koncentrace prachu ve vzduchu způsobují usazování prachových částic v očích, nosu a ústech a s tím spojené nepříjemné pocity. Dlouhodobá expozice těmto

koncentracím i u prachu bez specifických účinků (někdy nazývanému "inertní") má za následek přetěžování samočisticích mechanismů plic, snižuje celkovou obranyschopnost člověka a může přispívat ke vzniku chronického zánětu průdušek. Kromě toho mechanické působení těchto částic i jejich odstraňování může způsobit poranění pokožky nebo sliznic (7).

Alergické reakce v důsledku vlivu prachových částic mohou mít za následek vznik ekzémů, alergické rýmy nebo záchvatů dušnosti. Alergeny bývají nejčastěji pyly, rostlinné prachy nebo chemické látky. Fibrogenní prach je také schopen vyvolat tvorbu plicních fibróz (vaziva). S prachem z organických látek bývá spojeno plicní onemocnění zvané farmářské plíce. Je to prudce probíhající horečnaté onemocnění vznikající vlivem prachu ze sena napadeného plísní. V chronické formě dochází k tvorbě vaziva v plicní tkáni. Při dlouhodobém vystavení prachu ze surové bavlny nebo jiných textilních vláken může vzniknout onemocnění tzv. byssinóza. Prach některých látek může také vyvolat záchvaty průduškového astmatu (5).

Dlouhodobá expozice vysokým koncentracím jakéhokoliv prachu může být činitelem při vzniku chronického zánětu průdušek a následné plicní rozedmy. To platí i pro prach bez výrazných dráždivých účinků, netoxický a nefibrogenní (5).

Lidský organismus se proti působení prachových částic dokáže částečně bránit. Průdušnice a průdušky jsou pokryty stejně jako nosní dutina řasinkovým epitelem s roztroušenými pohárkovými buňkami vylučujícími hlen. Ten se kmitavým pohybem řasinek posouvá vzhůru do nosohltanu a s ním jsou unášeny i částice prachu nerozpustné ve vodě z dolních dýchacích cest. Z nosohltanu je prach spolykán do trávicího ústrojí. Účinnost odnášení prašných částic se odhaduje (Tuček, Cikrt, Pelclová, 2005, s. 59) až na 99 %.

Zátěž organismu prachem se kategorizuje podle přípustného expozičního limitu (PEL), vztahujícím se podle povahy prachu na množství vyjádřené v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  nebo na počet vláken  $\cdot\text{cm}^{-3}$  jde-li o vláknité prachy. Při nestandardních časových charakteristikách pracovní doby (delší než osmihodinové směny, menší počet směn za pracovní týden než 5, proměnlivý počet hodin za pracovní týden) se pro zařazení práce do druhé nebo třetí kategorie používá hodnocení expozice prachu podle celotýdenního

časově váženého průměru koncentrací, pokud celosměnová koncentrace v žádném z pracovních dnů nepřekročí trojnásobek hodnoty PEL.

- a) **První kategorie:** práce vykonávané za podmínek, při nichž podle současného poznání není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví, tj. práce, při nichž jsou osoby vykonávající tyto práce exponovány prachu, jehož průměrné celosměnové koncentrace v pracovním ovzduší nepřekračují 30 % hodnoty PEL stanoveného pro tento druh prachu (zvláštním právním předpisem).
- b) **Druhá kategorie:** práce, při nichž jsou osoby vykonávající tyto práce exponovány prachu, jehož průměrné celosměnové koncentrace v pracovním ovzduší jsou vyšší než 30 % hodnoty PEL stanoveného pro tento druh prachu, hodnotu PEL ale nepřekračují.
- c) **Třetí kategorie:** práce, při nichž jsou osoby exponovány prachu, jehož průměrné celosměnové koncentrace v pracovním ovzduší jsou vyšší než PEL pro tento druh prachu, nepřekračují však trojnásobek PEL.
- d) **Čtvrtá kategorie:** práce osob exponovaných prachu koncentracím vyšším než trojnásobek PEL (6).

### 2.5.3 Prach při sklizni

Aby sklízecí mlátičky fungovaly správně, musí sklízet pouze suchý porost, to znamená, že při práci uvolňují velké množství prachu. Prach, který vzniká v přední části sklízecí mlátičky pod kabinou 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 centimetrů. Tento prach je pro obsluhu velmi nepříjemný, neboť jak je vidět na obrázku č. 5 obsluha může mít velmi omezený výhled. Prach se také tvoří při samotném procesu mlácení v mláticím ústrojí. Největší množství ovšem vychází ze zadní části stroje. Pokud je sláma ukládána do řádku, prachu se tvoří méně. Při jejím drcení vzniká prachu více. Zde velmi záleží na rychlosti a směru větru při sklizni. Problém nastává, jestliže vítr směřuje prach na kabinu. Menší množství prachu se také uvolňuje od pojezdových kol při pohybu stroje (pokud je pozemek suchý.) a při vyprazdňování zásobníku zrna (9).



**Obrázek č. 5 – Zdroje prachu při sklizni (13)**

Při sklizni obsluha tráví nejvíce času v kabině. U moderních strojů je systémem klimatizace a filtrace vytvářeno komfortní pracovní prostředí. Jsou velmi dobře utěsněny a prach do nich vniká jen velmi těžko i díky tomu, že jsou konstruovány jako přetlakové. Každá moderní sklízecí mlátička je také vybavena klimatizací. Vzduch přiváděný do kabiny prochází jedním nebo několika kabinovými filtry, které je potřeba udržovat v dobrém stavu – pravidelně je čistit a měnit. Stroje staršího data výroby ovšem klimatizaci nemají a při vysokých teplotách mívá obsluha otevřené dveře, takže do kabiny vniká prach ve velkém množství. Prašnost se dá také snížit tím, že budou pracovníci kabinu pravidelně čistit, protože prach ulpívá také na oblečení a obuvi obsluhy a následně při jízdě vlivem vibrací a otřesů dochází k resuspenzi prachových částic z oblečení i povrchů v kabině.

## 2.5.4 Statistika profesních onemocnění

V tabulce 1 je zaznamenán výskyt nemocí z povolání v České republice v letech 1998, 2002 a 2006. Nemoci dýchacích cest jsou součástí III. bloku. Z tabulky je patrné, že onemocnění dýchacích cest tvoří necelých 20 % ze všech nemocí z povolání. Onemocnění způsobená organickým prachem (tedy i prachem při sklizni obilnin) patří přibližně 1 třetina z tohoto počtu (10).

**Tabulka 1 – Výskyt skupin nemocí z povolání v ČR v letech 1998-2006 (10)**

<b>Nemoci z povolání (NZP)</b>	<b>1998</b>	<b>2002</b>	<b>2006</b>
<b>I. NZP způsobené chemickými látkami</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>25</b>
<b>II. NZP způsobené fyzikálními faktory</b>	<b>785</b>	<b>544</b>	<b>480</b>
z toho: porucha sluchu způsobená hlukem	55	18	22
nemoci z vibrací	354	249	160
nemoci z dlouhodobého nadměrného jednostranného zatížení	369	271	282
ostatní	7	6	16
<b>III. NZP týkající se dýchacích cest, plic apod.</b>	<b>387</b>	<b>304</b>	<b>234</b>
z toho: pneumokoniózy způsobené SiO <sub>2</sub>	246	132	96
nemoci způsobené azbestem	19	34	28
ca plic z radioaktivních látek	27	33	16
asthma bronchiale včetně alergických	91	98	90
ostatní	4	7	4
<b>IV. NZP kožní</b>	<b>360</b>	<b>346</b>	<b>246</b>
<b>V. NZP přenosné a parazitární</b>	<b>459</b>	<b>301</b>	<b>164</b>
z toho: nemoci přenosné a parazitární	344	215	103
nemoci přenosné ze zvířat	96	77	46
tropické nemoci	19	9	15
<b>VI. NZP - ostatní faktory</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>1</b>
<b>Celkem</b>	<b>2054</b>	<b>1531</b>	<b>1150</b>
Ohrožení nemocí z povolání	57	69	66
<b>Úhrnem</b>	<b>2111</b>	<b>1600</b>	<b>1216</b>

## 2.5.5 Legislativa

Expozice prašným aerosolům se hodnotí na základě porovnání zjištěných koncentrací s limitními koncentracemi. V pracovním prostředí je to časově vážená průměrná koncentrace za pracovní směnu a přípustný expoziční limit (PEL) (7).

Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. Definuje částice PM<sup>10</sup> jako „částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 mm odlučovací účinnost 50 %“. Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje způsob sledování a vyhodnocování kvality ovzduší,

imisní limity, přípustné četnosti jejich překročení a meze tolerance, cílové imisní limity a dlouhodobé imisní cíle pro vybrané znečišťující látky. (15).

Důležitou normou je ČSN EN 481 Ovzduší na pracovišti. Vymezení velikostních frakcí pro měření polétavého prachu. Tato norma definuje konvence pro odběr vzorků velikostních frakcí, jež musí být používány pro hodnocení účinků polétavého prachu vdechovaného na pracovišti. V praxi jsou tyto konvence používány pro specifikaci přístrojů pro odběr polétavého prachu k měření koncentrací odpovídajících definovaným frakcím (7).

### **2.5.6 Kabiny zemědělské techniky**

Kabina zemědělské techniky je přizpůsobena tak, aby poskytovala pracovní prostředí fyziologickým a psychologickým možností člověka tak, aby jeho činnost při ovládání strojů byla maximálně bezpečná a vykonávaná s co nejmenším vynaložením biologických rezerv. Kabina musí obsluhu chránit před povětrnostními vlivy a před účinky škodlivých faktorů prostředí (nejčastěji před prachem, chladem nebo horkem, vibracemi, hlukem a v některých kabinách musí být zajištěna ochrana před zásahem létajících předmětů (nástavby lesních traktorů) nebo průniků cizích těles do prostoru kabiny (větve). Kabina musí poskytovat obsluze nebo posádce ochranu při vzniklých dopravních nehodách nebo haváriích.

Kabina musí být dostatečně prostorná, aby dovolovala operátorovi bezpečné ovládání stroje v základní fyziologicky přípustné poloze, která je především vsedě. Rozměry vstupu do kabiny, konstrukce stupaček, držadel, zasklení kabiny, výhled v horizontální a vertikální rovině jsou stanoveny požadavky norem. Stupačky musí mít neklouzavý povrch a svislé zábrany po obou stranách. Rozměry stupaček jsou stanoveny v normě. Zasklení kabiny musí být provedeno bezpečnostním sklem stanovené tloušťky.

Ergonomičnost kabiny je obecně vlastnost vyjadřující úroveň vztahu mezi kabinou a člověkem (řidičem, operátorem) spočívající ve schopnosti plnit funkci bez mimořádných nároků na jeho fyzickou a duševní námahu (např. jednoduchost a nenáročnost obsluhy, přiměřená síla na ovladačích, přizpůsobení ovladačů a sedadla anatomii lidského těla apod.).

Kabina zemědělské dopravní a pracovní techniky musí zajišťovat následující požadavky:

- a) zajištění ergonomicky správného sedění
- b) ergonomické umístění ovládacích orgánů
- c) zajištění fyziologicky správného podepření těla
- d) poskytnutí vhodných ovládacích sil a pohybů
- e) vhodné vytvoření a uspořádání kontrolních přístrojů
- f) zajištění dobrého vidění a rozhledových podmínek
- g) zajištění limitních hodnot vibrací a hluku
- h) poskytnutí aktivní a pasivní bezpečnosti karoserie

### **1) Aktivní bezpečnost kabiny**

- a) Kondiční bezpečnost řidiče (operátora)
- b) Hladina vnitřního hluku (max. hladina)
- c) Způsob sezení (konstrukce sedadel)
- d) Geometrie vnitřního prostoru
- e) Dosažitelnost ovladačů pro jízdu vozidla při uvolněném sezení
- f) Výhled z vozidla
- g) Prodyšnost sedadel a potahů
- h) Odpružení kabiny, odolnost proti naklánění
- i) Stimulace psychické pohody (estetika interiéru, poslech hudebních a informačních médií)

Ovládání zemědělské techniky vyžaduje, aby byl řidič v optimálním fyziologickém stavu po celou dobu, kdy techniku ovládá. Důležitou roli zde hraje vnější prostředí, v němž se pohybuje (je ovládána) a také prostředí v kabině, jimiž je operátor ovlivňován. Vnější prostředí působí několika faktory na operátora přímo (například oslnění, tma, mlha, prach, hluk, nízká nebo vysoká teplota). Faktory vnějšího prostředí se projevují svými účinky ve vnitřním prostředí v kabině, v tzv.



mikroklimatu kabiny. Mikroklima v kabině je také ovlivňováno pohonnou soustavou vozidla (motorem, hydraulikou) a podvozkovými částmi traktoru.

Úprava vnitřního prostředí je důležitá proto, aby nedocházelo k únavě operátora k negativnímu ovlivnění jeho schopností k ovládání traktoru při jízdě nebo pracovního náradí a ke snížení pozornosti ve prospěch správné reakce (vyhodnocování) na vnější podněty.

#### **Mikroklima v kabině je určováno:**

a) Teplotou vzduchu, která je optimální v rozmezí 18 až 23 °C

b) Vlhkostí vzduchu, která by se měla pohybovat v rozsahu 40 až 60 %

c) Rychlostí proudění vzduchu, která je optimální v rozmezí 0,1 až 0,4 m.s<sup>-1</sup> (nesmí vytvářet průvan, který by ochlazoval pokožku řidiče, proto nižší hodnota platí pro teplotu vzduchu 18 °C a vyšší pro teplotu 23 °C.

d) Čistota vzduchu. Výměna vzduchu je realizována vstupujícím vzduchem při jízdě traktoru nebo prostřednictvím ventilátoru při pomalu jedoucím traktoru nebo při stání a vykonávání pracovní činnosti.

Moderní stroje disponují klimatizačním systémem (jednotkou). Klimatizační systém v kabině stroje je zařízení, které při vyšších teplotách vnějšího prostředí ochlazuje vzduch a upravuje tepelnou pohodu cestujících. Má velký význam pro kondiční bezpečnost operátora a také pro bezpečnost práce. Klimatizací lze také regulovat vlhkost vzduchu, čímž se přispívá také k odmlžování oken. Tím se zvyšuje aktivní bezpečnost (výhledové podmínky).

Při vyšších teplotách (nad 23 °C) a vyšších relativních vlhkostech (nad 70 %) nelze v kabině zajistit vhodné mikroklima. To lze pouze chlazením vzduchu a jeho odvlhčováním, což je podmíněno instalací klimatizačního zařízení. Oběh chladiva v klimatizačním zařízení zajišťuje kompresor, který stlačuje a zároveň zahřívá chladivo ve stavu plynném. Uvnitř výparníku se odpařuje a expanduje chladivo, kterým je klimatizace naplněna. Při změně skupenství z kapalného na plynné, se ochlazuje okolí (obdobně jako se ochlazuje lidské tělo výparem potu z pokožky), takže k ochlazení dochází ve výparníku klimatizace. Výparník odebírá teplo proudícímu

vzduchu, čímž ho ochlazuje. Při vyšší vlhkosti vzduchu zároveň dochází na chladném výparníku ke kondenzaci vlhkosti, čímž dochází ke snížení vlhkosti proudícího vzduchu **(21)**.

### **3. Cíl práce**

Cílem práce bylo provedení měření hmotnostní koncentrace prachových částic v kabinách vybraných zemědělských strojů vyrobených při rozdílném stupni poznání a úrovni technologie výroby v závislosti na prováděné pracovní operaci a stupni výbavy kabiny z hlediska eliminace hodnot koncentrace prachových částic.

## **4. Metodika**

### **4.1 Výběr sklízecích mlátiček**

Pro splnění cíle této bakalářské práce bylo potřebné zvolit pracovní operaci v zemědělství, u níž se předpokládá vyšší výskyt prachových částic a jejich možný průnik do kabiny stroje. Pro porovnání jsem zvolil sklízecí mlátičky Fortschritt E 512, New Holland TX 66 a New Holland CX 880. Aby bylo možné prostředí v kabinách strojů porovnat, bylo nutné provést měření alespoň u třech rozdílných strojů. Tento cíl se mi podařilo naplnit. Původně jsem měl dohodnuté také čtvrté měření na stroji SK-4. Ten nakonec ale vůbec nevyjel, protože se ho jeho majiteli po několikaleté odstávce nepodařilo včas zprovoznit.

Při samotném měření jsem se neseťkal s žádným větším problémem. Obsluha měřicího přístroje byla velice jednoduchá a počasí začátkem srpna roku 2017 vyhovovalo potřebě měření. Podařilo se zajistit obsluhu strojů, které byly vstřícné se na měření podílet. Po zkušenostech některých mých kamarádů a spolužáků jsem očekával spíše opak.

### 4.1.1 Fortschritt E 512

E 512 byla v 70. a 80. letech suverénně nejpoužívanější sklízecí mlátičkou u nás. Podle výpovědí obsluh z řad pamětníků byla oproti strojům z Ruska spolehlivá, tím pádem i mnohem oblíbenější. Tento model byl vyráběn v letech 1967 až 1988. Jeho nástupcem se stal typ E 514. U tohoto konkrétního stroje se mi bohužel nepodařilo dohledat přesný rok výroby.



Obrázek č. 6 – Fortschritt E 512

Tabulka 2 – Technické údaje mlátičky Fortschritt E 512

Typ motoru	IFA 4 VD
Výkon motoru	78 kW
Záběr žacího ústrojí	420 cm
Rok výroby	-
Majitel	p. Cvach, obec Rataje

### 4.1.2 New Holland TX 66

Tato sklízecí mlátička je původem z Německa, kde sloužila prvnímu majiteli několik sezón. Poté byla prodána do České republiky společnosti Lípa s.r.o. a v roce 2015 se stal jejím v pořadí třetím majitelem p. Douda. Oproti E 512 je zde patrný značný posun v oblasti komfortu obsluhy, především proto, že tento stroj je již vybaven klimatizací.



Obrázek č. 7 – New Holland TX 66

Tabulka 3 – Technické údaje mlátičky New Holland TX 66

Typ motoru	FNH 675TA
Výkon motoru	188 kW
Záběr žacího ústrojí	518 cm
Rok výroby	1996
Majitel	p. Douda, obec Hašovcova Lhota

### 4.1.3 New Holland CX 880

Nejmodernější a nejvýkonnější měřený stroj je majetkem společnosti Lípa s.r.o., která ho zakoupila v roce 2014. Veškeré komfortní prvky včetně klimatizace a malé chladničky jsou zde samozřejmostí.



Obrázek č. 8 – New Holland CX 880

Tabulka 4 – Technické údaje mlátičky New Holland CX 880

Typ motoru	Iveco 8460
Výkon motoru	275 kW
Záběr žacího ústrojí	518 cm
Rok výroby	2006
Majitel	Lípa s.r.o. Radějice

## 4.2 Postup měření

U všech tří strojů měření probíhalo při sklizni pšenice ozimé začátkem srpna 2017. Při příjezdu na pozemek byly před zahájením měření zjištěny meteorologické podmínky. Teplota vzduchu, rychlost a směr větru a vlhkost vzduchu byly odečteny z místní meteostanice, jejíž data jsou dostupná on-line(<http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=milevsko>). Před samotným měřením byl přístroj vždy zkalibrován. Obsluze jsem vysvětlil průběh měření, zeptal se na základní parametry stroje, kdy a od koho byl stroj pořízen a jak je s ním obsluha spokojena. Také jsem se vždy ujistil, že v kabině nebyly přítomny jiné zdroje prachu.

Při měření uvnitř kabiny jsem seděl na sedadle spolujezdce a přístroj jsem měl položený na nohách (kabina E 512 není druhou sedačkou opatřena, a tak jsem musel sedět na podlaze). Měření probíhalo ve 30-ti minutových intervalech a na přístroji byl nasazen vstupní impaktor PM<sub>10</sub>. Měřilo se při zavřených dveřích a obsluha měla zapnutou ventilaci a klimatizaci, pokud jí byl stroj vybaven. Chtěl jsem tak nasimulovat reálné prostředí, ve kterém obsluha pracuje.



## 4.2.1 Měřicí technika

### Přístroje použité při měření

- a) Přístroj na měření prachových částic (DustTrak 8530, výr. č. 8530110715)
- b) Anemometr (EA-3000, výr. č.: 35-0000512/00)
- c) Vlhkoměr (Fischer TA 100 Klima Guard)
- d) Teploměr (HANNA HI 147-00, výr. č.: 70337.0015)
- e) Notebook DELL s programovým vybavením DustTrak 8530
- f) Meteorologická stanice (byly využity údaje ze stanice ČHMÚ)

Prašnost byla měřena přístrojem DustTrak 8530, zobrazeném na obrázku č. 9. Jedná se o stolní, bateriový, laserový fotometr, který umožňuje zobrazení hodnot aerosolu v ovzduší v reálném čase. Používá systém prosávání vzduchu filtrem, na kterém se aerosol zachytí. Zařízení dokáže měřit částice  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  a  $PM_{1}$ . (19).



Obrázek č. 9 – DustTrak 8530 (20)

Přístroj je vybaven vnitřním zdrojem – lithiovou baterií, která musí být před měřením nabita (nabíjí se minimálně hodinu). Pokud je v místě měření síťový zdroj, lze přístroj zapojit do sítě prostřednictvím AC adaptéru a přívodními kabely. Zásuvka je na pravé části přístroje.

Po zapnutí přístroje tlačítkem nad obrazovkou se objeví úvodní logo TSI a potom obrazovka základního Menu, na níž jsou dotyková pole pro provedení přípravy měření.

a) Dotykem stylusu nebo koncem prstu se aktivuje Setup a objeví se ovládací políčka svisle vlevo, na modré obrazovce se zobrazí údaje o měřicím přístroji;

b) Dotykem se aktivuje Zero Cal (kalibrace nuly se musí provést před každým použitím), to vyžaduje, aby byl před zahájením kalibrace připojen nulovací filtr (bílý váleček s nápisem FLOW s hadičkou);

c) Dotykem se aktivuje zelené políčko Start. Objeví se nápis „Zero calibration is in process.“ a odpočítávání 60 sekund. Po ukončení kalibrace se objeví „Zero Cal Complete“;

d) Odstraní se nulovací filtr

e) Dotykem se aktivuje políčko v levém dolním rohu Main, nastaví se RunMode: Manual (pokud již není nastaven) políčkem RunMode. Nastaví se také datum a další požadované údaje týkající se měření (interval, celková doba měření). Přístroj umožňuje záznam dat 45 dní v minutových intervalech. Interval měření lze nastavit v rozsahu 1 sekunda až 1 hodina;

f) Nasadí se příslušný impaktor, který obsahuje horní část s vyznačením velikosti prachových částic  $PM_{xx}$ , uvnitř je záchytná destička, spodní část je přizpůsobena k těsnému nasazení na měřicí přístroj (pryžový kroužek). Spodní a horní část je spojena závitem. Záchytná destička se vkládá do spodní části stříbrnou stranou nahoru.

g) Dotykem se aktivuje zelené políčko Start. Přístroj zobrazuje hodnoty prachových částic v  $mg \cdot m^{-3}$ . V levém dolním rohu je odpočítáván čas, který je nastaven.

h) Dotykem na políčko Stats se v pravé části zobrazí hodnoty minimální, maximální a průměrné.

i) Dotykem na tlačítko Graph se zobrazí graf, na jehož ose x je čas v sekundách a ose y jsou hodnoty prachových částic;

j) Dotykem na tlačítko Data lze hodnoty uložit pod názvem souboru (Filename), který byl předtím zvolen

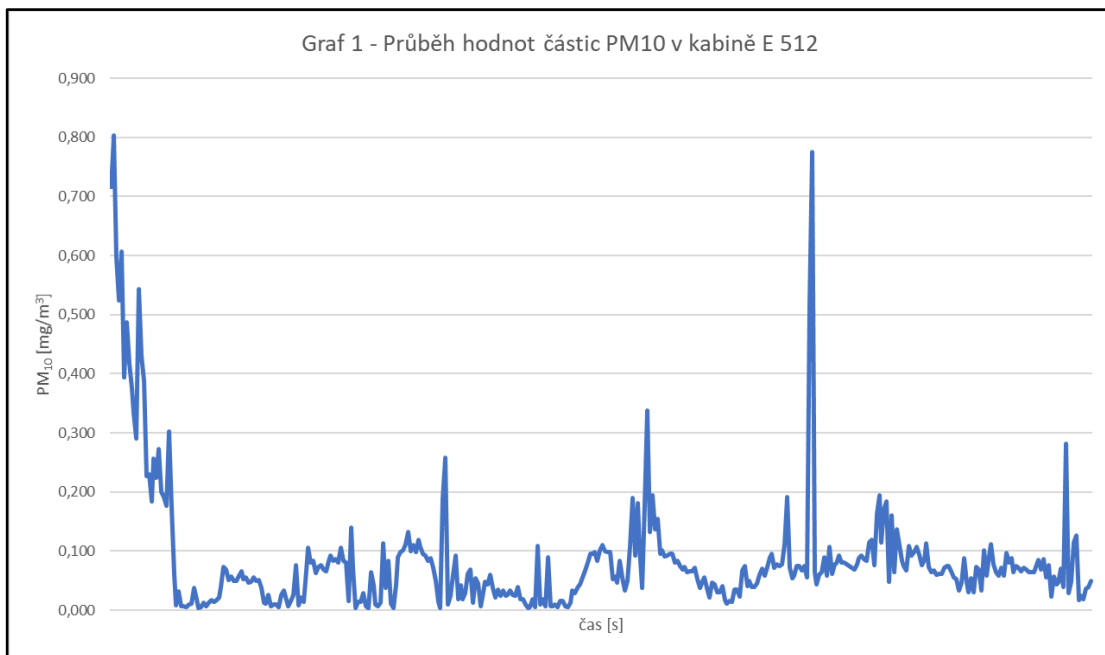
k) Vypnutí přístroje se provede tlačítkem, kterým byl zapnut, stiskne se políčko Yes a přístroj se po chvíli vypne.

## 5. Výsledky měření

### 5.1 Fortschritt E 512

Tabulka 5 – Údaje o měření č. 1

Datum	5. 8. 2017
Meteorologické podmínky	Jasno
Teplota vzduchu [°C]	28
Vlhkost vzduchu [%]	78
Směr větru	Západní až severozápadní
Rychlost větru [m.s <sup>-1</sup> ]	2-5
PM <sub>10</sub> průměr (mg.m <sup>-3</sup> )	0,085
PM <sub>10</sub> maximum (mg.m <sup>-3</sup> )	0,803
PM <sub>10</sub> minimum (mg.m <sup>-3</sup> )	0,003

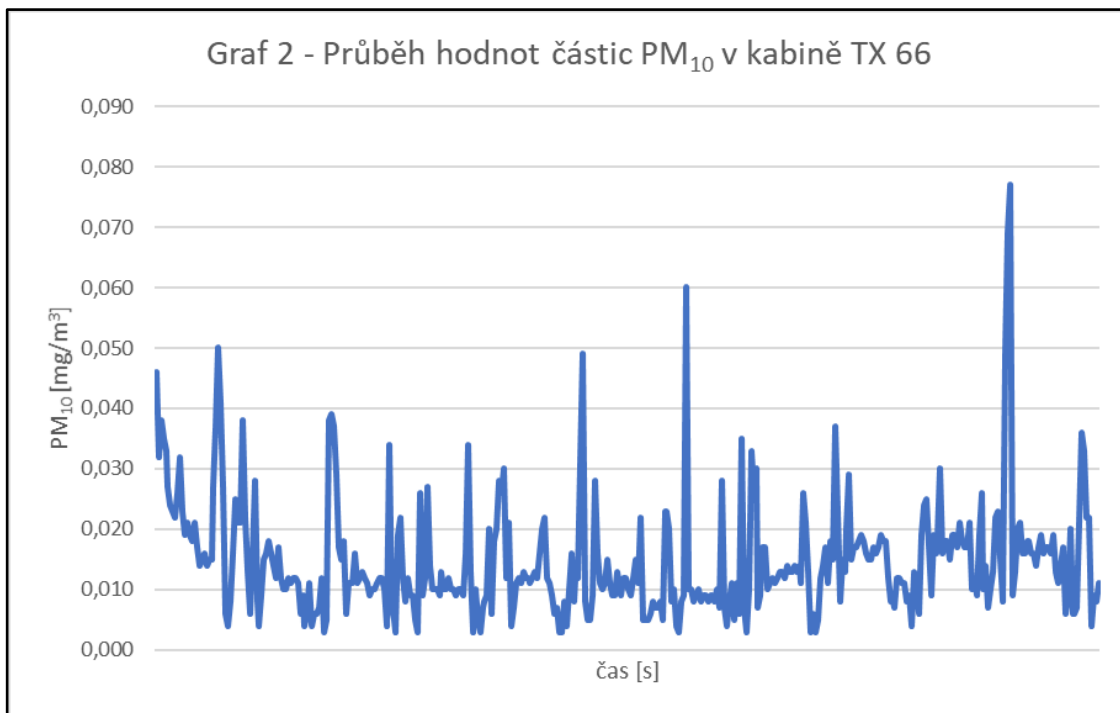


**Obrázek č. 10 – Graf měření v kabině stroje Fortschritt E 512**

## 5.2 New Holland TX 66

Tabulka 6 – Údaje o měření č. 2

Datum	13. 8. 2017
Meteorologické podmínky	Oblačno
Teplota vzduchu [°C]	23
Vlhkost vzduchu [%]	83
Směr větru	Severozápadní
Rychlost větru [m.s <sup>-1</sup> ]	5-6
PM <sub>10</sub> průměr (mg.m <sup>-3</sup> )	0,015
PM <sub>10</sub> maximum (mg.m <sup>-3</sup> )	0,077
PM <sub>10</sub> minimum (mg.m <sup>-3</sup> )	0,003



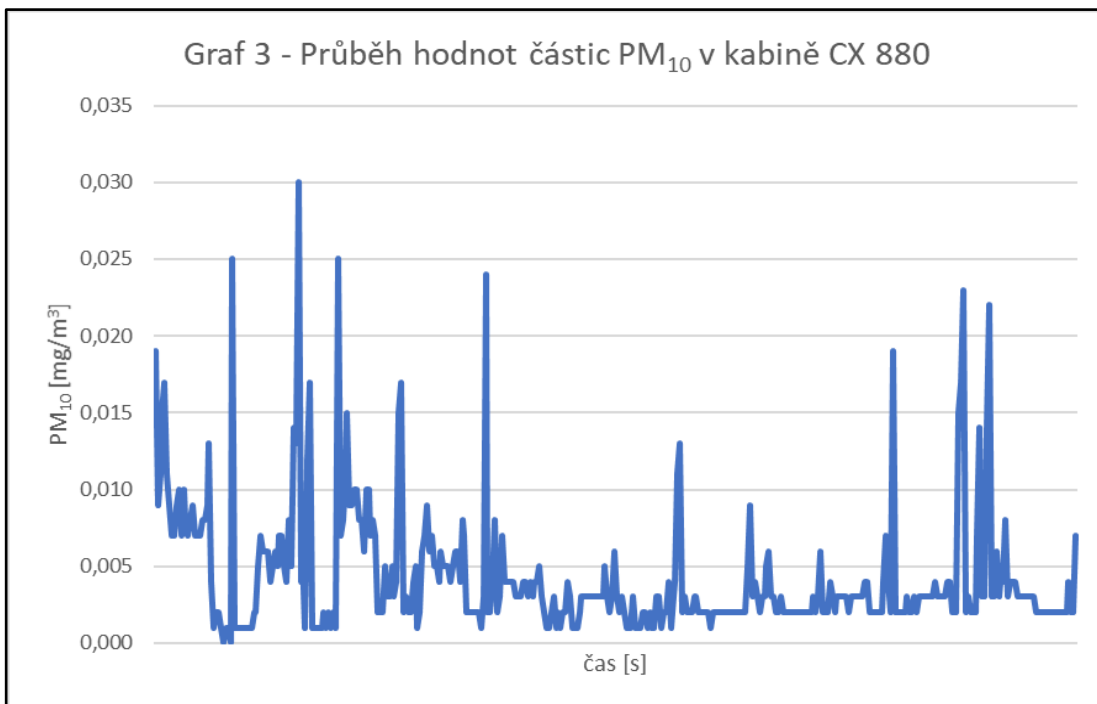
**Obrázek č. 11 – Graf měření v kabině stroje New Holland TX 66**

### 5.3 New Holland CX 880

Tabulka 7 – Údaje o měření č. 3

Datum	8. 8. 2017
Meteorologické podmínky	Polojasno
Teplota vzduchu [°C]	25
Vlhkost vzduchu [%]	79
Směr větru	Jihovýchodní
Rychlost větru [m.s <sup>-1</sup> ]	7-9
PM <sub>10</sub> průměr (mg.m <sup>-3</sup> )	0,004
PM <sub>10</sub> maximum (mg.m <sup>-3</sup> )	0,030
PM <sub>10</sub> minimum (mg.m <sup>-3</sup> )	0,002





**Obrázek č. 12 – Graf měření v kabině stroje New Holland CX 880**

## 6. Diskuse

Přesné měření hodnot koncentrace prachových částic pro vzájemné porovnání nelze v reálných pracovních podmínkách provést. Sklízecí mlátičky by totiž musely pracovat ve stejný čas na stejném pozemku, slámu zpracovávat stejným způsobem a mít vyčištěné kabinové filtry. To nebylo hlavním cílem práce. Velký vliv na měření má také rychlost a směr větru, která byla při měření mírně odlišná. Vítr může více, nebo méně přivádět prachové částice ke kabině.

Dle očekávání byla nejvyšší koncentrace prachových částic naměřena v nejstarší mlátičce E 512. Jednalo se o hodnotu 0,085 ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), ale nárazově dosahovala až 0,800 ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Tento stroj není totiž vybaven filtračním a klimatizačním systémem, a pokud by slámu drtil (při měření ji ponechával v rádcích), hodnoty by byly určitě ještě vyšší. Obsluha nemá téměř žádné možnosti, jak množství prachu v kabině omezit. Pokud nechá zavřené dveře bude v kabině vyšší teplota. Při otevřených dveřích zase do kabiny proniká velké množství prachu. Řešením by mohla být dodatečná instalace odvětrávacího systému a účinnějšího těsnění. New Holland TX 66 vykázal hodnoty  $\text{PM}_{10}$  několikanásobně menší - konkrétně 0,015 ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), i když slámu drtil. Z grafu je také patrné, že křivka koncentrace má pravidelnější charakter než u Fortschrittu, takže je kabina mnohem lépe utěsněna a prach do ní nepronikal nárazově. Oba dva stroje dělí od sebe přibližně dvacet let a technický pokrok je zde markantní. Obsluha může na ovládacím panelu regulovat otáčky ventilátoru v kabině, ovládat topení a větrání nebo podle potřeby zapínat klimatizaci. Má také k dispozici ovladač vnitřní recirkulace vzduchu. Větrací otvory jsou nastavitelné a mohou tak usměrňovat proud vzduchu do všech směrů. Nejpříznivější podmínky byly zaznamenány v modelu CX 880, kde dosahovaly hodnoty koncentrace prachových částic velmi nízkých hodnot a v kabině bylo pocitově nejpříjemnější prostředí, i když je tento stroj více než deset let starý a měl podobně vybavenou kabinu jako model TX. Hodnota 0,004 ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) jasně ukazuje, jakého pokroku v oblasti komfortu obsluhy kabiny sklízecích mlátiček od svého zavedení do výroby dosáhly. Bylo by jistě zajímavé provést měření ještě v novější mlátičce. Menších hodnot by ale podle mého názoru nebylo možno dosáhnout.

Při vývoji Fortschrittu E 512 nebylo s kabinou počítáno, ta se na něj začala montovat až v pozdějších letech. Je tedy velice jednoduchá s nepříliš dobrým těsněním a bez vzduchového filtru. Moderní sklízecí mlátičky jsou opatřeny klimatizací a čističem vzduchu pro kabinu řidiče. Čistič se skládá ze dvou typů vložek: papírové a uhlíkové. Papírová vložka by se měla denně čistit a každou sezónu vyměnit. Uhlíkové vložky nelze čistit, je však vhodné je také jednou ročně vyměnit, protože dochází působením vzduchu ke snížení jejich účinnosti. Pravidelnou údržbu potřebuje také klimatizace. Její kondenzátor by se měl kontrolovat a čistit stlačeným vzduchem. Podle potřeby se čistí a kontroluje také výparník, který je umístěn pod sedadlem řidiče. Pozornost by měla být věnována také pohlcovači vlhkosti s kontrolním okénkem, přes které se zjišťuje stav chladicího média.

## **7. Závěr**

Ve své bakalářské práci jsem porovnal pracovní podmínky obsluhy sklízecích mlátiček rozdílné konstrukce z hlediska prašnosti. Srovnával jsem stroje s různým datem výroby, s čímž souvisí vývoj technického pokroku v konstrukci kabin. Jak jsem již zmiňoval, bohužel se mi nepodařilo pro měření sehnat stroj, který není opatřený kabinou.

Při srovnání zjištěných výsledků je patrné, že stroj vyráběný ve druhé polovině minulého století zdaleka neodpovídá současným trendům v oblasti komfortu obsluhy. Jako vhodnější se jeví stroj z devadesátých let, ve kterém byly zjištěny menší koncentrace polétavého prachu.

Moderní kabiny disponují potřebným výkonem ventilátorů a kabinovými filtry, které by měly zachytit téměř veškeré prachové částice, které do filtrační soustavy proniknou ovšem pouze za předpokladu, že jsou pravidelně čištěny. Z toho tedy vyplývá, že prostředí v kabině může z části ovlivnit také samotná obsluha.

## 8. Seznam použité literatury

- (1) BŘEČKA, J.: Stroje pro sklizeň píce a obilovin. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001: 147 s. ISBN 80-213-0738-2;
- (2) ROH, J., KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P.: Stroje používané v rostlinné výrobě. Praha: Credit, 1997: 278 s. ISBN 80-213-0327-1;
- (3) STEHNO, L.: Historie sklízecích mlátiček. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014: 284 s. ISBN 978-80-86726-58-8;
- (4) VELIKOVSKÝ, Z., ŘEPOVÁ, R.: Metody dozoru. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007: 93 s. ISBN 978-80-7040-943-5
- (5) HANÁKOVÁ, E., MATOUŠEK, O.: Hygiena práce. Praha: Oeconomica, 2006: 154 s. ISBN 80-245-1116-9.
- (6) TUČEK, M., CIKRT, M., PELCLOVÁ, D.: Pracovní lékařství pro praxi: příručka s doporučenými standardy. Praha: Grada, 2005: 328 s. ISBN 80-247-0927-9.
- (7) <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>  
(zjištěno dne 28. 11. 2017)
- (8) <https://www.irz.cz/node/85>  
(zjištěno dne 30.11. 2017)
- (9) LÍKAŘ, O.: Sklízecí mlátičky z hlediska hlučnosti a prašnosti, Diplomová práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2016: 64 s.
- (10) PODSTATOVÁ, H.: Základy epidemiologie a hygieny. Praha: Galén, 2009: 155 s. ISBN 978-80-7262-597-0.
- (15) <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-597>  
(zjištěno dne 11. 1. 2018)
- (19) <http://www.tsi.com/DUSTTRAK-II-Aerosol-Monitor-8530/>  
(zjištěno dne 19. 1. 2018)

(21) CELJAK, I. Srdcem traktoru je motor, ale i kabina je velice důležitá,  
Komunální technika č. 4/2016, Profi Press Praha s. 40-45

## 9. Zdroje obrázků

- (16) <http://kombajny.wz.cz/document/historie.pdf>  
(zjištěno dne 6. 1. 2018)
- (17) [https://plzen.idnes.cz/foto.aspx?foto1=PP60c7b2\\_prachok.JPG](https://plzen.idnes.cz/foto.aspx?foto1=PP60c7b2_prachok.JPG)  
(zjištěno dne 6. 1. 2018)
- (18) <https://cz.depositphotos.com/120208902/stock-photo-combine-harvester-working-with-dust.html>  
(zjištěno dne 6. 1. 2018)
- (20) <http://www.kenelec.com.au/products/environmental/tsi-8530-dusttrak-ii-desktop-aerosol-monitor/>  
(zjištěno dne 19. 1. 2018)
- (22) <https://www.britannica.com/biography/Andrew-Meikle>  
(zjištěno dne 7. 11. 2017)