JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Pracovní prostředí obsluhy v kabině traktoru

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Šístková, CSc.
Autor Bakalářské práce: Ondřej Líkař

2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: **2013/2014**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Ondřej LÍKAŘ**
Osobní číslo:	**Z12191**
Studijní program:	**B4131 Zemědělství**
Studijní obor:	**Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu:	**Pracovní prostředí obsluhy v kabině traktoru.**
Zadávající katedra:	**Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování:

Zvuk ve vyšších hladinách, mající obtěžující nebo rušící charakter, je nazýván hlukem, a jestliže člověka nadmíru zatěžuje, poškozuje jeho zdraví.

V práci proveďte literární rešerši k problematice vlivu životního prostředí na zdraví člověka, v praktické části zhodnoťte pracovní prostředí v kabině (místo obsluhy) traktoru z hlediska prašnosti a hlukové zátěže. Měření a hodnocení proveďte nejméně u tří traktorů se stejným výkonem.

V práci se zaměřte na:

1. Měření hluku a prachových částic v kabině jednotlivých traktorů při stejných pracovních operacích.
2. Sledování expozice hluku a prachu pracovníka obsluhy za směnu.
3. Porovnání naměřených hodnot s hygienickými limity.
4. Návrh opatření vedoucích ke zlepšení stavu v případě nadlimitních hodnot.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Bauer, F., Sedlák, P., Šmerda, T. (2006): Traktory. Praha: Profi Press. 192 s. ISBN 80-86726-15-0;
Smetana, C. a kol. (1998): Hluk a vibrace, měření a hodnocení. Praha: Sdělovací technika. 188 s. ISBN 80-901936-2-5;
Syrový, O. a kol. (2008): Doprava v zemědělství. Praha: Profi Press. 246 s. ISBN 978-80-86726-30-4;
Dockery, D.W., Pope, C.A.(1994): Acute respiratory effects of particulate air pollution. Public Health. 15, p. 107-132; Dora, C., Phillips, M.(2000): Transport, environment and health. WHO. 81 p. ISBN 92-890-1356-7;
Nový, R. (1995): Hluk a chvění, Praha, ČVUT. 389 s. ISBN 80-01-01306-5;
Česko. Nařízení vlády ze dne 15. března 2006 : O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Sbírka zákonů, 51, s. 1842-1854;
ČSN ISO 9612 . Akustika - směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000.28s.

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

Datum zadání bakalářské práce: **19. listopadu 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2014**

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 19. listopadu 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma: **Pracovní prostředí obsluhy v kabině traktoru** vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu 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 jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

……

Podpis autora

Poděkovaní:

Děkuji Ing. Marii Šístkové, CSc. za rady, připomínky, ochotu a odborné vedení mé bakalářské práce. Rád bych poděkoval Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za rady v oblasti prašnosti. Velké poděkování patří majitelům traktorů za možnost uskutečnit měření v jejich strojích.

Abstrakt:

Bakalářská práce je zaměřena na pracovní prostředí obsluhy v kabině traktoru. Přesněji řečeno na hlučnost a prašnost v kabině traktoru při podmítce, orbě a setí prováděných v rámci podzimních polních prací. Měření probíhalo u pěti farmářů s pěti různými traktory podobného výkonu. Jako etalon byl použit Zetor 12145, který byl porovnáván s traktory New Holland T6070, Landini Powerfarm 100, Zetor Fronterra 135 a Deutz-Fahr M620. Výsledky všech měření byly graficky znázorněny a navzájem porovnány. V závěru práce byly výsledky měření porovnány s danou legislativou. Z měření vyplivnulo že, žádný traktor nepřekročil hlukový limit, který udává legislativa. Měření prašnosti bylo spíše orientační z důvodu rozmanitosti počasí.

Klíčová slova:

Hluk, prach, traktor, kabina.

Abstract:

The thesis is focused on the operator environment in the tractor cab. More precisely, the noise and dust in the tractor cab when stubbleng, plowing and sowing carried out under the autumn field work. Measurements were carried out in five farmers as five different tractors similar performance. As reference was used Zetor 12145, which was compared with New Holland T6070 Tractor, Landini Powerfarm 100, 135 Zetor Fronterra and Deutz-Fahr M620. The results of all measurements were graphically displayed and compared each other. In conclusion, the results were compared to measurements with the legislation. The measurement spat out of the rear tractor does not exceed the noise limit, which indicates the legislation. Dust measurements was more indicative of the diversity of the weather.

Keywords:

Noise, dust, tractor, cab.

Obsah

1 Úvod 10

2 Literární přehled 11

2.1 Zvuk 11

2.1.1 Definice zvuku 11

2.2 Hluk 11

2.2.1 Základní typy hluku 11

2.2.2 Intenzita hluku - decibely 12

2.2.3 Zdroje hluku 12

2.2.4 Dopady hluku na člověka 13

2.2.5 Hluk v zemědělství 15

2.2.6 Hlukové limity v zemědělství 15

2.3 Prachové částice 16

2.3.1 Polétavý prach 16

2.3.2 Vznik polétavého prachu 17

2.3.3 Dopady na zdraví člověka 17

2.3.4 Prach v zemědělství 18

2.4 Traktor 18

2.4.1 Historie 18

2.4.2 Současnost 20

2.4.3 Budoucnost 21

2.5 Kabina 22

2.5.1 Historie 22

2.5.2 Současnost 23

2.5.3 Budoucnost 25

3 Cíl práce 26

4 Metodika 27

4.1 Výběr strojů 27
4.1.1 Zetor 12145 28
4.1.2 Landini Powerfarm 100 29
4.1.3 Deutz – Fahr M620 30
4.1.4 Zetor Fronterra 135 31
4.1.5 New Holland T6070 32
4.1.6 Podmítače 33
4.1.7 Pluhy 35
4.1.8 Secí kombinace 37
4.2 Metodika měření 39
4.2.1 Použitá měřící technika 39
4.2.2 Měření hluku 39
4.2.3 Měření prašnosti 40
5 Vlastní práce 42
5.1 Podmítka 42
5.1.1 Zetor 12145 + podmítač Manndam 42
5.1.2 Landini Powerfarm 100 + podmítač BDT 44
5.1.3 New Holland T6070 + podmítač Manndam 46
5.2 Orba 48
5.2.1 Zetor 12145 + pluh PHX 48
5.2.2 Zetor Fronterra 135 + pluh Agronom 50
5.2.3 New Holland T6070 + pluh Pöttinger 52
5.3 Setí 54
5.3.1 Zetor 12145 + secí kombinace Pneusej 54
5.3.2 Deutz-Fahr M620 + secí kombinace Kuhn 56
5.3.3 New Holland T6070 + secí kombinace Pöttinnger 58
6 Zhodnocení výsledků 60

6.1 Hluk 60
6.1.1 Podmítka 60
6.1.2 Orba 61
6.1.3 Setí 62
6.2 Prašnost 62
6.2.1 Podmítka 63
6.2.2 Orba 64
6.2.3 Setí 64
7 Závěr 65
8 Seznam použité literatury 67
8.1 Zdroje obrázků 69

1 Úvod

Zemědělství bylo, je a bude náročná práce, a tak se zemědělci snažili si ji co nejvíc ulehčit a zpříjemnit. Nejprve používali jako tažnou sílu koně a dobytek, především voly, za kterými tahali jednoduché pluhy a povozy. Postupem času koně nahradili traktory, které byly z počátku bez střechy. Další krok kupředu byla montáž kabin, které se postupem času vyvinuly do dnešní podoby s klimatizací, rádiem a mnoha dalšími spotřebiči.

Tuto bakalářskou práci jsem si vybral hned z několika důvodů. Hlavní důvod byl ten, že sám pocházím ze zemědělské rodiny a v traktoru trávím hodně času, ale bohužel nemáme moderní traktory, nýbrž pouze Zetory z osmdesátých let minulého století. Napadlo mě, že by bylo zajímavé pokusit se změřit, jak na tom jsou v porovnání s dnešní generací moderních traktorů.

V této práci jsem se zaměřil na dva faktory, které podle mých zkušeností nejvíce ovlivňují pracovní prostředí v kabině traktoru a univerzita vlastní přístroje pro jejich změření. První z nich je hlučnost a druhý prašnost.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část obsahuje literární rešerši k problematice hluku, prachu a také něco málo k historii traktorů. Druhá část mé práce obsahuje samotné měření, které probíhalo během měsíce září, přímo na polích u vybraných farmářů.

2 Literární přehled

2.1 Zvuk

Mechanickým vlněním pružného prostředí ve frekvenčním rozsahu 16 až 20 000 kmitů za sekundu se nazývá zvuk, který se v daném pružném prostředí (tj. v kapalinách, plynech nebo pevných látkách) šíří konečnou rychlostí. **[1]**

2.1.1 Definice zvuku

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. **[2]**

2.2 Hluk

Dle zákona je hluk definován: Hlukem rozumíme zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis. **[3]**

2.2.1 Základní typy hluku

Ustálený – jeho hladina se v daném místě a ve sledovaném časovém úseku v závislosti na čase nemění o víc než 5 dB.

Proměnný – jeho hladina se v daném místě a ve sledovaném časovém úseku v závislosti na čase mění o více než 5 dB.

Vysokofrekvenční – vyšší hladiny v oblasti kmitočtů vyšších než 8 kHz.

S tónovými složkami – jeho spektrum obsahuje tónové (diskrétní) složky, jejichž hladiny akustického tlaku jsou o více než 5 dB vyšší než v sousedících kmitočtových oblastech.

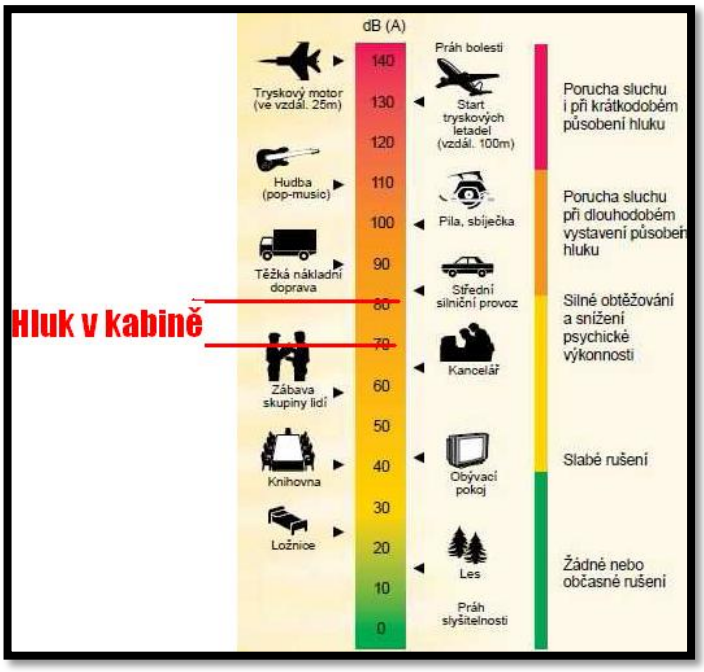
Impulzní – je vytvářen jednotlivými zvukovými impulzy s dobou trvání do 200 ms, nebo sledem takových impulzů, následujících po sobě v intervalech delších než 10 m. **[4]**

2.2.2 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.

2.2.3 Zdroje hluku

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 1. 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 procentuelní 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. **[5]**



Obrázek č. 1 – Hladiny hluku **[6]**

2.2.4 Dopady hluku na člověka

Nevýhodou sluchu je, že ho nemůžeme vyřadit z činnosti stejně jako zrak. Uši zkrátka zavřít neumíme, což způsobuje velké problémy zejména při spánku.

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 lidí, kteří pracují, již nějakou poruchu sluchu způsobenou hlukem. **[7]**

Mrzutost

Mrzutost lze definovat jako vyjádření negativních pocitů, vyplívajících z narušení klidu, pohody a radosti. Je prokázáno, že neočekávaný nebo impulzní 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 mrzutosti zaměstnanců, ale bylo definováno pět proměnných, které mohou snížit mrzutost. Patří mezi ně například předvídání, vyhýbání se a kontrolovatelnost hluku. **[7]**

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 tišího prostředí. Nicméně, tyto účinky se zdají být pouze dočasné povahy. **[7]**

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 prokázaly, 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. **[7]**

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 fází spánků vede ke snížení obranyschopnosti, konkrétně k snížení počtu eosinofilů 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. **[7]**

2.2.5 Hluk v zemědělství

Hluk, je v zemědělství přítomen téměř při každé činnosti, ať už v rostlinné nebo živočišné výrobě. Při živočišné i rostlinné výrobě jsou největší producenti hluku stroje, které zemědělcům usnadňují každodenní práci.

U živočišné výroby produkují největší množství hluku například dojící zařízení, ať už se jedná o klasické dojírny nebo dojící roboty. Dále pak krmný vůz, samochodný nebo tažený za traktorem a mechanizace pro odklízení chlévské mrvy. Jako příklad mohu jmenovat traktor vybaven radlicí nebo podobným zařízením a oběžný shrnovač. V podnicích, kde provádějí tyto činnosti ručně, pochopitelně dané hluky odpadají, což má příznivý vliv na pohodu zvířat. Na straně druhé, v dnešní rychlé době bez potřebné techniky nelze živočišnou výrobu dělat na vysoké úrovni. Výjimku tvoří malí producenti, kteří stále provádějí většinu práce ručně, ale spíše z finančních důvodů než ze snahy snížit hluk. V neposlední řadě vydávají poměrně značný hluk i samotná zvířata, například bučením, řehtáním, mečením, ale také kopáním do zdí a podobně.

U rostlinné výroby produkuje největší hluk energetický prostředek a stroje s ním agregované. U traktorů, potažmo u všech zemědělských strojů se spalovacím motorem, produkuje největší hluk právě motor. Když se podíváme trochu podrobněji na motor, zjistíme, že největší hluk vydává palivové čerpadlo, rozvody spolu s ventily a pochopitelně spalovaní motoru. Další producent hluku v traktoru je převodové ústrojí, které zejména ve starších strojích značně zatěžuje svým hlukem obsluhu. Při používání traktoru v dopravě na pozemních komunikacích je hluk, který vydává pneumatika odvalující se po povrchu silnější než hluk vydávaný samotným motorem. Obecně platí, že čím širší jsou pneumatiky, tím je hluk větší a naopak. Poslední hluk, který vzniká při pohybu traktoru, je hluk aerodynamický. Ten se také projevuje zejména v dopravě při rychlostech okolo 40 $km*h^{-1}$. Aerodynamický hluk a hluk vznikající valením pneumatik se při běžných polních pracích nevyskytuje.

2.2.6 Hlukové limity v zemědělství

Dle směrnice Evropské unie číslo 2009/63/ES o určitých konstrukčních částech a vlastnostech kolových zemědělských a lesnických traktorů, by neměla hodna

překročit 89 dB u nenaloženého traktoru vážícího víc jak 1,5t. Bohužel měření, které probíhá dle dané směrnice je odlišné od postupu měření, který jsem zvolil já, takže nelze brát tuto hodnotu za závaznou v mojí práci

.

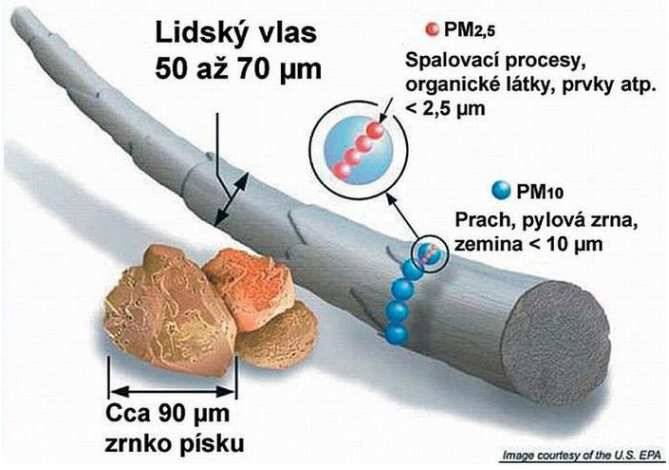
Vnitřní hlučnost nemá přesáhnout 90 dB, resp. 86 dB dle metodiky měření. Hodnoty hladiny vnitřního hluku se u moderních traktorů pohybují pod 80 dB. **[8]**

Dle nařízení č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, nesmí ustálený a proměnný hluk přesáhnout 85 dB

2.3 Prachové částice

2.3.1 Polétavý prach

Jde o malé částice různých látek, které jsou tak lehké, že trvá velmi dlouhou dobu, než se usadí na povrchu. Kvůli této vlastnosti se vžil pojem „polétavý prach“. Označuje se jako PM, přičemž rozlišujeme kategorie PM_{10},$PM_{2,5}$ a $PM_{1,0}$, podle velikosti částic. Např. PM_{10} jsou částice do 10 mikrometrů (tj. tisícin milimetru). Čím menší průměr částice má, tím déle zůstává v ovzduší. Částice PM_{10} „poletují“ ve vzduchu několik hodin, $PM_{1,0}$ i několik týdnů, dokud nejsou spláchnuty deštěm. Polétavý prach tvoří většinou sírany, amonné soli, uhlík, některé kovy, dusičnany, případně i těkavé organické látky nebo polyaromatické uhlovodíky **[10]**



Obrázek č. 2 – velikost prachových částic **[9]**

2.3.2 Vznik polétavého prachu

Polétavý prach v malém množství vzniká přirozeně v přírodě, například při sopečných erupcích nebo lesních požárech. V současné době vzniká polétavý prach především jako negativní produkt lidské činnosti. K jeho nadměrnému vytváření dochází především různými spalovacími procesy.

Co způsobuje nadměrnou produkci polétavého prachu?

- nárůst automobilové dopravy
- domácí vytápění nekvalitními tuhými palivy
- spalování odpadů
- tepelné elektrárny
- těžební činnost
- zemědělská činnost
- tavení rud a kovů
- odnos částic půdy větrem z ploch bez vegetačního pokryvu **[10]**

2.3.3 Dopady na zdraví člověka

Částice atmosférického aerosolu se usazují v dýchacích cestách. Místo záchytu závisí na jejich velikosti. Větší částice se zachycují na chloupcích v nose a nezpůsobují větší potíže. Částice menší než 10 μm (PM10) se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní problémy. Částice menší než 1 μm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, proto jsou tyto částice nejnebezpečnější. Na částice polétavého prachu se vážou těkavé organické látky (VOC – z anglického názvu volatile organic compounds), které pak v organismu působí toxicky. Inhalace PM10 poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku absorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může expozice PM10 způsobovat rakovinu plic. **[11]**

2.3.4 Prach v zemědělství

Ať už děláme v zemědělství jakoukoliv práci, můžeme si být jistí, že při jejím vykonávání přijdeme do kontaktu s prachem.

V živočišné výrobě se jedná zejména o manipulaci se stelivem (sláma, piliny) a krmivem (seno, šrot, granule). Nesmíme opomíjet také hospodářská zvířata, která jsou díky své srsti velkým producentem prachu a alergenních látek.

V rostlinné výrobě, zejména pak u polních prací, je množství prachových částic ovlivněno hned několika faktory.

- Vlhkost půdy
- Složení půdy
- Povětrnostní podmínky
- Druh práce
- Volba zemědělské techniky

Při práci na pozemku dochází k víření prachových částic, jak traktorem, tak i přípojným strojem. Traktor zdvihá částice pojezdovými koly popř., dojde-li k odpuštění vzduchu ze vzduchové soustavy. Pracovní stroj uvolňuje prachové částice při kontaktu o půdu.

2.4 Traktor

Traktor (internacionalismus z latinského tractor 'tahač', a to z trahere – táhnout) je stroj sloužící především k tahu, ale také k nesení, tlačení a pohonu zemědělských strojů. **[12]**

2.4.1 Historie

Až do roku 1784 byla hlavím zdrojem tažné síly v zemědělství zvířata. V tomto roce sestrojil první klasický dvojčinný vahadlový parní stroj s převodem na rotační pohyb skotský mechanik James Watt. Tím byl vývoj traktorů velmi úzce spojený s vývojem motorů, které byly nejdříve používány v silničních motorových vozidlech a později v traktorech. Watt se původně zabýval myšlenkou použití parního stroje při orbě a navrhl parní pluh. Skládal se z parní lokomotivy, která poháněla bubny, na které se navinovalo lano, jímž byl pluh tahán po poli. Souprava byla po poli

popotahována potahem, její výkonnost byla až 12 ha za 14 hodin a obsluha vyžadovala 15 až 17 pracovníků. **[13]**

Obrázek č. 3 – lanová orba **[14]**

Vlastní spalovací čtyřtaktní motor s vnitřním spalováním poháněný svítiplynem o výkonu 3 kW vyvinul Nikolas Augustin Otto v roce 1876. Německý vynálezce Gottlieb Damilev spolu s W. Maybachem sestrojil v roce 1883 první rychloběžný spalovací benzínový motor s vysokou kompresí o výkonu 1 kW při 800 ot.min^{-1}. **[13]**

Kolem roku 1907 začalo období motorových pluhů, které v našich zemích reprezentovaly především motorové pluhy Viléma Michla, Excelsior, Praga a další. Prvním světovým traktorem byl Ivelův model z roku 1902 s dvouválcovým motorem o výkonu 18 kW. Kolem roku 1909 bylo zaznamenáno již 31 výrobců traktorů, kteří dodávali na trh kolem 2000 traktorů ročně. Světově první hromadně vyráběným kolovým traktorem byl Fordův model F v roce 1917. Začátkem dvacátých let se do Československa traktory dovážely, hlavně výrobních značek Fordson, John Deere, Case a Mc Cormick. Prvními výrobci traktorů u nás byli Škodovy závody v Plzni, Českomoravská – Kolben – Daněk v Praze pod názvem Praga, Wichterle a Kovařík v Prostějově a Svoboda v Kosmonosech. Po roce 1945 byly traktory Škoda 30, Zetor 15, 25 a unifikované řady. **[13]**

Obrázek č. 4 – traktor Svoboda DK 10 při orbě **[15]**

2.4.2 Současnost

V současné době je traktor základní stavební prvek a nepostradatelný pomocník na každé farmě. Málo který zemědělský podnik, si dnes vystačí s jedním traktorem a tak v podnicích najdeme více traktorů napříč celým výkonovým spektrem. Traktory s menším výkonem se používají zejména v pícninářství, nebo bývají velmi často osazeny čelním nakladačem, čímž se stávají universálním pomocníkem během celého roku. Traktory vyšších výkonových tříd bývají nasazeny především v těžkých polních pracích a v dopravě zemědělských komodit.

Čeští zemědělci používají méně traktorů než dříve. Počet traktorů se v letech 2000 až 2010 snížil takřka o třetinu na 59.000, zároveň ale vzrostl podíl výkonnějších strojů. **[16]**

Průměrné staří traktoru používaného na našem území je 30 let. To je zapříčiněné stále velkým počtem traktoru značky Zetor, zejména pak traktory UŘ I a UŘII .

Současný moderní traktor je takřka k nepoznání od jeho předchůdců z počátku dvacátého století. Moderní traktory jsou téměř všechny vybaveny pohonem všech čtyř kol a pneumatikami které snižují zatížení půdy.

Dále pak jsou osazeny moderními úspornými vznětovými motory s třemi, čtyřmi nebo šesti válci. Motory s nižším výkonem bývají často atmosférické. Naopak výkonné stroje mají motor přeplňovaný turbodmychadlem, které umožňuje montovat i do silných traktorů motory s relativně malým objemem, což má velmi příznivý vliv

na spotřebu, která je při dnešních cenách motorové nafty jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje výběr traktoru.

Asi největší změnu od prvních traktorů prodělalo převodové ústrojí. Dnes si může zákazník vybrat převodové ústrojí podle svých představ a finančních možností. Nejlevnější traktory mají i nadále manuální převodovku, v některých případech doplněnou o násobič točivého momentu. Stále se najde mnoho příznivců této převodovky. Další možností jsou převodovky s řazením pod zatížením, které mívají až desítky převodových stupňů v před i vzad. Jako příklad mohu jmenovat Power Command od výrobce New Holland s 29 stupni vpřed a 12 vzad. Tyto převodovky umožňují zvolit optimální převodový stupeň, díky čemuž se motor pohybuje v ideálních pracovních otáčkách a to má velmi příznivý vliv na jeho spotřebu a životnost. V poslední době jsou velmi na vzestupu bezstupňové převodovky jako např. CVT od Case nebo Vario od firmy Fendt. Tyto převodovky se velmi často používají v kombinaci s čelním nakladačem nebo v dopravě. V neposlední řadě prošla značným vývojem hydraulická soustava, brzdy atd.

Obrázek č. 5 – Moderní a krásný traktor Lamborghini Nitro **[17]**

2.4.3 Budoucnost

I v budoucnu bude traktor neodmyslitelně patřit k práci v zemědělství. Jejich počet se bude i nadále snižovat, ale bude se zvyšovat jejich výkon. Automatické řízení, které je už dnes v mnoha traktorech, se bude nadále vyvíjet. Jednoho dne, už nebude traktorista vůbec zapotřebí a bude dělat pouze údržbu na stroji. Jako ve všech

odvětvích bude i v zemědělství snaha docílit co nejmenší spotřeby paliva a emisí u konvenčních motorů. Budou se zavádět i alternativní pohony jak nám ukázal např. New Holland u svého modelu NH2 pohaněného vodíkem.

Obrázek č. 6 – vodíkový traktor New Holland NH2 **[18]**

2.5 Kabina

Kabina tvoří pracovní prostředí obsluhy a kvalita jeho řešení ovlivňuje pracovní nasazení řidiče a nesporně i jeho zdraví. **[8]**

2.5.1 Historie

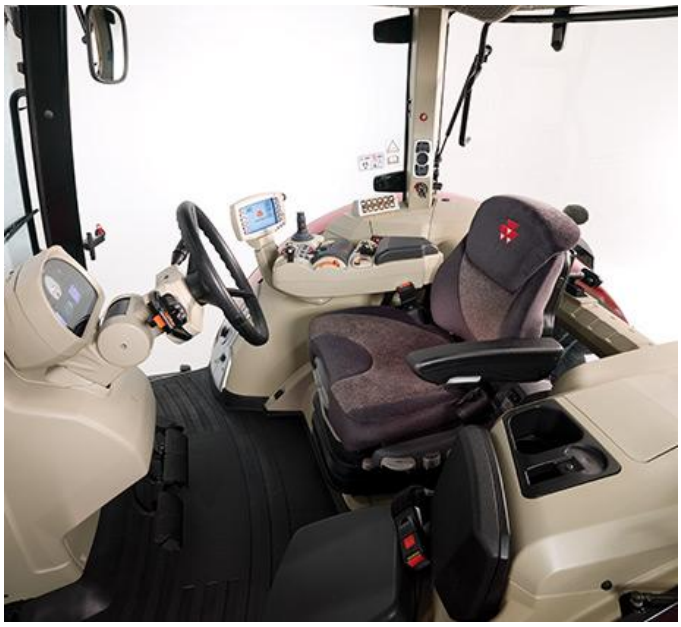
Jelikož byli zemědělci zvyklí používat k práci zvířata, kde nebyli nijak chráněni před počasím, nebyl z počátku důvod montovat na traktory kabiny. Z toho důvodu byli první stroje bez kabiny. Postupem času byly na traktor instalovány ochranné rámy, které měly eliminovat zranění při případném převracení traktoru. Na tyto rámy se umisťovaly plachty nebo plechy, které posádku chránily před deštěm nebo sluncem. O ochraně před prachem nebo hlukem nemohla být žádná řeč. Mírný pokrok nastal u tzv. polozavřených kabin. Ty byly ze tří stran uzavřeny plechy a okny a nastupovalo se do nich zezadu. Tyto kabiny už zajišťovaly kvalitní ochranu před nepříznivými povětrnostními vlivy. Dokonce se nechaly již částečně vytopit pomocí zbytkového tepla z motoru. Dalším krokem k moderní kabině, jak ji známe dnes, bylo zavedení uzavřených kabin. Tyto kabiny byly uzavřeny ze všech čtyř stran a byly vybaveny dvojicí dveří pro snadnější přístup. Otvíraly se po směru nebo

protisměru jízdy. Aby bylo možné alespoň částečně regulovat teplotu uvnitř traktoru, byly uzavřené kabiny opatřeny bočním a zadním oknem a ventilátorem, který vytápěl kabinu v zimních měsících. Tento druh kabin byl již poměrně slušně odhlučněn a utěsněn proti vniknutí prachu, ale jen za předpokladu, že byla uzavřena okna i dveře, což bylo zejména při letních pracích z důvodů absence klimatizace takřka nemožné.

Obrázek č. 7- Zetor Crystal 8045 s uzavřenou kabinou **[19]**

2.5.2 Současnost

Moderní kabina je k rámu připevněna pomocí silentbloku nebo tlumičů a nabízí vše, co od ní obsluha vyžaduje. Velkou prosklenou tónovanou plochu umožňující téměř neomezený rozhled kolem sebe, prosklené střešní okno usnadňující práci s čelním nakladačem ve výškách. Ergonomicky umístěné ovladače popř. nahrazování analogových ovladačů multifunkční dotykovou obrazovkou, která obsahuje všechny údaje o traktoru. Velmi důležité je pohodlné vzduchové sedadlo pohlcující maximum vibrací. Standardní součástí výbavy traktorů je klimatizace. Velký posun dopředu zaznamenaly kabiny také v odhlučnění, k čemu je nutí i hygienické normy a zákony. U moderních kabin nacházíme už jen zřídka otevírací boční okénka z důvodu minimalizovat místa, kudy by mohl do traktoru pronikat prach. Na vnější straně kabiny jsou nainstalované výkonná pracovní světla, která umožňují vykonávat kvalitní práci i v noci.



Obrázek č. 8 – Moderní kabina Massey Ferguson MF 8600 **[20]**

Není bez zajímavosti, že řada výrobců traktoru nabízí některé ze svých modelů bez kabiny, pouze s ochranným rámem, jsou určeny především na blízký východ. Tento druh traktoru nabízí i tuzemský Zetor pod názvem Antar.

"Antar je nový model vyvinutý z předchozí generace řady Proxima. Řada Antar je určena především pro rozvojové trhy, je tedy nízkonákladovou řadou," uvedl obchodní manažer pro nové trhy společnosti Zetor David Pipal. **[21]**

Obrázek č. 9 – Zetor Antar **[22]**

2.5.3 Budoucnost

Vývoj traktorových kabin, bude pokračovat v zavedených kolejích, to znamená, že se dál bude snižovat hlučnost, prašnost a množství vibrací, které do kabiny přicházejí. Dále pak se bude i nadále snižovat počet analogových přístrojů a ovladačů a budou přecházet do multifunkčního displeje, což bude mít za následek zlepšení ergonomie a zjednodušení ovládaní stroje. I když se počítá s masivním nasazením automatického řízení, traktorista bude i nadále přítomen v kabině jako kontrola a údržba.

Obrázek č. 10 – Multifunkční displej Fendt **[23]**

3 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je, zjistit zda i starý Zetor z osmdesátých let splňuje dnešní normy v oblasti hlučnosti a prašnosti a porovnat jej s moderními traktory od různých výrobců s podobným výkonem. Měření provést během podzimních prací přímo na polích, a to u podmítky, orby a setí. Naměřené hodnoty graficky vyjádřit a vzájemně porovnat.

4 Metodika

4.1 Výběr strojů

Jelikož jsem ze zemědělské rodiny a mám v tomto oboru poměrně mnoho přátel, rozhodl jsem se, že je oslovím, zda bych si mohl v jejich traktorech změřit hodnoty, které moje práce vyžaduje. Během shánění traktorů jsem narazil na nečekaný problém. Moje původní plány byly, že si vyberu tři traktory a každý z nich bude podmítat, orat a sít. Jelikož jsem sehnal pouze dva, rozhodl jsem se, že metodiku pozměním tak, abych mohl provést měření a porovnání.

Traktory jsem si vybíral podle výkonu motoru. I přes veškerou snahu se mi nepodařilo dosáhnout menšího rozsahu než 68 až 114 kW. Jedna z příčin, tak širokého výkonového spektra byla snaha, aby stroje, které jsou s traktory v agregaci, byly pokud možno co nejpodobnější. Mám na mysli například u pluhu počet radlic, secí stroj s rotačními branami atd. Po zvážení všech těchto specifikací a podmínek jsem sestavil skupinu traktorů čtyř renomovaných výrobců.

4.1.1 Zetor 12145

Traktory Zetor UŘ II byly zavedeny do sériové výroby koncem roku 1968 svým prvním typem známým pod označením "Zetor 8011 Crystal". Tato řada traktorů Zetor výkonově i koncepčně odlišná od traktorů UŘ I, byla postupně doplňována dalšími typy a modernizacemi s označením Zetor 8045, 10011, 10045, 12011 a 12045. V roce 1981 byla výroba traktorů Zetor UŘ II včetně zajišťování náhradních dílů převedena do podniku ZŤS Martin na Slovensko. **[24]**

Tabulka č. 1 – parametry Zetor 12145

Rok výroby	1985
Počet válců	6
Zdvihový objem válců (cm^3)	6842
Max. výkon kW při ot. $min.^{-1}$	89 při 2200
Max. točivý moment Nm při ot. $min.^{-1}$	365 při 2200
Hmotnost pohotovostní (Kg)	5830
Kabina	bezpečnostní, bez klimatizace, otevírací boční okna+ zadní vyklápěcí
Majitel	Radka Líkařová

Obrázek č. 11- Zetor 12145

4.1.2 Landini Powerfarm 100

Landini je nejstarší traktorová společnost v Itálii. Byla založena Giovannim Landinim roku 1884.

Tabulka č. 2 – parametry Landini Powerfarm 100

Rok výroby	2011
Počet válců	4
Zdvihový objem válců (cm^3)	4400
Max. výkon kW při ot. $min.^{-1}$	68 při 2200
Max. točivý moment Nm při ot. $min.^{-1}$	363 při 1400
Hmotnost pohotovostní (Kg)	4136
Kabina	Bezpečnostní, s klimatizací, bez bočních oken, výklopné přední + zadní okno
Majitel	Ing. František Čoudek

Obrázek č. 12 – Landini Powerfarm 100

4.1.3 Deutz – Fahr M620

Základ společnosti Deutz položili dva průkopníci motorů s vnitřním spalováním. Nikolaus August Otto a Eugene Langen. V první polovině 60. let 19. století vyvinuli čtyřtaktní motor. Poté spolu založili firmu Gasmotoren Fabrik Deutz AG.

Tabulka č. 3 – parametry Deutz-Fahr M620

Rok výroby	2011
Počet válců	6
Zdvihový objem válců (cm^3)	6057
Max. výkon kW při ot. $min.^{-1}$	114 při 22100
Max. točivý moment Nm při ot. $min.^{-1}$	655 při 1400
Hmotnost pohotovostní (Kg)	5810
Kabina	Bezpečnostní, s klimatizací, boční okna pevná, zadní okno vyklápěcí
Majitel	Garnea a.s.

Obrázek č. 13 – Deutz – Fahr M620

4.1.4 Zetor Fronterra 135

Název Zetor vznikl prostým spojením názvu "Zet", používaného továrnou Zbrojovka Brno, kde byl v roce 1945 první traktor Z 25 zkonstruován a z posledních dvou písmen slova traktor - "or". **[24]**

Tabulka č. 4 – parametry Zetor Fronterra 135

Rok výroby	2011
Počet válců	4
Zdvihový objem válců (cm^3)	4156
Max. výkon kW při ot. $min.^{-1}$	100 při 2200
Max. točivý moment Nm při ot. $min.^{-1}$	518 při 1500
Hmotnost pohotovostní (Kg)	5711
Kabina	Bezpečnostní, s klimatizací, otevírací boční okna+ zadní vyklápěcí
Majitel	Petr Panocha

Obrázek č. 14 – Zetor Fronterra 135

4.1.5 New Holland T6070

Firma New Holland vznikla v USA roku 1895. Značku následně koupila firma Ford. V roce 1991 získala divizi zemědělských zařízení společnosti Ford skupina Fiat a tato fúze dala vzniknout New Holland Agriculture.

Tabulka č. 5 – parametry New Holland T6070

Rok výroby	2011
Počet válců	6
Zdvihový objem válců (cm^3)	6728
Max. výkon kW při ot. $min.^{-1}$	103 při 2200
Max. točivý moment Nm při ot. $min.^{-1}$	643 při 1400
Hmotnost pohotovostní (Kg)	5400
Kabina	Bezpečnostní, s klimatizací, bez bočních oken, výklopné zadní okno
Majitel	Václav Krlín

Obrázek č. 15 – New Holland T6070

4.1.6 Podmítače

Tabulka č. 6 – parametry podmítač BDT

Značka	BDT
Rok výroby	1984
Záběr (mm)	3000
Druh	Tažený, diskový

Obrázek č. 16 – podmítač BDT

Tabulka č. 7 – parametry podmítač Manndam

Značka	Manndam
Rok výroby	2006
Záběr (mm)	3000
Druh	Nesený, diskový

Obrázek č. 17 – podmítač Manndam

Tabulka č. 8 – parametry podmítač Manndam

Značka	Manndam
Rok výroby	2007
Záběr (mm)	3000
Druh	Nesený, radličkový

Obrázek č. 18 – podmítač Manndam

4.1.7 Pluhy

Tabulka č. 9 - parametry pluh Agronom

Značka	Agronom
Rok výroby	1986
Záběr (mm), počet radlic	2000, 5
Druh	Polonesený, oboustranný

Obrázek č. 19 - pluh Agronom

Tabulka č. 10 – parametry pluh Pöttinger

Značka	Pöttinger servo
Rok výroby	2004
Záběr (mm), počet radlic	2000, 4
Druh	Nesený, oboustranný

Obrázek č. 20 – pluh Pöttinger

Tabulka č. 11 - parametry pluh PHX

Značka	PHX
Rok výroby	1985
Záběr (mm), počet radlic	2000, 5
Druh	Polonesený, jednostranný

Obrázek č. 21 – pluh PHX

4.1.8 Secí kombinace

Tabulka č. 13 – Parametry secí kombinace Pöttinger

Značka	Pöttinger Vitasem 302A + Lion 3002
Rok výroby	2011
Záběr (mm)	3000
Výsevní ústrojí	Mechanické

Obrázek č. 22 – Secí kombinace Pöttinger

Tabulka č. 14- Parametry secí kombinace Kuhn

Značka	Kuhn Combiner Venta 402 LC
Rok výroby	2011
Záběr (mm)	4000
Výsevní ústrojí	Pneumatické

Obrázek č. 23 – Secí kombinace Kuhn

Tabulka č. 15 – Parametry secí kombinace Pneusej

Značka	Pneusej Accord-Kverneland
Rok výroby	1992
Záběr (mm)	3000
Výsevní ústrojí	Pneumatické

Obrázek č. 24 – Secí kombinace Pneusej

4.2 Metodika měření

Jelikož jsem nikde nenašel podobnou práci, ze které bych mohl čerpat metodiku, rozhodl jsem se po konzultaci s vedoucí mé bakalářské práce, že si vytvořím vlastní metodiku. Měření probíhalo během podzimních polních prací přímo na poli, což zvyšovalo náročnost měření. Z důvodu velkého rozsahu zvolených prací a daných agrotechnických termínů nebylo možné provést všechny měření během jednoho dne. Měření tedy probíhalo během celého měsíce září, tak jak jednotliví zemědělci uznali za vhodné. Poté mě zkontaktovali a já jsem za nimi přijel na pozemek.

4.2.1 Použitá měřící technika

Digitální hlukoměry Voltcraft 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

Přístroj na měření prachových částic DustTRak 8530 No. 8530110715

Meteostanice Hyundai WS 2011 WIND No.0811007049225

4.2.2 Měření hluku

Před začátkem každého měření byla zjištěna: teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru a tlak. Hlukoměry byly kalibrovány. Jako první jsem vždy změřil hluk v pozadí na daném pozemku.

Otáčky, při kterých probíhalo měření, byly zvoleny dle vlastního úsudku traktoristy, neboť každý motor má jinou charakteristiku a každý traktorista preferuje jiné pracovní otáčky. Tento fakt sice zabraňuje přímému srovnání hlučnosti traktorů, ale na druhou stranu nám krásně ukazuje prostředí, ve kterém se daný traktorista pohybuje.

Měření hluku probíhalo pomocí dvou hlukoměrů. První byl používán na měření uvnitř traktoru a druhý venku. U každého traktoru proběhlo nejprve měření na volnoběžné otáčky, poté následovalo měření hluku při pracovních otáčkách, když traktor nebyl v pohybu a jako třetí následovalo měření při práci. Při měření hluku uvnitř kabiny seděla obsluha hlukoměru na místě pro spolujezdce a hlukoměr byl držen u hlavy traktoristy tak, aby mu nebránil při práci. Měření volnoběžných a pracovních otáček začalo tehdy, až dal traktorista znamení, že jsou hodnoty nastaveny. Měření traktoru v plném tahu při práci bylo zahájeno v momentě, kdy byl půdozpracující stroj plně v zemi a traktor dosáhl pracovních otáček, které obsluha traktoru nastavila. Během měření hluku uvnitř traktoru byly vypnuty všechny spotřebiče, které by mohly mít vliv na hlučnost, jako například rádio nebo klimatizace.

Měření, které probíhalo venku, bylo poněkud fyzicky náročnější. Obsluha hlukoměru stála na schůdkách, které zajišťují přístup do kabiny na straně, kde se nacházelo výfukové potrubí. Mikrofon hlukoměru byl namířen kolmo na kabinu ve vzdálenosti 50 cm od skla. Měření započalo za stejných okolností jako v kabině. Bohužel z důvodů, že většina měření probíhala v pracovním dnu, nenašel jsem žádného asistenta, aby se mohli provádět obě měření zároveň.

Stejným způsobem probíhalo měření u podmítky, orby i setí.

Během měření mé práce se vyskytoval pouze hluk ustálený, takže nebylo nutné počítat ekvivalentní hladinu akustického tlaku, ale stačil pouze aritmetický průměr měření.

4.2.3 Měření prašnosti

Měření prašnosti probíhalo zároveň s měřením hluku. Před každým měřením byl přístroj kalibrován. Poté byl nasazen filtr PM10. Jako první po příjezdu na pozemek bylo zahájeno měření množství poletavých částic, které nebylo ovlivněno traktorem.

Druhé měření probíhalo v kabině opět na místě určeným pro spolujezdce. Na rozdíl od měření hluku byl přístroj držen na kolenou, z důvodu nerovnosti pozemku a strachu z jeho možného poškození při vypadnutí z ruky nebo nárazu do kabiny.

Venkovní měření pobíhalo stejně jako u měření hluku, tedy na schůdkách s přístrojem namířeným ke kabině traktoru. Toto měření bylo ze všech nejobtížnější.

5 Vlastní práce

5.1 Podmítka

5.1.1 Zetor 12145 + podmítač Manndam

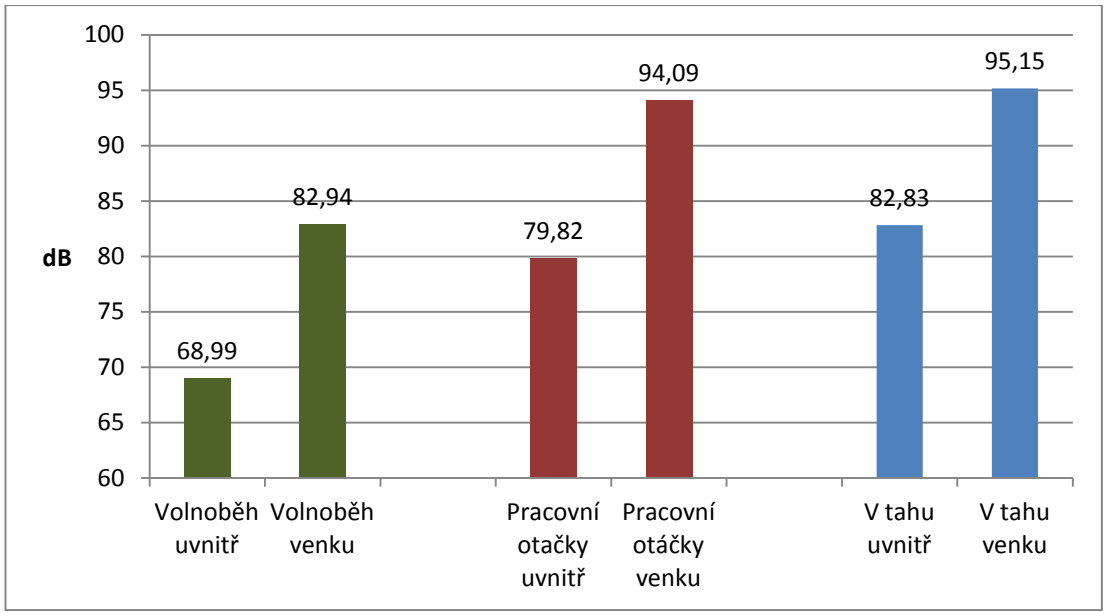
Tabulka č. 15 – meteorologické podmínky při měření podmítky Zetor 12145

Datum	5. Září 2013
Čas	16:00 – 16:45
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	33,41
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,066
Teplota [°C]	22,3
Vlhkost [%]	59
Atmosférický tlak [hPa]	1015,5
Rychlost větru [m.s-1]	1
Směr větru	východní

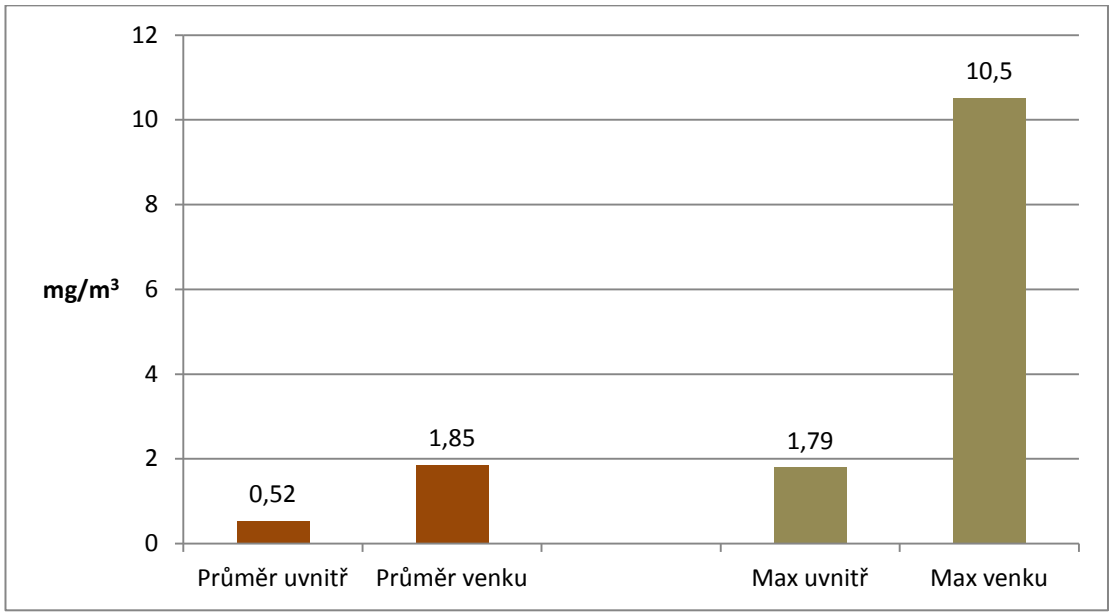
Počasí nebylo pro podmítku vůbec přívětivé. Půda byla kvůli delší absenci deště vyschlá, což znamenalo, že podmítač se dostával do půdy velmi těžce. Což má nepříznivý vliv na kvalitu podmítky a na životnost radliček. Mírný východní vítr odnášel všechen prach mimo kabinu traktoru. Z důvodu vyšší teploty byla otevřená boční okénka.

Tabulka č. 16 – otáčky Zetor 12145při podmítce

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	900
Pracovní [ot.min^{-1}]	2200



Graf č. 1 – Průměrný hluk při podmítce Zetor 12145



Graf č. 2 – Hodnoty polétavého prachu při podmítce Zetor 12145

5.1.2 Landini Powerfarm 100 + podmítač BDT

Tabulka č. 17 -meteorologické podmínky při měření podmítky Landini Powerfarm 100

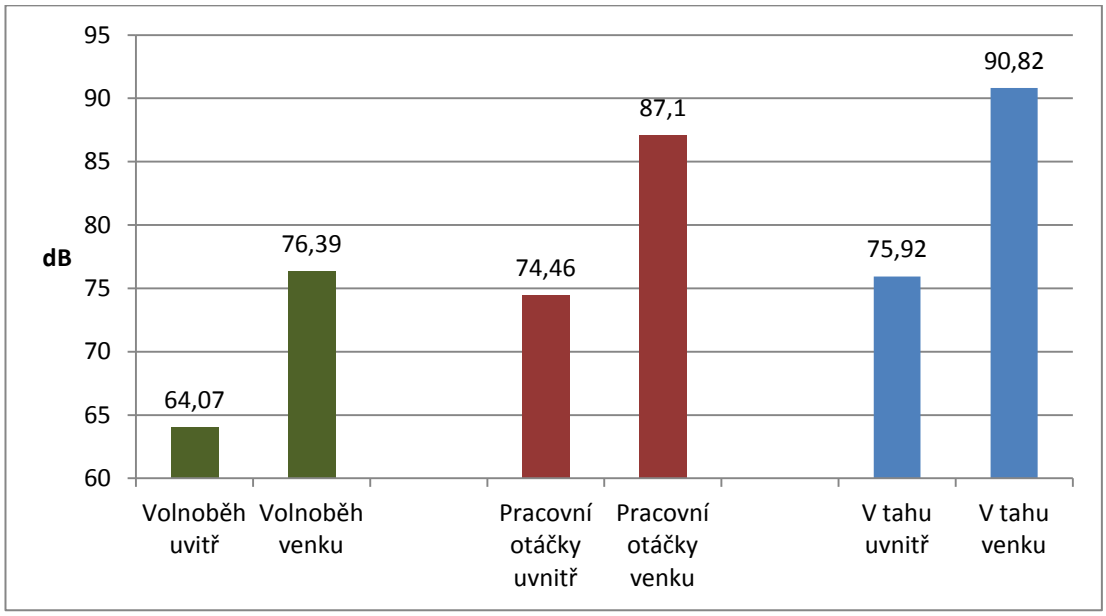
Datum	3. Září 2013
Čas	18:00 – 19:00
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	34,19
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,019
Teplota [°C]	18
Vlhkost [%]	76
Atmosférický tlak [hPa]	1021,5
Rychlost větru [m.s-1]	0
Směr větru	-

Půda obsahovala ještě poměrně dost vláhy. Díky tomu byla podmítka poměrně kvalitní. Panovalo krásné letní počasí, bezvětří. Prachové částice, které se uvolnily během práce, poletovaly za podmítačem a poté se usadily zpátky na pozemek (obr. č. 25). Díky tomu, nebyla kabina takřka zasažena prachem. Prašnost se zvýšila až po zastavení traktoru, kdy prach k němu doputoval.

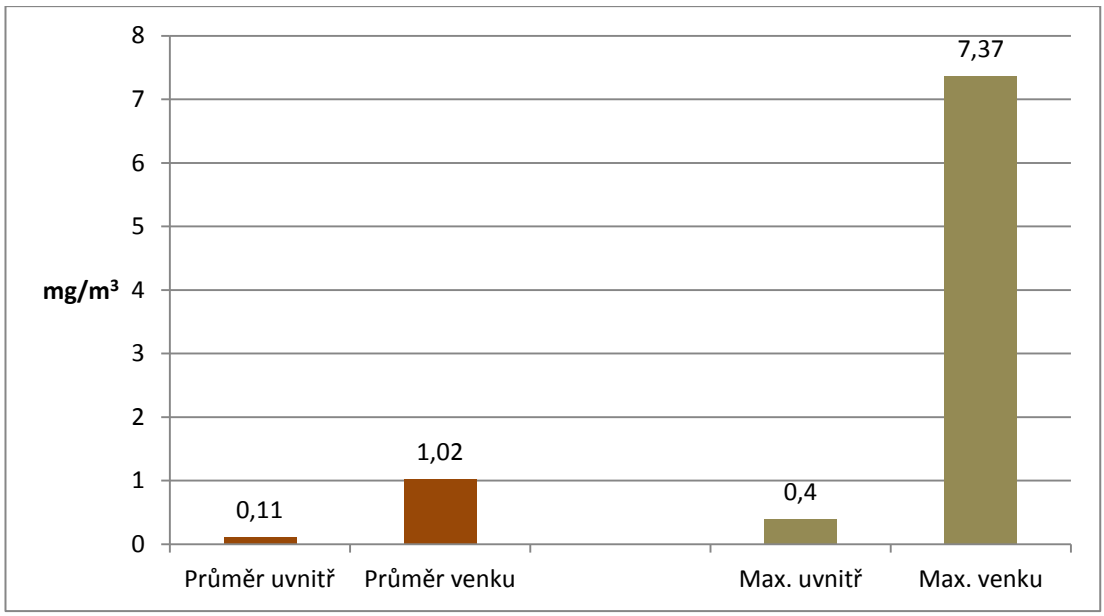
Obrázek č. 25 – Prach za Landini Powerfarm 100

Tabulka č. 18 – otáčky Landini Powerfarm 100 při podmítce

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	700
Pracovní [ot.min^{-1}]	1700



Graf č. 3 - Průměrný hluk při podmítce Landini Powerfarm 100



Graf č. 4 – Hodnoty polétavého prachu při podmítce Landini Powerfarm 100

5.1.3 New Holland T6070 + podmítač Manndam

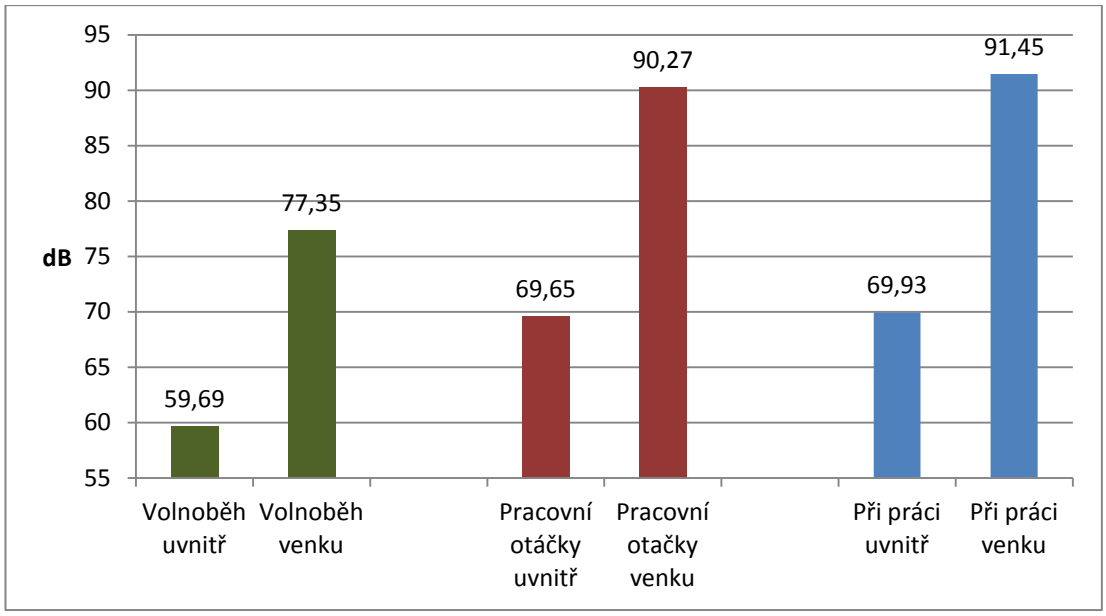
Tabulka č. 19 - *meteorologické podmínky při měření podmítky New Holland T6070*

Datum	3. Září 2013
Čas	14:00 – 15:00
Počasí	Skoro jasno
Hluk pozadí [dB]	41,3
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,021
Teplota [°C]	18,5
Vlhkost [%]	75
Atmosférický tlak [hPa]	1021,2
Rychlost větru [m.s-1]	0
Směr větru	-

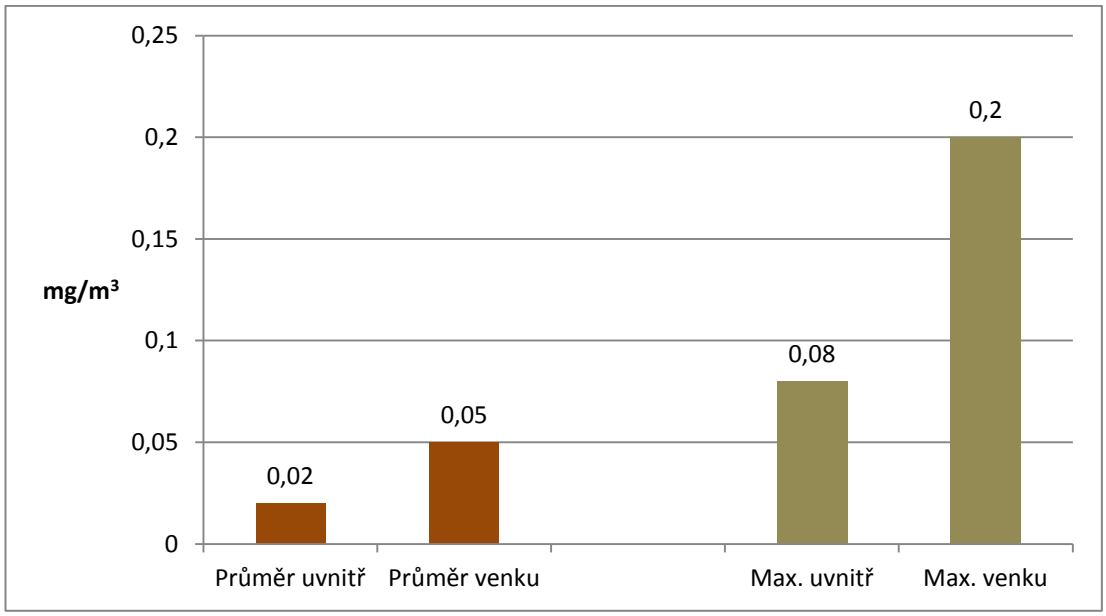
Podmínky měření byly takřka shodné s předchozím měřením, neboť probíhalo v jeden den. Avšak pole, na kterém se měření uskutečnilo, bylo velmi vlhké. Pozemek byl velmi zasažen plevelem, jenž pokrýval takřka celou plochu. Majitel traktoru kabinu před mým příchodem důkladně vyčistil, což mělo velmi příznivý vliv na naměřené hodnoty. Majitel traktoru kouří elektronickou cigaretu a během prvního měření s ní kouřil. Průměrná hodnota naměřená v kabině byla 0,97 mg/m^3, což bylo skoro padesátkrát více než při druhém pokusu, kdy byla cigareta vypnuta a kabina vyvětraná.

Tabulka č. 20 – otáčky New Holland T6070 při podmítce

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	850
Pracovní [ot.min^{-1}]	1650



Graf č. 5 - Průměrný hluk při podmítce New Holland T6070



Graf č. 6 – Hodnoty polétavého prachu při podmítce New Holland T6070

5.2 Orba

5.2.1 Zetor 12145 + pluh PHX

Tabulka č. 21 - meteorologické podmínky při měření orby Zetor 12145

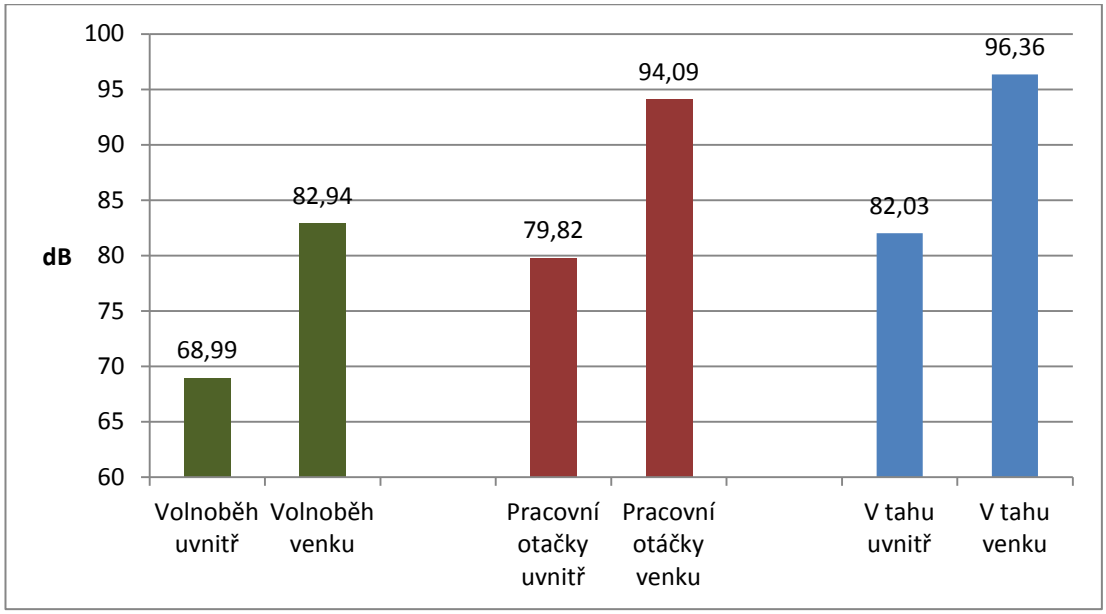
Datum	11. Září 2013
Čas	13:00 – 14:00
Počasí	Oblačno
Hluk pozadí [dB]	35,2
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,02
Teplota [°C]	14,5
Vlhkost [%]	65
Atmosférický tlak [hPa]	1011,3
Rychlost větru [m.s-1]	3
Směr větru	Jihozápadní

Díky srážkovým úhrnům v minulých dnech byly podmínky pro orbu takřka dokonalé. Už staří sedláci říkali, že se za pluhem nemá prášit. Při měření byla prašnost minimální. Orba probíhala na pozemku po pšenici a pole bylo zpodmítané.

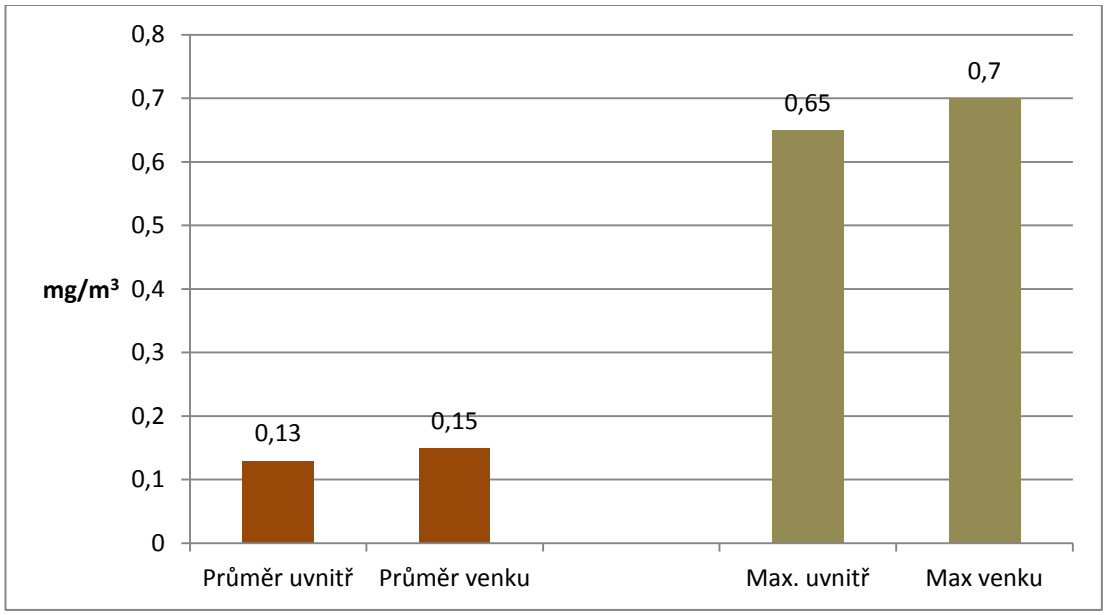
Obrázek č. 26 – Zetor 12145 při orbě

Tabulka č. 22 – otáčky Zetor 12145 při orbě

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	900
Pracovní [ot.min^{-1}]	2200



Graf č. 7 – Průměrný hluk při orbě Zetor 12145



Graf č. 8 – Hodnoty polétavého prachu při orbě Zetor 12145

5.2.2 Zetor Fronterra 135 + pluh Agronom

Tabulka č. 23 - meteorologické podmínky při měření orby Zetor Fronterra 135

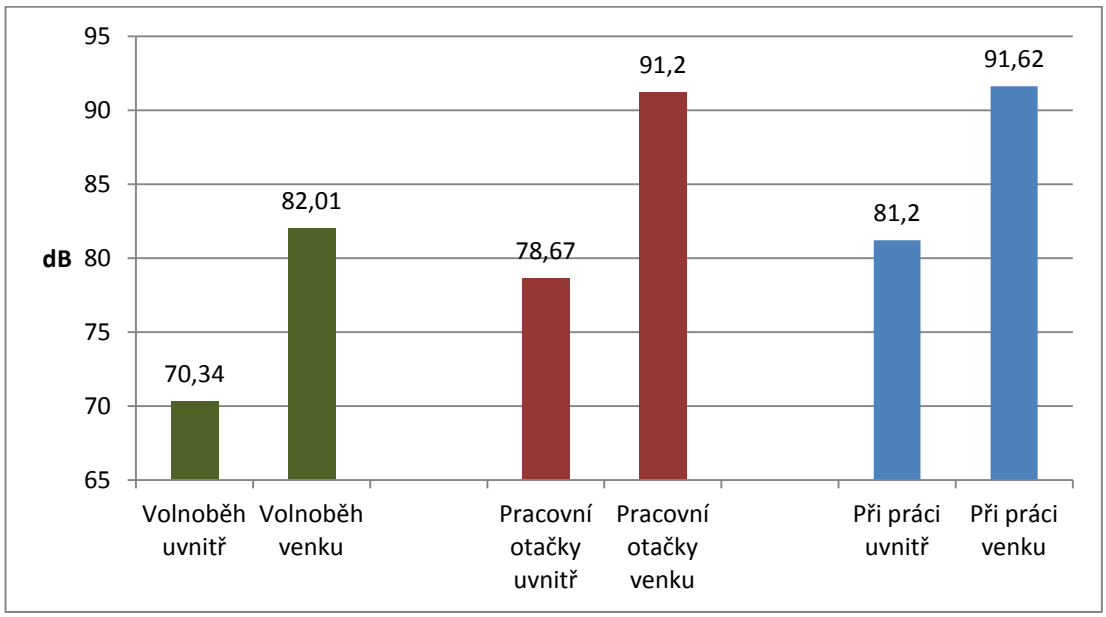
Datum	6. Září 2013
Čas	14:00 – 15:00
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	40,3
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,038
Teplota [°C]	22
Vlhkost [%]	56
Atmosférický tlak [hPa]	1011,4
Rychlost větru [m.s-1]	5
Směr větru	Severovýchodní

Podmínky pro orbu byly při tomto měření naprosto odlišné od předešlého. Půda byla značně vysušena, což způsobovalo, že se do ovzduší uvolňovalo velké množství prachu, které je při orbě nežádoucí.

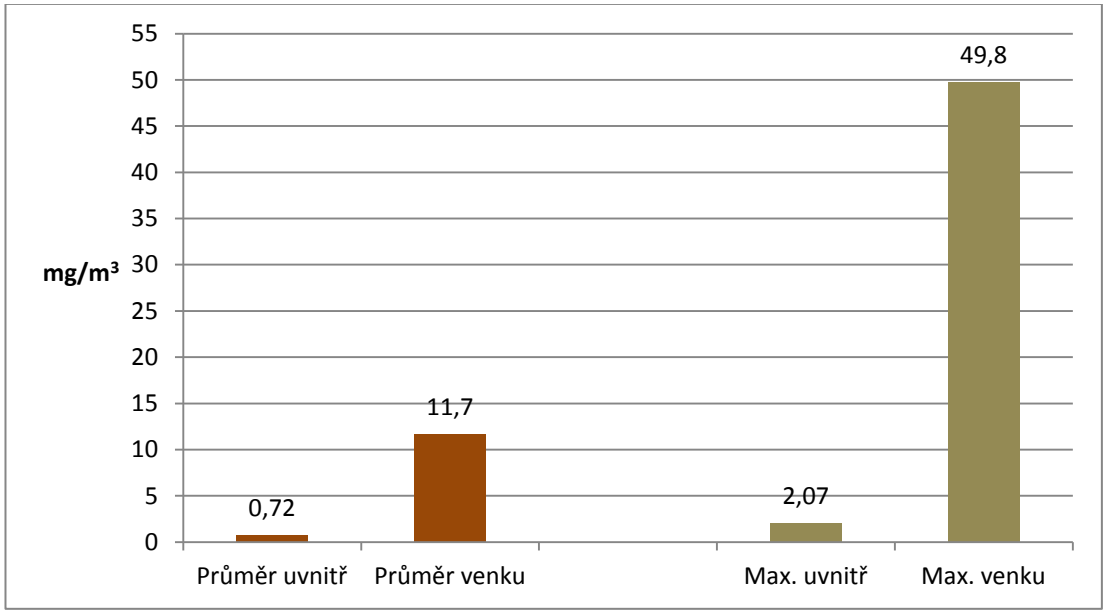
Obrázek č. 27 – Zetor Fronterra 135 při orbě

Tabulka č. 24 – otáčky Zetor Fronterra 135 při orbě

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	750
Pracovní [ot.min^{-1}]	2200



Graf č. 9 – Průměrný hluk při orbě Zetor Fronterra 135



Graf č. 10 – Hodnoty polétavého prachu při orbě Zetor Fronteraa 135

5.2.3 New Holland T6070 + pluh Pöttinger

Tabulka č. 25 - meteorologické podmínky při měření orby New Holland T6070

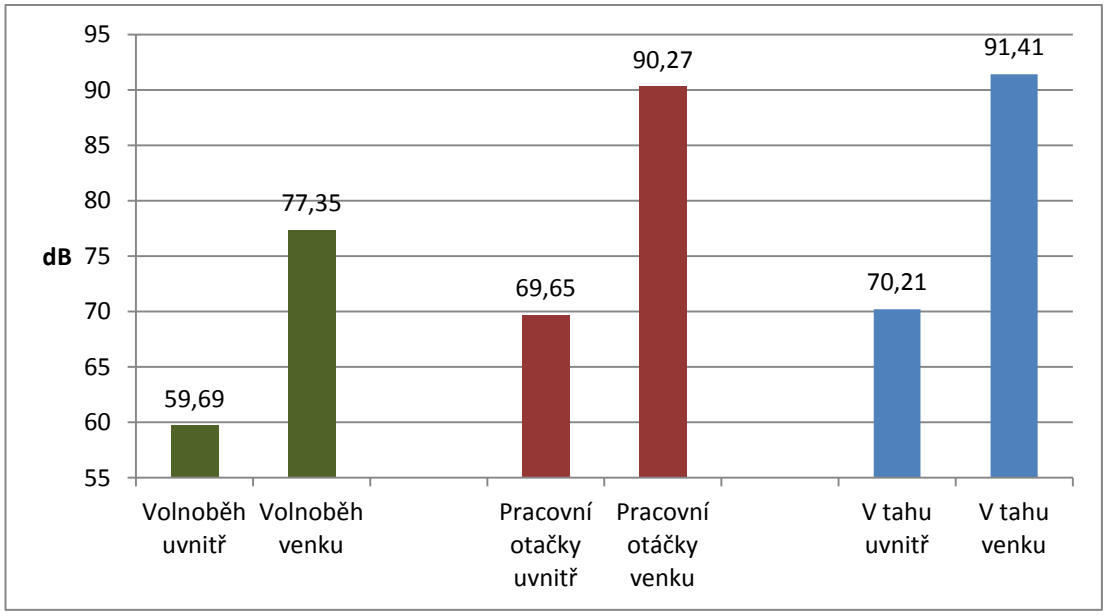
Datum	13. Září 2013
Čas	14:00 – 15:00
Počasí	Zataženo
Hluk pozadí [dB]	47,21
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,037
Teplota [°C]	14
Vlhkost [%]	78
Atmosférický tlak [hPa]	1014,5
Rychlost větru [m.s-1]	0
Směr větru	-

Stejně jako při měření orby u Zetoru 12145, byly podmínky pro orbu velmi dobré. Orba probíhala na strništi po pšenici, které nebylo zpodmítané.

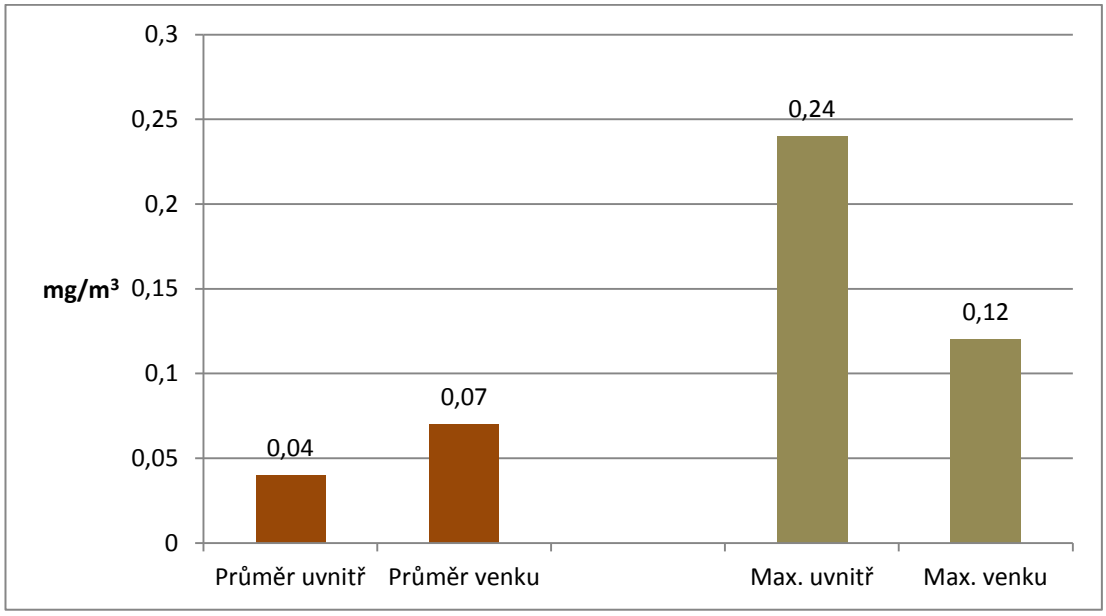
Obrázek č. 28 – New Holland T6070 při orbě

Tabulka č. 26 – otáčky New Holland T6070 při orbě

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	850
Pracovní [ot.min^{-1}]	1700



Graf č. 11 – Průměrný hluk při orbě New Holland T6070



Graf č. 11 – Hodnoty polétavého prachu při orbě New Holland T6070

5.3 Setí

5.3.1 Zetor 12145 + secí kombinace Pneusej

Tabulka č. 27 - meteorologické podmínky při měření setí Zetor 12145

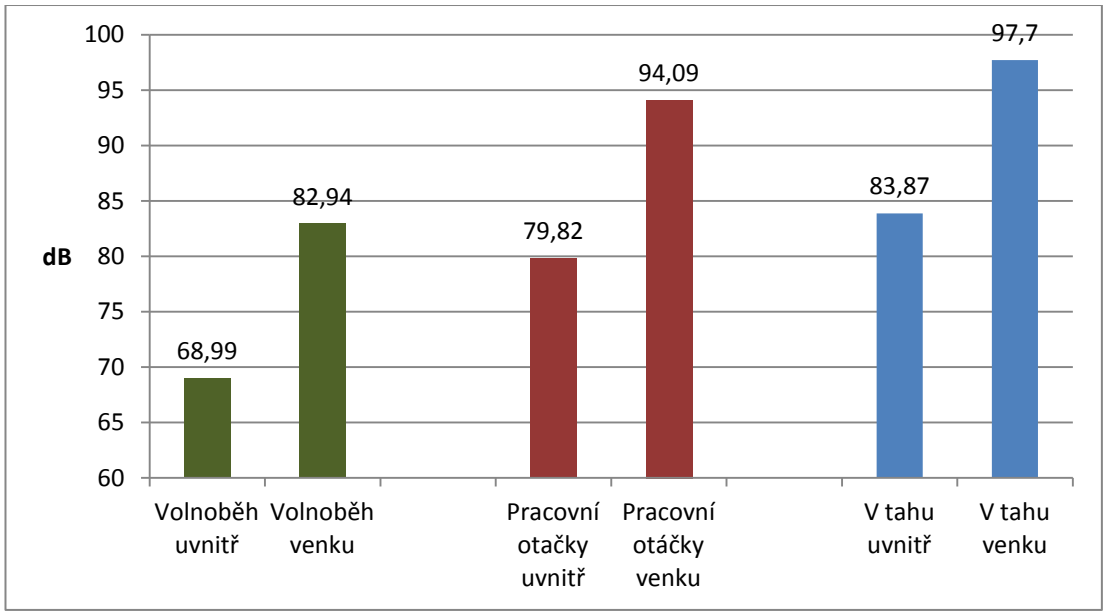
Datum	6. Září 2013
Čas	13:00 – 14:00
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	48,04
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,055
Teplota [°C]	22,3
Vlhkost [%]	55,5
Atmosférický tlak [hPa]	1011,3
Rychlost větru [m.s-1]	3
Směr větru	Jihovýchodní

Podmínky pro setí nebyly zrovna ideální z důvodu vysušené půdy. Setí probíhalo do kvalitně zpracované půdy pomocí bránosmyku.

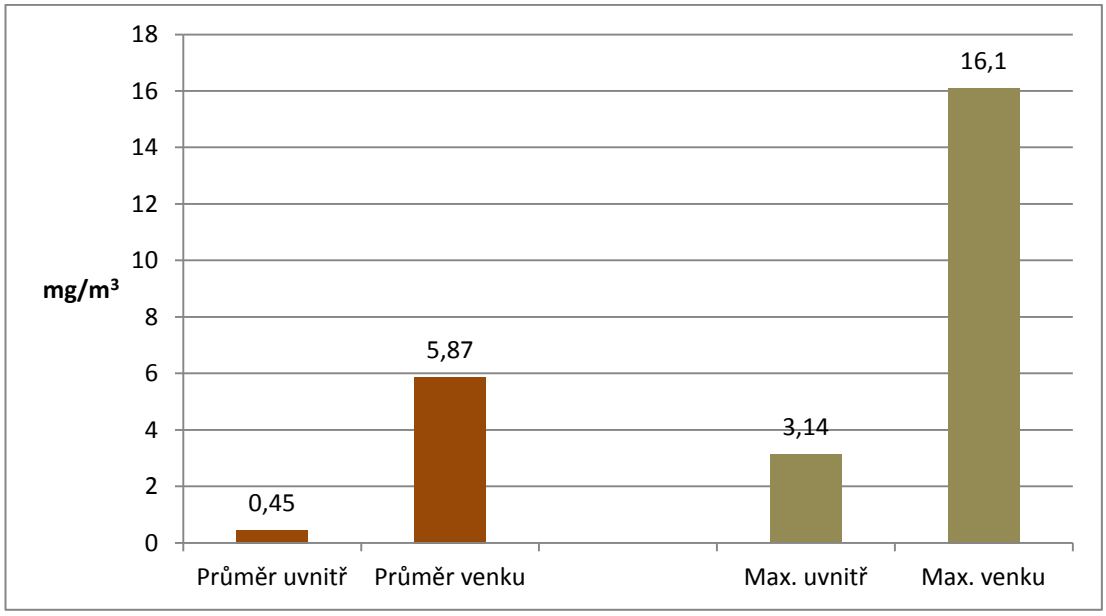
Obrázek č. 29 – Zetor 12145 při setí

Tabulka č. 28 – otáčky Zetor12145 při setí

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	900
Pracovní [ot.min^{-1}]	2200



Graf č. 13 – Průměrný hluk při setí Zetor 12145



Graf č. 14 – Hodnoty polétavého prachu při setí Zetor 12145

5.3.2 Deutz-Fahr M620 + secí kombinace Kuhn

Tabulka č. 27 - meteorologické podmínky při měření setí Deutz-Fahr M620

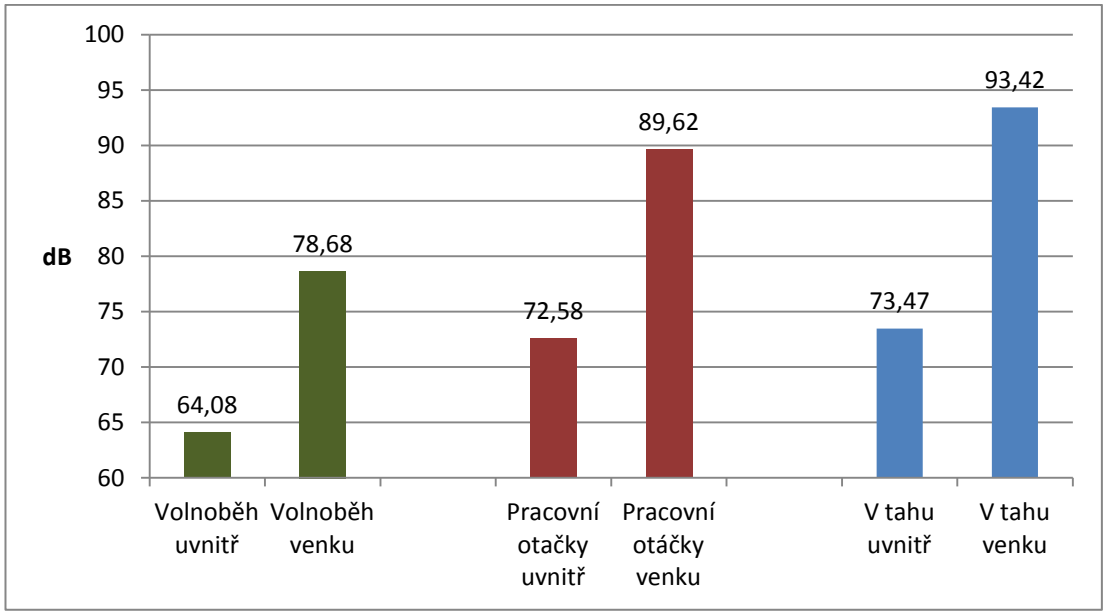
Datum	24. Září 2013
Čas	15:00 – 16:00
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	39,65
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,026
Teplota [°C]	16,3
Vlhkost [%]	72
Atmosférický tlak [hPa]	1011
Rychlost větru [m.s-1]	1
Směr větru	Jižní

Velmi příznivé podmínky pro setí. Deutz-Fahr M620 pracoval při otáčkách 1650 ot.min^{-1} což je o 300 – 400 ot.min^{-1} méně než zbylí dva traktory, což má příznivý vliv na hlučnost v kabině. Půda byla připravená pomocí kompaktoru.

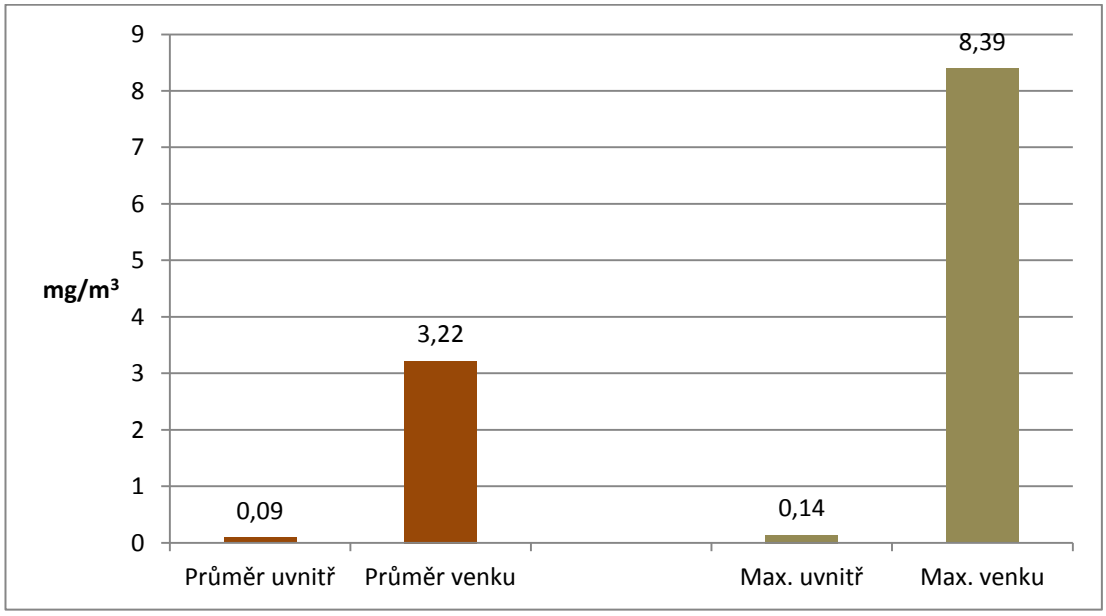
Obrázek č. 30 – Deutz-Fahr M620 při setí

Tabulka č. 29 – otáčky Deutz-Fahr M620 při setí

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	850
Pracovní [ot.min^{-1}]	1650



Graf č. 15 – Průměrný hluk při setí Deutz-Fahr M620



Graf č. 16 – Hodnoty polétavého prachu při setí Deutz-Fahr M620

5.3.3 New Holland T6070 + secí kombinace Pöttinnger

Tabulka č. 27 - meteorologické podmínky při měření setí New Holland T6070

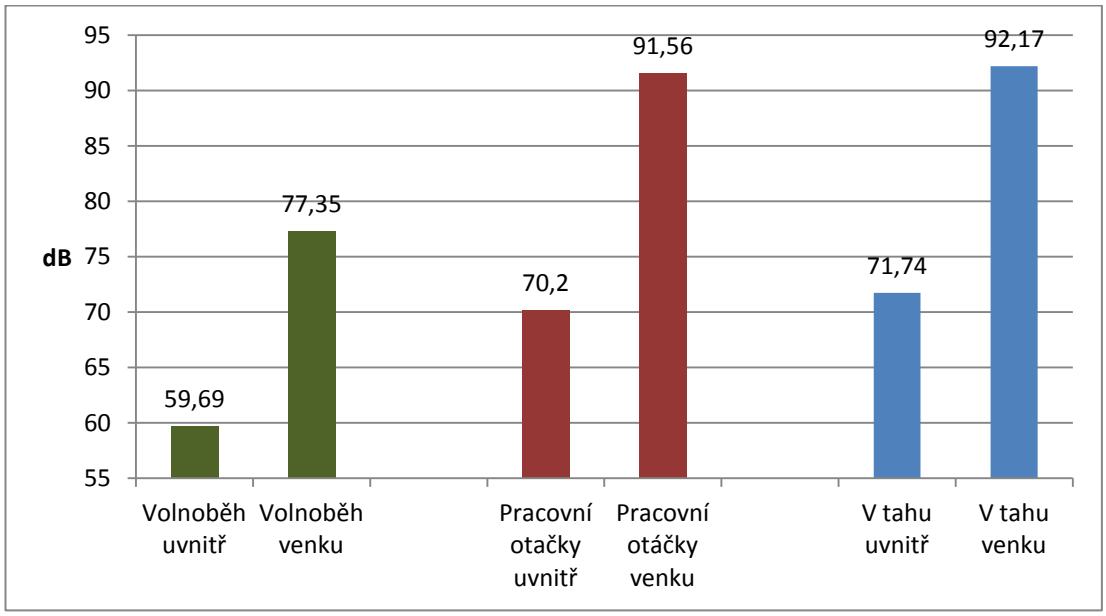
Datum	24. Září 2013
Čas	14:00 – 15:00
Počasí	Jasno
Hluk pozadí [dB]	47,46
PM10 pozadí [mg/m^3]	0,032
Teplota [°C]	15,5
Vlhkost [%]	74
Atmosférický tlak [hPa]	1012,5
Rychlost větru [m.s-1]	1
Směr větru	Jižní

Podmínky pro setí byly stejné jako u předchozího měření, ale na rozdíl od měření u Deutz-Fahr probíhalo setí do hrubé brázdy bez jakékoliv přípravy. Přímé setí má velmi příznivý vliv na prašnost, protože půda tolik nevysychá.

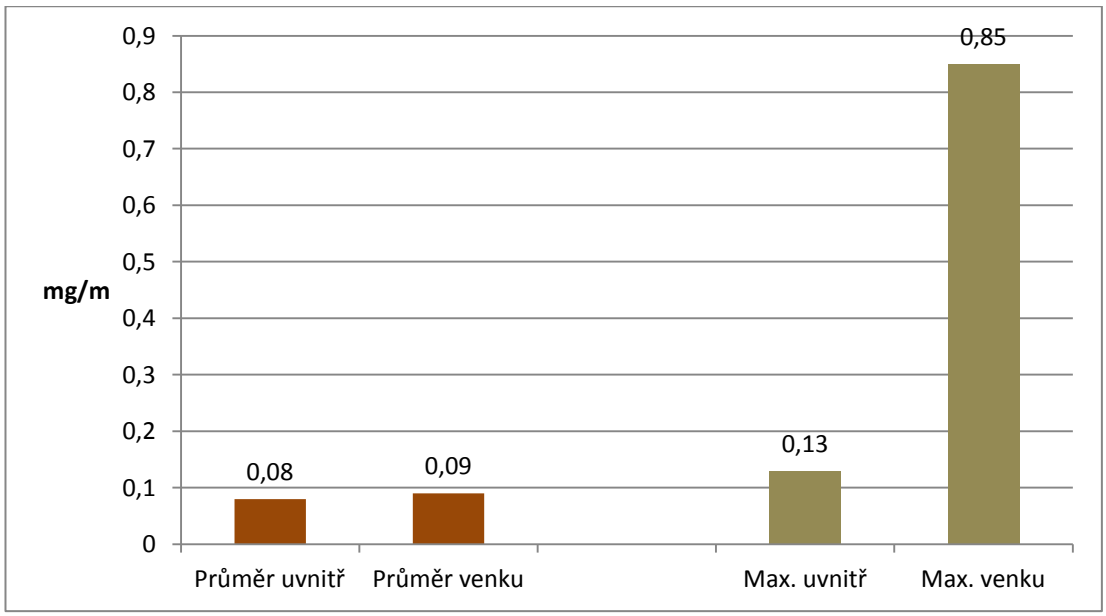
Obrázek č. 31 – New Holland T6070 při setí

Tabulka č. 29 – otáčky New Holland při setí

Volnoběžné [ot.min^{-1}]	850
Pracovní [ot.min^{-1}]	2120



Graf č. 17 – Průměrný hluk při setí New Holland T6070



Graf č. 18 – Hodnoty polétavého prachu při setí New Holland T6070

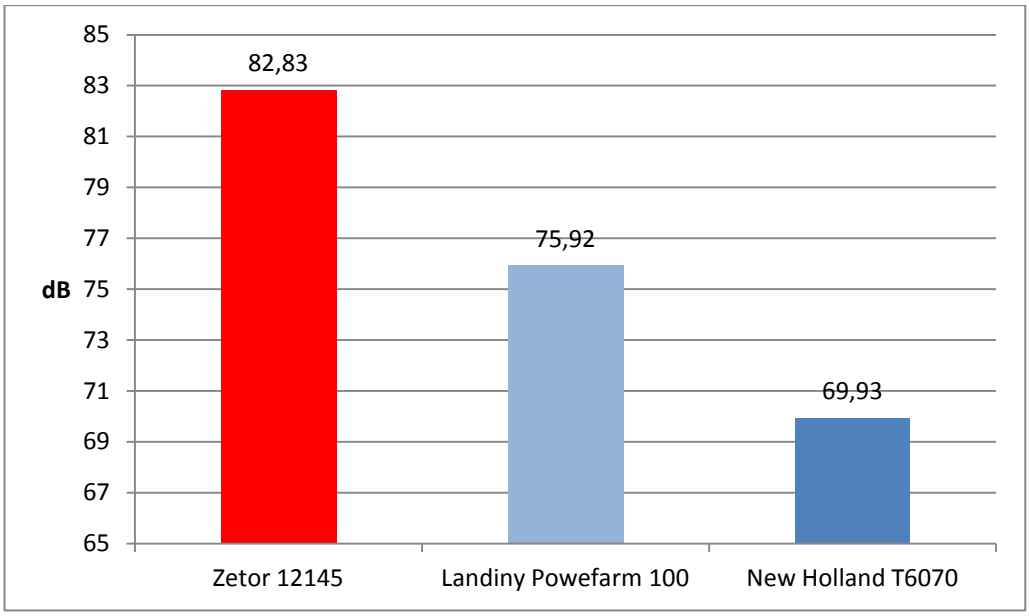
6 Zhodnocení výsledků

6.1 Hluk

Během mého měření jsem vypozoroval několik faktorů, které ovlivňují hlučnost v kabině. Některé faktory může obsluha ovlivnit a snížit tak hlučnost a jiné ne. Mezi ty, které ovlivnit může, jsou například snížení otáček motoru, které udává výrobce jako ideální pro správný chod motoru. Někteří zemědělci, ale na tyto rady moc nedají a řídí se spíše vlastním úsudkem i za cenu vyšších provozních nákladů. Další faktor, který ovlivňuje hluk v kabině a obsluha jej může ovlivnit, jsou otevřená okna popřípadě dveře. U traktorů, které nejsou vybaveny klimatizací, je nezbytné, aby bylo okna nebo dveře otevřeny i za cenu vyšší hladiny hluku. V opačném případě by byla obsluha vystavena extremním teplotám. U traktorů s klimatizací se najdou tací, kteří mají při práci otevřená okna. Daleko významnější jsou faktory, které obsluha ovlivnit nemůže, ty jsem rozdělil do tří skupin. První skupina jsou konstrukční prvky traktoru. Mezi ně patří například uložení a délka výfuku, uložení a druh motoru. Šestiválcový agregát má menší hlučnost než čtyřválec při stejném výkonu. Druhá skupina jsou faktory meteorologické. Při delší absenci deště, hlavně při orbě, musejí traktory vyvíjet větší sílu, aby ukrojily a obrátily skývu. To má za následek větší hluk a spotřebu na rozdíl od orby, kdy je půda vlhká a orba jde, jak říkají zemědělci, jako po másle. Poslední skupina jsou faktory geografické. Zde má vliv především umístění pozemku. Zda je na rovině anebo na svahu. Pokud je pozemek na svahu a práce se neprovádějí po vrstevnicích, ale proti svahu je pochopitelně rozdíl v hlučnosti při jízdě do kopce anebo naopak z kopce dolů. V neposlední řadě ovlivňuje druh půdy hluk motoru. V místech kde je půda spíše písčitá, jde motor lehčeji než tam, kde je hlinitá.

6.1.1 Podmítka

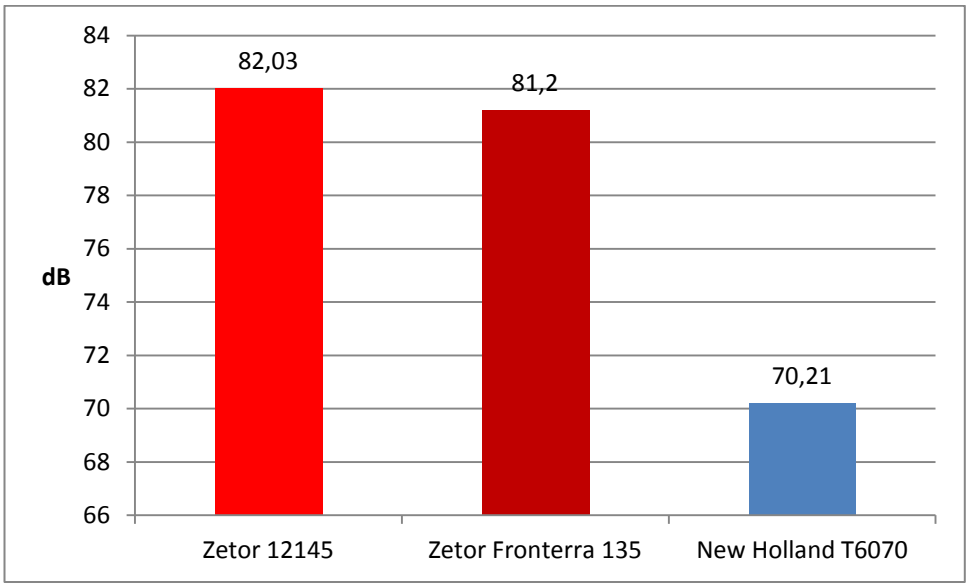
Jak je možno vidět na grafu číslo 19, při podmítce byla nejmenší hlučnost v kabině naměřena u traktoru New Holland T6070. Naopak největší byla dle očekávání u Zetoru 12145. Landini Powerfarm 100, jenž se umístil přesně v polovině. Svými hodnotami mě mile překvapil, neboť je to traktor nižší cenové úrovně.



Graf č. 19 – Průměrné hodnoty hluku v kabině při podmítce

6.1.2 Orba

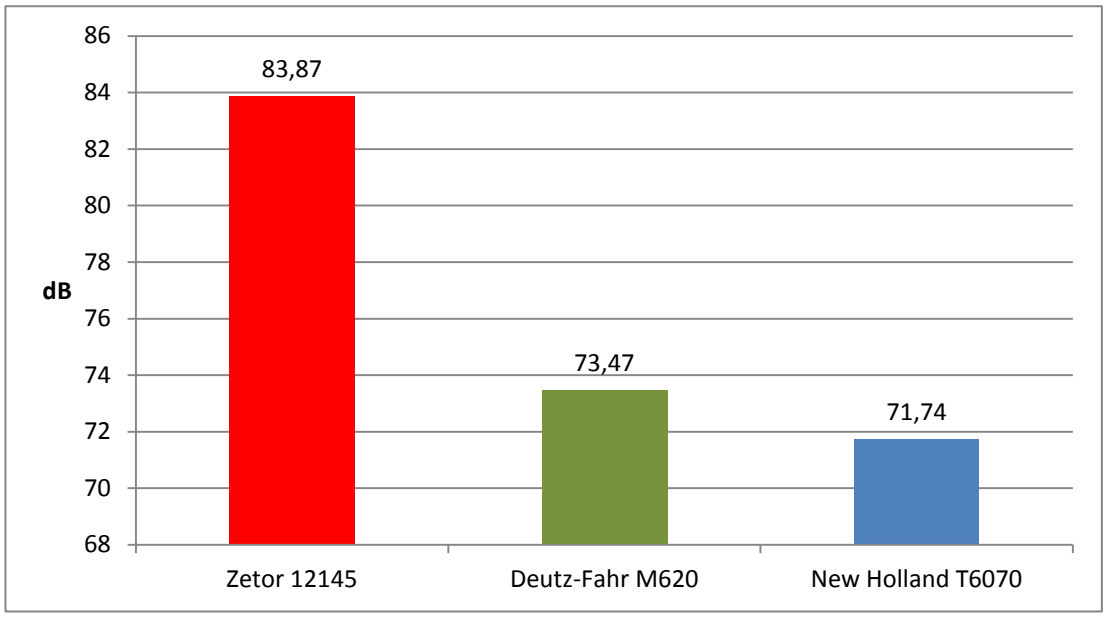
Na grafu číslo 20 jsou zaneseny hodnoty naměřené při orbě. Stejně jako u podmítky vyšel nejlépe New Holland T6070 a stejně jako u podmítky dopadl nejhůře starý Zetor 12145. Pro mě osobně, je velké zklamaní výsledku nového Zetoru Fronterra 135. U firmy Zetor asi vědí, jak je na tom špatně, co se hluku v kabině týče, protože tuto hodnotu, jako jediný výrobce z traktorů, které jsem měřil, neudává v katalogu.



Graf č. 20 – Průměrné hodnoty hluku v kabině při orbě

6.1.3 Setí

Graf číslo 21 nám ukazuje, že i v setí má nejlepší hodnoty New Holland T6070. Beze změny je i nejhorší výsledek, kde je již tradičně Zetor 12145. Deutz-Fahr M620 se umístil těsně za New Hollandem a to i přesto, že měl nižší otáčky motoru.



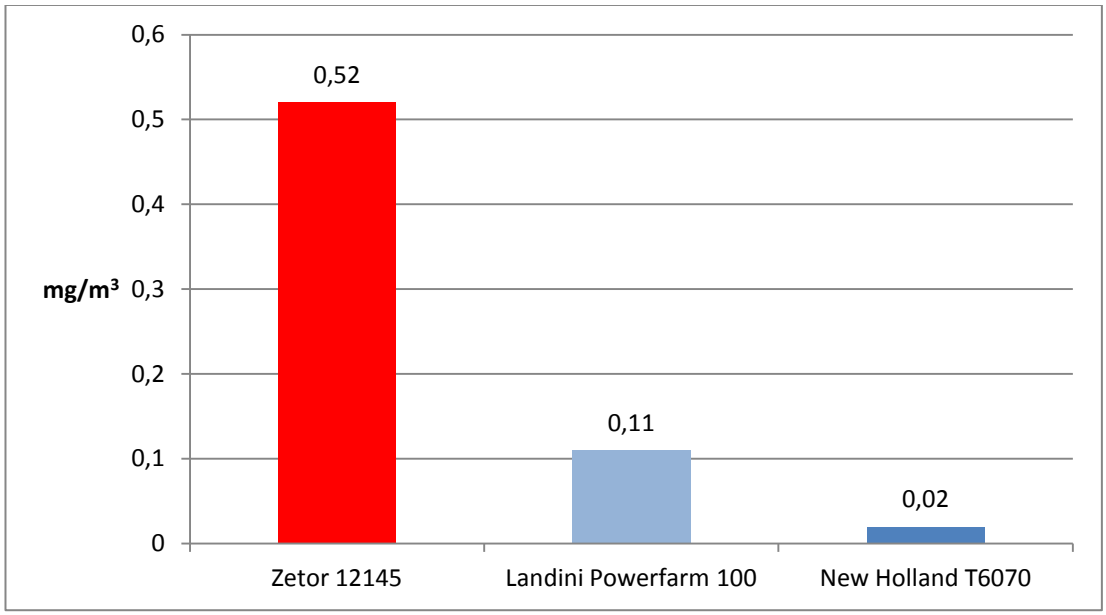
Graf č. 21 – Průměrné hodnoty hluku v kabině při setí

6.2 Prašnost

Stejně jako při měření hluku, tak i při měření prachu jsem vypozoroval několik poznatků, které velmi výrazně ovlivňují prašnost v kabině traktoru. Stejně jako u hluku, tak i u prašnosti jsou věci, které může obsluha ovlivnit a které naopak ovlivnit nemůže. I když to většina traktoristů neslyší ráda, tak nejúčinnější řešení, kterým mohou sami ovlivnit prašnost v kabině je čistota. Traktory, které byly uklizeny, měly naměřenou mnohem menší prašnost než ty, které uklizeny nebyly. Nečistoty, které se usazovaly především na podlaze, se následně velmi snadno a rychle uvolňovaly do prostoru kabiny, zejména šoupáním nohama o podlahu a vibracemi traktoru. Stejně, jako u hluku, mají otevřená okna a dveře vliv na prašnost. Největší vliv, má ale samozřejmě příroda respektive počasí. Nyní se pokusím vysvětlit, jak počasí souvisí s prašností. Značný vliv na prašnost ze strany přírody má déšť. Pokud probíhá zpracování půdy v určitém čase po dešti, je prašnost takřka minimální. Samozřejmě, záleží na pracovní operaci, kterou zemědělec provádí. Naopak, pokud je půda značně vyschlá, je prašnost výrazná a to i při operacích u kterých to není běžné, jako třeba u orby. Byť je vlhkost půdy velmi

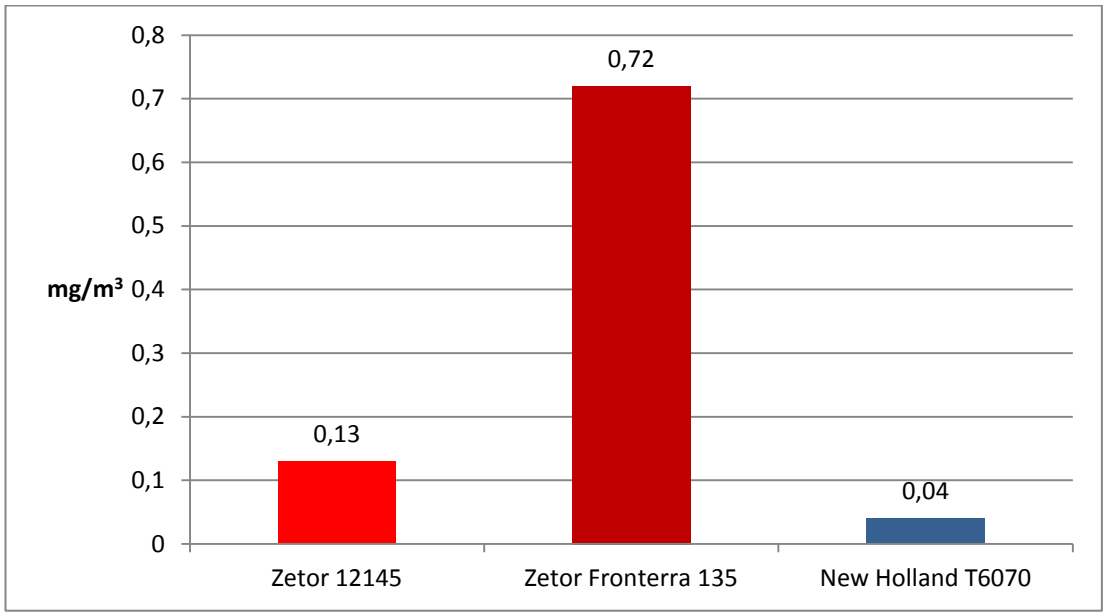
výrazný faktor při prašnosti, lze naměřit v okolí kabiny velmi nízkou prašnost i při velmi vyschlé půdě. Jak je to možné? Odpovědí je vítr, přesněji řečeno jeho směr. Pokud jsou příznivé povětrnostní podmínky, což v našem případě znamená, že vítr vane směrem od traktoru, jsou hodnoty naměřené u kabiny takřka srovnatelné s hodnotami naměřenými na pozemku, kdy se na něm nepracovalo. Pokud ovšem vítr vane ve stejném směru, jako je jízda traktoru, je prašnost extremní a velmi ovlivňuje viditelnost. Pokud nastane bezvětří, tak se většina prachu zvedá až za traktorem a ovlivňuje prašnost minimálně. V okamžiku, kdy traktor zastaví na souvrati jej prach „dostihne“. Z výše uvedených důvodů je velmi těžké vyhodnotit výsledky prašnosti, neboť jak jsem již uvedl, měření probíhalo během celého měsíce, při kterém se podmínky velmi výrazně měnily. Z těchto důvodů, nám níže uvedené grafy neslouží k porovnání jednotlivých traktorů, ale spíše k představě, jakou prachovou zátěž musejí traktoristi během své práce vydržet.

6.2.1 Podmítka



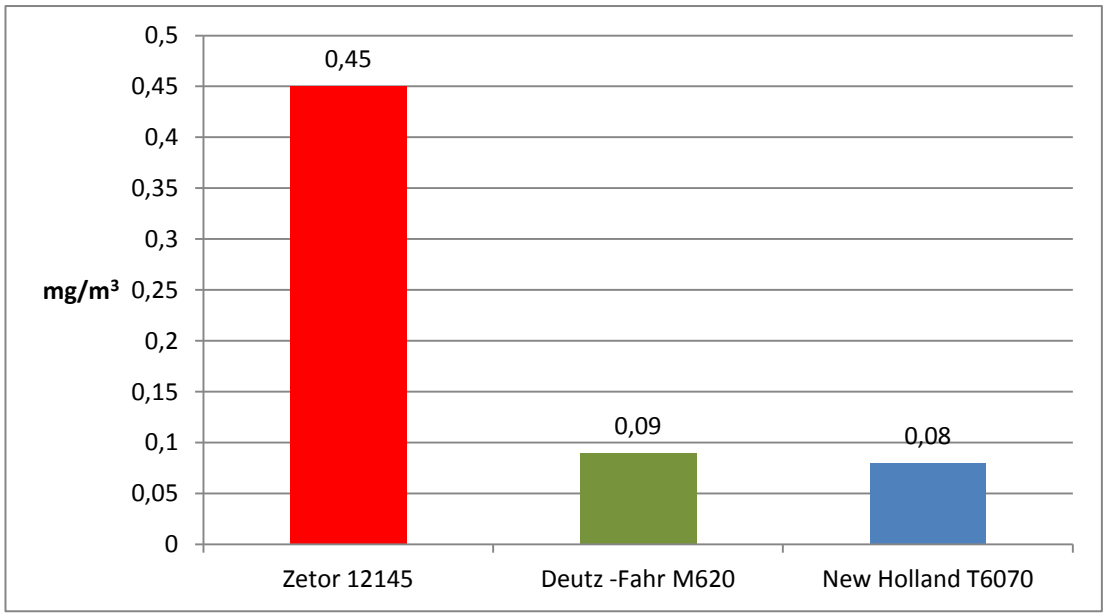
Graf č. 22 – Průměrné hodnoty polétavého prachu v kabině při podmítce

6.2.2 Orba



Graf č. 23 – Průměrné hodnoty polétavého prachu v kabině při orbě

6.2.3 Setí



Graf č. 24 – Průměrné hodnoty polétavého prachu v kabině při setí

7 Závěr

Jak jsem již uvedl v úvodu, moje rodina má hospodaření v krvi již stovky let. I ve mně tato krev koluje, takže jsem v traktoru takřka denně. A proto mě zajímalo, jaký udělali inženýři vývoj v otázce pracovního prostředí v kabině traktoru. Jako etalon jsem použil všem známý traktor Zetor 12145, který ve své době patřil ke špičce ve svém oboru. Nicméně od té doby uplynulo 30 let. Chtěl jsem zjistit, zda starý Zetor splňuje i dnešní předpisy a jak obstojí se svými o několik generací mladšími kolegy.

Co se týče hlučnosti, tak i po 30 letech, od doby co sjel v Martině z výrobní linky, stále splňuje Zetor 12145 hlukový limit 85 dB, který udává zákon. Nejvyšší průměrná hodnota byla naměřena u setí a to 83,87 dB. Asi není žádné překvapení, že ani ostatní traktory nepřekročily hranici 85 dB. Nicméně průměrná hodnota, kterou jsem naměřil při orbě u nového Zetoru Fronterra 135 mě zaskočila. Hodnota 81,2 dB je hodně daleko za konkurencí, která ve stejné výkonové třídě, kterou v mém měření zastupovali New Holland T 6070 a Deutz-Fahr M620 u nichž hluk nepřesáhl 71,74 dB respektive 73,47 dB. Landini Powerfarm 100 jako zástupce levných traktorů zaznamenal velmi pěkný výsledek a to 75,92 dB. Je jasné, že nelze tyto výsledky brát za závazné, ale pouze jako orientační. Měření probíhalo za různých povětrnostních podmínek, na rozmanitých pozemcích a hlavně s rozdílným nářadím, které bylo za traktory. Nicméně mohu prohlásit, že hlukově nejnáročnější operací je setí, neboť zde dosáhl jak Zetor 12145 tak New Holland T6070 nejvyšší průměrné hodnoty ze všech měření. Co říct na závěr k hlučnosti? Současná legislativa je velmi benevolentní k hlukové zátěži, když ji splňuje i 30 let starý stroj, avšak u moderních strojů se pohybuje průměrná hodnota hluku kolem 70 dB, což se rovná rušnému hostinci nebo potlesku v sále. Jak jsem již uvedl, hlukový limit udávaný legislativou nebyl překonán. Není tedy nutné, navrhovat opatření ke zlepšení. Je na obsluze, zda je pro ni hluk v daném traktoru snesitelný. Pokud ne, může použít některé ochranné pomůcky, jako jsou například sluchátka nebo špunty do uší. Nevýhodou těchto ochranných pomůcek může být přeslechnutí nestandardního zvuku traktoru signalizující poruchu.

Jak jsem již uvedl, měření prašnosti bylo spíše orientačního charakteru. Nejhůře dopadl Zetor Fronterra 135, ve kterém byla průměrná hodnota 0,72 mg/m^3. Je nutné zohlednit podmínky, které panovali při měření. Průměrná hodnota naměřená venku

byla 11,7 mg/m^3, což je nejvyšší průměrná hodnota, která byla naměřena. Naopak nejnižší prašnost byla při podmítce v New Hollandu T6070 a to 0,02 mg/m^3. Průměrná hodnota venku byla 0,05 mg/m^3. Jelikož se nikdo přede mnou nezabýval problematikou prašnosti v kabině, nemám s čím porovnat naměřené hodnoty. Po konzultaci jsem použil k porovnání imisní limit, který je dle Nařízení vlády 597/2006 o sledovaní a vyhodnocení kvality ovzduší 0,05 mg/m^3 za 24 hodin. Do této hodnoty se vešel pouze New Holland T6070 a to jak při podmítce tak i při orbě. Zetor 12145 opět mile překvapil. Z důvodu absence klimatizace a nutnosti mít při práci otevřená okna či dveře je Zetor odkázaný na příznivé počasí.

8 Seznam použité literatury

[1]Akustika, základní pojmy a veličiny v akustice [online]. 17.3.2011. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_02.pdf

[2]Co je to zvuk. In: Multimédia [online]. [2008] [cit. 2013-10-06]. Dostupné z: http://195.178.89.121/mm/k_2_1.htm

[3]Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: 258/2000 Sb. 2000, roč. 2000, 74. Dostupné z: http://www.pravnipredpisy.cz/predpisy/ZAKONY/2000/258000/Sb_258000_.php

[4] Hluk. www.wikiskripta.eu [online.] 2013 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://www.wikiskripta.eu/index.php/Hluk

[5]EKOLOGICKÝ PRÁVNÍ SERVIS. Hluk ve vnějším prostředí: Právní rádce občana obtěžovaného hlukem. http://hluk.eps.cz , 31.8. 2007. Dostupné z: http://hluk.eps.cz/files/Hluk_brozura.pdf

[7]BASRUR, Sheela V. Health Effects of Noise. City of Toronto Community and Neighbourhood Services Toronto Public Health Promotion and Environment Protection Office, 2000. [cit. 2013-10-8]. Dostupné z: http://greylit.pbworks.com/f/Health+Effects+of+Noise+2000.pdf

[8] BAUER, F. Traktory. Praha: Profi Press 2006 ISBN 80-86726-15-0

[10] Poletaví prach – neviditelná hrozba. www.hluk.eps.cz/hluk [online.] 2013 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://hluk.eps.cz/hluk/emise/poletavy-prach-%E2%80%93-neviditelna-hrozba/

[11] Polétavý prach PM 10, PM 2,5, PM 1,0. http://www.cistenebe.cz/ [online.] 2013 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/13-poletavy-prach-pm10-pm25-pm10

[12] Traktor. www.wikipedia.org [online.] 2013 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://cs.wikipedia.org/wiki/Traktor

[13] Svatoš, J., Frolík. J., Základy zemědělské techniky I. Jihočeská universita zemědělská fakulta České Budějovice 2000 ISBN -80-7040-464-7

[16] Zemědělci mají méně traktorů, stroje jsou ale výkonnější. www.denik.cz [online.] 2012 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://www.denik.cz/ekonomika/zemedelci-maji-mene-traktoru-stroje-jsou-ale-vykonnejsi-20120831.html

[21] Iráckou poušť budou brázdit české traktory se speciálními motory. www.idnes.cz [online.] 2011 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://brno.idnes.cz/irackou-poust-budou-brazdit-ceske-traktory-se-specialnimi-motory-1cu-/brno-zpravy.aspx?c=A110121_1518489_brno-zpravy_kol

[24] Historie. www.zetor.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-8]. Dostupné z http://www.zetor.cz/historie

8.1 Zdroje obrázků

[6] Obrázek č. 1 www.isover.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.isover.cz/data/imgs/01013s.jpg

[9] Obrázek č. 2 www.cistenebe.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.cistenebe.cz/images/slovnicek_pojmu/odborne_terminy/velikost_prachovych_castic_big.jpg

[14] Obrázek č. 3 www.starestroje.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.starestroje.cz/stroje.parni.orba.php

[15] Obrázek č. 4 www.traktorysvoboda.ic.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.traktorysvoboda.ic.cz/svoboda10.jpg

[17] Obrázek č. 5 www.desingmagazin.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.designmagazin.cz/foto/2013/03/lamborghini-nitro-0.jpg

[18] Obrázek č. 6 www.gizmag.com [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://images.gizmag.com/hero/new-holland-nh2.jpg

[19] Obrázek č. 7 www.staretraktory.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.staretraktory.cz/wp-content/uploads/2009/07/zetor_8045_01.jpg

[20] Obrázek č. 8 www.masseyferguson.com [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://int.masseyferguson.com/mf8600.aspx

[22] Obrázek č. 9 www.zetor.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.zetor.cz/file/569/irak_2_01.jpg

[23] Obrázek č. 10 www.agromex.cz [online.] 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z http://www.agromex.cz/pdf/939_terminal.jpg