

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

Pracovní podmínky obsluhy v kabinách traktorů s odlišnou výkonností
při orbě

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marie Šítková, CSc.

Autor bakalářské práce:

Jan Reitmajer

České Budějovice, 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan REITMAJER**
Osobní číslo: **Z14112**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Pracovní podmínky obsluhy v kabinách traktorů s odlišnou výkonností při orbě**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování:

V literární rešerši práce se zaměřte na:

1. Rozdělení traktorů podle výkonnosti a jejich vývoj z hlediska konstrukčního uspořádání
2. Vývoj kabin traktorů z hlediska konstrukce a použitého materiálu
3. Hluk, jeho šíření, zdroje hluku u traktorů

V praktické části práce proveďte:

1. Výběr a charakteristiku alespoň tří traktorů odlišné výkonnosti (technické parametry, rok výroby, motohodiny atd.) a pluhů v jejich agregaci v libovolném zemědělském provozu
2. Charakteristiku oraných pozemků (polí) vybranými traktory
3. Měření hladin hluku na pracovním místě obsluhy při pracovní činnosti vybraných traktorů (při orbě) po celou dobu pracovní směny obsluhy
4. Vyhodnocení hlukové expozice (pracovních podmínek) obsluhy na pracovním místě podle legislativy
5. Zhodnocení vlivu výkonnosti traktoru na hlukovou expozici obsluhy na pracovním místě

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

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Glinther-Hansen-Veit. Technische Akustik. Expert Verlag: Esslingen, 2008;
Bauer, F., Sedlák, P., Šmerda, T. : Traktory. Praha: Profi Press, 2006;
Srový, O. a kol. : Doprava v zemědělství. Praha: Profi Press, 2008;
Nový, R.: Hluk a chvění. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2009;
ČSN ISO 9612 Akustika - směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000;
Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2003/10/ES
Firemní katalogy

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marie Šístková, CSc.**

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **15. února 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2017**


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

JHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Studijní středisko
Budečská 1566, 370 00 Česká Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 21. března 2016

Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce

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 15. 4. 2017

Podpis studenta:

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Marii Šístkové, CSc. za její ochotnou pomoc, odborné rady a připomínky, jež mi byly velmi nápomocné během vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji všem obsluhám traktorů, za možnost provedení měření a za poskytnuté informace, které mi byly velmi užitečné k vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt:

V této bakalářské práci byla popsána problematika vývoje kabiny traktorů a jejich konstrukce. Dále zde byl popsán hluk a výkonnostní rozdělení traktorů.

V praktické části byla sledována hluková expozice v místě obsluhy traktoru při orbě. Pro měření byly vybrány tyto traktory: New Holland T8040, Fendt Vario 716, Case Puma 230 CVX, New Holland T7050, John Deere 8530 a Kirovec K-701. Vybrané traktory se vzájemně lišily výkonností, stářím a druhem výrobce.

Měření bylo prováděno v délce jedné pracovní směny, tj. 8 hodin zaznamenávání dat do paměti přístroje.

Klíčová slova: Kolové traktory; orba; akustický tlak; hluk; kabina.

Abstract:

In this work is described problematic of tractor cab development and their construction. Then was described noise and performance distribution of tractors.

In the practical part was monitored noise exposure in the driving area of the tractor during the plowing. For measurements were selected tractor types: New Holland T8040, Fendt 716 Vario, Case Puma 240, New Holland T7050, John Deere 8530 and Kirovec K-701. Chosen tractor types were different in performance, age and vendor.

Measurement was performed in the length of one working shift, i.e. eight hours of recording data in the memory of recording device.

Keywords: Wheeled tractors; plowing; sound pressure; noise; tractor cab.

Obsah:

1. Úvod	9
2. Literární přehled	10
2.1 Prvopočátky kabin traktorů	10
2.1.1 Kabina	11
2.1.2 Bezpečnost kabiny	12
2.1.3 Protihluková opatření kabin	12
2.1.4 Pohlcování hluku	13
2.1.5 Omezení prostupu hluku	14
2.2 Hluk	14
2.2.1 Boj proti hluku	15
2.2.2 Šíření zvuku	16
2.2.3 Účinky hluku na člověka	17
2.2.4 Rizika poškození zdraví hlukem	18
2.2.5 Hluk u traktoru	18
2.2.6 Aerodynamický hluk	18
2.2.7 Mechanické zdroje hluku	19
2.2.8 Hluk na pracovišti	20
2.3 Výkonnostní rozdělení a konstrukční uspořádání traktoru	21
2.3.1 Rozdělení traktorů podle výkonu	22
2.3.2 Traktorové motory	23
2.3.3 Regulační hydraulika	24
2.3.4 Elektronické systémy	24
2.3.5 Brzdová soustava	24
2.3.6 Podvozky traktorů	25
3. Cíl práce	26
4. Metodika	27
4.1 Použitá měřicí technika	27
4.2 Postup měření	27
4.3 Klimatické podmínky	28
4.4 Vyhodnocení naměřených hodnot	28
4.5 Charakteristika traktorů	29
4.5.1 Kirovec K-701	29
4.5.2 New Holland T8040	30
4.5.3 Case Puma 230 CVX	31
4.5.4 New Holland T7050	32

4.5.5 Fendt 716 Vario	33
4.5.6 John Deere 8530	34
4.6 Charakteristika pluhů	35
4.6.1 Lemken Vari-Diamant	35
4.6.2 Pluh 7-PHX-30H	35
4.6.3 Pluh 6-PHX-35H	36
4.6.4 Pluh 5-PHX-401H	36
4.7 Charakteristika pozemků	37
4.7.1 Pozemek č.1	37
4.7.2 Pozemek č.2	38
4.7.3 Pozemek č.3	39
4.7.4 Pozemek č.4	40
4.7.5 Pozemek č.5	41
4.7.6 Pozemek č.6	42
5. Výsledky práce a diskuze	43
5.1 Měření hladin hluku na pracovním místě obsluhy	43
5.1.1 Kirovec K-701	43
5.1.2 New Holland T8040	44
5.1.3 Case Puma 230 CVX	45
5.1.4 New Holland T7050	46
5.1.5 Fendt 716 Vario	47
5.1.6 John Deere 8530	48
5.2 Vyhodnocení hlukové expozice podle legislativy	49
5.3 Vliv výkonnosti traktoru na hlukovou expozici obsluhy	50
6. Závěr	52
7. Seznam použité literatury	53
7.1 Internetové zdroje	53

1. Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na hlukovou zátěž obsluhy v kabinách traktorů při orbě. Člověk je vystaven hluku prakticky celý život. Hluk můžeme definovat jako nežádoucí zvuk, který působí na člověka. Lidský organismus může na nadměrný hluk reagovat sníženou citlivostí sluchu, bolestmi hlavy nebo neschopností soustředit se na práci.

Hluk působí nejen na obsluhu stroje v kabině, ale má i vliv na vnější okolí. U první mechanizace se hluku nevěnovala taková pozornost. První traktory kabinu neměly, u novějších typů se začínala používat kabina k ochraně obsluhy před negativními jevy, v dnešní době rostou nároky na to, aby obsluha měla co nejpříjemnější pracovní podmínky, které vedou k menší únavě obsluhy, vyšším výkonům a lepší kvalitě práce.

Traktory jsou stroje pracující na poli od jara až do prvního sněhu. Z hlediska doby, kdy je orba prováděna, lze orbu rozdělit na jarní, podzimní a zimní. Orba v zemědělství je základní pracovní operací, která slouží k provzdušnění a zapravení posklizňových zbytků a hnojiv do půdy.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část tvoří literární rešerši k oblasti konstrukce kabin, hluku a rozdělení traktorů podle výkonnosti. Druhá část obsahuje samotné měření hluku v pracovním prostředí obsluhy, které probíhalo přímo na poli při jarní a podzimní orbě.

2. Literární přehled

2.1 Prvopočátky kabin traktorů

První traktory, které se začaly vyrábět, nebyly osazené vůbec kabinou. Obsluha traktoru pracovala ve velice nepříznivých a obtížných pracovních podmínkách. Klimatické podmínky, před kterými neměla obsluha možnost se chránit, zhoršovaly pracovní prostředí a nebyla možnost se před těmito vlivy se schovat. Traktoristé byli vystaveni velkému nebezpečí, pokud by se traktor převrátil, mohlo dojít ke zranění nebo i smrti. Dalším úskalím byl obrovský hluk, účinkující na obsluhu. Prvním náznakem ochrany obsluhy byl ochranný rám, který byl umístěný za sedadlem obsluhy (Obrázek č. 1). Rám měl zajistit bezpečnost při převrácení stroje, obsluha byla tímto částečně chráněna před zraněním. Obsluhu ale stále ovlivňoval hluk od motoru. [1]



Obrázek 1 - Traktor Guldner

Později se začaly objevovat kabiny, které chránily řidiče i spolujezdce zepředu, z obou boků a zezadu byla kabina otevřená, jednalo se o tzv. „polouzavřené“ kabiny (Obrázek č. 2). Kabina byla vybavena z levé strany posuvnými dveřmi. Pro obsluhu to znamenalo, že už je nyní chráněná meteorologickým účinkům, tj. dešti a větru. V zimním období si mohl řidič do kabiny zavést teplý vzduch od motoru. Kabina nedokázala ale teplo dlouho udržet, z důvodu otevřené zadní části kabiny, tudíž teplo velice rychle unikalo. Střechu kabiny tvořila laminátová skořepina, která se dala v přední části nadzvednout. Obsluhu před převrácením chránil ochranný trubkový rám, který byl připevněn k bloku motoru a v zadní části k převodové skříni. [2]



Obrázek 2 - Polouzavřená kabina

U novějších traktorů se začínaly vyrábět bezpečnostní kabiny, které byly uzavřené. Konstrukce byla svařená z dílčích ocelových profilů. Nosné profily mají specifickou formu průřezu. Obsluha byla chráněna ze všech stran a v zimě mohla být plně vytápěna. Kabina disponovala velkým prostorem, pro obsluhu to znamenalo daleko lepší rozmístění ovládacích prvků, a také lepší výhled z kabiny. Tyto, ale i dnešní kabiny jsou konstruovány s dvěma výklopnými dveřmi a v zadní části kabiny se nachází výklopné okno. [1]

2.1.1 Kabina

Konstrukce, odhlučnění i to, jak jsou v kabině uspořádané ovládací prvky, má velký vliv na obsluhu. Při nedodržení těchto faktorů bude u obsluhy docházet k ovlivnění pracovního prostředí nebo k ohrožení jeho zdraví. Velká prosklená plocha přispívá k bezpečnosti obsluhy, ale také bezpečnosti stroje. Pokud nebude mít obsluha dokonalý výhled z kabiny, z důvodu špatně zvoleného umístění výfukového potrubí, může dojít k přehlédnutí překážky, což by mohlo mít za následek poškození stroje. [1]

Samotná kabina je tvořena svařeným ocelovým rámem. Čtyři až šest sloupků propojuje spodní a horní část. Sloupky mají důležitost v ochraně obsluhy při převrácení nebo nárazu. Konstrukční kabiny musí splňovat předpisy Evropské hospodářské komise OSN a Evropské unie. Záměrem předpisů je zvýšení bezpečnosti a omezení nepříznivých účinků, které během provozu stroje působí na řidiče. Předpisy kladou důraz na velikost síly, která musí být vynaložena operátorem na ovládací zařízení, dále na umístění ovladačů a v neposlední řadě na zařízení poskytující informace o činnosti traktoru. Z důvodu velkých vibrací přicházející od

podvozku, je kabina v přední části uložena na pryžových silentblocích a v zadní části na vinutých pružinách, které tlumí vibrace. Pokud je kabina odpružena, zamezuje se k rozkmitávání některých plastů a ovládacích prvků, tudíž se i snižuje hluk v kabině. Uložení kabiny nesmí bránit přístupu k převodové skříni a hydraulice při servisní kontrole. Aby nemuselo docházet k úplné demontáži kabiny, mohou se některé kabiny vyklonit proti směru jízdy nebo do boku. V odpružených kabinách se používají i odpružené sedačky, a to pneumaticky nebo hydraulicky odpružené. Sedadlo neplní funkci jen jako tlumící prostředek vibrací, ale je tvořeno aktivním povrchem, který odvádí pot. [3]

Součástí moderních kabin je klimatizace, která vytváří optimální teplotní podmínky v kabině. Podmínky mohou být snímány pomocí čidel, která jsou rozmístěná uvnitř kabiny, čidla snímají aktuální teplotu a systém klimatizace ji udržuje v nastavených podmínkách. Nasávaný vzduch je zbaven nečistot a rozveden kanály do kabiny. V kabině jsou ventilační otvory rovnoměrně rozmístěné, aby byla zajištěna cirkulace vzduchu. Sedačky se dokáží automaticky přizpůsobit hmotnosti řidiče a rychlosti traktoru. Některé kabiny je možné celé otočit. Toto řešení slouží k perfektnímu řízení traktoru směrem vzad nebo může být traktor vybaven otočným sedadlem a k řízení slouží přídatný volant umístěný v zadní části kabiny.

2.1.2 Bezpečnost kabiny

Veškeré kabiny používané na zemědělských strojích musejí být osazeny bezpečnostní kabinou nebo rámem, pro ochranu obsluhy. Kabina musí mít dostatečnou velikost, z důvodu možného poškození, např. při převrácení stroje. Kabina a rám nesmí ovlivňovat viditelnost, manévrovatelnost traktoru ve stísněném prostoru, vlastní stabilitu např. zvýšeným těžištěm a v neposlední řadě nesmí ovlivnit přístupnost k ovládacím prvkům traktoru. Čelní sklo kabiny musí být čiré, které se při rozbití neroztříští. Kabina nesmí mít nebezpečné hrany nebo vyčnívající prvky, které by mohly v případě převrácení způsobit poranění obsluhy a cestujících. Sedadlo řidiče musí pohlcovat vibrace, umožňovat nastavení podle hmotnosti a výšky obsluhy, dále musí být vybavené opěrkou ruky. Schůdky slouží k snadnějšímu nastoupení a vystoupení obsluhy. Všechny pedály s výjimkou akcelérátoru, musejí být z hrubého nebo protiskluzového povrchu s dostatečnou velikostí. [4]

2.1.3 Protihluková opatření kabin

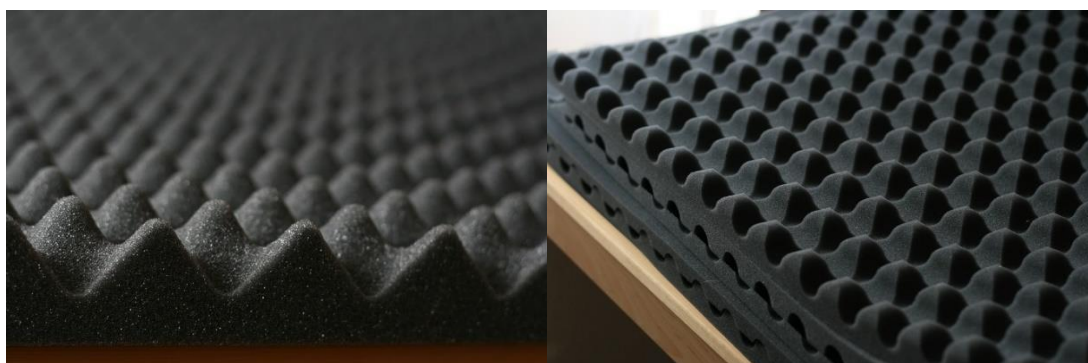
Člověk vede boj proti rušivému zvuku, který mu znepříjemňuje pobyt, zhoršuje podmínky při práci a hlavně ohrožuje jeho zdravotní stav. [5]

Lidé se necítí dobře v prostředí, které má neobvykle nízkou hladinu akustického tlaku okolo 20 dB, což je hluboké ticho. 30 dB člověk vnímá jako příjemný klid. Lidský organizmus nemá možnost se proti akustickým signálům nikterak bránit, z toho důvodu je pro něj nebezpečný. Jestliže působí sluneční paprsky na lidské oko, mozek tuto situaci vyhodnotí tím, že přivře nebo zcela zavře oči. Lidské ucho se nebezpečnému zvuku takto bránit nemůže. Jak již bylo psáno výše, škodlivý zvuk snižuje produktivitu a kvalitu práce, tudíž i bezpečnost. To vše se negativně projevuje například i na poli, kdy se prokázalo, že pokud je investováno do zabezpečení akustiky obsluhy v kabině, zvýší se kvalita odvedené práce, sníží se nemoci a úrazovost pracujících. [6]

2.1.4 Pohlcování hluku

Pro výrobce pohltivých materiálů jsou velice důležité informace o vývoji. Naopak spotřebitel si vybírá materiál podle jeho pohltivosti, získává tak informace o vlastnostech pohltivých látek. Tyto informace jsou důležité při rozhodování, který materiál si vybere a jak s ním naloží. Pohlcování zvuku se rozumí přeměna zvukové energie na energii jinou.

K pohlcení hluku se používají polyuretanové pěny (Obrázek č. 3), což jsou molitany s hydrofóbní úpravou proti vlhkosti a nízkou hořlavostí. Jejich hlavními výhodami je lehkost a dobrá tvarovatelnost. Tvar molitanu může být různý, buď tvar vlnky nebo rovné desky. Pro pohlcování hluku se používají pevné látky, v jejichž objemu se nacházejí malé vzduchové bublinky. Poměr těchto bublinek, k celkovému objemu látky je 60–95 %. Pokud má látka dobře pohlcovat zvuk, musí být její póry navzájem propojené, aby se mohl zvuk jimi dále šířit. [7]



Obrázek 3 - Polyuretanové pěny [8]

Dalším možným způsobem pohlcování hluku v kabině je instalace protihlukových desek. Protihluková deska se uplatňuje jako pohlcovač nežádoucího hluku a vyrábí se z akusticky absorpčního materiálu. Výhodou použití těchto desek je, že dokáží odolat vysokým teplotám a povětrnostním vlivům. Z internetových

stránek je patrné, že se tyto desky používají k zvukovému utěsnění kabin, prostory, kde se nacházejí kompresory a vzduchotechnika. Pro ještě lepší funkce a vlastnosti, se vyrábějí desky, které mají na povrchu hliník a PVC. [9]

Skelné vaty se používají k tepelné, protipožární a zvukové izolaci. Vata se skládá ze slisovaných minerálních vláken o tloušťce 6-9 μm . Výhodami jsou stlačitelnost, což je výhodné při přepravě, odolnost vůči vysokým teplotám do 550 °C. Díky tomu, že je vyrobená z přírodních surovin, je šetrná k životnímu prostředí, odolává houbám, plísním a hnilobě. Skelné vaty se nedoporučuje používat v místech, kde je vysoká vlhkost. [10]

2.1.5 Omezení prostupu hluku

Pro snížení prostupu hluku do kabiny se využívají elastické materiály, což jsou pryže EPDM, které mají různou hustotu. Mezi výhody těchto desek patří teplotní odolnost, nenasákavost, nízká hmotnost, odolnost proti stárnutí a namáhání. Nevýhodou je její vysoká cena. [11]

Dalším možným typem omezení prostupu hluku je stříkání pěny dovnitř sloupků karoserie, vzniká tak bariéra k šíření hluku. Takové to prostory jsou špatně odvětratelné.

Jako protihlukový materiál lze použít pryž k utěsnění oken kabiny, nabízí se celá řada provedení a profilů. Profily jsou vyráběné z EPDM polymeru. Pryž tak dokáže odolávat UV záření a povětrnostním vlivům. [12]

Kombinovaný materiál, tzv. sendvičový, slučuje funkci prostupu a pohlcení hluku. Na povrchu mají krycí materiál, což může být hliníková folie nebo textilie. Tyto materiály nabízí odolnost vůči „všemu“, výhodnější je používat materiály jednotlivě a v místě potřeby je vrstvit. Tyto materiály se používají k utěsnění podlahy. [11]

2.2 Hluk

Hlukem je označován každý nežádoucí zvuk, který nelze nijak fyzikálně definovat. Základem slyšitelného zvuku je kmitání pružného prostředí o frekvenci 20 až 20 000 kmitů za sekundu, které se šíří určitou rychlostí a v určitém prostředí. Akustická vlna se ve vzduchu dokáže šířit rychlostí až 340 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, ve vodě je šíření mnohem rychlejší a to až 1440 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. [6]

Fyzikální charakter zvuku se skládá z mechanického chvění elastických materiálů. Tato chvění vznikají, pokud jsou molekuly rozpořívány vnějšími silami. Zvuk se může vyskytovat v kapalném, plynném a pevném materiálu.

Všeobecně rozdělujeme zvuk na zvuk těles a zvuk vzdušný. V běžném životě se nejčastěji setkáváme se vzdušnou formou zvuku. Zvuk se ve vakuu šířit nemůže. [13]

Zvuk je přirozeným projevem přírodních jevů, možnost slyšet je pro člověka nejbohatší zdroj informací a velice efektivním poplašným systémem. Nadměrný hluk ohrožuje životní prostředí, proto nikdo nemá žádné pochybnosti o tom, že hluk je zlo, které má na člověka negativní účinky. Hluk působí masově na obyvatele, ale pokud se porovná se znečištěním vzduchu, nevyvolává hromadný výskyt onemocnění. Nejpodstatnější vlastností zvuku a hluku, je že se velice dobře šíří do velkých vzdáleností až stovky metrů. Hluk může zcela obklopit místo pracoviště. Akustická energie se projeví tak, že nebude možné určit, kde se zdroj zvuku nachází. Tento jev vzniká hlavně v uzavřených a polouzavřených prostorech, postihuje nejen člověka, který zdroj obsluhuje, ale i toho, kdo se zdrojem nemá žádnou spojitost. Technická literatura uvádí, že narůstá hlučnost v našem životním prostředí přibližně o 1 dB za rok. Pokrok techniky neustále zvyšuje výkon strojů, tudíž existuje přímá vazba mezi mechanickým a akustickým výkonem. Se zvyšujícím se výkonem přímo úměrně vzrůstá také akustický výkon, což je jeden z důvodů nárůstu hlučnosti. Na vzrůstající hlučnost mají vliv i konstrukce strojů, které se vyrábějí z lehkých materiálu. Odlehčený materiál snižuje hmotnost stroje, ale nemůže tak dobře izolovat zvuk. [6]

2.2.1 Boj proti hluku

Pokud chceme snížit hluk, musí se naše snažení soustředit do procesu výroby, kde se dají realizovat protihluková opatření. Existuje několik způsobů, jak lze hluk potlačit.

Metoda dispozice – je založena na vhodném umístění hlučných strojů nebo hlučných prostor od chráněných a méně hlučných míst. Je třeba na to pamatovat zejména při územním plánování, umístěním letišť, vytížených dopravních komunikací a to tak, aby hlučné provozy a stroje co nejméně ovlivňovaly akustiku v chráněných zařízeních, jako jsou školy, sídliště, nemocnice a rekreační oblasti.

Metoda izolace – jejímž základním principem je odizolování hlučného stroje, nebo hlučného prostoru od prostoru chráněného. Tato metoda se uplatňuje ve stavebnictví, kde se výpočtem stanovují zvukotěsné materiály používané v příčkách zdí a stropů. Ve strojírenském průmyslu, kde není jiná možnost snížení hlučnosti přímo ve zdroji, se okolo zdroje hluku umisťují zvukoizolační kryty, jejíž hlavním účelem je zamezení šíření hluku do okolního prostředí.

Metoda prostorové akustiky – se využívá v prostorách, které jsou akusticky velice náročné. Využívají se hmoty a konstrukce s dobrou pohltivostí. Úkolem je pohlcovat akustickou energii a přeměňovat ji na teplo.

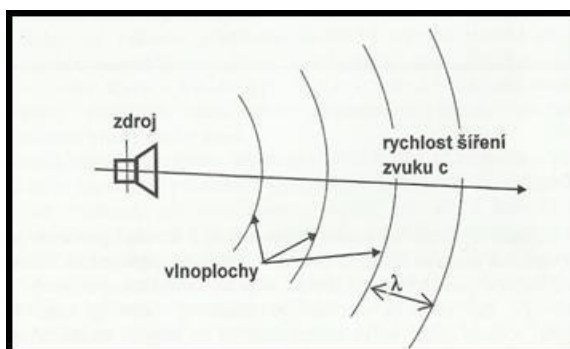
Metoda redukce hluku ve zdroji – spočívá v odstranění zdroje hluku nebo alespoň částečné snížení jeho hlučnosti. Tento způsob boje je nejvíce účinný a nevyžaduje tak velké finanční prostředky. U některých pneumatických strojů se utlumily vibrace a tím došlo i ke snížení hluku vyřazujícího se od stroje. U spalovacích motorů se dělají úpravy v systému sání a výfuku. V dnešní době není možné navrhovat stroje zcela bezhlučné, což není ani žádoucí, jelikož u některých strojních zařízení může sloužit k indikaci technického stavu stroje.

Metoda osobních ochranných pomůcek – se uplatňuje v případě, že všechny předchozí zmíněné metody nebylo možné použít nebo nemají takový efekt, aby došlo ke snížení hlukové expozice. Proto musí člověk využívat osobní ochranné pomůcky, což jsou tlumící zátky do ucha nebo sluchátkové chrániče. Posledním možným opatřením, který vede ke snížení hlučnosti v prostředí, je zkrácení doby, po kterou je pracovník vystaven vysoké hlučnosti.

Pokud chceme dosáhnout nejdokonalejšího snížení hlučnosti, je vhodné použít kombinaci všech předešlých metod. V první řadě se používají ty metody, které v konkrétním řešení jsou technicky vhodné, nejvíce snižují hlučnost a nejsou tak ekonomicky náročné. Méně účinné způsoby mohou být u některých navrhovaných opatření vypuštěny a to z toho důvodu, že snižují útlum hluku jen o nepatrné množství. Aktuálním úkolem je zpomalení růstu hlučnosti v životním prostředí a omezit tím negativní účinky, které působí na člověka.

2.2.2 Šíření zvuku

Akustický signál vychází od svého zdroje do prostředí ve formě vlnoplochy (Obrázek č. 4). Zvuk se do prostředí šíří pomocí Huygensova principu. Huygensův princip zní: „Každý bod vlnoplochy, do něhož dospělo vlnění v určitém okamžiku, můžeme pokládat za zdroj elementárního vlnění, které se z něho šíří v elementárních vlnoplochách, vlnoplocha v dalším časovém okamžiku je vnější obalová plocha všech elementární ploch“. [14], [6]



Obrázek 4 - Šíření zvuku [6]

2.2.3 Účinky hluku na člověka

Účinky hluku ovlivňující lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismů mající vliv na jeho funkci. Pokud je člověk vystaven vysokým hladinám akustického tlaku L_{Amax} 130-140 dB, dochází k poškození sluchového aparátu. Následkem je poranění bubínku a blanitého labyrintu. Při dlouhodobém působení hluku na sluchový aparát dochází k jeho poškození, z počátku se projevuje změnou smyslových a nervových buněk vnitřního ucha, dochází ke zvýšení sluchového prahu a v další fázi ke zhoršení sluchu a v konečné fázi ke špatnému porozumění řeči. Poškození sluchu je prokázáno u pracovních pozic, u kterých jsou vyšší hladiny akustického tlaku, trvajících i několik let. Riziko poškození sluchu nemusí být jen v pracovním prostředí, ale i u lidí žijících v blízkosti frekventované silnice, nebo pokud se ve volném času vystavují vyšší hlukové zátěži. [15]

Účinky hluku mají také vliv na spánek. Pokud působí hluk v době spánku na člověka, projevují se změnami fyziologickými, což jsou změny tepové frekvence, změny doby spánku, vysoká pohyblivost ve spánku, nesnadné usínání, v noci časté probouzení nebo časně vstávání. Hluk obtěžující spánek je zdravotní problém, vedoucí k dalším poruchám zdraví např. zkrácení délky života, častější pracovní úrazy, deprese ale i obezita.

Hluk závažným způsobem narušuje i mezilidskou komunikaci, vysoká hlučnost pozadí donucuje zvyšovat hlasitost řeči mluvčího, následkem je hlasová únava a ztráta srozumitelnosti příjemce. Zhoršení komunikace má řadu důsledků v mezilidských vztazích, např. podrážděnost, nespokojenost a nejistotu.

Hluk může být také obtěžující, vlivem toho dochází ke změně chování lidí, např. stěhováním, psaní stížností, petic ale i zhoršení přátelských vztahů. Obtěžování hlukem s kombinací rušení spánku působí na lidský organismus stres. Na obtěžování se přihlíží jako na zdroj stresu, který se může projevit zdravotními

problémy. Rozsah obtěžování je ovlivněno více faktory, jsou to např. hladina akustického tlaku, délka trvání hluku a vibrace. Každý příjemce působí na obtěžující hluk jiným způsobem, v populaci je cca 15 % osob velice senzitivní vůči hluku, dalších 15 % osob to dokáže tolerovat. Zbýlých 70 % populace platí, že zvyšující se hlasitost vede k jejich obtěžování.

2.2.4 Rizika poškození zdraví hlukem

Riziko může nastat špatným rozhodnutím o určité činnosti, které povede ke snížení výkonu nebo i ke škodě. Riziko je součástí každého rozhodnutí, a to dokáže ovlivnit výsledek činnosti. Každá činnost vykonávána člověkem, má určitá rizika. Pokud roste počet činností, zvyšuje se i riziko, a proto je nutné přijmout nařízení, které povede ke snížení rizika poškození zdraví hlukem.

2.2.5 Hluk u traktoru

Traktor je podstatný zdroj hluku, při práci ovlivňuje samotného řidiče nebo obsluhu strojního zařízení taženého traktorem. Hluk traktoru ovlivňuje také chodce, kteří nejsou nijak spojováni s traktorem. [6]

Zdroje hluku lze rozdělit do dvou zásadních skupin. První skupinou jsou nazývány aerodynamické zářiče akustické energie, kde zvuk vzniká turbulentním prouděním tekutiny nebo proudem obtékání těles. Druhou skupinou jsou mechanické zdroje zvuku, což jsou akustické zářiče, jejichž povrch kmitá, tím vyvolává kmitání i okolní vrstvy tekutiny, kterou se rozruch šíří ve formě vlnění.

2.2.6. Aerodynamický hluk

Tento hluk lze charakterizovat jako zvuk vznikající působením proudu vzduchu na okolní obklopující se prostředí. Nedochozí tedy ke kmitání těles, ale příčinou je pohyb vzduchu.

Hluk ventilátorů vzniká prouděním vysoce turbulentního vzduchu ventilátorovým kolem a spirální skříní. Hluk je charakterizován širokopásmovým spektrem a jeho akustický výkon roste s mocninou rychlosti proudícího se vzduchu. Tento hluk může být překrýván sirenovým hlukem. Hluk ventilátoru se šíří sacím a výtlačným potrubím do venkovního prostoru. Pokud ventilátor nepracuje v bodě jeho nejlepší účinnosti, roste hladina akustického výkonu. Poruchy oběžného kola, které vznikly neodborným zásahem do hrdla ventilátoru, mohou způsobit zvýšení hladiny akustického výkonu o 10 až 15 dB. Vlastností všech ventilátorů je fakt, že množství, které ventilátor dopravuje, roste lineárně se zvyšujícími se otáčkami.

2.2.7 Mechanické zdroje hluku

Trh je stále nenasycen výkonnými stroji, konstruktéři jsou proto nuceni vyvíjet kvalitnější a ekonomicky přijatelnější strojní zařízení. Konstruktéři zvyšují výkon pomocí vyšších otáček a to má za následek, že část příkonu připadá na mechanické ztráty. S tím souvisí akustické vlastnosti strojního zařízení. Hlavní příčiny hluku valivých ložisek lze shrnout do několika bodů. Již z výroby mají valivá tělesa a oběžné dráhy ložiska odchylky od ideálního geometrického tvaru, tudíž při pohybu jednotlivých elementů dochází k mechanickým rázům, které lze považovat za zdroje budoucích sil. Chvění ložiska se vyzařuje prostřednictvím přiléhajících konstrukčních prvků formou akustické energie do okolního prostředí a lidské ucho to vnímá jako nežádoucí hluk.

Prokluz ložisek může být dalším zdrojem hluku. Prokluz vzniká průvodním jevem nedokonalého odvalování. Vnitřní nevyvážené hmoty působí nepříznivě a při vysokých otáčkách vyvolávají velké dynamické síly, tudíž pohon ložisek může zvýšit vlastní hluk.

Na hluku ložisek se může také projevat i to, jak jsou ložiska uložena. Valivá ložiska jsou poměrně malého rozměru a účinným zdrojem hluku se může ložisko stát jen tehdy, pokud je vázáno s okolní konstrukcí stroje. Chvění se přenáší do tyčí a desek, které díky velkým rozměrům již beze ztrát vyzařují akustickou energii do okolního vzduchu.

Záběrem jednotlivých zubů ozubených kol, vznikají dynamické síly, které rozkmitají jednotlivé části převodové skříně. Chvění se přenáší na plášť převodové skříně a ten pak vydává hluk do okolního prostředí. U ozubených převodů nelze zcela zamezit vznikům rázů, při záběrech jednotlivých zubů. Přidáním pružných vložek do míst častých úderů, dojde ke zmenšení záběrových rázů a zvýší se poddajnost zubů. Toho lze dosáhnout vytvořením drážkování ve věnci kola. Jestliže se zmenšují vůle, klesá budící síla s druhou mocninou a pokud se použijí vhodné mazací prostředky, často se sníží hluk o 4 až 6 dB. Nízkou hlučnost mají kola s šikmým ozubením, než kola s přímými zuby. Kola s šikmým ozubením jsou přesnější, jelikož v záběru je vždy více zubů. Udává se, že zuby s šikmým ozubením jsou o 5 dB tišší než kola s přímými zuby. Značný vliv na hluk má také obvodová rychlost kol.

Plášť převodové skříně má podstatný vliv na výsledný hluk. Pokud jsou kladeny obzvlášť vysoké nároky na nízkou hlučnost převodovek, zakrývají se převodovky zvukoizolačním krytem.

Spalovací motor se vyznačuje přerušovaným sacím a výtlačným procesem. V kanálech proudí kapaliny nerovnoměrně, což je příčinou hlučnosti. Spalovací motory jsou opatřeny tlumičem sání a v nejbližším okolí vytváří hladinu akustického tlaku i přes 120 dB.

K tlumení hluku sání a výfuku se používají tlumiče. Proces tlumení spočívá v potlačení budoucího podnětu změnou jeho intenzity. Útlum podléhá konstrukci tlumiče. Tlumič může pracovat na principu reflexe, tzn. dosažení útlumu pomocí zahnutí nebo použitím odboček. **[16]**

Stykem pneumatiky s vozovkou vzniká hluk a ten může se rozdělit do několika skupin:

- vibrace pneumatiky,
- adheze a pohyby pryžového běhounu na povrchu vozovky,
- aerodynamické procesy mezi běhounem pneumatiky a vozovkou a v běhounu pneumatiky,
- otřesy a nárazy mezi povrchem vozovky a běhounem pneumatiky.

Vrchní vrstva pneumatiky se nazývá dezén, složený z drobnějších bloků. Při odvalování pneumatiky dochází k narážení na povrch vozovky, to způsobuje jejich vibraci a chvění celé pneumatiky. Vibrace je zapříčiněna pohybem dezénových bloků po povrchu vozovky. **[17]**

Širší pneumatiky zvyšují hlučnost, jelikož se zvětšuje plocha, kterou se pneumatika dotýká povrchu silnice. Pokud budeme mít dvě stejné pneumatiky, ale jedna bude širší než druhá, vyšší hluk vyvine širší pneumatika. **[18]**

Povrch komunikace, přesněji struktura vozovky, je velice důležitý na vznikající hluk. Povrch vozovky označovaný jako protihlukový, dokáže snížit hluk vznikající od povrchu vozovky až o 12 dB oproti klasickému asfaltovému povrchu. Některé země světa pracují na vývoji tišších vozovek. Tyto tiché povrchy jsou dražší, ale ušetří se peníze za budování protihlukových stěn podél silnic. **[19]**

2.2.8 Hluk na pracovišti

Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. stanovuje limity hluku na pracovišti o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ze dne 15. června 2016. Limity ustáleného a proměnného hluku jsou následující:

(1) Přípustný expoziční limit ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený:

a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{eq,8h}$ se rovná 85 dB,

b) expozicí zvuku $A E_{A,8h}$ se rovná 3640 Pa²s, pokud není dále stanoveno jinak.

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

(3) Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavci 2, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ se rovná 70 dB.

(4) Hodnocení ustáleného a proměnného hluku podle průměrné expozice se provádí, pokud pracovní doba ve sledovaném období je proměnná nebo když se hladina hluku v průběhu sledovaného období mění, avšak jednotlivé denní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v $L_{Aeq,8h}$ od výsledků opakovaných měření a při žádné z expozic není překročena hladina akustického tlaku L_{Amax} 107 dB.

(5) Při stanovení průměrné expozice hluku na pracovišti za sledované období se vychází z celkového počtu směn v daném období a počtu směn, při kterých je zaměstnanec exponován hluku.

(6) Postup podle odstavce 5 se použije také v případě pravidelných nebo nepravidelných směn s odlišnou dobou trvání než 8 hodin, při proměnlivém počtu hodin za sledované období, avšak jednotlivé denní expozice hluku je třeba nejprve přepočítat na pracovní dobu 8 hodin. [20]

2.3 Výkonnostní rozdělení a konstrukční uspořádání traktoru

Podle vyhlášky č. 341/2002 Sb. je definován traktor jako motorové vozidlo, vybavené koly nebo pásy, jejichž hlavní funkcí je tažná síla a která jsou zvláště konstruována pro tažení, tlačení, nesení nebo pohon určitého náradí, strojů nebo přípojných vozidel, určených pro užití zejména v zemědělství nebo lesnictví. Mohou být vybavena pro přepravu nákladu a osob. [21]

Před samotným nákupem traktoru je důležitý výběr a ten ovlivňuje mnoho faktorů:

- bezpečnost obsluhy a provozu (srozumitelnost návodu k obsluze),
- energetická náročnost provozu (spotřeba pohonných hmot),
- ekologie provozu (úroveň emisí),
- spolehlivost a životnost stroje a jeho součástí (četnost poruch),
- technické přednosti stroje (výkon motoru),
- nenáročná údržba (složitost úkonů při údržbě),
- estetický vzhled stroje (barva, odlišnost od ostatních),
- úroveň ovládání stroje,
- náklady na zakoupení,
- ostatní vlivy (tradice značky, předváděcí akce, testy, doporučení). [22]

2.3.1 Rozdělení traktorů podle výkonu

Rozdělení traktorů podle výkonu předurčuje jejich pracovní nasazení podle náročnosti a pracovní činnosti.

Traktory se podle výkonu rozdělují na:

- malotraktory do 30 kW,
- nízké výkony motorů 30–50 kW,
- střední výkony motorů 50-90 kW,
- vysoké výkonu motorů 90-120 kW,
- velmi vysoké výkony motorů 120-220 kW,
- extrémně vysoké výkony motorů nad 220 kW.

Každý výrobce si jednotlivé výkonnosti řady rozděluje podle svého uvážení. Výběr traktoru ovlivňuje výměra zemědělské nebo orné půdy. Nejvíce používané traktory jsou o výkonu 30–90 kW, nacházejí své uplatnění u soukromých zemědělců. Zemědělské podniky obhospodařující velké plochy, nakupují výkonnější stroje i nad 220 kW. [23], [24]

Malotraktor je traktor, určený pro práci na malých pozemcích nebo například i ve vinicích (Obrázek č. 5). Malotraktorem je většinou označován traktor s výkonem motoru do 30 kW. Výrobci reagují na potřeby trhu a dodávají na trh malotraktory s univerzálním použitím. Malotraktory se vyrábějí i bez kabiny, u kterých může být namontovaný ochranný rám. [22]



Obrázek 5 - Malotraktor Farmář 30 HP

Traktory disponují výkonem motoru od 30 kW až do výkonu nad 220 kW. Traktory jsou schopné projet nepříznivým terénem, a to z důvodu lepší průchodnosti nebo pomocí kloubového řízení.

Po stránce koncepčního uspořádání traktorů nelze předpokládat v blízké budoucnosti významné změny. Velkým problémem bude u nejvýkonnějších traktorů zatížení náprav, s tím souvisí utužení půdy a podorniční vrstvy. Není nereálná představa vícenápravového kolového traktoru, který se již před několika lety objevil, tato koncepce traktoru bude splňovat budoucí legislativní předpis, zohledňující nepříznivé utužování půd. [16]

Traktor v posledních dvou stoletích zcela nahradil lidskou sílu, ale také potahové energetické zdroje. Konstruktoři se začali soustředit na vývoj energetického prostředku a pracovního stroje, s využitím pro mechanizování pracovních operací, jakými jsou zpracování půdy, sklizeň zemědělských produktů a přepravu materiálů. Předchůdcem traktoru byl parní a později motorový pluh. Později se vyvinul víceúčelový energetický zdroj, což byl traktor a pracovní stroj. Snem konstruktérů je navrhnout mobilní energetický prostředek, který by byl plně schopen nahradit univerzální traktory, jednoúčelové sklizňové stroje i nákladní automobily. Předpokládá se, že v budoucnu se budou zdokonalovat všechny typy mobilních energetických prostředků.

2.3.2 Traktorové motory

Většina výrobců zabývající se výrobou a vývojem motoru, vyvozuje od základního typu motoru, který je daný počtem válců a pracovním objemem motoru.

Vývoj a výrobu motoru ovlivňuje mnoho aspektů, např. požadavky trhu, vývojové oddělení, počet kusů a také návaznost typové řady. Přepřehované motory dosahují vyšších výkonů, při minimální změně a vlastní hmotnosti motoru. V některých případech dochází i ke zlepšení provozních parametrů nebo i snížení spotřeby paliva. Přepřehované motory využívají energii výfukových plynů v turbíně, která pohání kompresor a ten dodává vzduch do spalovacího prostoru. Při vyšších tlacích dochází k zahřívání vzduchu v kompresoru, proto je nutné ho před vstupem do motoru ochladit. [25]

2.3.3 Regulační hydraulika

Regulační hydraulika je určena pro regulaci třibodového závěsu traktoru a významně ovlivňuje tahové vlastnosti traktorů. Většina traktorů je vybavena regulačními systémy třibodového závěsu: polohovým, silovým a smíšeným. Správné používání regulačních systémů s kombinací dalších regulačních prvků zřetelně ovlivňuje spotřebu nafty, výkonnost a kvalitu práce.

2.3.4 Elektronické systémy

Dnešní moderní traktory jsou již zcela vybavené elektronikou. Zejména střední a nižší výkonové třídy používají větší množství elektronických prvků. Důležitá je provázanost jednotlivých prvků než jejich uplatnění. Propracovanost elektroniky traktorů je závislá na konstrukci a celkové technické úrovni traktoru. Výrobci se ale snaží o co nejlepší praktické uplatnění regulačních systémů, s cílem dosažení lepších provozních parametrů a usnadnění práce obsluhy.

Nejpoužívanějším systémem se stala digitální sběrnice zvaná CAN-Bus. Tento systém umožňuje vzájemnou komunikaci mezi traktorem a pracovním nářadím. [16]

2.3.5 Brzdová soustava

Brzdové ústrojí je povinnou výbavou traktorů pro zajištění bezpečnosti jejich provozu jak při práci v polních podmínkách, tak i při dopravě po komunikacích. Hlavním smyslem brzd je snížení rychlosti jízdy nebo zastavení dopravního prostředku s přípojným strojem. Dále musí zabránit samovolnému rozjetí stojícího vozidla na svahu a u některých traktorů se používají brzdy také k zatáčení. Brzdy musí mít velkou provozní spolehlivost, vysokou životnost, musí být nenáročné na obsluhu a údržbu se snadným ovládním. Brzdové ústrojí traktoru umožňuje také dodávání energie a ovládní brzd přívěsu nebo jiného přípojného stroje. Podle účelů použití se brzdy dělí na:

- provozní – používané při jízdě traktoru,
- parkovací – zajišťují vozidlo proti rozjetí při stání na svahu,
- nouzové – musí zajistit zastavení vozidla při selhání provozní brzdy, tuto funkci plní parkovací brzda,
- zpomalovací (odlehčovací) – snižuje, popř. udržuje rychlost vozidla, nezajišťuje jeho zastavení. [26]

2.3.6 Podvozky traktorů

Podvozek je základní nosnou částí traktoru, umožňující řízení a jízdu traktoru. Podvozek musí nést pracovní nářadí, musí umožňovat změnu rozchodu kol nebo i změnu světlé výšky. U konstrukce podvozků nedochází k zásadním změnám, velký důraz je kladen na snižování přenosu jízdnicích nerovností do pracovního prostředí řidiče. Konstrukčně se to řeší pneumatickým odpružením. Častějším řešením je hydropneumatické odpružení přední nápravy nebo nezávislým zavěšením kol. Řízení traktoru je řešeno hydrostaticky, což neomezuje výrobce, neboť mezi volantem a řízenými koly není žádná mechanická vazba.

Bezrámová samonosná konstrukce je uspořádána tím způsobem, aby jednotlivé skříně motoru, spojky, převodovky a rozvodovky odolávaly namáhání a deformacím při jízdě. Tato konstrukce má vysokou hmotnost jednotlivých skupin, ne zcela optimálně rozložena hmotnost a obtížný přístup k jednotlivým strojním skříním. Tato konstrukce se uplatňuje u traktorů nižší výkonové třídy. [25]

Polorámová konstrukce nese některé strojní skupiny, motor a převodovku. Rám je přimontován k zadní nápravě s rozvodovkou. Skříň motoru a převodovky nemusí splňovat nosnou funkci, proto mají nižší hmotnost a výhodnější konstrukci. Umístění v rámu se může podílet na vhodné rozložení hmotnosti, tím se ovlivňují trakční vlastnosti. Na polorám se upevňuje přední hydraulický závěs.

U kolových traktorů se stále více používá jiná konstrukce a to tzv. rámová. Tato konstrukce způsobila rostoucí zatížení nářadím na předním i zadním hydraulickém závěsu. Nosnou funkci plní rám a strojní skupiny mají nižší hmotnost. Jejich umístění v rámu přispívá k lepší rozložení hmotnosti a tím ovlivňuje trakční vlastnosti traktoru. [1]

3. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit hlukovou zátěž řidiče na pracovním místě obsluhy (v kabině traktoru) při orbě během celé pracovní směny. Měření provést alespoň u tří traktorů s odlišným výkonem a z naměřených hladin akustického tlaku vyhodnotit hlukovou expozici řidičů podle platné legislativy. Provést též vyhodnocení hlukové expozice řidičů v závislosti na výkonnosti obsluhovaného traktoru.

4. Metodika

4.1 Použitá měřicí technika

Pro měření byl použit osobní hlukový dozimetr The Edge model 4 od firmy 3M (Obrázek č. 6), splňující normy IEC 61252 a ANSI S1.25. Bezdrátová konstrukce umožňuje nošení na rameni, jeho rozměry 88 mm x 53 mm x 19 mm a hmotnost 85 gramů neomezuje nositele při práci. Dozimetr je schopen měřit v rozsahu 70 dB až 140 dB. Bezdrátová konstrukce dovoluje až 60 hodin měření, což zabezpečuje polymerní lithiová baterie, která se dokáže při připojení k nabíjecí stanici plně nabít za 2 až 4 hodiny. Kapacita paměti je schopna zaznamenávat až 180 hodin měření. K usnadnění práce s dozimetrem, pomáhá zabudovaný LED indikátor, který bliká zelenou barvou v případě, že právě zaznamenává data nebo bliká žlutou barvou a to znamená, že je pouze zapnutý, ale není aktivováno nahrávání. Před každým měřením byl dozimetr zkalibrován za použití kalibrátoru 3MTM AcoustiCal AC-300.



Obrázek 6 – Hlukový dozimetr

4.2 Postup měření

Měření proběhlo pomocí osobního hlukového dozimetru, který byl obsluze připnut pomocí dvou klipsen k oděvu na jedno z ramen. Podle ISO Normy 9612 z roku 2010 se dozimetr umísťuje 0,1 m od vstupu zvukovodu a 0,04 m nad ramenem. Dalším krokem bylo zapnutí hlukoměru, jakmile byla obsluha i traktor připraveny k měření. Po stisknutí tlačítka „play“ začalo měření a každou minutu se

zaznamenávala aktuální data expozice hluku z intervalu měření. Pro kontrolu, zda vše probíhá správně, začal LED indikátor blikat zelenou barvou. Na display dozimetru byl aktuální čas délky měření, po ukončení 8 hodinové pracovní směny, se nahrávání dat zastavilo tlačítkem „stop“ a LED indikátor začal blikat žlutě.

Po naměření všech potřebných údajů se dozimetr připojil pomocí USB kabelu k počítači, ve kterém je příslušný program DMS (Detection Management Software), který umožňuje stažení dat z dozimetru. Tato data se dále se přehrála do programu Microsoft Excel 2016. V programu Microsoft Excel 2016 se za pomoci funkce „MAX“ našly nejvyšší naměřené hodnoty pro L_{cpk} a L_{Asmx} .

4.3 Klimatické podmínky

Z důvodu, že se obsluha pohybovala jak v prostoru kabiny, tak i ve venkovním prostředí, nebyly brány v potaz klimatické podmínky.

4.4 Vyhodnocení naměřených hodnot

Měření probíhalo po dobu jedné pracovní směny a to 8 hodin. Data se ukládala do paměti přístroje. Naměřené hodnoty hluku byly zpracovány do grafické podoby. V každém grafu jsou zaznamenány tři hodnoty a to: L_{asmx} což je nejvyšší hladina akustického tlaku, zaznamenaného v průběhu intervalu měření. L_{cpk} což je nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku zaznamenaného v průběhu intervalu měření, vrchol je detekován nezávisle na nastavení dozimetru pro maximální rychlost odezvy. Poslední hodnotou je L_{eq} , což je ekvivalentní hladina akustického tlaku, která vyjadřuje průměrnou hladinu akustického tlaku za 60 sekund.

Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku na pracovišti, určuje limity hluku, které musí být dodrženy:

- 1) L_{Aeq8} = ekvivalentní hladina akustického tlaku nesmí být vyšší než 85 dB.
- 2) L_{Asmx} = maximální hladina akustického tlaku může po celou dobu měření dosáhnou až k hranici 107 dB.
- 3) L_{cpk} = nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku zaznamenaného v průběhu intervalu měření se rovná 140 dB.

Z naměřených ekvivalentních hladin (vztažených k době 60 s) byla vypočtena celková ekvivalentní hladina akustického tlaku (vztahující se k 8 hodinám) podle vzorce:

$$L_{Aeq8} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{eqi}} \quad (1)$$

L_{Aeq8} celková ekvivalentní hladina zvuku trvající po celou osmihodinovou pracovní směnu [dB]

n počet měření

L_{eqi} naměřená ekvivalentní hladina akustického tlaku trvající 60 sekund [dB]

4.5. Charakteristika traktorů

4.5.1 Kirovec K-701

Traktor je osazen dvanáctiválcovým, čtyřdobým vznětovým motorem s uspořádáním válců do tvaru „V“ s výkonem 220,6 kW (300 k). Pracovní objem motoru je 22300 cm³. Traktor se vyrobil v roce 1989 a od prvního dne nasazení, do dne měření má 27000 mth. Dokáže vyvinout maximální rychlost 33,8 km.hod⁻¹. Rám traktoru je složen ze dvou polorámů, spojených kloubovým ústrojím. Polorámy se mohou vzájemně otáčet vzhledem k druhému, kolem horizontálního a vertikálního kloubu. Což je dobré při manévrovatelnosti a všechna kola jsou ve stálém záběru s půdou. Motor je namontovaný na předním polorámu. Převodovka je mechanická s ozubenými koly stálého záběru a hydraulickým řazením převodů, bez přerušení výkonu v každém režimu. Celková hmotnost traktoru je 12500 kg. Majitel Statek Beňovy s.r.o. (Obrázek č. 7).



Obrázek 7 - Kirovec K-701

4.5.2 New Holland T8040

V traktoru je umístěn šesti válcový, čtyřdobý vznětový motor, upevněný na polorámu. Motor disponuje jmenovitým výkonem 223 kW (303 k) o pracovním objemu 8300 cm³. Traktor je vyrobený v roce 2010 a v den měření měl 4151 mth. Traktor je vybaven převodovkou 18 x 4 Ultra Command plně řazenou pod zatížením a maximální rychlost traktoru 40 km.hod⁻¹. Traktor je vybaven elektronickým vstřikováním paliva Common Rail, motor plní emisní normu EURO III. Konstrukční hmotnost traktoru je 9259 kg a majitelem je Statek Beňovy s.r.o. (Obrázek č. 8).



Obrázek 8 - New Holland T8040

4.5.3 Case Puma 230 CVX

Traktor je vybaven šestiválcovým motorem s přímým vstřikováním Common Rail se systémem selektivní katalytické redukce, která plní normu Tier 4A. Pracovní objem motoru je 6700 cm³ o jmenovitém výkonu 167 kW (228 k). Traktor byl vyroben v roce 2013 a v době měření měl 950 mth. Traktor je vybaven systémem ACtive Stop, který zajistí stání traktoru v prudkém kopci, aniž by se traktor samovolně rozjel. Převodové ústrojí je tvořeno CVT převodovkou s plynulou změnou převodového poměru. Traktor dokáže jet rychlostí 50 km.hod⁻¹. Konstrukční hmotnost traktoru je 7300 kg a majitelem je Statek Beňovy s.r.o. (Obrázek č. 9).



Obrázek 9 - Case Puma 230 CVX

4.5.4 New Holland T7050

V traktoru se nachází 6 válcový vznětový motor, se systémem vstřikování Common Rail. Pracovní objem motoru je 6700 cm³ disponuje jmenovitým výkonem 145 kW (197 k). V traktoru se nachází bezstupňová převodovka AutoCommand a traktor je schopen dosáhnout rychlosti 40 km.hod⁻¹. Od roku 2008, kdy byl traktor vyroben, měl v době měření 12100 mth. Konstrukční hmotnost traktoru je 7125 kg. Traktor plní emisní normu Tier 3 a majitelem je ZD Koryta (Obrázek č. 10).



Obrázek 10 - New Holland T7050

4.5.5 Fendt 716 Vario

V traktoru se nachází šesti válcový, přeplňovaný, vznětový motor Deutz o pracovním objemu 6100 cm³ a vstříkací systém paliva Common Rail. Jmenovitý výkon motoru je 107 kW (150 k). Vario převodovka s plynulým převodem. Konstrukční hmotnost traktoru je 6604 kg a dokáže jet rychlostí 40 km.hod⁻¹. Od roku 2006, kdy byl traktor vyroben, měl v době měření 8500 mth a majitelem je Jaroslav Majer (Obrázek č. 11).



Obrázek 11 - FENDT 716 Vario

4.5.6 John Deere 8530

Traktor je vybaven šesti válcovým motorem, o pracovním objemu 9000 cm³ a se čtyřmi ventily na válec, splňuje emisní normu Tier 3A. Vstřikovací systém je Common Rail. V traktoru se nachází bezstupňová převodovka AutoPower a traktor dokáže vyvinout rychlost 42 km.hod⁻¹. Jmenovitý výkon motoru je 246,1 kW (335 k) a konstrukční hmotnost traktoru je 12156 kg. Traktor byl vyroben v roce 2006 a v době měření měl traktor 9803 mth. Majitelem je Jednotné zemědělské družstvo Janovice (Obrázek č. 12).



Obrázek 12 - John Deere 8530

4.6 Charakteristika pluhů

4.6.1 Lemken Vari-Diamant

Pluh může být opatřen celkem 7 radlicemi a z toho 1 může být odmontovaná podle aktuálních pracovních podmínek. Jedná se o polonesený oboustranný pluh, vybavený páskovými odhrnovačkami. Pluh je vybaven automatickým jištěním proti přetížení HYDROMATIC, což znamená, že každé orební těleso se vrátí do původní polohy i za ztížených podmínek (Tabulka č. 1).

Tabulka 1 – Parametry Lemken Vari-Diamant

Rok výroby	2009
Počet orebních těles	6+1
Pracovní záběr [m]	1,98-3,6
Hmotnost [kg]	3076
Minimální výkon tažného prostředku [kW/k]	92/125

4.6.2 Pluh 7-PHX-30H

Tento pluh je vhodný pro orbu do maximální hloubky 27 cm. Je vybaven hydraulickým jisticím zařízením, umožňující plynulou orbu, jelikož při ztížených podmínkách se zvednou radlice a po překonání překážky opětovné vrácení do původní polohy. (Tabulka č. 2).

Tabulka 2 – Parametry 7-PHX-30H

Rok výroby	1985
Počet orebních těles	7
Pracovní záběr [m]	2,1
Hmotnost [kg]	2275
Minimální výkon tažného prostředku [kW/k]	135,5/184

4.6.3 Pluh 6-PHX-35H

Tento pluh je vhodný pro orbu do maximální hloubky 27 cm. Je vybaven hydraulickým jisticím zařízením, umožňující plynulou orbu, jelikož při ztížených podmínkách se zvednou radlice a po překonání překážky opětovné vrácení do původní polohy (Tabulka č. 3).

Tabulka 3 – Parametry 6-PHX-35H

Rok výroby	1986
Počet orebních těles	6
Pracovní záběr [m]	2,1
Hmotnost [kg]	2180
Minimální výkon tažného prostředku [kW/k]	135,5/184

4.6.4 Pluh 5-PHX-401H

Tento pluh je vhodný pro orbu do maximální hloubky 33 cm. Je vybaven hydraulickým jisticím zařízením, umožňující plynulou orbu, jelikož při ztížených podmínkách se zvednou radlice a po překonání překážky opětovné vrácení (Tabulka č. 4).

Tabulka 4 – parametry 5-PHX-401H

Rok výroby	1985
Počet orebních těles	5
Pracovní záběr (m)	2
Hmotnost (kg)	2560
Minimální výkon tažného prostředku (kW/k)	135,5/184

4.7 Charakteristika pozemků

4.7.1 Pozemek č.1

Na tom to pozemku byl měřen traktor Kirovec K-701, který byl agregovaný s pluhem 7-PHX-30H (Tabulka č. 5).

Tabulka 5 – Charakteristika pozemku č.1

Kód pozemku	6107/2
Mapový čtverec	830-1110
Výměra [ha]	8,51
Kultura	Standardní orná půda
Ø nadmořská výška [m]	479,25
Ø sklonitost [°]	6,46
BPEJ	5.18.14 (6,72 ha)
Plocha odvodňovacího zařízení [ha]	2,08
Erozně ohrožená půda [ha]	1,76
Územní příslušnost	Klatovy
Uživatel	Statek Beňovy s. r. o.

4.7.2 Pozemek č.2

Na tom to pozemku byl měřen traktor New Holland T8040, který byl agregovaný s pluhem Pluh 7-PHX-30H (Tabulka č. 6).

Tabulka 6 – Charakteristika pozemku č.2

Kód pozemku	7203/1
Mapový čtverec	830-1110
Výměra [ha]	17,36
Kultura	Standardní orná půda
Ø nadmořská výška [m]	477,5
Ø sklonitost [°]	6,98
BPEJ	5.50.11 (4,2 ha)
Plocha odvodňovacího zařízení [ha]	12,87
Erozně ohrožená půda [ha]	14,79
Územní příslušnost	Klatovy
Uživatel	Statek Beňovy s. r. o.

4.7.3 Pozemek č.3

Na tom to pozemku byl měřen traktor Case 230 CVX, který byl agregovaný s pluhem 6-PHX-35H (Tabulka č. 7).

Tabulka 7 - Charakteristika pozemku č.3

Kód pozemku	6701/1
Mapový čtverec	830-1110
Výměra [ha]	17,64
Kultura	Standardní orná půda
Ø nadmořská výška [m]	423,85
Ø sklonitost [°]	6,65
BPEJ	5.29.44 (5,69 ha)
Plocha odvodňovacího zařízení [ha]	0
Erozně ohrožená půda [ha]	7,18
Územní příslušnost	Klatovy
Uživatel	Statek Beňovy s. r. o.

4.7.4 Pozemek č.4

Na tom to pozemku byl měřen traktor New Holland T7050, který byl agregovaný s pluhem Lemken Vari-Diamant (Tabulka č. 8).

Tabulka 8 – Charakteristika pozemku č.4

Kód pozemku	1701/20
Mapový čtverec	840-1110
Výměra [ha]	49,62
Kultura	Standardní orná půda
Ø nadmořská výška [m]	528,02
Ø sklonitost [°]	5,43
BPEJ	7.49.11 (23,94 ha)
Plocha odvodňovacího zařízení [ha]	42,4
Erozně ohrožená půda [ha]	43,37
Územní příslušnost	Klatovy
Uživatel	Agrospolečnost Koryta s. r. o.

4.7.5 Pozemek č.5

Na tom to pozemku byl měřen Fendt 716 Vario, který byl agregovaný s pluhem 5-PHX-401H (Tabulka č. 9).

Tabulka 9 – Charakteristika pozemku č.5

Kód pozemku	4205/2
Mapový čtverec	840-1110
Výměra [ha]	6,81
Kultura	Standardní orná půda
Ø nadmořská výška [m]	451,5
Ø sklonitost [°]	6,61
BPEJ	5.32.44 (5,69 ha)
Plocha odvodňovacího zařízení [ha]	0
Erozně ohrožená půda [ha]	1,3
Územní příslušnost	Klatovy
Uživatel	Jaroslav Majer

4.7.6 Pozemek č.6

Na tom to pozemku byl měřen John Deere 8530, který byl agregovaný s pluhem 7-PHX-30H (Tabulka č. 10).

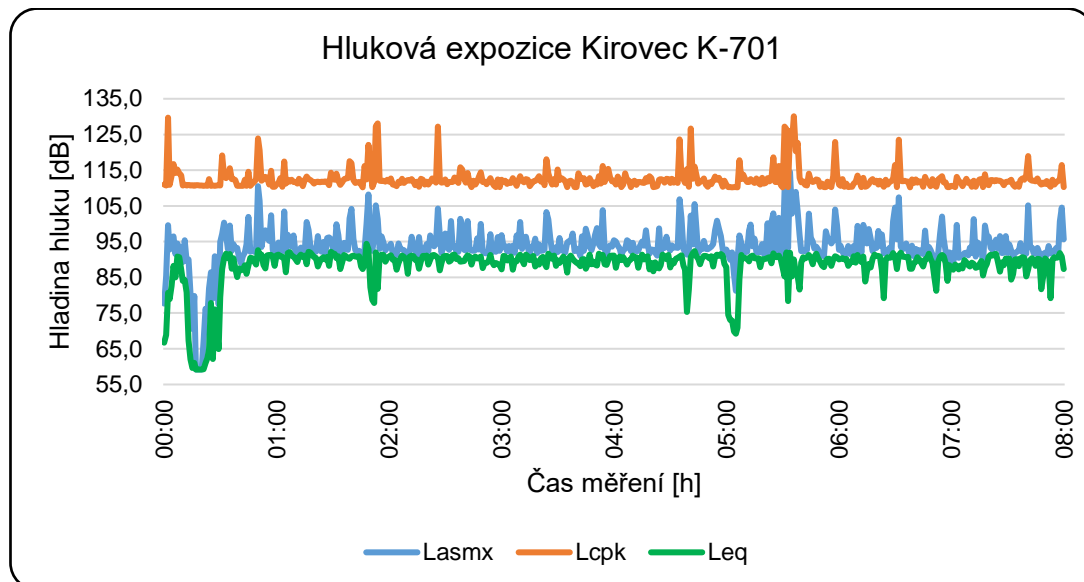
Tabulka 10 – Charakteristika pozemku č.6

Kód pozemku	8001/21
Mapový čtverec	830-1110
Výměra [ha]	42,62
Kultura	Standardní orná půda
Ø nadmořská výška [m]	442,20
Ø sklonitost [°]	5,43
BPEJ	5.18.14 (14,56 ha)
Plocha odvodňovacího zařízení [ha]	3,22
Územní příslušnost	Klatovy
Uživatel	Jednotné zemědělské družstvo „Budovatel“ Janovice

5. Výsledky práce a diskuze

5.1 Měření hladin hluku na pracovním místě obsluhy

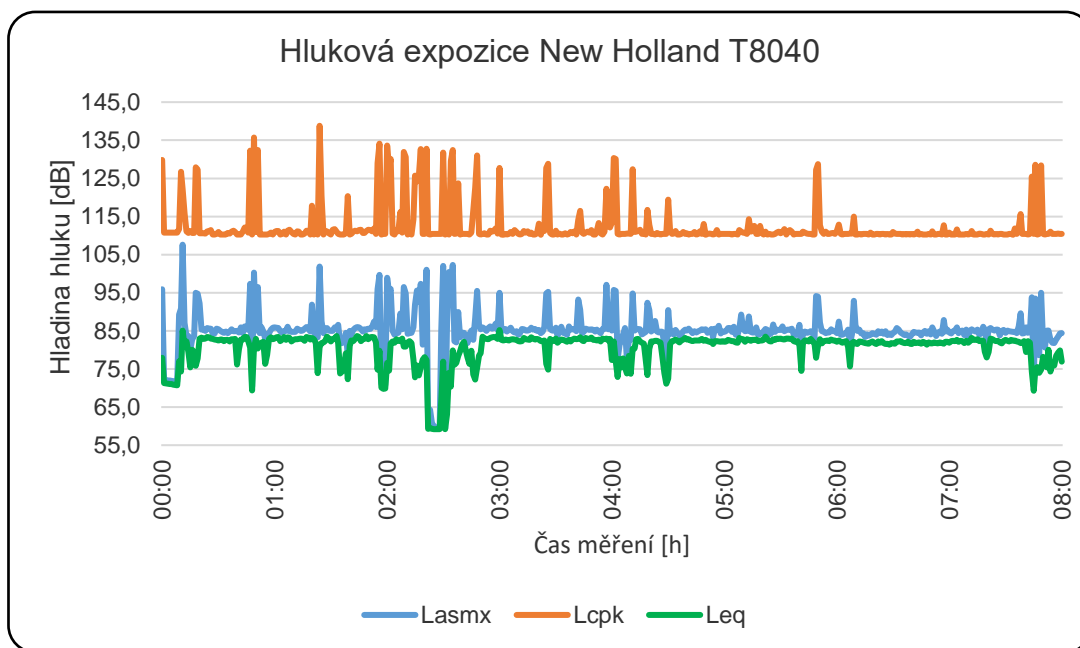
5.1.1 Kirovec K-701



Graf 1 – Hluková expozice Kirovec K-701

Na grafu 1 je zobrazena hluková expozice v pracovním místě obsluhy traktoru Kirovec K-701.

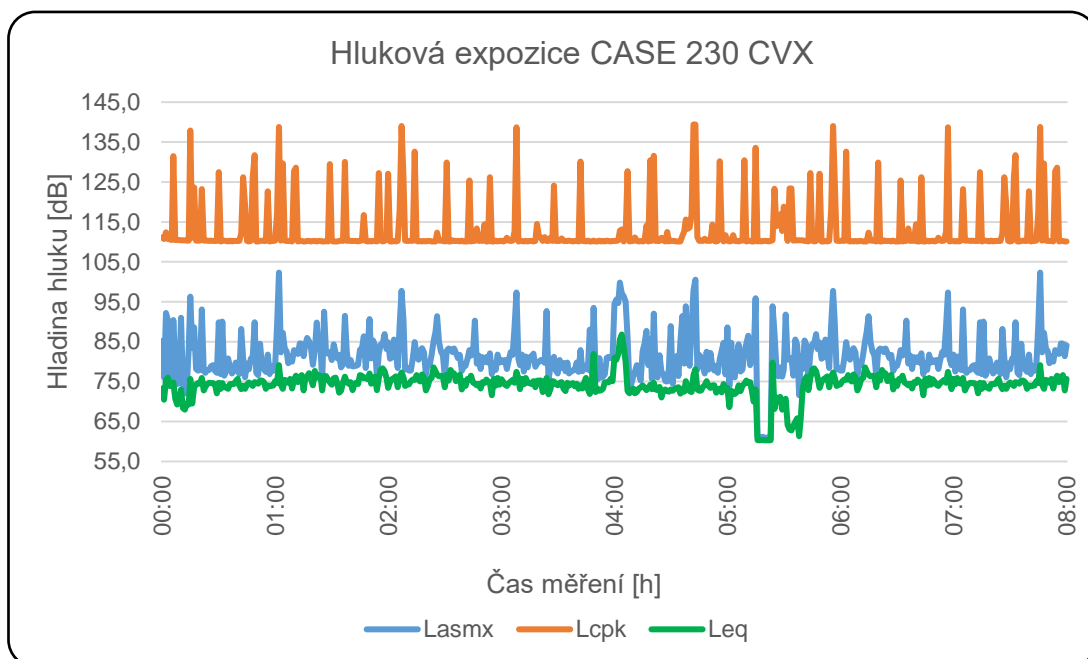
5.1.2 New Holland T8040



Graf 2 – Hluková expozice New Holland T8040

Na grafu 2 je z hluková zobrazena expozice v pracovním místě obsluhy traktoru New Holland T8040.

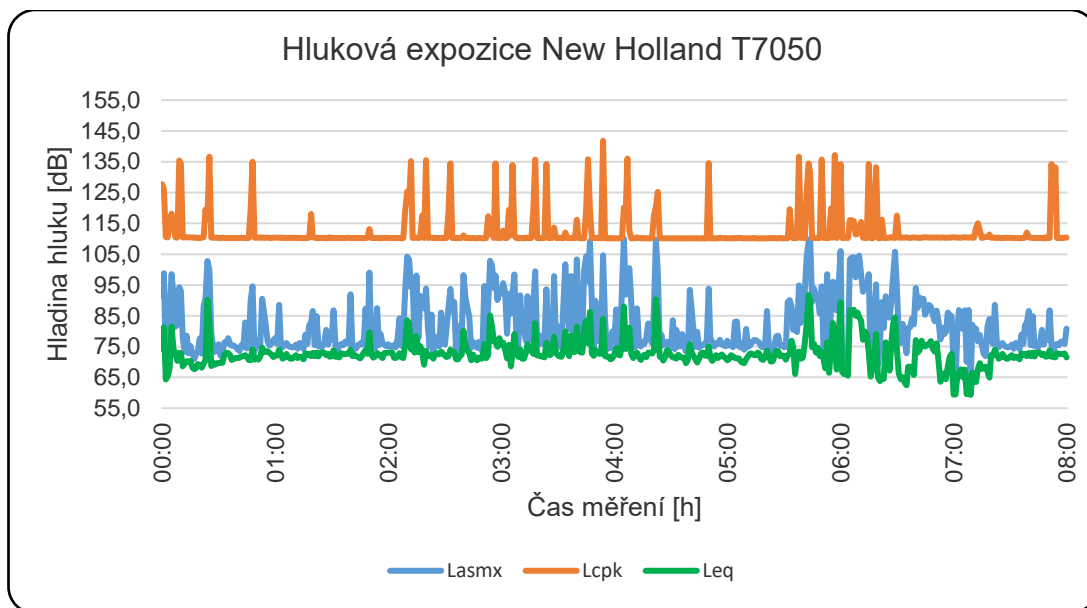
5.1.3 Case Puma 230 CVX



Graf 3 – Hluková expozice Case 230 CVX

Na grafu 3 je zobrazena hluková expozice v pracovním místě obsluhy traktoru Case 230 CVX.

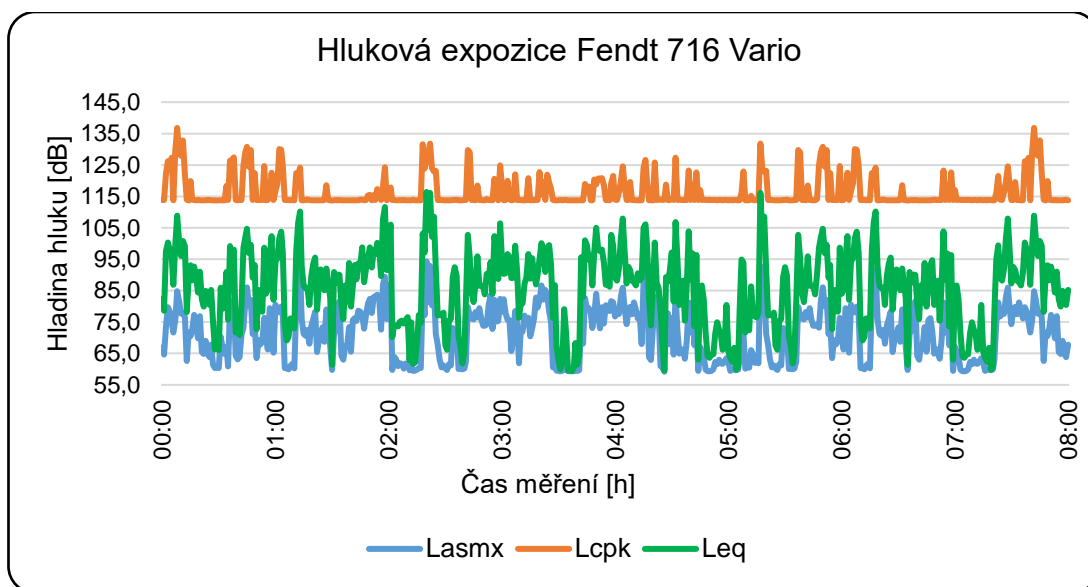
5.1.4 New Holland T7050



Graf 4 – Hluková expozice New Holland T7050

Na grafu 4 je zobrazena hluková expozice v pracovním místě obsluhy traktoru New Holland T7050.

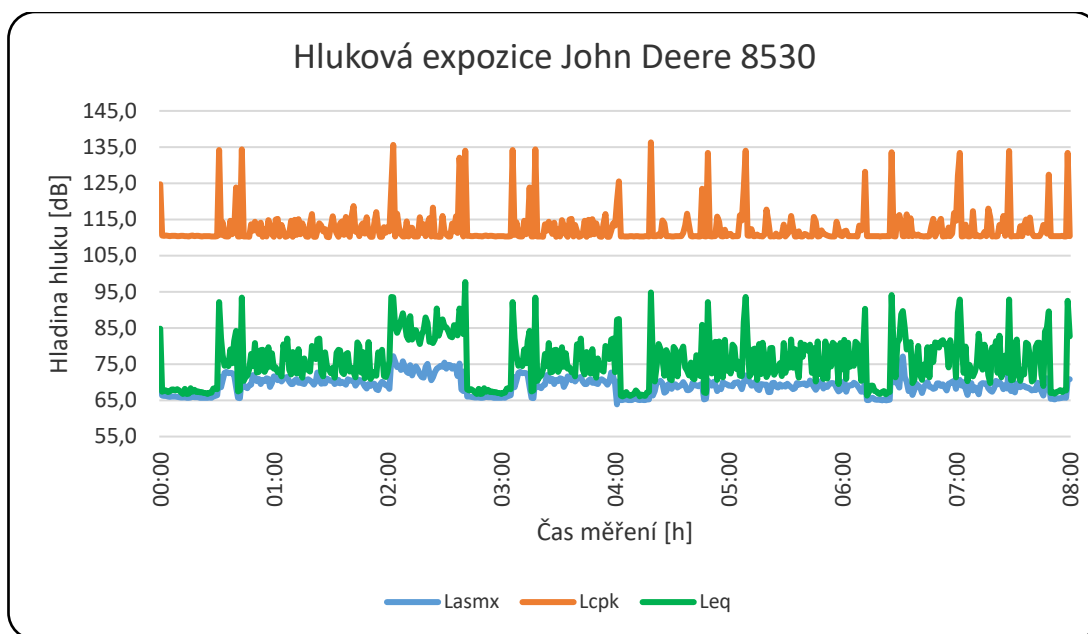
5.1.5 Fendt 716 Vario



Graf 5 – Hluková expozice Fendt 716 Vario

Na grafu 5 je zobrazena hluková expozice v pracovním místě obsluhy traktoru Fendt 716 Vario.

5.1.6 John Deere 8530



Graf 6 – Hluková expozice John Deere 8530

Na grafu 6 je zobrazena hluková expozice v pracovním místě obsluhy traktoru John Deere 8530.

5.2 Vyhodnocení hlukové expozice podle legislativy

Hodnoty celkové ekvivalentní hladiny akustického tlaku uvedené v tabulce 11 byly vypočteny podle vzorce (1).

Tabulka 11 – celková ekvivalentní hladina akustického tlaku

Traktor	Hladina akustického tlaku [dB]
Kirovec K-701	87,30
New Holland T8040	76,90
New Holland T7050	71,50
Case 230 CVX	75,70
Fendt 716 Vario	85,20
John Deere 8530	82,70

Jak je z tabulky 11 patrné, nadlimitní celková ekvivalentní hladina akustického tlaku byla naměřena u dvou obsluh traktoru Kirovec K-701 a Fendt 716 Vario. V prvním případě se jedná o překročení o víc jak 2 dB a ve druhém případě je překročení nepatrné o 0,2 dB za celou pracovní dobu. Naopak nejnižší hladina byla naměřena u obsluh traktoru New Holland T7050 a Case 230 CVX.

Tabulka 12 – maximální hladina akustického tlaku

Traktor	Hladina akustického tlaku [dB]
Kirovec K-701	114,50
New Holland T8040	106,90
New Holland T7050	110,00
Case 230 CVX	102,30
Fendt 716 Vario	94,30
John Deere 8530	77,50

Z tabulky 12 je patrné, že nadlimitní maximální hladina akustického tlaku byla naměřena u dvou obsluh traktoru Kirovec K-701 a New Holland T7050. V prvním případě se jedná o překročení o více jak 7 dB a ve druhém případě o 3 dB.

Tabulka 13 – nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku

Traktor	Hladina akustického tlaku [dB]
Kirovec K-701	130,10
New Holland T8040	138,80
New Holland T7050	141,80
Case 230 CVX	139,40
Fendt 716 Vario	136,80
John Deere 8530	136,30

Z tabulky 13 je patrné, že nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku byla naměřena u obsluhy traktoru New Holland T7050, kde byla překročena téměř o 2 dB.

5.3 Vliv výkonosti traktoru na hlukovou expozici obsluhy

K porovnání hlukové expozice traktoru byla použita celková ekvivalentní hladina akustického tlaku. Traktory, u kterých bylo měření provedeno, lze rozdělit do 3 výkonnostních skupin. Do první skupiny lze zařadit traktor Fendt 716 Vario s výkonem motoru 150 koní. Do druhé skupiny lze zařadit traktory New Holland T7050

a traktor Case 230 CVX s výkony motoru 197 až 228 koní. V poslední skupině se nacházejí traktory Kirovec K-701, New Holland T8040 a John Deere 8530 s výkony motoru 300 až 335 koní.

Tabulka 14 – vliv výkonnosti traktoru na hlukovou expozici obsluhy

Výkonnostní skupina	Traktor	Hluková expozice [dB]
1. skupina (do 150 koní)	Fendt 716 Vario	85,20
2. skupina (197 až 228 koní)	New Holland T7050	71,50
	Case 230 CVX	75,70
3. skupina (300 až 335 koní)	Kirovec K-701	87,30
	New Holland T8040	76,90
	John Deree 8530	82,70

Z tabulky 14 je patrné, že nejnižší hluková expozice byla naměřena u 2. skupiny s výkonem motoru 197 až 228 koní. U traktoru Kirovec K-701 byla naměřena hluková expozice nejvyšší. Hlavním důvodem je stáří stroje, které se projevuje netěsností kabiny, která nedokáže eliminovat průchod hluku k obsluze.

Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. upravuje celkovou ekvivalentní hladinu hluku pro osmihodinovou směnu, pokud přípustný limit překročí 80 dB, musí zaměstnavatel poskytnout zaměstnancům osobní ochranné prostředky k ochraně sluchu, tento limit byl překročen u obsluhy traktoru Fendt 716 Vario, Kirovec K-701 a John Deere 8530. Jestliže je překročena hranice 85 dB, musí zaměstnavatel zajistit, aby osobní ochranné pracovní prostředky zaměstnanci používali, tuto kontrolu musí provést zaměstnavatel u obsluh traktorů Fendt 716 Vario a Kirovec K-701.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit hlukovou zátěž řidiče na pracovním místě obsluhy u tří traktorů s odlišným výkonem, při orbě během celé pracovní směny a z hladin hluku vyhodnotit hlukovou expozici podle legislativy.

Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. stanovuje nevyšší povolenou celkovou ekvivalentní hladinu akustického tlaku na pracovišti na 85 dB. Tento limit byl překročen u obsluh traktorů Kirovec K-701 a Fendt 716 Vario. Legislativa také určuje přípustný limit maximální hladiny akustického tlaku 107 dB, tato hladina byla překročena u obsluh traktoru Kirovec K-701 a New Holland T7050. Legislativa stanovuje nejvyšší okamžitou hladinu akustického tlaku na 140 dB. Tento limit byl překonán u obsluh traktoru New Holland T7050.

V práci byla vyhodnocena hluková expozice řidičů v závislosti na výkonnosti traktoru. Traktory byly rozděleny do třech výkonnostních skupin. Nejnižší hluková zátěž byla naměřena u obsluh traktorů se středním výkonem motorů 197 až 228 koní, zde se pohybovala hladina akustického tlaku od 71,5 do 75,7 dB. Velkým překvapením pro mě byla nejnižší výkonnostní skupina do 150 koní, u které byla téměř nejvyšší hluková zátěž obsluhy 85,2 dB. U poslední skupiny s výkony motoru 300 až 335 koní byl velký rozptyl naměřených hodnot. Celkově nejvyšší hladina hluku 87,3 dB byla naměřena u obsluhy nejstaršího traktoru Kirovec K-701, což dle mého názoru nebylo žádné překvapení a tento výsledek se očekával. U této obsluhy byl překročen stanovený limit a doporučil bych použití osobních ochranných sluchových pomůcek. Nižší hladina hluku byla naměřena u obsluhy traktoru John Deere 8530 a to 82,7 dB. Vůbec nejnižší hluková expozice u nejvýkonnější skupiny byla naměřena u obsluhy traktoru New Holland T8040 a to 76,9 dB, což může být zapříčiněno méně častým vycházením obsluhy z kabiny traktoru.

7. Seznam použité literatury

[1] BAUER F., SEDLÁK P. a ŠMERDA T. (2006): *Traktory*. Praha: Profi Press, 192 s. ISBN 80-867-2615-0.

[3] BAUER F. (2013): *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.

[5] VAŇKOVÁ M. (1995): *Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí část I*. Brno: PC-DIR, 139 s. ISBN 80-214-0695-X.

[6] NOVÝ R. (2009): *Hluk a chvění*. Vyd. 3. V Praze: České vysoké učení technické, 400 s. ISBN 978-80-01-04347-9.

[13] GÜNTHER B., HANSEN H. K. a VEIT I. (2008): *Technische Akustik – ausgewählte Kapitel: Grundlagen, aktuelle Probleme und Messtechnik*, Aufl. Renningen: Expert. ISBN 978-381-6927-884.

[16] PASTOREK Z. (2002): *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. Praha: Ing. Martin Sedláček, 144 s. ISBN 80-902413-4-4.

[23] SVATOŠ J. (2000): *Základy zemědělské techniky I*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 189 s. ISBN 80-7040-464-7.

[24] FROLÍK J. a SVATOŠ J. (1997): *Základy zemědělské techniky II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 204 s. ISBN 80-7040-243-1.

[25] PASTOREK Z. (2001): *Traktory*. [1. vyd.]. Praha: Agrospoj, 356 s.

[26] SYROVÝ O. a kol. (2008): *Doprava v zemědělství*. Praha: Profi Press, 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4.

7.1 Internetové zdroje

[2] http://www.agportal.cz/files/user/zetor/Zetor_2011-3011-4011_1.ada_-_navod_k_obsluze.pdf „staženo dne: 17. 1. 2017“

[7] https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/SHV/Novy_Kucera_Sn_izovani_hluku_a_vibraci.pdf „staženo dne: 21. 1. 2017“

[8] <http://hudebne.chytrak.cz/zboziaceny.htm> „staženo dne 2. 6. 2017“

[9] <https://www.gumex.cz/protihlukove-desky/protihlukove-desky-1/> „staženo dne: 21. 1. 2017“

[10] https://cs.wikipedia.org/wiki/Skeln%C3%A1_vata „staženo dne: 22. 1. 2017“

[11] <http://www.loganland.cz/LOGAN/Zkusenosti/odhlucneni.html> „staženo dne: 24. 1. 2017“

[12] <https://www.gumex.cz/mikroporezni-pryz-t75-epdm-51684.html#popis-vyrobku> „staženo dne: 24. 1. 2017“

[14] http://www.wikiskripta.eu/index.php/%C5%A0%C3%AD%C5%99en%C3%AD_akustick%C3%A9ho_vln%C4%9Bn%C3%AD „staženo dne: 26. 1. 2017“

[15] <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku> „staženo dne: 29. 1. 2017“

[16] <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/hluk-na-styku-pneumatika-vozovka/> „staženo dne: 25. 1. 2017“

[18] http://www.autorevue.cz/za-tajemstvim-pneumatik-tema_1 „staženo dne: 29. 1. 2017“

[19] <http://hluk.eps.cz/hluk/hluk-vznikajici-na-povrchu-komunikace/> „staženo dne: 29. 1. 2017“

[20] <https://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/narizeni-vlady-ze-dne-15-cervna-2016-kterym-se-meni-narizeni-vlady-c-2722011-sb-o-ochrane-zdravi-pred-nepriznivymi-ucinky-hluku-a-vibraci-21157.html> „staženo dne: 29. 1. 2017“

[21] http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8yj_dsKpJ2QJ:www.historic-pamk.cz/testace/vyhl.341-02pr.18.doc+&cd=8&hl=cs&ct=clnk&gl=cz „staženo dne: 30. 1. 2017“

[22] <http://zemedelec.cz/traktory-a-jejich-specificke-vyuziti/> „staženo dne: 30. 1. 2017“