

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

Traktory z hlediska jejich vývoje a hluku

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Šístková, CSc.

Autor bakalářské práce: Zdeněk Krýsl

Rok vydání: 2015

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

Jméno a příjmení: **Zdeněk KRÝSL**
Osobní číslo: **Z12189**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Traktory z hlediska jejich vývoje a hluku**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

V literární rešerši práce se zaměřte na:

1. Vývoj traktorů z hlediska konstrukčního uspořádání.
2. Přehled výrobců traktorů v ČR i celosvětově.
3. Traktor jako zdroj hluku.

V praktické části práce proveďte:

1. Charakteristiku sledovaných traktorů (technické parametry, motohodiny atd.).
2. Měření hladin hluku L_A v místě obsluhy a současně v určité vzdálenosti od stroje.
3. Měření u několika traktorů odlišného stáří za klidu stroje při různých otáčkách motoru a za jízdy stroje zvolenou rychlostí.
4. Vyhodnocení a porovnání sledovaných traktorů z hlediska ekvivalentní hladiny akustického tlaku L_{Aeq} .

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

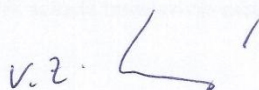
Seznam odborné literatury:

Günther-Hansen-Veit: Technische Akustik. Expert Verlag: Esslingen, 1989;
Šuman-Hreblay: Encyklopedie českých traktorů. Computer Press, a.s., 2011;
Tempír, Z. a kol.: Historické traktory v Československu. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství Praha, 1984;
Paulitz, U.: 1000 traktorů. Knižní klub v Praze, 2006;
Novák, P.: Motory v zemědělské praxi. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství Praha, 1992;
Nový, R.: Hluk a chvění. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2009;
Příslušná legislativa pro měření a hodnocení hluku.

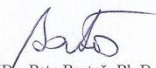
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Šístková, CSc.
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 14. ledna 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015


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 14. března 2014

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích, dne

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce paní Ing. Marii Šístkové, CSc. za ochotu při konzultacích i cenné rady a připomínky, které mi pomohly k vytvoření tohoto díla. Dále bych chtěl poděkovat členům rodiny, zejména mému otci, který mi byl nápomocen při všech měřeních a věnuje se taktéž i historii traktorů jak na teoretické, tak i praktické úrovni.

Abstrakt

V této bakalářské práci byla stručně popsána historie, vývoj traktorů a jejich výrobci. Další část je zaměřena na hluk obecně a hluk traktorů. V praktické části byly sledovány hladiny hluku v místě obsluhy traktoru a v určité vzdálenosti od něj při různých provozních režimech. Sledovány byly traktory z širokého časového pásma jejich výroby tak, aby bylo možné posouzení z hlediska technického pokroku ve výrobě a hlukové zátěže samotné obsluhy i osob v blízkosti stroje.

Klíčová slova:

Traktor, akustický tlak, hluk

Abstract

This bachelor thesis briefly describes the history, development and manufacturers of tractors. One part of this thesis deals with the noise in general and the noise of tractors. The practical part studies the levels of noise in the spot of operation and in a certain distance from a tractor during different operation modes. The tractors were studied with respect to a long time period of their production, so that an assessment regarding the technical progress in production as well as the noise pollution affecting the operation and the people near the machine was possible.

Keywords:

Tractor, acoustic pressure, noise

Obsah

1. ÚVOD.....	9
1.1 ÚVODNÍ SLOVO	9
1.2 POČÁTKY MECHANIZACE ZEMĚDĚLSTVÍ	10
2. TRAKTORY A JEJICH VÝVOJ.....	13
2.1. KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ TRAKTORŮ.....	13
2.1.1 <i>Traktorové motory.....</i>	15
2.1.2 <i>Pojezdové ústrojí traktorů.....</i>	18
2.1.3 <i>Vývoj pohonu a ovládání zemědělských strojů.....</i>	20
2.1.4 <i>Konstrukce traktorových kabin.....</i>	22
2.1.5 <i>Rozdělení traktorů dle účelu použití.....</i>	22
2.2 PŘEHLED NĚKTERÝCH VÝROBCŮ TRAKTORŮ.....	24
2.2.1 <i>Výrobci v českých zemích.....</i>	24
2.2.2 <i>Někteří výrobci ve světě.....</i>	30
3. HLUK.....	34
3.1 MECHANICKÉ KMITÁNÍ.....	34
3.1.1 <i>Šíření zvuku.....</i>	34
3.1.2 <i>Hodnocení proměnného hluku.....</i>	35
3.2 HLUK KOLEM NÁS	35
3.3 VLIV HLUKU NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	36
3.3.1 <i>Hlukové limity obytných a venkovních prostor.....</i>	37
3.4 METODY ODVRÁCENÍ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE.....	37
3.4.1 <i>Úpravou zdroje hluku.....</i>	37
3.4.2 <i>Úpravou okolí zdroje.....</i>	37
3.5 TRAKTOR JAKO ZDROJ HLUKU.....	38
3.5.1 <i>Rozdělení zdrojů zvuku.....</i>	39
3.5.2 <i>Hluk jednotlivých součástí traktorů.....</i>	39
4. CÍL PRÁCE.....	43

5. METODIKA	44
5.1 METODIKA MĚŘENÍ	44
5.2 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE	45
5.3 PODMÍNKY MĚŘENÍ	46
5.4 POPIS HODNOCENÝCH TRAKTORŮ.....	46
5.4.1 Zetor 3011	47
5.4.2 Zetor Proxima 7441	48
5.4.3 Zetor Crystal 10145	49
5.4.4 Svoboda DK 12.....	50
5.4.5 IHC Farmall model H.....	51
5.4.6 Case IH 85 A Farmall.....	52
6. VÝSLEDKY VLASTNÍ PRÁCE A DISKUZE	53
6.1 POROVNÁNÍ HLUKU PŘI RŮZNÝCH PROVOZNÍCH REŽIMECH.....	53
6.1.1 Zetor 3011	53
6.1.2 Zetor Proxima 7441	54
6.1.3 Zetor Crystal 10145	56
6.1.4 Svoboda DK 12.....	57
6.1.5 IHC Farmall model H.....	59
6.1.6 Case IH 85 A Farmall.....	60
6.2 POROVNÁNÍ HLUKU RŮZNÝCH TRAKTORŮ	61
6.2.1 Porovnání v místě obsluhy při volnoběžných otáčkách motoru	61
6.2.2 Porovnání v místě obsluhy při maximálních otáčkách motoru	62
6.2.3 Porovnání v místě obsluhy při zatížení.....	63
6.2.4 porovnání vnějšího hluku při volnoběžných otáčkách motoru	63
6.2.5 Porovnání vnějšího hluku při maximálních otáčkách motoru.....	64
6.2.6 Porovnání vnějšího hluku při zatížení	65
6.3 SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ HLUČNOSTI TRAKTORŮ Z HLEDISKA EKVIVALENTNÍ HLADINY L_{Aeq}	66
7. ZÁVĚR.....	68
8. POUŽITÉ ZDROJE	69

1. Úvod

1.1 Úvodní slovo

V této práci bych chtěl vyzdvihnout traktor jako jeden z nejdůležitějších pomocníků zemědělce, jak dnes, tak i v dobách moderní společnosti mnohdy opomíjených, stával se traktor nezdědkou jediným zdrojem mechanické tažné síly v rukách zemědělcových. Byl průkopníkem takřka plné mechanizace venkova a jeho vliv je prokazatelný i v různých jiných oblastech světového hospodářství. Byl to právě traktor, který ulehčil práci tisícům těžce pracujících lidí a v neposlední řadě plně nahradil zvířecí potah. Tempo vývoje traktorů bylo zejména v počátcích mechanizace zemědělství značné. Již od zdokonalení parního stroje počátkem 19. století můžeme různá parní soustrojí spatřovat i v zemědělství. Za vyzdvižení stojí zejména systém parní orby, vyvinutý a zdokonalovaný Angličanem Johnem Fowlerem, nebo hojně rozšířené mobilní parní stroje tzv. lokomobily ku pohonu nejrůznějších strojů, zejména energeticky náročných stacionárních obilních mlátiček a v neposlední řadě i některé typy parních traktorů, i dnes vzbuzujících velký respekt.

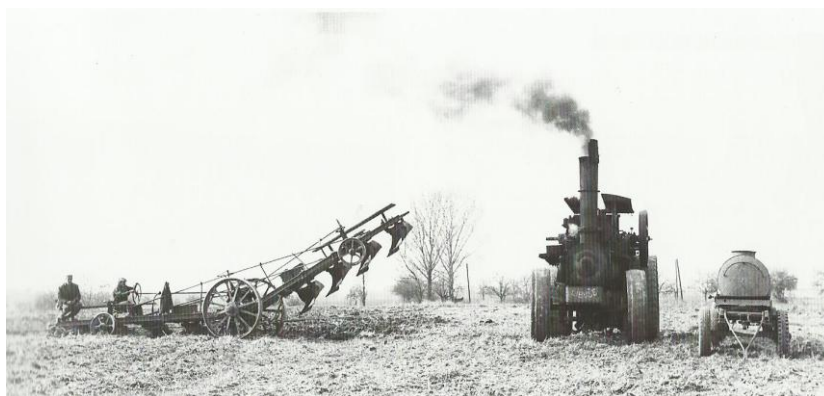
S vynálezem spalovacího motoru s vnitřním spalováním přichází nová éra tažných strojů v zemědělství. Traktory se stávají kompaktnějšími, mizí potřeba obsluhy několika pracovníků a i práce se stává příjemnější. O masové rozšíření kompaktního traktoru se nepochybně ale zasloužil až Henry Ford traktorem Fordson F. Ten se stal průkopníkem mechanizace světového zemědělství a vzorem pro celé další generace výrobců traktorů. S rozmachem využití mechanizace obecně vyvstává však i otázka, zpočátku zejména bezpečnosti. Nedostatečná zkušenost a informovanost majitelů všemožných strojů vedla k nemalé úrazovosti, která však postupem času byla do značné míry minimalizována. V dnešní době se podstatná část vývoje traktorů věnuje zejména pohodlí obsluhy, jednoduchosti ovládání, ergonomičnosti všech prvků a v neposlední řadě i hlučnosti jak v místě obsluhy, tak i ve vztahu k vnějšímu prostředí. V této práci se budu zabývat vývojem traktorů, traktorových motorů a příslušenství, jejich použitím a vlivu na prostředí i člověka samotného.

1.2 Počátky mechanizace zemědělství

Zemědělská činnost je bezpochyby jednou ze základních činností člověka, jak v dobách samotného počátku lidské společnosti, tak v dnešní době překypující prací mechanizovanou, ba i plně automatizovanou. Pěstování rostlin pro lidskou spotřebu či pro účely chovu rozmanitých hospodářských zvířat, stejně jako chov samotný či dnes stále více se prosazující pěstování rostlin pro energetické účely je činností vyžadující dobré plánování i organizování všech prací. Tento fakt je nepopiratelný, avšak v práci této se jím dále budu zabývat jen velice okrajově. Tím co bych rád vystihl je fakt, že všechny tyto uvedené činnosti jsou energeticky velice náročné a není s podivem, že práce tato byla zejména v dřívějších dobách nemálo namáhavá. Proto již od samotného počátku si lidé práci ulehčovali použitím jistých nástrojů, zvířecích potahů a i použitím dalších rozmanitých zařízení, zejména motorů vodních a větrných.

K zásadnímu zlomu dochází, avšak zpočátku zejména v průmyslovém odvětví, vynálezem parního stroje, respektive jeho zdokonalením Jamesem Watterem roku 1765. Zemědělství si na první skutečně použitelný parní stroj počká až do druhé poloviny 19. stol. Do historie se zapisuje Angličan John Fowler, který poprvé roku 1856 představuje svoje řešení. Dochází k rozvoji mobilních parních strojů tzv. lokomobil a zejména je učiněn pokrok i v do té doby nejnamáhavější práci v zemědělství, orby, a to zavedením Fowlerova systému tzv. parní lanové orby (Obrázek 1). Základním principem tohoto systému bylo použití dvojice speciálních samojízdných lokomobil vybavených kolmo na osu pohybu umístěných navijáků se svislou osou rotace a mezi sebou na ocelovém laně taženém tzv. balančním tj. oboustranném pluhu. Orební garnitura pracovala buď jako dvoustrojová nebo s použitím pouze jednoho hnacího stroje a na protější straně pole kotevním napínacím vozíkem. První takováto souprava pracovala na našem území od r. 1861 na velkostatku poblíž Bratislavy a v době největší slávy parní orby v roce 1902 bylo možné spatřit v českých zemích 363 lokomobil. Tento způsob byl dozajista velice pokrokový a jeho klady dokládá fakt, že poslední orební garnitura z původních Fowlerových závodů byla na území ČSR používána až do roku 1971/72.

Mezi klady z dnešního pohledu patří dozajista velice malé utužení povrchu pozemku tím, že po poli je tažen pouze pluh. Proto byly také v bývalém SSSR v 80. letech 20. stol. uskutečněny pokusy o znovuzavedení této metody zpět do praxe s použitím pohonu dieselovým motorem, avšak vzhledem k potřebě obsluhy několika lidmi a celkové složitosti byly tyto pokusy již při jejich zrodu určeny k neúspěchu.

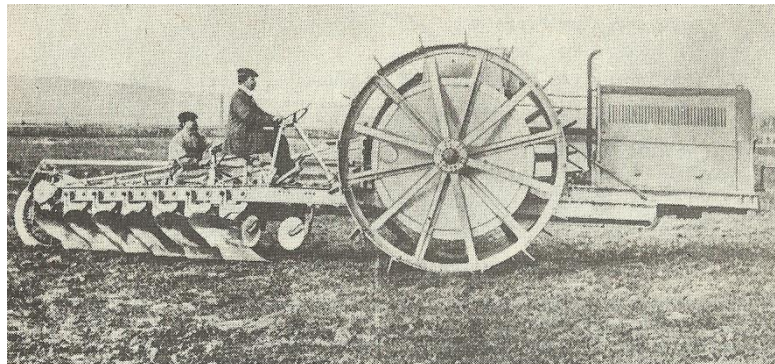


Obrázek 1 Parní lanová orba [3]

Vraťme se však zpět do samotného počátku. Již zmiňovaná velká složitost parní orby, velká spotřeba paliv, zejména hnědého uhlí, vody a vysoká pořizovací cena nevedla k masovému rozšíření a omezila se na působnost jen na hospodářstvích s velkou obhospodařovanou plochou. Znamenalo to, že zvířecího potahu bylo používáno stále v hojném počtu na drtivé většině hospodářství. K dalším strojům, které výrazně ulehčili namáhavou orbu byl bezesporu motorový pluh, někdy též zvaný automobilový pluh. Jednalo se o stroje různých konstrukcí, avšak společné znaky jsou zřejmé. Nejrozšířenějšími byly na našem území automobilové pluhy Praga rozmanitých typů, od jednoradličných až po pluhy šestiradličné a pluhy Excelsior produkované v letech 1912 – 1926 automobilkou Laurin a Klement (Obrázek 2). Tito dva výrobci šli podobnou cestou, v obou případech se jednalo o stroj rámové konstrukce, vpředu s hnacími koly velkého průměru uzpůsobenými pro jízdu v brázdě a vzadu jediným kolem řídicím a popř. zdvihacím.

Mezi osami byl buď na témže popř. na zvláštním rámu umístěn pluh. Obliba těchto pluhů byla ve své době značná o čemž svědčí i fakt, že velká část těchto strojů byla určena pro export, či že se v hojně míře zasloužili o rekultivaci bojišť po 1. světové válce ve Francii.

Rozdílné konstrukce byl kupř. motorový pluh Oekonom v malém počtu, krátce po roce 1919, vyráběný v Hostinném v Orlických horách. Jednalo se o stroj připomínající již konstrukci traktoru tak, jak ho známe v dnešní době. Tento motorový pluh disponoval čtyřkolovým podvozkem, kde ale byla hnací kola stále umístěna vpředu, avšak byla nezávisle s koly zadními taktéž řídicí. Pluh bylo možné připojit v zadní části stroje stejně jako dodávaný nákladní přívěs. Všechny motorové pluhy byly poháněny zážehovými motory převážně o čtyřech válcích spalujícími těžký benzín, petrolej či další dostupná a méně hodnotná paliva. V r. 1930 pracovalo na území ČSR ještě 355 motorových pluhů, které byly do poloviny 50. let z drtivé většiny nahrazeny traktory. [1, 2, 3, 4]



Obrázek 2 Motorový pluh Excelsior [4]

2. Traktory a jejich vývoj

2.1. Konstrukční uspořádání traktorů

Konstrukce traktorů, jejich motorů a podvozků je velice rozsáhlé téma, avšak pokusím se o celkové zjednodušení tohoto problému. Traktor už ve svém počátku byl především zdrojem tahové síly, jeho celková konstrukce se mnohdy ale výrazně odlišovala od konstrukce traktoru tak jak ho známe dnes. O současnou podobu se zasloužil zejména až roku 1917 Henry Ford svým traktorem Fordson F (Obrázek 3), prvním masově vyráběným traktorem nové převratné konstrukce, která postupně ovlivnila veškerou produkci traktorů na celém světě. Použití tažných strojů, bylo nezbytně nutné zejména na obrovských obhospodařovaných plochách zejména v USA popř. v Anglii. A právě tam docházelo primárně k vývoji potřebného tahače pro potřeby zdejších farmářů.



Obrázek 3 Fordson F [2]

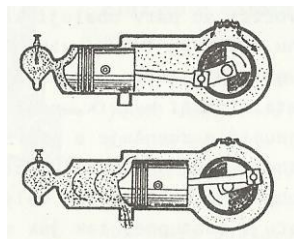
Společně s prosazením parního stroje vznikaly různé pohonné jednotky i pro zemědělství. Usazení parního stroje na tříkolový popř. čtyřkolový podvozek byla již jen otázka nutného dalšího vývoje. Tímto směrem se ubíraly ve světě např. i firmy Best, Holt, Case i mnohé další. Tyto traktory disponovaly výkonem parního stroje až 80 k (58 kW) a byly hned po parních lokomotivách největšími a nejsilnějšími stroji pohybující se po pevnině. Avšak opět velká potřeba paliv a vody vedla k brzkému konci těchto gigantických strojů, a to mnohem dříve než nastal konec parních lokomotiv. Parní stroj v jakékoli podobě byl vždy rentabilní jen při použití na velkých plochách velkostatků s několika stovkami ha, avšak ve střední Evropě, zejména v českých zemích se zemědělská výroba soustředila spíše na menších

plochách a tudíž se u nás parního stroje pro pohon traktorů používalo jen velmi zřídka. Jistého pokroku bylo dosaženo náhradou parního stroje spalovacím motorem zážehovým montovaným na podvozky obdobné jako pro parní stroj, avšak přiměřeně menších rozměrů. První takový stroj sestavil roku 1892 John Froelich. Jednalo se o samojízdný stroj schopný tahu, byl vybaven zážehovým jednoválcovým dvoutaktním motorem o výkonu kolem 20 k (14,7 kW). O další rozvoj se ve větším měřítku zasloužili zakladatelé Anglické firmy Hart – Paar, která vyráběla monstrózní traktory s výkony od 12 až do 45 k (8,8 až 33,1 kW). Opravdovým zlomem byl až již zmiňovaný Fordův Fordson F, traktor vyráběný sériově způsobem známým z výroby Fordova automobilu modelu A, tedy na běžícím pásu. Byl konstruován s požadavkem zejména na snížení výrobních nákladů, celkové jednoduchosti, spolehlivosti a jednoduché opravitelnosti jen se základním nářadím. Vše se zdařilo, první traktor opustil tovární haly roku 1917. Byl vybaven čtyřválcovým zážehovým karburátorovým motorem s rozvodem SV (Side Valve, postranní ventily), spojkou v olejové lázni, třístupňovou převodovkou se zpáteční rychlostí vybavenou i předlohou brzdou a rozvodovkou se šnekovým převodem s diferenciálem. Všechny tyto celky byly spojeny v jeden samonosný tuhý celek tvořící trup traktoru. Motor byl spuštěn pomocí kliky na benzín a po zahřátí splynovače byl provozován na méně hodnotná paliva, zejména na petrolej. Tento traktor si již mohl dovolit i hospodář na menším statku. Pořizovací cena postupně díky vysoké produkci klesala až na úroveň ceny páru tažných koní. Traktorů Fordson F byl vyroben úctyhodný počet 700 000 ks. Byl dovážen i do českých zemí, kde byl hojně rozšířen. Toto základní uspořádání konstrukčních celků v tuhý blok je dozajista dodnes nepřekonatelným řešením v oblasti traktorů nižších a středních výkonů. Avšak řešení nese s sebou jisté modifikace, vyplývající z různého zaměření výrobců traktorů na celém světě. Až na jisté později zmíněné výjimky, se jedná o stroje na čtyřkolovém podvozku s předními koly řídicími a zadními, o větším průměru, tedy koly hnacími. Jisté variace s sebou přináší zejména konstrukce motoru, ať už se jedná o motory zážehové, vznětové, jednoválcové, či víceválcové, dvoutaktní či čtyřtaktní a v neposlední řadě jejich uložením v trupu traktoru příčně či podélně a horizontálně či vertikálně. [2, 4, 5]

2.1.1 Traktorové motory

Použití spalovacích motorů se velice rychle rozšířilo po celém světě. Nejedem výrobce však pojal své výrobky z dnešního pohledu dosti svérázně. Nejrozšířenější hnací jednotkou již od samého počátku byl zážehový motor víceválcové konstrukce s rozvodem SV, chlazený převážně kapalinou, tj. vodou a spalující primárně méně hodnotná ropná paliva. Jinou cestou se vydala továrna Heinricha Lanze v Mannheimu v Německu. Konstrukcí motoru pro připravovaný traktor byl pověřen nadaný konstruktér Fritz Huber. Byl to právě on, kdo se pustil do nelehkého úkolu, a to zdokonalení již existujícího motoru pro použití v traktoru. Jeho motor se žárovou hlavou, nazývaný též polodiesel či semidiesel se zpočátku vyznačoval velice jednoduchou robustní konstrukcí a zejména předurčením pro spalování odpadních kapalných paliv vznikajících při výrobě benzínu, petroleje či olejů (Obrázek 4). To mělo za následek rapidní snížení provozních nákladů i za předpokladu dosti malé účinnosti tohoto motoru a tím i zvýšené spotřeby paliv, přibližně 330 g. k. hod⁻¹ (448 g. kWh⁻¹). Motor byl jednoválcový, dvoutaktní, s jedním vyplachovacím kanálem a pístem s deflektorem. Jeho zdvihový objem později přesahoval 10 000cm³ a největší model dosahoval maximálního výkonu 55 k (40,4 kW) při 750 ot. min⁻¹. K rovnoměrnosti chodu přispívaly dva hmotné setrvačníky umístěné na mohutném, příčně ke směru jízdy umístěném, klikovém hřídeli. Mazání bylo obstaráno Boschovým mazacím pístovým čerpadlem, pro každé mazané místo jedním pístkem se seřiditelným množstvím, závislým na zatížení motoru a druhým čerpadlem dopravující olej ze skříně zpět do nádrže a k filtraci. Zapalování bylo řešeno pomocí žárové hlavy válce, do které bylo pod nevysokým tlakem a značným předvstřikem vstříkováno palivo, které bylo zapáleno o rozžhavené stěny zažehávací hrušky při současném využití kompresního tlaku. Vstřikovací ventil byl osazen otevřenou vstřikovací tryskou s možností plynule, v závislosti na zatížení motoru, regulovat úhel rozprášení paliva, a tím i teplotu samotné hrušky. Spuštění tohoto motoru bylo možné po rozžhavení žárové hrušky do tmavočervena pomocí samodujné benzínové lampy, tzv. letlampy. V čase, kdy byla hruška zahřívána, cca 20 minut, bylo nutné předčerpát mazací olej ručním čerpadlem na mazaná místa, což obnášelo přibližně 180 otáček ruční klikou. K samotnému spuštění motoru bylo nutné vyjmout volant a nasadit jej na konec klikového hřídele. Celý proces byl značně zdlouhavý.

Roztáčení bylo prováděno proti smyslu otáčení motoru, za využití zpětného rázu pístem stlačeného vzduchu.



Obrázek 4 Polodieselový motor [6]

První model HL 12, v roce 1923 uvedený do sériové výroby, stejně jako další modely traktorů Lanz Bulldog až do roku 1934 nebyly vybaveny v rychlostní skříní řazeným zpětným chodem (Obrázek 5). Jízdy vzad bylo dosahováno spuštěním motoru opačným směrem než pro jízdu vpřed. To činilo jisté komplikace a jistá rizika úrazů, zejména při spouštění motoru. Jiným směrem se vydala dnes známá firma John Deere v USA. Ta se soustředila, pomineme-li první model Waterloo Boy, který byl vybaven čtyřválcovým motorem, stejně jako firma Case na produkci příčně uložených čtyřdobých karburátorových (Obrázek 6), později i v omezeném počtu vznětových volnoběžných dvouválců. Dvouválcové modely byly vyráběny od roku 1923 počínaje modelem A až do roku 1957 konče modelem R 80 s úctyhodným výkonem až 80 k (58,8 kW). Na rozdíl však od Mannheimské Lanzovy továrny firma John Deere pochopila, že zastaralá konkurence jejich motorů potřebuje zásadní změnu. Po sloučení obou továren se roku 1963 výrobní program ustálil na produkci čtyřválcových, vysoce moderních, komůrkových rychloběžných vznětových motorů automobilového typu.



Obrázek 5 Lanz Bulldog [3]



Obrázek 6 John Deere D [3]

Vývoj motorů se odvíjel rozdílně v Evropě i Americe. Zatímco výrobci převážně z USA prosazovali zážehové motory, evropský trh si žádal úspornější, vznětové, motory dieselovy. Také ihned po expanzi výrobců z USA na evropský kontinent byly tyto traktory pro Evropu nezdědkou modifikovány s motory dieselova typu nebo alespoň nahrazením karburátoru speciálním vyhříváním splynovačem pro spalování méně hodnotných paliv, zejména petroleje a tím upraveny místním potřebám. Ovšem i v konstrukci vznětového motoru je možné dosáhnout množství variací. Pomineme-li motory se žárovou hlavou, dostáváme se ke konstrukci dvoudobého motoru vyplachovanému dmychadlem, velice často segmentovým dmychadlem Roots. Tyto motory dosahují vysokých litrových výkonů při velice malé celkové hmotnosti a malých rozměrech. Výkonová charakteristika takového motoru se však ukázala pro svoji strmost pro použití v traktorech jako nevhodná. I přes některá úskalí této konstrukce byly tyto motory montovány v 30. letech 20. století do výkonných pásových traktorů Allis Chalmers, které navíc byly vybaveny systémem vstřikování paliva dnes nazývaným často jako Pumpe-Düse a hojně rozšířeným zejména u motorů osobních automobilů. Později byly tyto motory osazovány i do lehkých traktorů německé firmy Hanomag, konkrétně do modelu R12 a jeho modifikací. Vzhledem k nízké tuhosti motoru se jednalo o traktor polorámové konstrukce, jeho dvouválcový motor o objemu 800 cm³ disponoval výkonem 12 k (8,8 kW). V českých zemích byla produkce traktorů až do poloviny 40. let 20. stol. na velmi vysoké úrovni. Továrny držely krok s nejpokrokovější smýšlejícími továrnami světa, či je v mnohém nechávali až na druhém místě.

Prvním v českých zemích sériově vyráběným traktorem byl od roku 1926 výrobek světoznámé značky Škoda, model Škoda HT 30 vybavený dvouválcovým karburátorovým motorem pracujícím s nebyvalou hospodárností. O další prvenství na našem území se zasloužil Václav Svoboda, který ve své továrně na motory v Kosmonosích roku 1934 vyrobil svůj první traktor poháněný motorem dieselova typu, v té době se jednalo o počín v celosvětovém měřítku bezmála odvážný. [2, 3, 4]

2.1.2 Pojezdové ústrojí traktorů

Pojezdové ústrojí traktorů je možno rozdělit do několika kategorií. Doposud největší měrou jsou zastoupeny traktory kolové, vybavené dnes výhradně koly opatřenými pneumatikami (Obrázek 7). V dřívějších dobách byly kolové traktory opatřovány koly ocelovými, ta bývala osazena záběrovými břity (kola ořebná) popř. speciálními hroty (kola řepná). Pro silniční dopravu byla dodávána často kola s plnou pryžovou obručí.



Obrázek 7 Kolový traktor [7]

Další kategorií jsou traktory opatřené podvozkem pásovým. Konstrukce pásových podvozků se často odlišují. Jedná se o podvozky spočívající buď na řetězových ocelových pásech (Obrázek 8), nebo dnes, s ohledem na nutnost transportu traktorů po pozemních komunikacích na pásech pryžových (Obrázek 9), opatřených podobně jako pneumatiky textilním a ocelovým kordem.



Obrázek 8 Traktor s řetězovými ocelovými pásy [2]



Obrázek 9 Traktor s pryžovými pásy [8]

Jako poslední varianta se nabízí v malé míře rozšířená konstrukce tzv. polopásových traktorů (Obrázek 10). Jedná se o klasický kolový traktor, který je opatřen v prostoru mezi nápravami napínacími koly. Gumotextilní pásy jsou nataženy přes tato napínací kola a kola zadní. Jako příklad je možno uvádět traktor Zetor 3016 popř. modifikovaný traktor Zetor 25 A či Zetor 50 Super. Obecně lze říci, že traktory pásové a polopásové vynikají oproti kolovým výrazně nižším tlakem na podložku čímž působí méně devastujícím účinkem na půdu, zejména při přenosu vysoké tažné síly. [2, 4, 9]


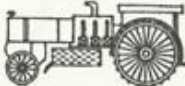



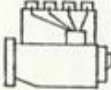



Obrázek 10 Polopásový traktor [12]

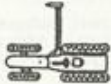



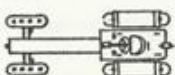

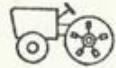
2.1.3 Vývoj pohonu a ovládání zemědělských strojů

V následující tabulce (Tabulka 1) jsou přehledně uspořádány jednotlivé základní prvky ve vývoji zemědělských strojů v návaznosti na jejich rozšíření v průběhu let. V prvním sloupci je uveden rok, kdy se jednotlivé zařízení či prvek začal hojně využívat v praxi, nebo období jeho největšího rozšíření, následuje stručný popis.

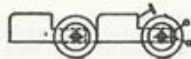


Tabulka 1 Vývoj pohonu a ovládání zemědělských strojů [6]

ROK	PRACOVNÍ PRVEK	VÝZNAM
1895	 Lidská a zvířecí síla	Všeobecné použití v zemědělských pracích a v dopravě
1895	 Parní lokomobila	Jako jednostrojová nebo dvoustrojová souprava zabezpečovala lanovou orbu na těžkých půdách a velkých pozemcích
1880 až 1900	 Zážehový motor	Vytváří předpoklady pro motorizaci zemědělství
1907	 Motorový pluh	První samojízdný pracovní stroj, sloužil ke zpracování těžkých půd
1910 až 1920	 Traktor s ořebnými koly nebo pásy	Iradiční prostředek pro zabezpečení většího okruhu zemědělských prací
1923	 Vznětový motor	Snížení měrné spotřeby paliva
1925	 Vývodový hřídel	Pohon strojů s aktivními pracovními orgány, zvýšení účinnosti traktoru

Tabulka 1 Pokračování [6]

ROK	PRACOVNÍ PRVEK	VÝZNAM
1927	 Nesená boční žací lišta	Racionalizace sekání pícnin, obsluha jedním pracovníkem
1927 až 1933	 Pneumatiky	Umožnily zvýšení pracovních rychlostí a univerzálnější použití traktorové dopravy
1937	 Třibodové zvedací zařízení a nesené stroje	Zlepšení kvality práce, ulehčení obsluhy, snížení měrné hmotnosti traktoru
1949	 Čelní nakladač	Ulehčení manipulace s manipulací s materiálem
1950	 Nářadový traktor	Obsluha strojů jedním pracovníkem, nářadí vpředu, vzadu a mezi nápravami traktoru
1950	 Traktor s pohonem všech kol	Zlepšení tahových vlastností využitím celkové hmotnosti stroje
1958	 Hydrostatický pohon	Plynulá regulace pracovní rychlosti

Tabulka 1 Dokončení [6]

ROK	PRACOVNÍ PRVEK	VÝZNAM
1959	 Tandemový traktor	Zdvojení tahového výkonu traktoru, náhrada za výkonnější stroje
1962	 Vysoce výkonné kolové traktory	Zvýšení produktivity práce a zabezpečení zemědělských prací v agrotechnických lhůtách
1965	 Kabina ovládání	Zabezpečení vysokých nároků na bezpečnost a hygienu práce

2.1.4 Konstrukce traktorových kabin

V dřívějších dobách, na počátku výroby traktorů nebyla věnována velká pozornost pohodlí a bezpečnosti traktoristy. Jediná jeho ochrana byla omezena jen na osobní ochranné prostředky a oděv. V 30. letech 20. stol. se objevují bezpečnostní prvky např. v podobě speciálních blatníků zamezujících převrácení traktoru vzad. Až do 50. let nebyla kabina traktoristy běžným vybavením a pokud byla montována, sloužila pouze pro ochranu před povětrnostními podmínkami. V bývalém Československu byly takovými kabinami vybavovány traktory Zetor 25 a Zetor Super. Kabina sestávala z nosného rámu a výplně z koženkových plachet. První celokovovou kabinou byl vybaven Zetor 3011, tato kabina stále nechránila obsluhu při havárii traktoru. Součástí těchto kabin se v průběhu užívání stal zvláštní ochranný rám z ocelových trubek a profilů, který chránil traktoristu při převrácení a havárii traktoru. V 70. letech se stala u traktorů Zetor standardem tzv. bezpečnostní kabina chránící traktoristu již plně před povětrnostními vlivy, odolávala deformacím při havárii a její součástí bylo vytápění. U traktorů UŘ I byla až do 80. let stále podlaha kabiny tvořena trupem traktoru na kterém spočívala i sedačka traktoristy, na níž se přenášely vibrace. Kabina traktorů UŘ II byla samostatným celkem a s trupem traktoru byla spojena pružnými prvky ve čtyřech bodech, což výrazně přispělo k pohodlí. Dnešní konstrukce využívá izolační a zvukopohltivé materiály a kabiny uložené na pružných prvcích.

2.1.5 Rozdělení traktorů dle účelu použití

2.1.5.1 Traktory univerzální

Univerzální traktory jsou nejčastěji nasazovány v podnicích zemědělské výroby, avšak mohou být použity i v komunální sféře či v silniční dopravě. Vyznačují se kolovým podvozkem s poháněnou jednou či dvěma nápravami. Kola traktoru jsou vybavena pneumatikami nejčastěji s šípovým záběrovým dezénem, mohou být použity i pneumatiky tzv. komunální pro převládající provoz po zpevněných površích.

2.1.5.2 Traktory orebné

Orebné traktory jsou určeny převážně pro polní práce popř. pro jízdu po nezpevněných površích. Kola bývají ocelová s ostruhami. Převodové ústrojí je přizpůsobeno pracovním rychlostem zavěšeného nářadí, zejména tedy pluhu. Do základního vybavení často nepatřilo osvětlení.

2.1.5.3 Traktory kultivační

Kultivační traktory jsou určeny pro obdělávání v řádcích pěstovaných plodin. Bývají vybaveny koly velkého průměru buď s pneumatikami, nebo ocelovými s ostruhami. Přední osa je buď klasické konstrukce s měnitelným rozchodem kol nebo s koly blízko u sebe tzv. Row-Cropp, používané zejména v USA. Tyto traktory umožňují zavěšení pracovních orgánů i přímo pod trup traktoru mezi jeho osy. Jejich pojzdové rychlosti jsou vzhledem k velké světlé výšce a vysoko položenému těžišti nízké.

2.1.5.4 Traktory průmyslové

Traktory průmyslové byly zejména v dřívějších dobách používány ve vnitropodnikové dopravě a byly určené pro jízdu po veřejných komunikacích. Mezi jejich standardní vybavení patřilo osvětlení, účinné brzdy, závěs pro přívěsy a nezřídka i kabina řidiče. Pojzdové rychlosti byly vzhledem k traktorům orebným vyšší.

2.1.5.4 Nosiče nářadí

Nosiče nářadí umožňují připojení pracovních orgánů či samostatných strojů přímo na rám traktoru. Tyto traktory mají celé pohonné ústrojí umístěno v zadní části proto, aby bylo možné na přední část agregovat nářadí v přímém dohledu obsluhy.

2.1.5.5 Pásové traktory

Pásové traktory jsou určeny pro práce na méně únosných površích nebo tam, kde je požadován nízký kontaktní tlak na podložku z hlediska utužení půdy, či při přenosu velkých tahových sil. V praxi je používáno převážně pásů gumotextilních, které umožňují i jízdu po pozemních komunikacích. V dřívějších dobách převažovaly pásy článkové vyrobené z otěruvzdorné oceli, ty však musely být pro jízdu po pozemních komunikacích vybaveny speciálními pryžovými bloky.

2.1.5.6 Speciální traktory

Speciální traktory jsou stroje určené pro specifickou činnost. Jedná se zejména o lesní kolové traktory, armádní tahače děl či kolejové traktory používané na železnicích.

2.2 Přehled některých výrobců traktorů

Výrobou traktorů se zabývají firmy téměř na celém světě. Rozdílné pojetí traktoru různými firmami skýtá nepřehledné množství konstrukčních řešení a v neposlední řadě stojí za povšimnutí často nelehká období a zásadní změny v konstrukci jednotlivých firem. O éře parních traktorů, motorových pluhů a dalších strojích až do 20. let. 20. stol. bylo řečeno dosti již v úvodu této práce, dále se budu zabývat již stroji modernější konstrukce.

2.2.1 Výrobci v českých zemích

2.2.1.1 Škoda

Firma Škoda akciová společnost, dříve Škodovy závody v Plzni byla založena již roku 1899 jako strojírenská a kovozpracující továrna, po sloučení s automobilkou Laurin a Klement roku 1925 byla výroba přesunována mezi oběma závody. Kromě výroby automobilů v Mladé Boleslavi byly také v automobilovém oddělení plzeňské Škodovky ve 20. letech 20. stol. vyráběny ve francouzské licenci automobily Škoda Hispano Suiza a v licenci britské i známé nákladní automobily poháněné parním strojem pod označením Škoda Sentinel. Výroba traktorů v Plzni sahá až do roku 1926, kdy spatřil světlo světa vůbec první sériově vyráběný traktor HT 30 „hospodářský traktor“ (Obrázek 11). Byl, jak již bylo dříve zmíněno, vybaven dvouválcovým zážehovým karburátorovým motorem s výkonem 30 k (22 kW) při 1100 ot. min⁻¹ spalujícím benzín, petrolej či tzv. dynalkol v blokové bezrámové konstrukci s převodovkou, která měla tři stupně vpřed a jeden vzad. Traktor byl roku 1930 modernizován a jeho výkon vzrostl na 34 k (25 kW). Výroba byla ukončena roku 1936. V malé sérii v r. 1929 byl vyráběn i traktor Škoda HT 25 se zážehovým čtyřválcovým motorem o výkonu 28 k (21,7 kW).

Posledním traktorem vyráběným v plzeňském závodě byl model HT 18, celkem známý ve třech sériích. Jednalo se o traktor konstrukčně odvozený od modelu HT 30, avšak poskytující nižší výkon 18 k (13,2kW). V polovině 30. let se výroba stěhovala do Ml. Boleslavi, kde byly produkovány traktory Škoda HT 33, HT 40, HT 40 D, HT 20, HT 20 Diesel a HT 20 a 40 G provozované na generátorový plyn.

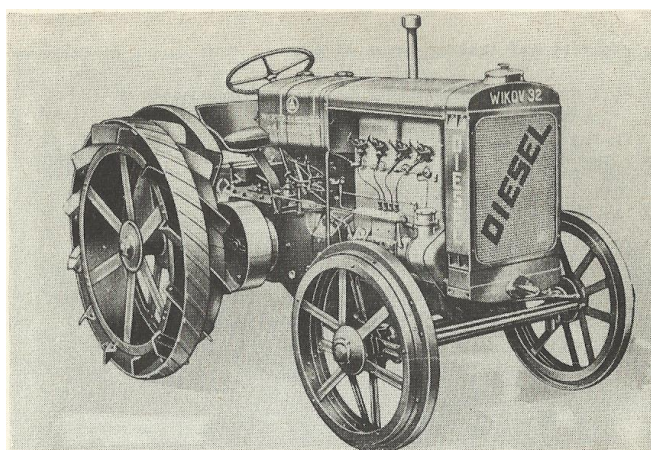


Obrázek 11 Traktor Škoda HT 30 se samovazačem [3]

Po druhé sv. válce, kdy bylo rozhodnuto o přesunu výroby nákladních automobilů Škoda do podniku Avia v Praze, vrátila se výroba traktorů zpět do plzeňského závodu. Zde se mezi lety 1945 a 1950 vyráběly traktory Škoda 30 a po ukončení výroby byly v letech 1950 až 1954 ještě montovány v podniku STS Libice nad Cidlinou. Motor traktoru byl dvouválcový vznětový s výkonem 30 k (22 kW). Pro spuštění motoru bylo použito speciálního spouštěcího zařízení sestávajícího z přídavných ventilů v hlavě válců zvětšujících spalovací prostor, karburátoru a zapalovací soustavy podobně jako u zážehových motorů. Motor bylo díky tomuto zařízení možné lehce spouštět jako motor zážehový na benzín. Politickým nařízením byla výroba traktorů Škoda 30 zastavena ve prospěch brněnské Zbrojovky a jejich traktoru Zetor 25. [2, 9]

2.2.1.2 Wikov

Tato firma vznikla sloučením dvou dřívějších významných továren na zemědělské stroje v Prostějově. Jednou z firem byla továrna spjata se jménem zakladatele Františkem Wichterle a druhá s neméně významným továrníkem Ing. Janem Kovářikem. Jejich sloučením roku 1918 vznikl světoznámý podnik Wikov. Soustředil se na výrobu zemědělských strojů, elektromotorů, parních lokomobilů a v neposlední řadě i velice kvalitních automobilů. První traktor byl představen roku 1929, jednalo se o model Wikov 32, který byl vybaven čtyřválcovým zážehovým motorem vlastní konstrukce o výkonu 35k (25,7 kW) při pohonu petrolejem a 38 k (27,9 kW) při pohonu benzínem. Převodovka měla 3 převodové stupně vpřed a jeden stupeň vzad. Následovaly modely Wikov 22 a Wikov 25. Přenos točivého momentu na zadní kola byl řešen šnekovým soukolím. Později existovala varianta Wikov 32/35 Diesel (Obrázek 12), který byl vyráběn až do ukončení výroby traktorů roku 1941.

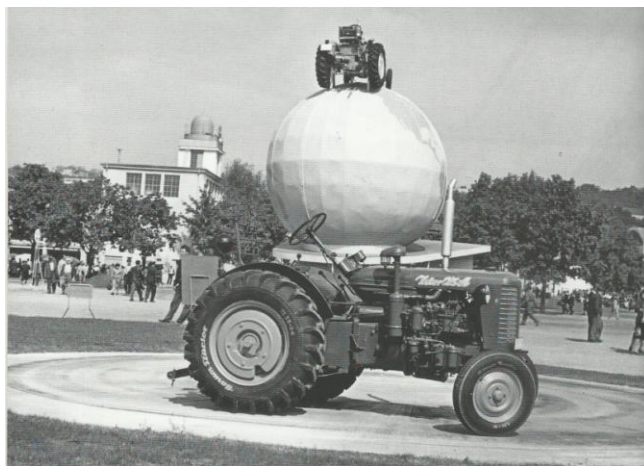


Obrázek 12 Traktor Wikov 32 [2]

Ve válečných letech byla výroba soustředěna zejména na zbrojní průmysl. Po jejím znárodnění v roce 1948 podnik pokračoval v původním výrobním programu zemědělských strojů pod názvem Agrostroj Prostějov. Byly zde vyráběny obilní mlátičky, drobná a zahradní mechanizace, malé kloubem řízené traktory řady TK, jednoosé traktory, půdní frézy a v neposlední řadě také pásové traktory PT 10 a Zetor 2023. Po četných organizačních změnách se firma roku 1998 rozpadla na několik menších firem, z nichž některé pokračují ve výrobě drobného zemědělského a zahradního zařízení. [2, 4, 9]

2.2.1.3 Zetor

Počátky podniku sahají hluboko do historie k roku 1867, kdy se zde vyráběly stroje pro cukrovarnictví a parní turbíny. Roku 1936 areál zakoupila Česká zbrojovka a započala výrobu zbraní. Výroba traktorů v Brně započala roku 1946 modelem Zetor 25, který byl zkonstruován a uveden do výroby po pouhých 5 měsících. Tohoto typu bylo v různých modifikacích vyrobeno přes 158 000 kusů. (Obrázek 13).



Obrázek 13 Zetor 25 A na výstavišti v Brně [7]

Následoval slabší typ Zetor 15, který ale svým výkonem byl pro tehdejší zemědělská družstva nevhodný. Konstrukteři byli nuceni k vývoji traktoru pro těžké polní práce, již roku 1955 tak vznikl Zetor Super, který byl v průběhu výroby modernizován, a jeho označení bylo změněno na Zetor 50 Super. Výroba Z 25 skončila roku 1961 ve prospěch nové první unifikované řady traktorů (UŘ I) s označením Major a Zetor 50 Super ustoupil při zavádění výroby druhé unifikované řady traktorů (UŘ II) Zetor Crystal. Nadčasová konstrukce traktorů UŘ I se základním modelem Zetor 3011, uvedeným do výroby roku 1961, byla v průběhu let několikrát modernizována a její výroba byla ukončena roku 2004 řadou traktorů Model 97. Výroba traktorů UŘ II byla přesunuta do podniku ZŤS na Slovensko, kde byla v různých modifikacích vyráběna ještě v 90. letech. Dnes firma produkuje traktory několika modelových řad pod označením Zetor Proxima, Forterra a Major. [2, 4, 7]

2.2.1.4 Svoboda

Václav Svoboda, v některých pramenech [9] milně udáváno jméno Bohuslav, započal výrobu elektromotorů v Mladé Boleslavi roku 1912, kdy opustil továrnu Laurin a Klement. Ve spolupráci s F. Štěpánkem a B. Novákem vyráběl později dvoudobé zážehové motory a elektromotory a firma se stěhovala do Kosmonos. Po opětovném osamostatnění přichází továrna roku 1934 s prvním traktorem Svoboda Diesel Kar 5. Jednalo se o traktor rámové konstrukce s třemi koly poháněný vznětovým motorem o výkonu 5k (3,7 kW). Téměř všechny komponenty traktoru byly vyráběny firmou Svoboda. Model DK 5 byl dále modernizován a vzniká Svoboda DK 7. Poptávku po větším výkonu uspokojil roku 1935 čtyřkolový DK 10 popř. později DK 12, který byl vyráběn až do roku 1946. Dalším traktorem byl dvouválcový D 22, který byl vyráběn v rámci mezinárodní unifikace traktorů ze zahraničních dílů a zpočátku osazován motory Deutz F2M414. V omezeném počtu existoval i traktor Svoboda 25 G vybavený dřevoplynovým generátorem pro provoz na dřevoplyn. Posledním traktorem byl model DK/TS 15 (Obrázek 14) vyráběný mezi léty 1945 až 1949, byl vybaven jednoválcovým vznětovým motorem o výkonu 15 k (11 kW) a jeho přední náprava byla odpružena. Firma byla roku 1948 znárodněna a po krátké etapě výroby původního sortimentu byla začleněna do AZNP Mladá Boleslav a byly zde vyráběny díly pro osobní vozy, dnes slouží prostory továrny jako sklady automobilky Škoda. [2, 4, 9]



Obrázek 14 Traktor Svoboda TS 15 [1]

2.2.1.5 Praga

Počátky této firmy sahají až do roku 1833, do její historie vstoupila jména Breitfeld, Ringhoffer, Daněk a Kolben. Později vznikla známá firma ČKD. Její automobilní oddělení nese název Praga. Byly zde od roku 1912 vyráběny motorové pluhy Praga K a X. Traktory Praga AT 20/25 (Obrázek 15) byly produkovány od roku 1928 v závodě ve Slaném. Byly vybaveny zážehovým motorem spalujícím benzín, Jeho výkon se pohyboval mezi 20 a 25 k (14,7 a 18,4 kW) dle zvolených otáček motoru. Traktor byl velice moderní konstrukce, přední náprava automobilové konstrukce byla měkce odpružena a převodovka poskytovala 5 stupňů vpřed a dva vzad. Traktor mohl být vybaven i v té době neobvyklým zadním vývodovým hřídelem pro pohon samovazače či pneumatikami pro jízdu po zpevněných cestách. Výroba traktorů AT byla ukončena roku 1942. Až do roku 1951 Praga vyráběla v omezeném množství zemědělské pásové traktory Praga ČKD HTO a HTL osazené motory Škoda a Tatra. V množství několika kusů byl vyráběn i dozer Praga Planter. Firma ČKD byla roku 1945 znárodněna a dodnes vyrábí strojírenské výrobky, lokomotivy a elektrotechnické součástky. [2, 4, 9]



Obrázek 15 Traktor Praga AT 20/25 [3]

2.2.2 Někteří výrobci ve světě

2.2.2.1 Deutz

Továrnu v Kolíně nad Rýnem založil N. A. Otto již roku 1864, se svými spolupracovníky G. Daimlerem a W. Maybachem se soustředil na výrobu spalovacích motorů. Po převzetí továrny Humboldt AG vzniká firma Klöckner Humboldt Deutz Köln, od roku 1933 zde byly vyráběny traktory Deutz F2M315 a od roku 1936 traktor pro maloročníky Deutz F1M414. Tento typ se stal velice oblíbeným a z velké části napomohl mechanizaci práce drobných rolníků. Dnes jsou vyráběny traktory Deutz- Fahr v mnoha modifikacích. [8, 9, 10]

2.2.2.2 M. A. N.

Počátky výroby traktorů v podniku Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg AG sahají do dvacátých let dvacátého století. Již předtím však firma úzce spolupracovala s Rudolfem Dieselem při vývoji vznětového motoru. Prvním sériově vyráběným traktorem byl až roku 1938 model AS 250. Opravdového úspěchu se firma dočkala roku 1948 se svým modelem AS 325, kde byl použit motor vlastní konstrukce se spalovacím prostorem M. A. N., tento i následující modely mohli být volitelně vybavovány přední hnací nápravou včetně jejího odpružení. Výroba traktorů, i přes jejich vysokou kvalitu, končí rokem 1962, krátce po spojení s traktorovým oddělením firmy Porsche. Firma dále pokračuje v původním výrobním programu motorů a nákladních automobilů dodnes. [8, 9, 10]

2.2.2.3 Fendt

Bratři Fendtovi zkonstruovali ve své dílně již roku 1928 první samojízdný žací stroj poháněný spalovacím motorem. Jejich žací stroj byl úspěšný, a proto roku 1930 vyrobili první traktor, který nesl označení Fendt Dieselross. O sedm let později vzniká firma Xaver Fendt a Co. vyrábějící modely F18 a F22. V dalších letech se firma rychle rozvíjela a nabízela širokou paletu modelů. V 90. letech přichází Fendt s bezstupňovou převodovkou Vario, která je v modernizované podobě dodnes v nabídce. Dnes je firma Fendt součástí společnosti AGCO. [8, 9, 10]

2.2.2.4 Normag

Traktory Normag byly začleněny do výrobního programu firmy Nordhauser Maschinnenbau GmbH roku 1938. Prvními vyráběnými modely NG22 a NG10 si firma získala oblibu. Později byl v závodě v Hattingenu vyvinut nový typ traktoru s označením NG23, který byl na rozdíl od svých předchůdců vybaven motorem vlastní konstrukce. Normag vyráběl traktory různých výkonů opatřené čtyřdobými i dvoudobými motory až do roku 1957, kdy byla výroba traktorů zastavena a podnik se zaměřil na výrobu těžebních strojů. [8, 9, 10]

2.2.2.5 IFA

Politická situace donutila k vlastní výrobě traktorů i bývalou Německou demokratickou republiku (NDR). Nově založená zemědělská družstva potřebovala traktory, kterých bylo v zemi velice málo. Tamější výrobní závody byly zestátněny již v roce 1945 a roku 1948 byly podniky sloučeny pod kombinát IFA (Industrieverband Fahrzeugbau). Později byla v podnicích v Brandenburgu, Nordhausenu a Schönebecku vyráběna řada traktorů s označením RS (Radschlepper). Jednalo se o modely RS 01/40 Pionier vycházející z někdejšího traktoru Famo, RS 02/22, který vznikl v rámci unifikace různých výrobců traktorů, některé jeho komponenty byly převzaty z původního sortimentu traktorů MBA před jejím znárodněním. Dalším velice známým výrobkem byl nosič náradí RS 09 GT 124, jeho motor byl vyráběn v licenci firmy Warchalovski. Jako pokus o traktor moderní konstrukce vznikl roku 1960 model RS 14/36 Famulus. Fakt, že nesplnil všechna očekávání a zejména nízký výkon jeho dvouválcového motoru byl nedostačující, přesto nevedl k rychlému zániku. Vyrobito se ho na 15 000 kusů. Prvním vskutku použitelným traktorem byl až roku 1970 model ZT 300 a jeho modifikace. Motor traktoru vycházel z předválečné konstrukce motoru firmy Horch, který byl modernizován, doplněn spalovacím prostorem licence M. A. N. a disponoval výkonem 100 k (73,6 kW). Po roce 1989 byla výroba v bývalé NDR odsouzena k rychlému zániku. [8, 9, 10]

2.2.2.6 Ford

Historie tohoto podniku je nebývale pestrá a vstupuje do ní velké množství firem, její podrobné popsání není v rámci této práce možné. Henry Ford se proslavil v USA zejména svou pokrokovou výrobou automobilů, avšak podobné postupy realizoval i při konstrukci traktorů. Již roku 1917 z jeho továren vyjíždějí traktory Fordson F a na dlouhá desetiletí se stávají předobrazem traktoru moderní konstrukce. Ford těží z nebývale jednoduché konstrukce svého stroje více než 20 let, aby mohl roku 1939 představit traktor, kterým opět udává směr většině dalších výrobců. Ve spolupráci s Harrym Fergusonem vybavuje Ford svůj nový model 9N Fergusonovým zařízením pro práci s přípojným nářadím neseným v tříbodovém hydraulicky ovládaném závěsu. Pozdější model 2N je jen verzí předchozího traktoru. Fordem využívané Fergusonovy patenty byly předmětem vleklých sporů obou firem. Po roce 1948 je traktor 2N modernizován a vzniká model 8N, i na něm je však patrná přímá návaznost na předchozí modely, do roku 1952 bylo vyrobeno několik stovek tisíc těchto traktorů. Roku 1985 vstupuje do výroby firma New Holland a později i Fiat. Dnes vyráběné traktory nesou název New Holland. [8, 9, 10]

2.2.2.7 I. H. C.

Jedním z předních výrobců zemědělské techniky byla v USA společnost International Harvester Company, která vzniká roku 1902 sloučením několika významných firem tohoto odvětví. Důležitou roli hrály vynálezy C. H. McCormicka, zejména jeho patentovaný žací stroj. Ve dvacátých letech má společnost své pobočky i v Evropě a jeho výrobky jdou rychle na odbyt. Dalším důležitým počinem byla výroba traktorů I. H. C. Farmall pro obdělávání řádkových kultur. Konstrukce traktoru s dvojicí kol vpředu těsně u sebe a zadními koly o seřizovatelném rozchodu umožňovala zavěšení pracovních orgánů pod trup traktoru a tím se výrazně zlepšila manévrovatelnost a celkový přehled o práci stroje. Roku 1970 má firma již 100 000 zaměstnanců v 46 továrnách po celém světě. Roku 1986 firma I. H. C. zaniká a připadá pod firmu Case. [8, 9, 10]

2.2.2.8 John Deere

Dalším významným výrobcem traktorů je dodnes firma John Deere. Její počátky sahají až do první poloviny 19. století, kdy kovář John Deere vyráběl a opravoval zemědělské nářadí. Začátkem 20. století se firma proslavila novou konstrukcí pluhu a získala tak důvěru mnoha zákazníků. Prvním traktorem byl model Waterloo Boy. Jednalo se však o model převzatý z produkce firmy, kterou John Deere roku 1918 zakoupil. Prvním traktorem vyvinutým společností John Deere byl roku 1923 představený model D. Jednalo se o traktor s horizontálně uloženým dvouválcovým zážehovým motorem, který se stal na řadu let pro John Deere typickým. Následovala řada dalších modelů obdobné konstrukce. Roku 1956 získává firma většinový podíl manheimské továrny Heinricha Lanze, vstupuje tak na Evropský trh se svým modelem John Deere 300. V Manheimské továrně se dodnes vyrábí traktory nižších výkonnostních kategorií a v USA celý výrobní sortiment firmy. [8, 9, 10]

2.2.2.9 Heinrich Lanz

Továrna byla založena v německém Manheimu již roku 1859. Roku 1916 nastupuje do firmy na výrobu zemědělských strojů konstruktér Dr. Fritz Huber a zanedlouho továrna začíná vyrábět traktory Lanz Bulldog vybavené dvoutaktními pomaloběžnými jednoválcovými polodieselovými motory spalující odpadní paliva. Firma pozdě zareagovala na potřebu inovovat zastaralý typ motoru, jejich polodieselová konstrukce ustupuje až roku 1952 motoru diesel a někdejší největší výrobce traktorů v Německu zanedlouho upadá do krize. Po roce 1960 jsou další traktory vyráběny pod značkou John Deere. [8, 9, 10]

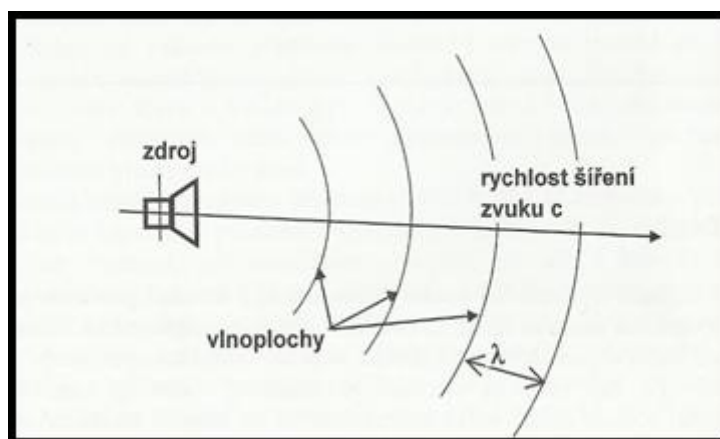
3. Hluk

3.1 Mechanické kmitání

Mechanické kmitání je podstatou slyšitelného zvuku. Jedná se o částice prostředí uvedené do mechanického kmitání, jež je předáváno pružným prostředím okolním částicím. Důležitým faktem je, že částice se volně v prostoru nepohybují, ale kmitají pouze kolem svých rovnovážných poloh. Frekvenční rozsah tohoto kmitání se nachází v rozmezí 20 až 2 000 Hz, to odpovídá přibližně kmitočtovému rozsahu lidského ucha. [11]

3.1.1 Šíření zvuku

Akustické vlnění postupuje prostředím od svého zdroje ve vlnoplochách (Obrázek 16). Vlnoplocha je myšlená plocha, v jejíž všech bodech je v daném časovém okamžiku stejný akustický stav. Místo, kam ve stejném okamžiku vlnění dorazilo, nazýváme čelem vlny. Směry kolmé, v nichž se vlnoplochy šíří označujeme jako paprsky. Zanedbáme-li okolní vlivy, šíří se vlnoplochy v soustředných kružnicích kolem zdroje hluku. Pohybem (oscilací) částic plynu, např. vzduchu dochází k jejich lokálnímu zhuštění či zředění a tím i ke změně tlaku oproti tlaku statickému. Tato změna je charakterizována tzv. hodnotou akustického tlaku. [11, 12]



Obrázek 16 Šíření zvuku od zdroje ve formě vlnoploch [11]

3.1.2 Hodnocení proměnného hluku

O proměnném hluku hovoříme, mění-li se hladina akustického tlaku A v čase o více než 5 dB. Pro jednočíselné hodnocení takového hluku je nutné použít výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$, který udává číselný údaj simulující ustálenou hladinu hluku. Vypočítaná hladina hluku A $L_{Aeq,T}$ má stejný účinek na člověka během sledovaného období jako proměnlivá hladina L pA za stejný čas. [11]

$$L_{Aeq} = 10 \log \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n 10^{L_{Ai}/10} \right) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

L_{Aeq} ekvivalentní hladina akustického tlaku

n celkový počet naměřených hladin

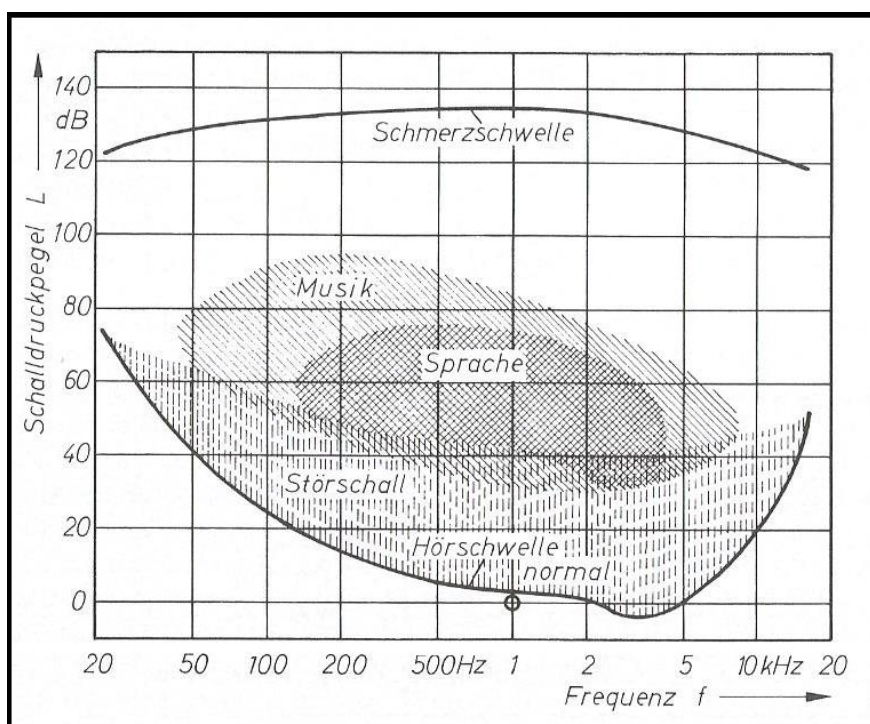
L_{Ai} i-tá naměřená hladina hluku A [dB]

3.2 Hluk kolem nás

Hluk jako takový je velice obtížně definovatelný jev, záleží zejména na subjektivním hodnocení posuzujícího člověka. To, co pro jednoho jedince může znamenat hluk, druhý vnímá např. jen jako hlasitou hudbu. Obecně lze říci, že hlukem je možno nazývat sluchové vjemy pro člověka nepříjemné, ale stejně tak i vjemy člověkem nevnímané nebo vědomě potlačované. Nárůst hlukové zátěže v prostředí nepochybně ovlivňuje psychickou stránku člověka, ale působí veskrze negativně i na ostatní živé organismy. V programech ochrany životního prostředí zaujímá hluk další místo hned po znečištění ovzduší či ochraně vod. Hluk okolního prostředí v posledních desetiletích prudce vzrostl, zejména v návaznosti na stále se zvyšující frekvenci dopravy obecně. Zvířecí potahy a parní stroje, z hlediska hluku vítané, byly dnes v naprosté většině případů nahrazeny spalovacími motory, se stále se zvyšujícími výkony přestože mezi mechanickým a akustickým výkonem existuje přímá úměrnost, která je v tomto případě dosti nežádoucí. [11]

3.3 Vliv hluku na lidský organismus

Pro hodnocení hlukové expozice je používána hladina akustického tlaku korigovaná filtrem A, jehož útlumová charakteristika přibližně odpovídá citlivosti zdravého lidského sluchového orgánu. Pro člověka je ovšem nepříjemná i nízká hladina akustického tlaku, jako hluboké ticho je většinou lidí vnímána hodnota kolem 20 dB. Pro lidský organismus je hladina 30 dB příjemným tichem. Osoby vystavené trvale hladinám nad 85 dB akustického tlaku L_A mohou být ohroženy trvalým poškozením sluchu a současně mají tyto hodnoty neblahý vliv na celou nervovou soustavu organismu. V bolest se mění sluchový vjem asi při 130 dB v závislosti na stavu sluchového orgánu každého jedince. Zvláště nebezpečné jsou hodnoty nad 160 dB, kdy může dojít i k tzv. proražení ušního bubínku (Graf 1). Nebezpečnost vysokých hladin akustického tlaku spočívá zejména v neschopnosti lidského organismu se proti němu vlastními prostředky bránit. Ochranu sluchu je tedy nutné v nevyhnutelných případech zabezpečovat osobními ochrannými prostředky, zejména tedy chrániči sluchu v podobě speciálních špuntů či ušních klapků. [11, 12, 13]



Graf 1 Běžné hlukové úrovně [13]

3.3.1 Hlukové limity obytných a venkovních prostor

V obytných prostorech je nutné zajistit hladinu hluku pronikající zvenčí v závislosti na druhu využití stavby, obecně však uvažujeme hladinu L_{Aeq} 40 dB. Ve venkovních prostorech, tj. mimo budovy, je přípustná hladina L_{Aeq} 50 dB, v noční době 22.00 až 6.00 hod. jsou limity korigovány o -10 dB. [12]

3.4 Metody odvrácení hlukové zátěže

Výrazným zdrojem hluku obecně je dnes zejména doprava, a to jak silniční, drážní, tak i v nezanedbatelné míře i doprava letecká. Dalším neméně významným, avšak zejména lokálním zdrojem hluku je průmysl, zde na rozdíl od hluku dopravního má výrazný vliv zejména na vlastní pracovníky v konkrétním provozu.

3.4.1 Úpravou zdroje hluku

Hlučnost zdroje hluku je možné často řešit primárně již při jeho samotné konstrukci a vývoji. Předchází se tím následným nákladům na následné tlumení již existujícího hluku.

3.4.1.1 Omezení hluku ve zdroji

Úprava zdroje hluku je velice efektivním řešením, které je však nutno vzít v potaz již při samotné výrobě a navrhování stroje či strojové linky. Zařízení vybavená pístovými motory či kompresory je neúčinněji možné do jisté míry ovlivnit zařazením účinných tlumičů zejména na sacím a výfukovém potrubí. Také odstranění či omezení vibrací buď účinným odpružením a tlumením nebo dynamickým vyvážením rotujících součástí či montáží vyvažovacích jednotek je dosahováno výrazného snížení hladin hluku v okolí stroje. Pozornost je nutné věnovat i oprávcování a konečné pórovitosti funkčních ploch např. ložisek nebo ozubených kol převodů. [11, 12]

3.4.2 Úpravou okolí zdroje

Úpravy okolí zdroje hluku bývají často nákladné a je nutné uvažovat s hlučností již při vzniku samotného zařízení.

3.4.2.1 Vhodným vzájemným situováním

Vzájemná poloha zdroje hluku a místa pobytu osob je zásadní zejména při plánování nových stálých výrobních provozů. Dodatečná úprava již nebývá možná nebo je provázena vysokými finančními náklady. [12]

3.4.3 Zvukovou izolací

Základním předpokladem je vhodný zvukově izolační materiál vložený buď mezi prostor hlučný a prostor pobytu osob či u mobilních zařízení místo obsluhy, zejména pak kabiny operátora. Možné je v některých případech částečně zvukově izolovat zdroj hluku od okolního prostředí uzavřením stroje do prostoru, který je od okolí oddělen kryty se speciálními zvukopohltivými materiály. Tímto způsobem je sekundárně omezeno šíření hluku do okolního prostředí.

3.4.4 Prostorovou akustikou

Zde je využívána zejména schopnost zvukové pohltivosti různých materiálů a jejich použití v konstrukcích budov akusticky náročných. [12]

3.4.5 Použití osobních ochranných pomůcek

V případě nemožnosti omezení hluku stroji uvedenými metodami je nutno používat lokální ochranu každého pracovníka. Zejména tedy při práci se stroji, kde hluk vyvolává vlastní pracovní orgán např. kotouč okružní pily, mechanické bourací kladivo, nebo při práci v prostorech s nevhodnou akustikou např. nádrže nebo potrubí o velké světlosti. Použití osobních ochranných pomůcek, v našem případě zejména chrániče sluchu upravuje platná legislativa.

3.5 Traktor jako zdroj hluku

Traktor je významným zdrojem hluku. Při polních pracích ovlivňuje tento hluk zejména samotného operátora, popř. obsluhu pracovních nástrojů a přípojných strojů, v zemědělském podniku však bývá traktor nasazován i pro činnosti v bezprostřední blízkosti obytných prostor a v neposlední řadě i přímo v objektech ustájení hospodářských zvířat. Pro práci samotného operátora sledujeme zejména hlukovou

zátěž jeho pracoviště, v dnešní době často prostor uvnitř samotné kabiny. S ohledem na okolní prostředí je nutné sledovat i vliv na prostory v bezprostřední blízkosti stroje a v neposlední řadě i ve vzdálenosti, kde se nejčastěji nachází ostatní osoby či zvířata.

3.5.1 Rozdělení zdrojů zvuku

Zdroje zvuku je možno dělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou mechanické zdroje zvuku, kde zvuk či hluk vzniká kmitáním povrchů strojních součástí a jeho částí a je přenášen do okolí. Do druhé skupiny je možné zařadit zdroje, aerodynamické zářiče akustické energie, kde zvuk vzniká turbulentním prouděním v potrubí popř. při obtékání těles proudem tekutiny. [11]

3.5.2 Hluk jednotlivých součástí traktorů

Traktor je stroj sestávající z velkého množství částí, strojních součástí a mechanismů na sebe úzce navazujících, a povětšinou na sobě závislých.

3.5.2.1 Hluk valivých ložisek

Se zvyšující se tendencí růstu výkonu traktorů a současným tlakem na snižování hmotnosti základního provedení traktorů vede často k použití vysoce jakostních materiálů a k navyšování provozních otáček většiny rotačních součástí traktoru. Zvyšují se tudíž nároky na jakost ložisek, zejména valivých, kde na rozdíl od ložisek kluzných dochází k vzájemnému kontaktu velkého množství pohyblivých součástí. Tímto by často docházelo ke značnému nárůstu hlučnosti zejména převodových skříní a koncových převodů a je účelné tomuto čelit zejména dokonalejším opracováním styčných ploch valivých tělísek a ložiskových kroužků, a použitím vhodných maziv. Příčinou hluku valivých ložisek je tedy v první řadě odchylka od přesného geometrického tvaru jejich částí. Některé odchylky jsou ovšem způsobeny až při samotné montáži ložiska do nepřesně vyrobeného otvoru, který svou ovalitou popř. nesprávnou tolerancí způsobí rozdílné provozní vůle samotného ložiska. Další příčinou hluku ložisek je tzv. prokluz, který je způsoben nedokonalým odvalováním valivých tělísek. [11]

3.5.2.2 Hluk ozubených soukolí

Jak bylo již zmíněno tendence nárůstu výkonů, snižování hmotnosti a celková minimalizace součástí vede ke zvyšování provozních otáček hřídelů a tudíž i soukolí ozubených převodů. Zde hraje taktéž velkou roli obvodová rychlost samotného převodu. Pro snížení hlučnosti soukolí je vhodné použití kol se šikmým ozubením, kde je vždy v záběru několik zubů a nedochází tedy k tak výraznému chvění při náběhu a výběhu jednotlivých zubů ze záběru. Tímto opatřením lze dle [11] snížit hlučnost soukolí o 5 dB, domnívám se ovšem, že závisí zejména na vlastnostech vlastního stroje a samotném seřízení provozních vůlí samotného soukolí. Vlastní seřízení mezizubní vůle, souososti hřídelů a použití vhodného maziva je často však nejvýraznějším a nejúčinnějším způsobem omezení hlučnosti, zejména pak v rámci opravárenství. V konstrukci převodovek je nutno uvažovat i samotné rezonanční schopnosti vlastní skříně. Při nevhodně konstruované skříně, zejména tedy její nízkou tuhostí dochází ke zvyšování její celkové hlučnosti a v krajních případech i samotné pevnosti, proto je účelné zabývat se těmito vlastnostmi již při konstrukci samotných skříní, zejména těch, kde jsou velké volné plochy, které je účelné zesilovat příslušným žebrováním jak z důvodu hlučnosti, tak z hlediska jeho celkové tuhosti. [11]

3.5.2.3 Hluk spalovacích motorů a kompresorů

Základním zdrojem hluku spalovacích motorů a kompresorů, zejména pístových, je práce stoje s měnícími se tlaky během provozu motoru či kompresoru. Taktéž je nutné uvažovat hlučnost ostatních nezbytných částí pro funkci motoru. U pístového spalovacího motoru se jedná zejména o hluk způsobený různými provozními vůlemi klikového mechanismu. U vznětového motoru je výrazným zdrojem hluku vstřikovací čerpadlo, u zážehového se může jednat o přerušovač či zapalovací magneto s odstředivým přesuvníkem zážehu. Motory vybavené ventilovým rozvodem je vhodné osazovat příslušným automatickým systémem seřizování ventilové vůle. Přepřehování motorů skýtá také jistá rizika vzniku nežádoucího hluku, zejména při použití přepřehování motoru turbodmychadlem, kde se předpokládá jeho práce při vysokých otáčkách, u menších průměrů často i přes 100 000 ot. min⁻¹ a kde vzniká hluk změnami proudění plynů i případnými mechanickými vůlemi v uložení jeho hřídele. U pístových kompresorů bývá

nejvýraznějším zdrojem hluku proudění vzduchu v potrubích. Zejména potrubí sací je nutné dobře izolovat a opatřit tlumičem sání, což není v zástavbě kompresorů traktorů často možné. Také druh chlazení má značný vliv na celkovou hlučnost agregátu. Obecně lze říci, že se pístové stroje chlazené kapalinou vyznačují výrazně nižší hladinou hluku v porovnání se stroji přímo chlazenými proudem vzduchu. Při kapalinovém chlazení je část vyzařovaného hluku pohlcována kapalinou i povětšinou dvojitým pláštěm teplotně namáhaných částí strojů. Vzduchové chlazení se jeví jako jednodušší a výrazně lehčí řešení, avšak snaha o dokonalý odvod tepla z namáhaných částí zapříčiňuje tendenci zvětšování chladicí plochy rozmanitými žebry, která mohou být zdrojem různého chvění a tím způsobovat zvýšenou hlučnost těchto strojů. [11]

3.5.2.4 Hluk kapalinových mechanismů

Součástí traktorů je v dnešní době již nepostradatelný tříbodový závěs, který je již ve valné většině ovládán hydraulicky, tedy tlakovým olejem. Nepostradatelnou částí tohoto mechanismu je tedy vnitřní okruh tlakového oleje pro ovládání tříbodového závěsu a vnější okruh pro ovládání hydraulických systémů přípojných strojů. Zdrojem hluku u tohoto zařízení je zejména hydrogenerátor (hydraulické čerpadlo), kde dochází ke změně proudění oleje a jeho stlačování. Z konstrukce různých druhů čerpadel vyplývá jejich odlišná hlučnost. Zubové čerpadlo je svou konstrukcí velice jednoduché, jeho účinnost je však nízká a hlučnost se zvyšuje s rostoucím pracovním tlakem a zejména opotřebením. Dalším používaným druhem jsou čerpadla pístová. Ta se vyznačují zejména vyšším pracovním tlakem oproti čerpadlům zubovým a jejich účinnost je také vyšší. Hlučnost tohoto čerpadla klesá se zvyšujícím se počtem pracovních jednotek úměrně snižováním rázům vznikajících nerovnoměrným chodem čerpadla s jejich nízkým počtem. Pro plynulost dodávky tlakového oleje je vhodné použití tří a více pracovních jednotek. Při nerovnoměrném chodu čerpadel se vzniklé rázy přenáší a zatěžují nadměrně převody jeho pohonu. S úspěchem bývá použit pohon různými typy řemenů, které jsou z hlediska hlučnosti velice vhodné. Dalším zdrojem hluku kapalinových mechanismů je průchod tlakového oleje zúženými místy vedení či při průchodu rozmanitými škrťácími, pojistnými a rozvodnými komponenty systému. Samostatnou kapitolou by byl popis regulační hydrauliky traktorů, kde dochází často ke škrcení průchodu tlakového oleje a i jeho prudkému zahřívání.

3.5.2.5 Hlučnost prouděním vzduchu

Tato hlučnost se u traktorů pracujících při nízké jezdové rychlosti neuvažuje.

3.5.2.6 Hlučnost pneumatik

Při pracovních operacích kde jezdová rychlost nepřevyšuje 25 km·h⁻¹ se hluk pneumatik zanedbává. Při dosažení vyšších rychlostí, zejména při nasazení traktorů v dopravě, kde se jezdová rychlost pohybuje i nad 40 km·h⁻¹ se již hlučnost pneumatik uvažuje. Tento hluk je způsoben jednak prouděním vzduchu kolem samotné rotující pneumatiky, další příčinou shledáváme ve vzniku rázů, které jsou důsledkem nárazů jednotlivých částí hrubého dezénu zemědělské záběrové pneumatiky na podložku. Pro silniční dopravu je z hlediska hlučnosti účelné použití pneumatik silničních či komunálních, jejich dezén je podobný dezénu pneumatikám pro silniční vozidla, má větší okamžitou styčnou plochu a je odolnější vůči opotřebení. Značnou nevýhodou jsou jejich velice omezené záběrové vlastnosti z důvodu nízké schopnosti samočištění oproti pneumatice se šípovým dezénem. Hlučnost pneumatik obecně vzrůstá s jejich klesajícím tlakem huštění, čímž dochází k deformaci běhounu a tření o povrch vozovky.

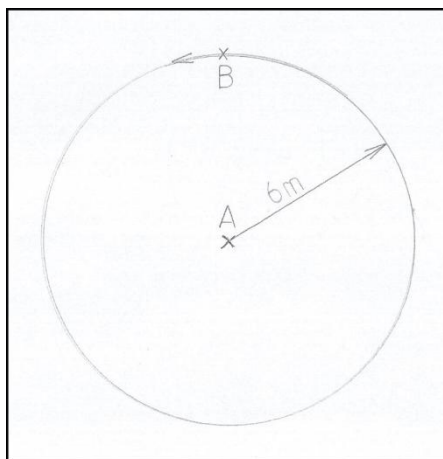
4. Cíl práce

Cílem této práce bylo souhrnné zhodnocení hlučnosti traktorů v průběhu let jejich výroby. Bylo prováděno měření hladin hluku L_A v místě obsluhy a současně v určité vzdálenosti od stroje, výsledky byly vzájemně porovnávány a upraveny do grafické podoby.

5. Metodika

5.1 Metodika měření

Bylo vybráno celkem 6 traktorů rozdílného výkonu a stáří, dále podrobně popsaných. Na těchto traktorech byla měřena současně dvěma hlukoměry hladina akustického tlaku L_A , dále jen hlučnost, v místě obsluhy a ve vzdálenosti 6 m při různých režimech. Hlukoměr č. 1 byl umístěn v místě obsluhy traktoru tak, že byl držen obsluhou poblíž jejího obličejce, aby nebyl nepříznivě ovlivněn vibracemi. Hlukoměr č. 2 byl umístěn na stojanu (stativu) ve vzdálenosti 6 m od podélné osy traktoru a výšce 160 cm od povrchu zkušební plochy. Oba hlukoměry byly směřovány snímači svisle vzhůru. Měřicí dráha kruhového tvaru o poloměru 6 m byla vyznačena barvou na zpevněný vodorovný asfaltový povrch prostý hrubších nečistot (Obrázek 17). Vzhledem k téměř ustáleným hladinám hluku byla zvolena délka jednotlivých měření 30 s. Hodnoty akustického tlaku byly ukládány do paměti hlukoměrů po 1 sekundě při použití váhového filtru A, dynamické charakteristiky Fast (hladina akustického tlaku je integrována v čase s konstantou 125 ms). Během měření byly hlukoměry vybaveny krytem proti větru. Obsluhu druhého hlukoměru obstarával asistent. Měření č. I (MIN) bylo prováděno u nepohybujícího se traktoru při volnoběžných otáčkách motoru (dle výrobce) bez zatížení. Měření č. II (MAX) při maximálních otáčkách motoru připuštěných regulátorem otáček, opět bez zatížení. Měření č. III (ZAT) bylo zaměřeno na zjištění hlučnosti jedoucího zatíženého traktoru. Vzhledem k rozdílným charakteristikám traktorových motorů a různým pojezdovým rychlostem byl vybrán rychlostní stupeň určený pro práci traktoru s radličným pluhem (3,5 – 7 km/h). Motor byl při nastavené maximální dávce paliva zatěžován do chvíle, kdy jeho otáčky poklesly z maximálních otáček o 20%, tím je dosaženo porovnatelného zatížení různých motorů. Zatížení bylo vyvoláno jízdou při současném působení provozních brzd traktoru. Otáčky motoru byly měřeny otáčkoměrem traktoru popř. externím ručním elektronickým otáčkoměrem na klikovém hřídeli, popř. vývodovém hřídeli a následně přepočítány. Otáčky a tím tedy i zatížení motoru byly po dobu měření udržovány konstantní. Při měření byla sledována a zohledňována hladina hluku okolního prostředí, teplota a vlhkost vzduchu, atmosférický tlak a rychlost větru.



Obrázek 17 Měřicí dráha

A měřicí stanoviště hlukoměru č. 2

B pohybující se traktor

5.2 Měřicí přístroje

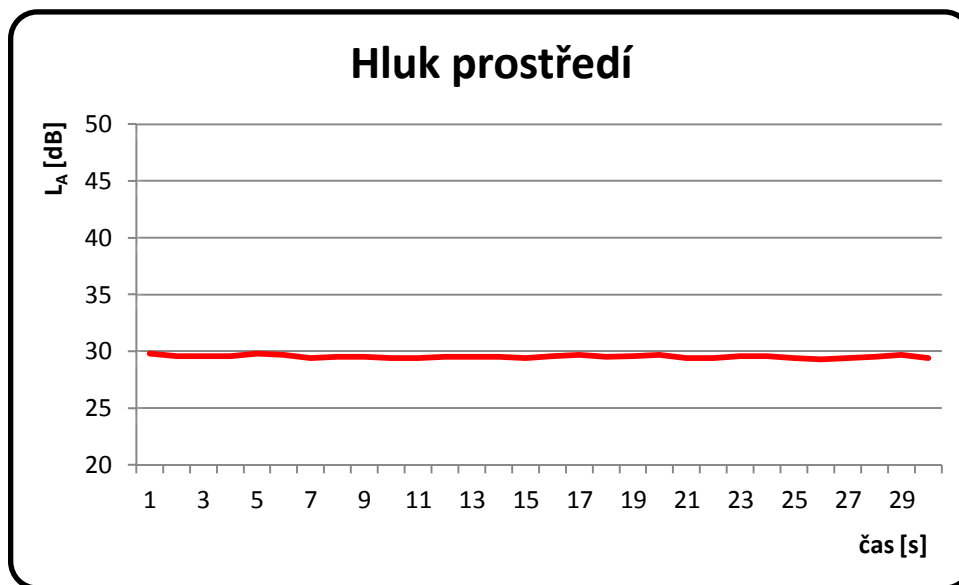
K měření hluku byly použity přístroje pro měření zvukové hladiny dle EN 61672-1 typu Voltcraft SL 300 a Voltcraft SL 450 se záznamem naměřených hodnot. Přístroj SL 450 byl vybaven stojanem (stativem) (Obrázek 18) pro měření hladiny hluku mimo místo obsluhy traktoru. Oba přístroje zaznamenávaly hodnoty korigované integrovaným váhovým filtrem A, ten zaznamenává hodnoty obdobné jako lidský sluch. Měření otáček motoru bylo provedeno pomocí otáčkoměru Voltcraft DT 20. Pro určení rychlosti větru, teploty a vlhkosti vzduchu byla použita domácí meteorologická stanice Auriol. Pro měření vzdáleností a vytyčení kruhové dráhy bylo použito svinovací pásmo. Vyhodnocení bylo provedeno počítačem značky HP řady S.



Obrázek 18 Měřicí stanoviště

5.3 Podmínky měření

Měření probíhalo na vodorovném zpevněném asfaltovém povrchu prostém větších nečistot. Hlučnost prostředí dokládá přiložený graf 2. Vlhkost vzduchu 65 %, teplota vzduchu 16 °C, atmosférický tlak 1004 hPa a rychlost větru nepřesahující 3 m. s⁻¹.



Graf 2 Hluk prostředí

5.4 Popis hodnocených traktorů

Pro účely měření byly zvoleny traktory rozdílného stáří, výkonů i konstrukcí a poháněné rozmanitými typy motorů. Na všech traktorech byl namontován tlumič výfuku i filtr nasávaného vzduchu odpovídající výrobní dokumentaci. Motory traktorů byly v řádném stavu, bez zjevných známek opotřebení a nastaveny dle předpisů výrobce.

5.4.1 Zetor 3011

Traktor Zetor 3011 Major (Obrázek 19) byl vyráběn podnikem Závody na valivá ložiska a traktory n. p. Brno-Líšeň od roku 1961. Představoval základní typ pozdější několikrát modernizované unifikované řady traktorů UŘ I. Traktor je vybaven tříválcovým čtyřtákním atmosférickým vznětovým motorem s přímým vstřikem paliva o výkonu 32 k (22,6 kW) při 2000 ot. min⁻¹. Počet mth neurčen, stav agregátů dobrý. Kabina traktoru není vybavena protihlukovou izolací. Měřený traktor byl vyroben roku 1963.



Obrázek 19 Zetor 3011

5.4.2 Zetor Proxima 7441

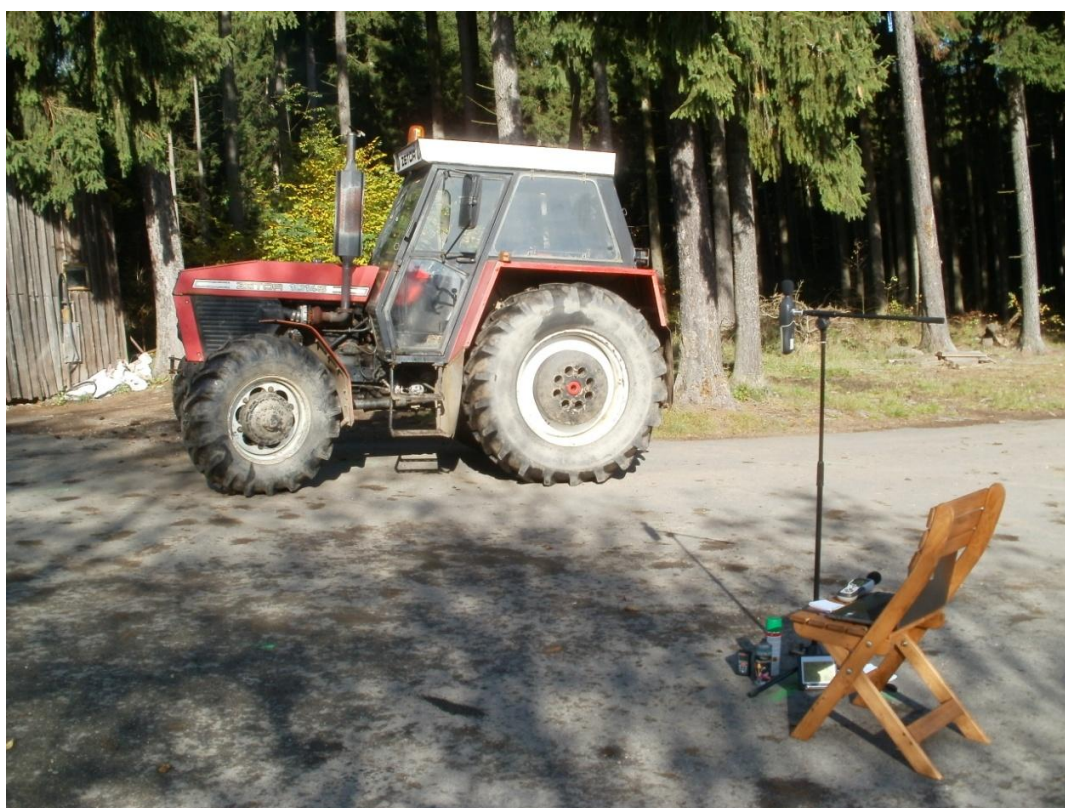
Zetor Proxima (Obrázek 20) je pozdějším nástupcem UŘ I, která končí traktory modelové řady 97 Super. Roku 2004 přichází jednotná řada lehká JRL s obchodním označením traktorů Proxima, která je vybavena nově vyvinutými přeplňovanými čtyřválcovými dieselvými motory s přímým vstříkem paliva. Motor traktoru Zetor Proxima 7441 poskytuje výkon 72k (53kW) při 2200ot. min⁻¹. V době měření 450 mth. Kabina je uložena na pružících prvcích a je přiměřeně odhlučněna. Měřený traktor byl vyroben roku 2004.



Obrázek 20 Zetor 7441 Proxima

5.4.3 Zetor Crystal 10145

Zetor Crystal (Obrázek 21) spatřil světlo světa již roku 1968, byl to model Crystal 8011, který se stal prvním traktorem druhé unifikované řady UŘ II. Zetor Crystal 10145 je zástupcem první modernizace UŘ II, někdy též zvané modernizace B. Motor traktoru je vznětový čtyřválcový s přímým vstřikem paliva přeplňovaný turbodmychadlem a poskytuje výkon 97 k (71,4 kW) při 2200 ot. min⁻¹. Celkový počet mth neurčen, motor po kompletní GO 200 mth. Kabina traktoru je uložena na pružných prvcích a je přiměřeně odhlučněna. Měřený traktor byl vyroben roku 1987.



Obrázek 21 Zetor Crystal 10145

5.4.4 Svoboda DK 12

Traktory Svoboda byly vyráběny v letech 1934 až 1948 továrnou Václava Svobody v Kosmonosích u Mladé Boleslavi. Vyznačovaly se velice jednoduchou konstrukcí, snadnou opravitelností a nízkými náklady na provoz zejména díky vznětovému motoru vlastní konstrukce. Model DK 12 (Obrázek 22) byl vyráběn od roku 1939 a stal se bezpochyby nejznámějším výrobkem této továrny. Motor traktoru je jednoválcový horizontální čtyřtaktní vznětový komůrkový s odpařovacím chlazením a podává výkon 12 k (8,8 kW) při 1200ot. min⁻¹. Počet mth neurčen, stav agregátů velice dobrý. Traktor není vybaven kabinou řidiče. Měřený traktor byl vyroben roku 1943.



Obrázek 22 Svoboda DK 12

5.4.5 IHC Farmall model H

Traktor Farmall H (Obrázek 23) je zástupcem kultivačních traktorů typu row-crop určených zejména pro řádkové plodiny. Rozchod zadních kol je lehce nastavitelný v širokém rozsahu. Přední kola jsou dvě a jsou umístěna těsně vedle sebe pro dosažení dobré manévrovatelnosti a možnosti zavěšení pracovního nářadí i v přední části traktoru. Motor traktoru je čtyřtákní čtyřválcový zážehový spalující zejména petrolej. Pro spuštění nezahřátého motoru je použito benzínu. Jeho výkon dosahuje 24 k (17,7 kW) při 1650 ot. min⁻¹. Počet mth neurčen, stav agregátů dobrý. Traktor není vybaven kabinou řidiče. Měřený traktor byl vyroben roku 1945.



Obrázek 23 IHC Farmall H

5.4.6 Case IH 85 A Farmall

Traktor Case 85 Farmall (Obrázek 24) je zástupcem řady traktorů Case IH vyvinutých s požadavkem co nejnižší ceny a tudíž vysoké dostupnosti tohoto traktoru i drobnějším zemědělcům. Jeho čtyřtákní čtyřválcový přeplňovaný vznětový motor poskytuje výkon 82 k (60,4 kW) při 2500 ot. min⁻¹. Počet mth v době měření 400. Kabina traktoru je uložena na pružných prvcích a je přiměřeně odhlučněna. Měřený traktor byl vyroben roku 2013.



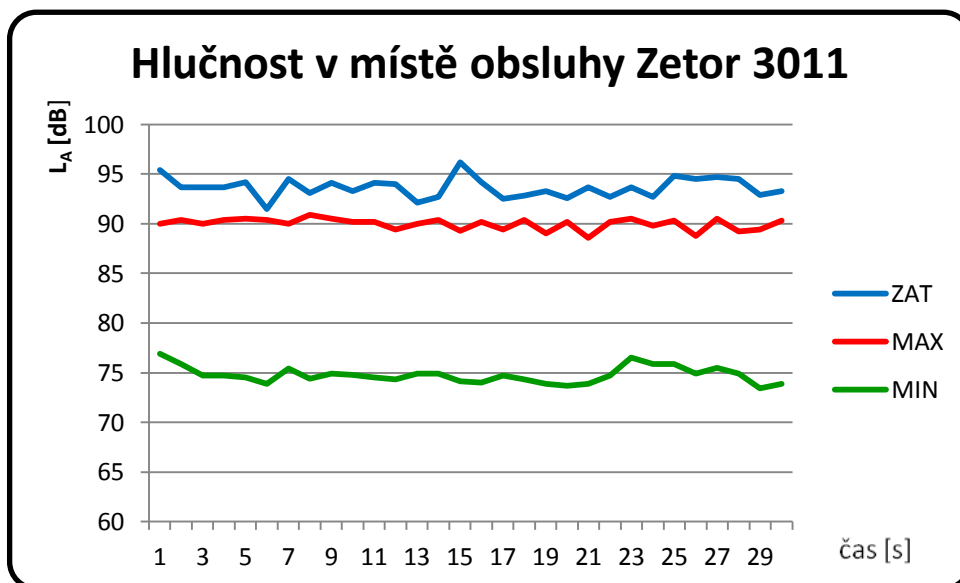
Obrázek 24 Case IH 85 A

6. Výsledky vlastní práce a diskuze

Naměřené hodnoty hluku byly pro názornost zpracovány do grafické podoby. Každé měření trvalo 30 s a bylo z něj získáno 30 naměřených hodnot hluku.

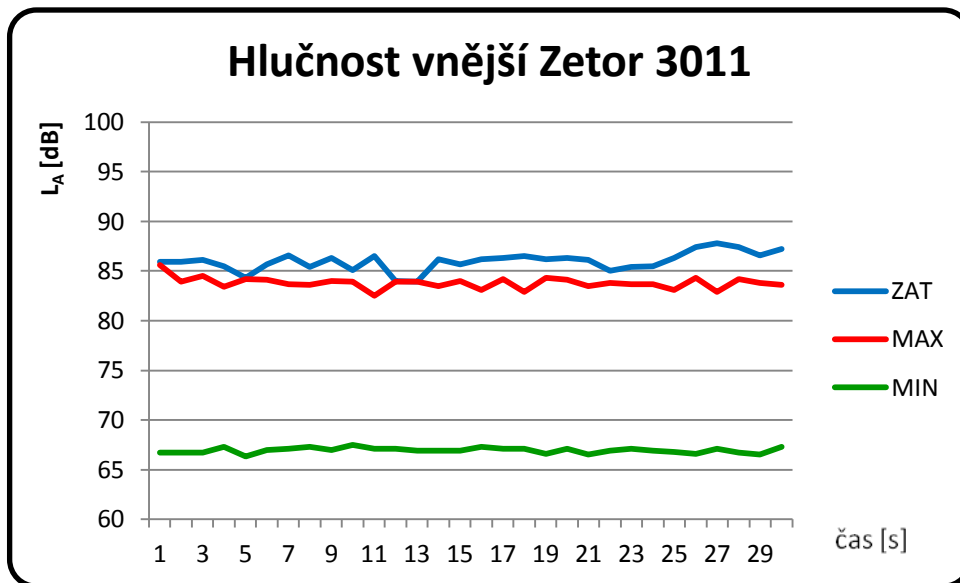
6.1 Porovnání hluku při různých provozních režimech

6.1.1 Zetor 3011



Graf 3 Hlučnost v místě obsluhy Zetor 3011

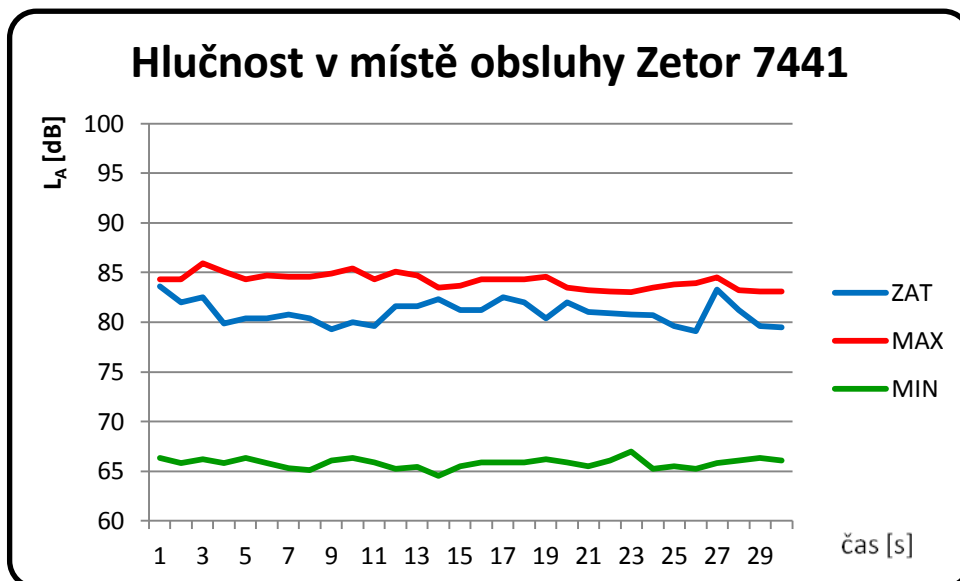
Na grafu 3 je sledována hlučnost v místě obsluhy traktoru Zetor 3011. Z důvodu nízkého odhlučnění kabiny ukazuje z dnešního pohledu vysoké hladiny hluku ve všech režimech. Odchytky při volnoběžných otáčkách motoru byly způsobeny drobnou nepřesností regulátoru otáček.



Graf 4 Hlučnost vnější Zetor 3011

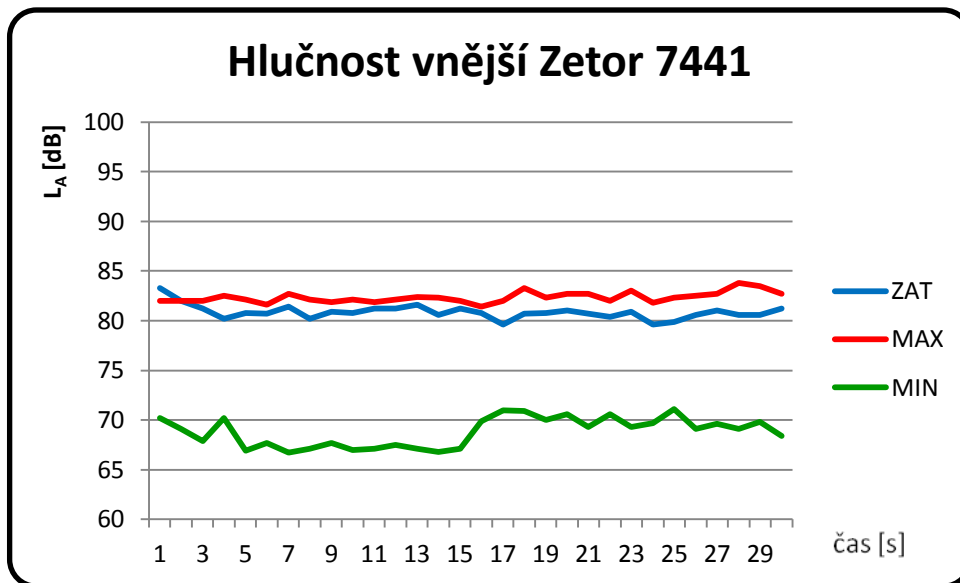
Na grafu 4 je znázorněna hlučnost ve vzdálenosti 6 m od traktoru. V porovnání s hlučností v místě obsluhy byly naměřeny všechny hladiny hluku výrazně nižší.

6.1.2 Zetor Proxima 7441



Graf 5 Hlučnost v místě obsluhy Zetor Proxima 7441

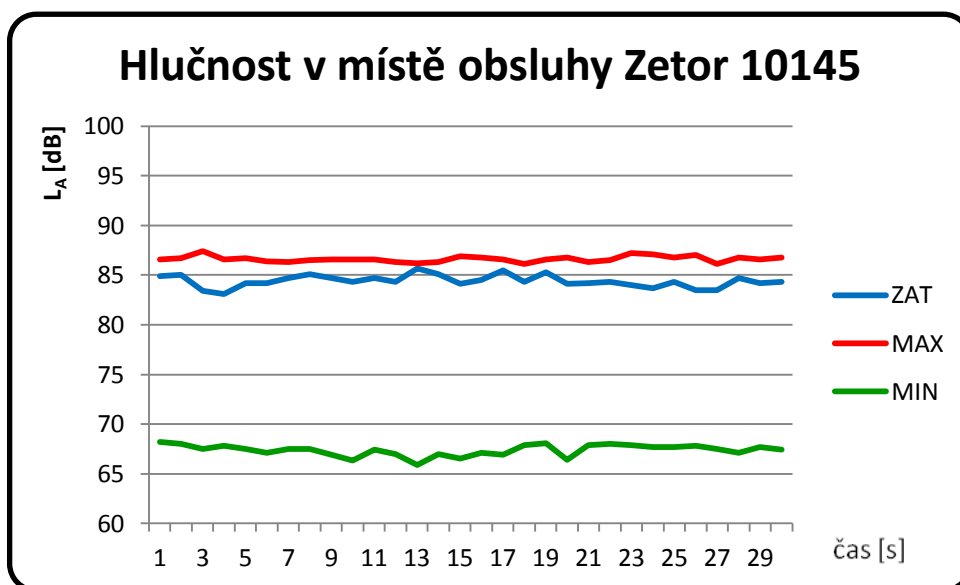
Na grafu 5 je uvedena hlučnost v místě obsluhy traktoru Zetor 7441. Vzhledem k modernější konstrukci kabiny jsou naměřené hodnoty výrazně nižší než u traktoru Z 3011. Patrné je i to, že nejvyšších hladin hluku je dosahováno při maximálních otáčkách motoru a nikoliv při jeho zatížení. Je zřejmé, že se snižujícími otáčkami motoru se snižuje i hluk pronikající do kabiny.



Graf 6 Hlučnost vnější Zetor Proxima 7441

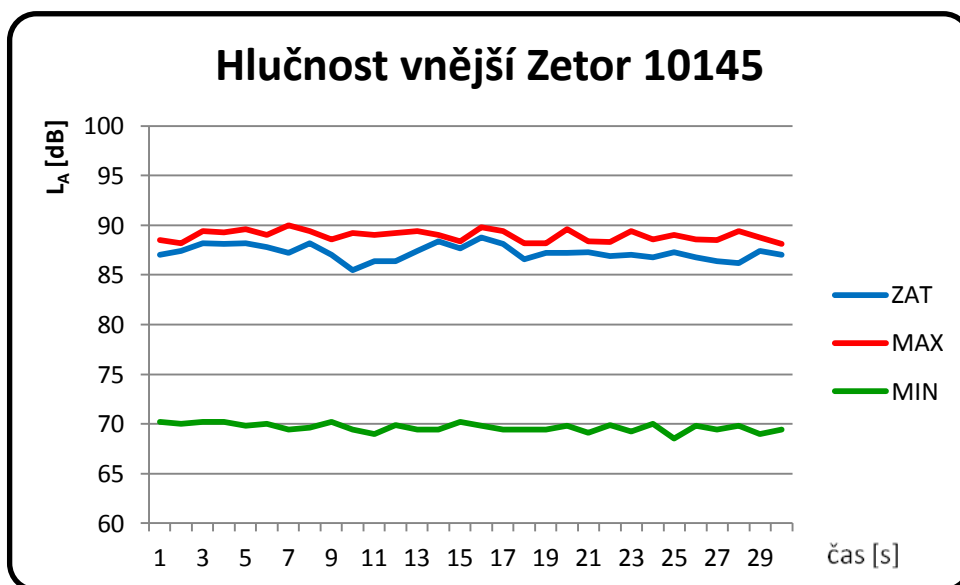
Na grafu 6 je sledována hlučnost ve vzdálenosti 6 m od traktoru. Je patrné, že se hladiny hluku při zatížení a maximálních otáčkách motoru výrazně nezměnily vůči naměřeným hodnotám v místě obsluhy. Vyšší hladina hluku při volnoběžných otáčkách a celková nepravidelnost tohoto grafu byla způsobena zejména změnami způsobenými chodem kompresoru a regulátoru tlaku ve vzduchotlakovém zařízení traktoru.

6.1.3 Zetor Crystal 10145



Graf 7 Hlučnost v místě obsluhy Zetor Crystal 10145

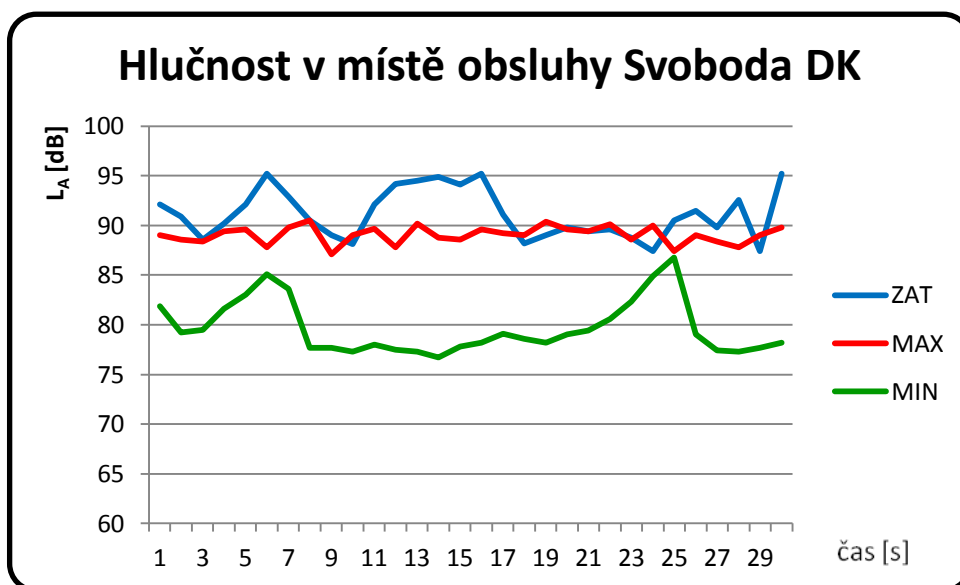
Na grafu 7 je sledována hladina hluku traktoru Zetor 10145 Crystal v místě obsluhy. Naměřené hodnoty se výrazně neodlišují od hodnot traktoru Zetor 7441, přestože tyto traktory jsou odlišného stáří. Svědčí to o vysoké technické úrovni traktorů UŘ II.



Graf 8 Hlučnost vnější Zetor Crystal 10145

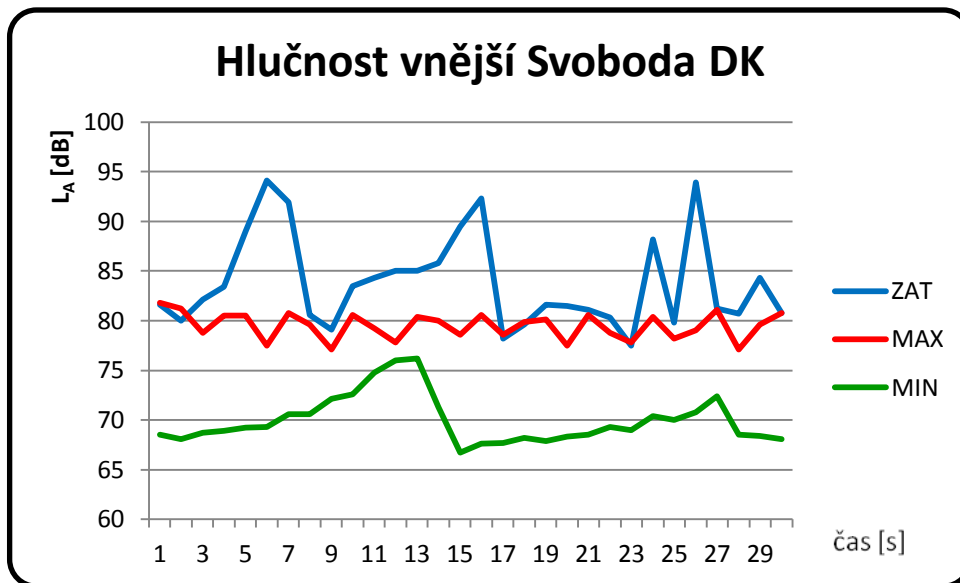
Graf 8 ukazuje hlučnost ve vzdálenosti 6 m od traktoru Zetor 10145. Naměřené hodnoty jsou v porovnání s traktorem Zetor 7441 vyšší, toto je způsobeno vyšším výkonem motoru traktoru Zetor 10145 a méně izolovaným tlumičem výfuku, který se na rozdíl od traktoru Zetor 7441 nenachází pod kapotáží motoru ale vně.

6.1.4 Svoboda DK 12



Graf 9 Hlučnost v místě obsluhy Svoboda DK 12

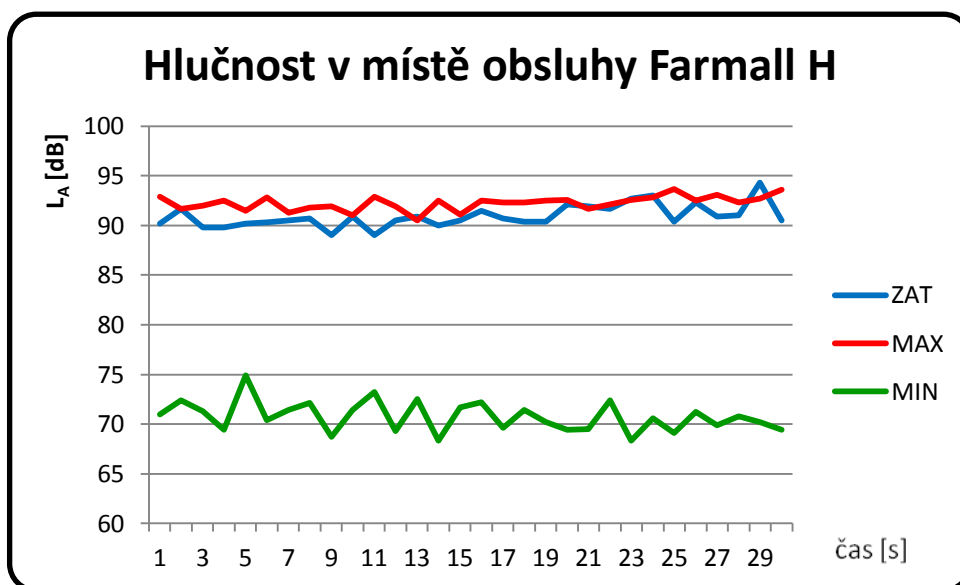
Na grafu 9 je sledována hladina hluku v místě obsluhy traktoru Svoboda DK 12. V porovnání s předchozími byly naměřeny vyšší hodnoty, zejména z toho důvodu, že měřený traktor nebyl vybaven kabinou operátora (traktoristy) ani tlumičem výfuku. Nerovnoměrnost grafu byla způsobena tím, že hlukoměry zaznamenávaly hodnotu každou sekundu a chod jednoválcového motoru je nepravidelný. Největších výkyvů je dosahováno při volnoběžných otáčkách, kdy jednotlivé pracovní doby motoru jsou od sebe značně vzdáleny.



Graf 10 Hlučnost vnější Svoboda DK 12

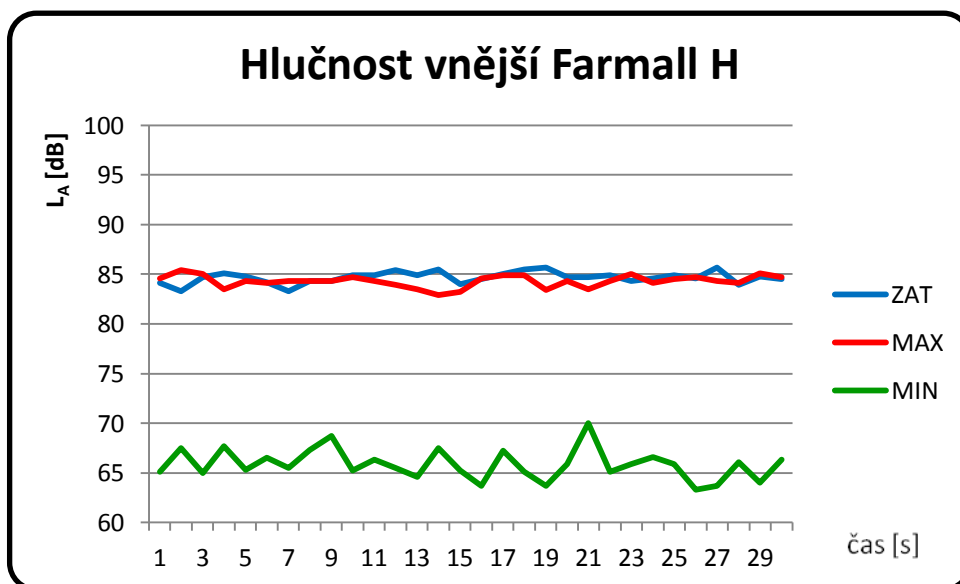
Graf 10 ukazuje hlučnost ve vzdálenosti 6 m od traktoru. Vysoké hodnoty jsou opět způsobeny absencí tlumiče výfuku a i samotným umístěním výfuku, který ústí směrem k hlukoměru. Stejně jako u traktoru Zetor 3011 je patrná vyšší hlučnost zatíženého traktoru v porovnání s maximálními otáčkami, zde tomuto napomáhají velké setrvačné síly setrvačnicku motoru, který napomáhá jeho lehkému chodu.

6.1.5 IHC Farmall model H



Graf 11 Hlučnost v místě obsluhy IHC Farmall H

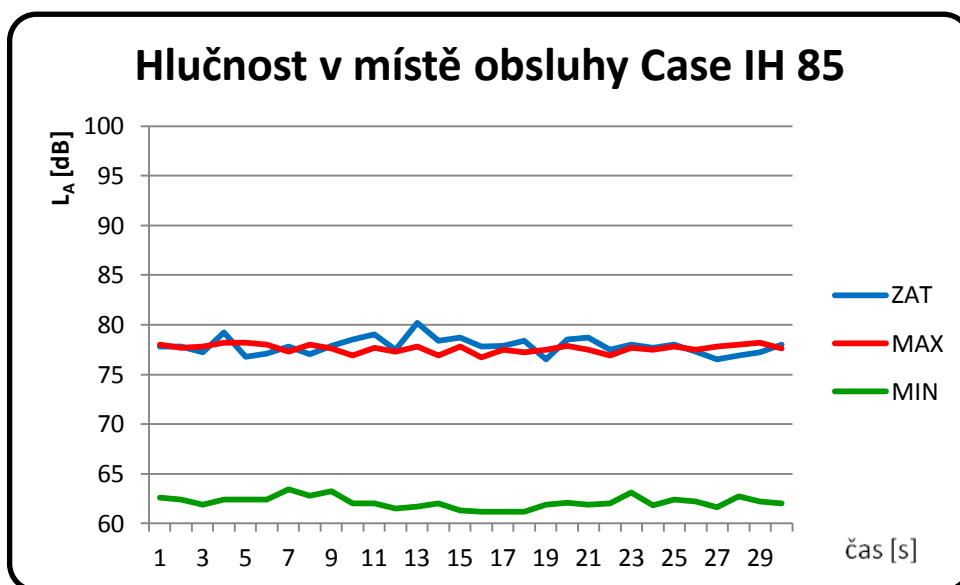
Na grafu 11 je znázorněna hlučnost traktoru IHC Farmall model H v místě obsluhy. Traktor je jako jediný měřený vybaven zážehovým motorem. Na grafu je dobře patrný nepravidelný chod zážehového motoru při volnoběžných otáčkách.



Graf 12 Hlučnost vnější IHC Farmall H

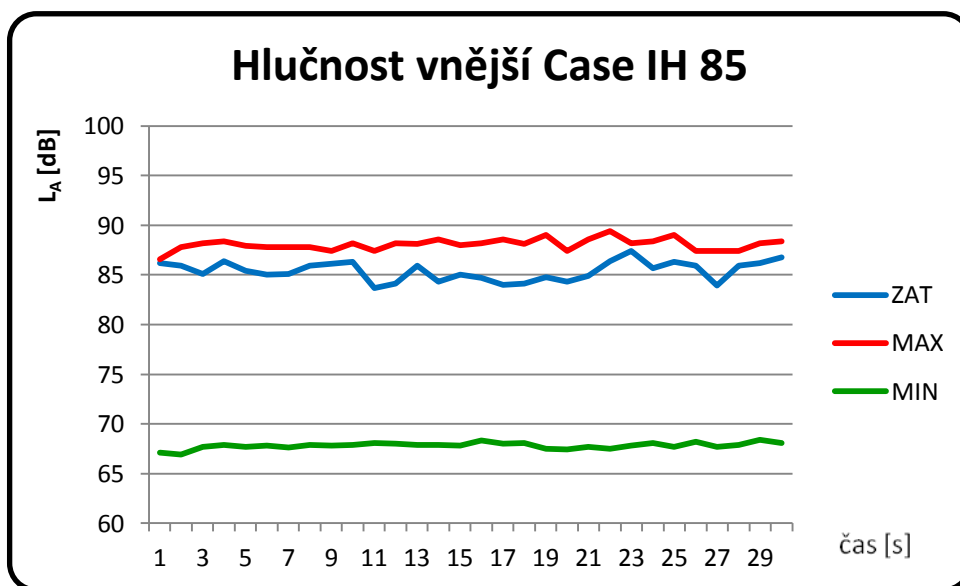
Na grafu 12 je sledována hlučnost ve vzdálenosti 6 m od traktoru. Všechny naměřené hodnoty jsou nižší než v místě obsluhy. V porovnání s traktorem Zetor 3011 jsou hodnoty při zatížení nižší.

6.1.6 Case IH 85 A Farmall



Graf 13 Hlučnost v místě obsluhy Case IH 85 A Farmall

Na grafu 13 je patrné, že naměřené hodnoty traktoru Case IH 85 A Farmall jsou v místě obsluhy nejnižší ze všech uvedených. Svědčí to o moderní konstrukci kabiny traktoru, který je z měření nejnovější.

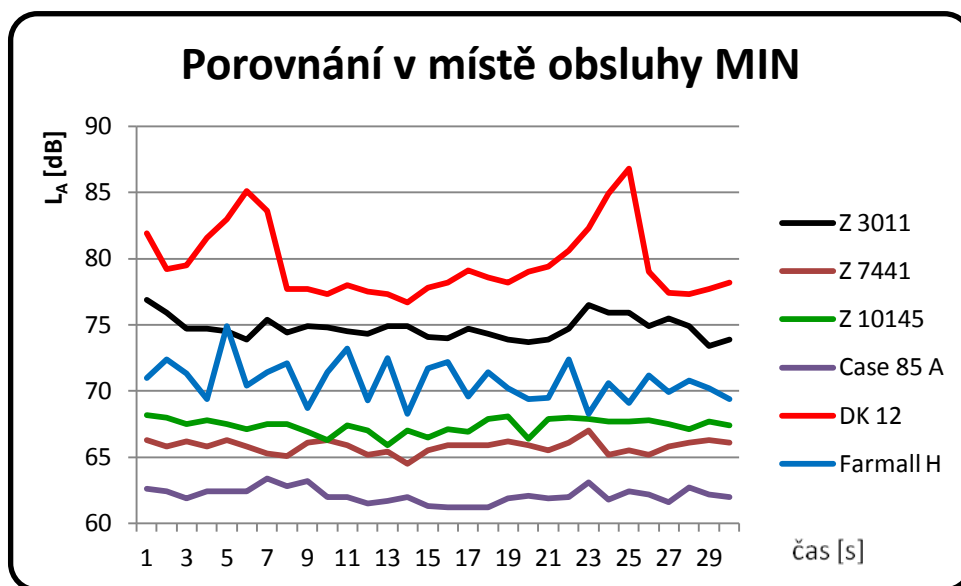


Graf 14 hlučnost vnější Case IH 85 A Farmall

Graf 14 ukazuje hlučnost traktoru Case IH 85 ve vzdálenosti 6 m. Vnější hlučnost tohoto traktoru je však při zatížení a maximálních otáčkách motoru výrazně vyšší než u traktoru Zetor 7441.

6.2 Porovnání hluku různých traktorů

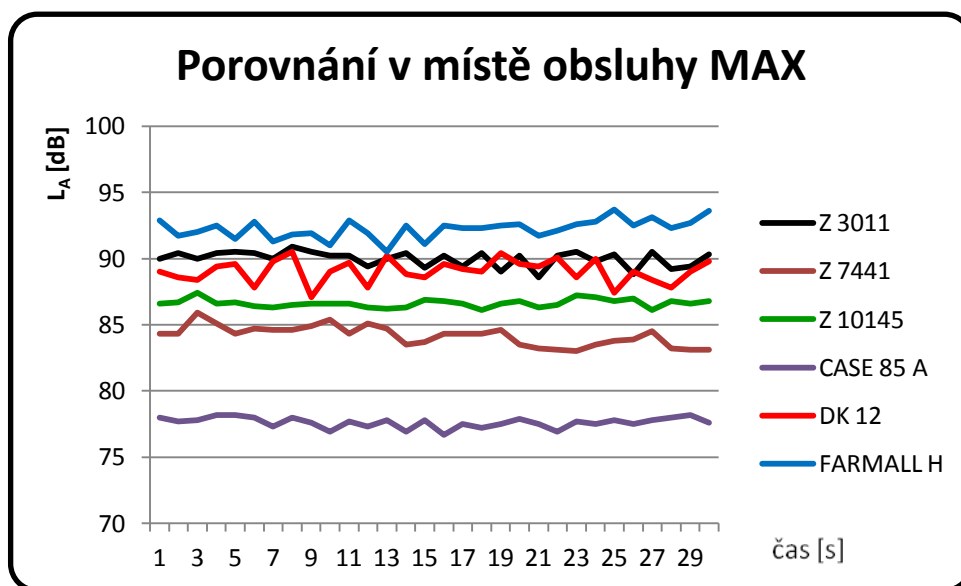
6.2.1 Porovnání v místě obsluhy při volnoběžných otáčkách motoru



Graf 15 Porovnání v místě obsluhy při volnoběžných otáčkách motoru

Na grafu 15 jsou porovnávány měřené traktory v místě obsluhy při volnoběžných otáčkách motoru. Z grafu je velice dobře patrná závislost stáří stroje a jeho hlučnosti, kdy u nejnovějšího traktoru Case IH 85 z roku 2013 byla naměřená hlučnost nejnižší. Následuje traktor Zetor 7441 z roku 2004, dále Zetor 10145 z roku 1987, Zetor 3011 z roku 1963 a Svoboda DK 12 z roku 1943. Traktor IHC Farmall H z roku 1945 vzhledem k zážehovému motoru není plně porovnatelný, avšak vychází z hlediska hlučnosti velice nadčasově.

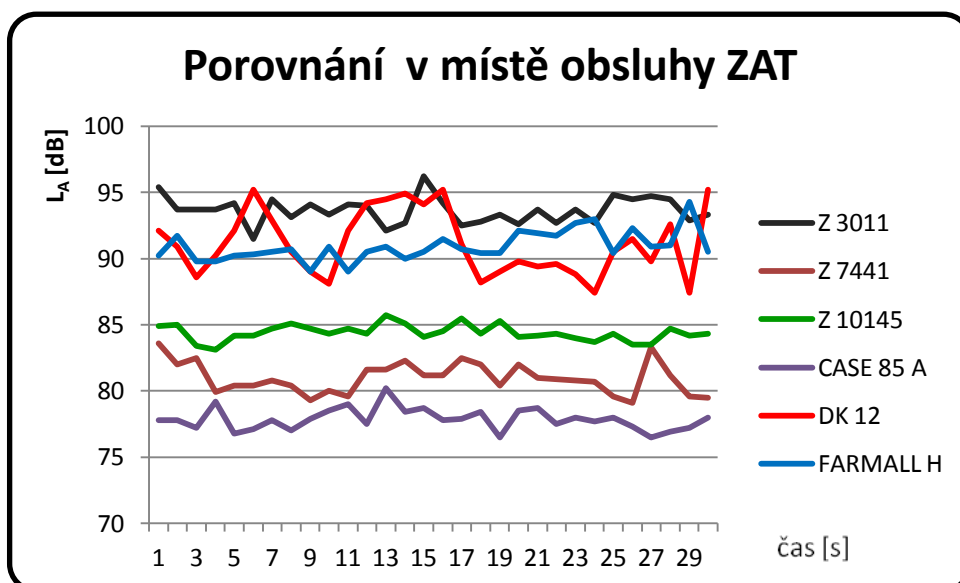
6.2.2 Porovnání v místě obsluhy při maximálních otáčkách motoru



Graf 16 porovnání v místě obsluhy při maximálních otáčkách motoru

Na grafu 16 je patrná hlučnost všech sledovaných traktorů v místě obsluhy při maximálních otáčkách motoru. Opět nejnižší hladiny byly naměřeny u tří modernějších traktorů v závislosti na roku výroby. Nejvyšší hlučnost byla naměřena u traktoru IHC Farmall H.

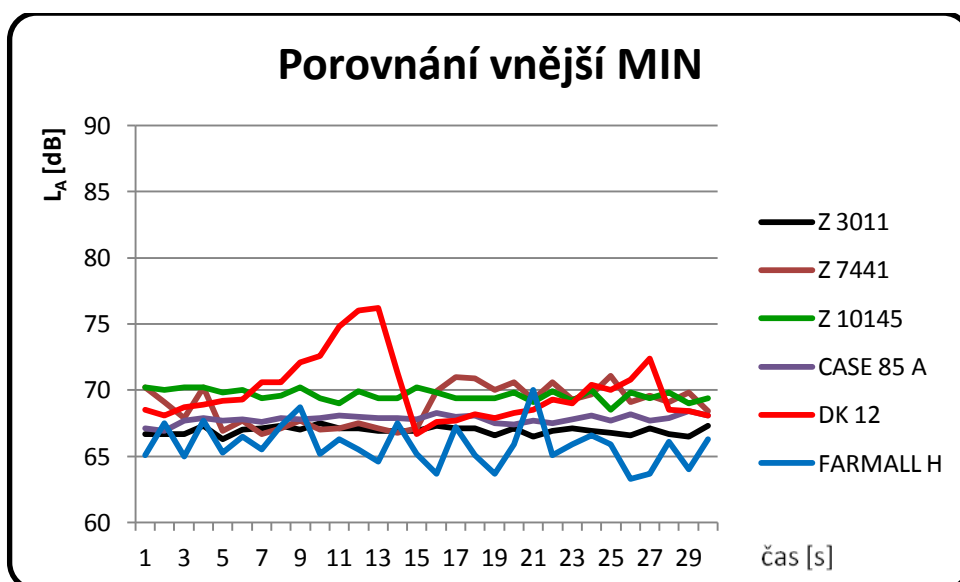
6.2.3 Porovnání v místě obsluhy při zatížení



Graf 17 Porovnání v místě obsluhy při zatížení

Graf 17 sleduje všechny měřené traktory při zatížení v místě obsluhy. Zde je zřejmé zaměření konstruktérů traktorů na odhlučnění kabin začátkem 80. let, kdy byly hojně zařazovány zvukopohltivé materiály. Ekvivalentní hodnoty hlučnosti jsou uvedeny na zvláštním grafu.

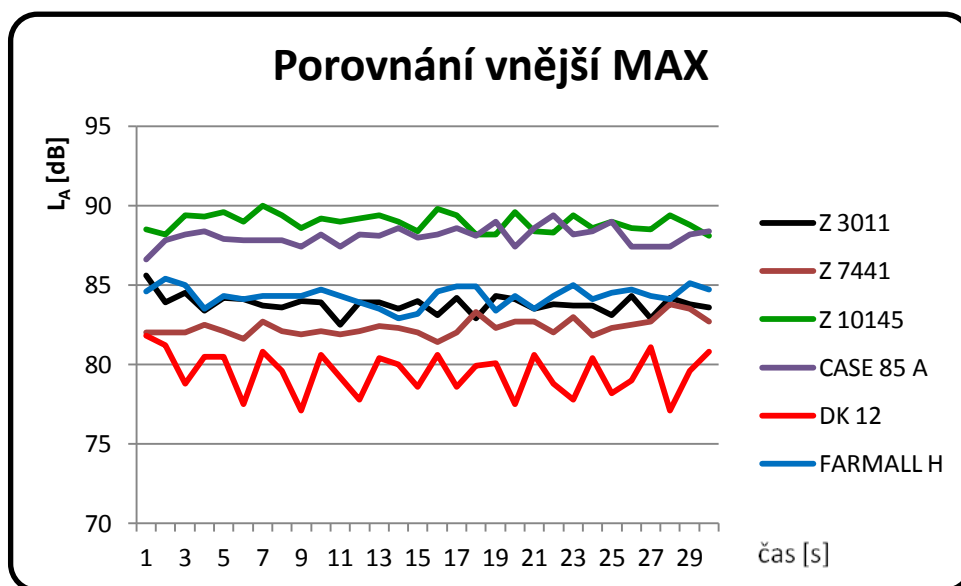
6.2.4 Porovnání vnějšího hluku při volnoběžných otáčkách motoru



Graf 18 Porovnání vnějšího hluku při volnoběžných otáčkách motoru

Na grafu 18 jsou patrné jen malé rozdíly v hlučnosti všech měřených traktorů.

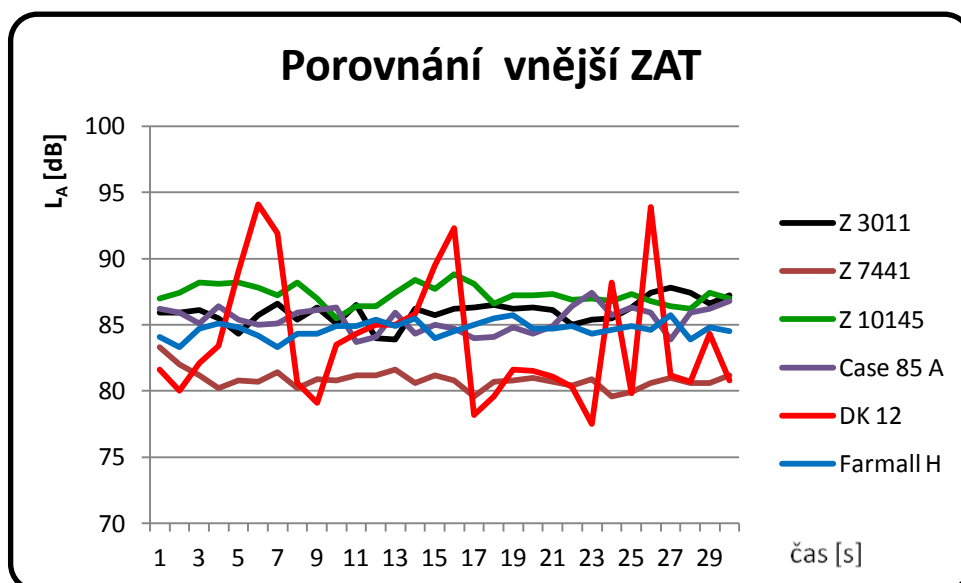
6.2.5 Porovnání vnějšího hluku při maximálních otáčkách motoru



Graf 19 Porovnání vnějšího hluku při maximálních otáčkách motoru

Na grafu 19 jsou porovnávány hladiny hluku u všech měřených traktorů při maximálních otáčkách motoru ve vzdálenosti 6 m od stroje. Je dobře patrná nízká hlučnost traktoru Svoboda DK 12, jeho jednoválcový motor má méně pohyblivých částí a jeho chod je ovlivněn velkými setrvačnými silami setrvačníku motoru, který eliminuje nepravidelnosti chodu.

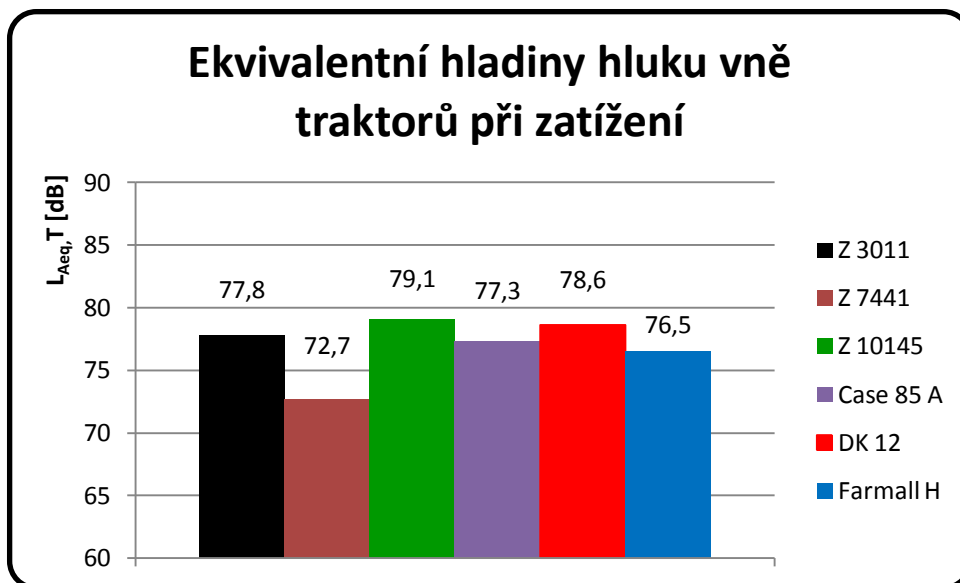
6.2.6 Porovnání vnějšího hluku při zatížení



Graf 20 Porovnání vnějšího hluku při zatížení

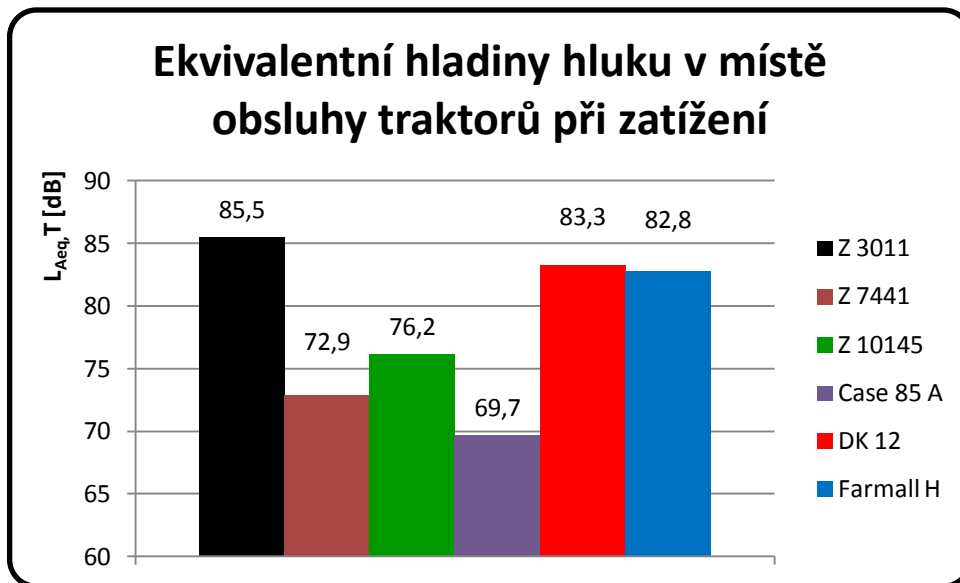
Graf 20 sleduje hlučnost měřených traktorů při zatížení ve vzdálenosti 6 m od stroje. Nejnižší hladina hluku byla naměřena u traktoru Zetor 7441, další hodnoty se odlišují minimálně. Graf hlučnosti traktoru Svoboda DK 12 ukazuje nepravidelnost chodu jednoválcového motoru traktoru, ekvivalentní hodnoty hlučnosti jsou uvedeny na zvláštním grafu.

6.3 Souhrnné zhodnocení hlučnosti traktorů z hlediska ekvivalentní hladiny L_{Aeq}



Graf 21 Ekvivalentní hladiny hluku vně traktorů při zatížení

Z grafu 21 je patrné, že hlučnost ve vzdálenosti 6 m od traktoru je u sledovaných traktorů jen málo rozdílná a pohybuje se v rozmezí 76,5 až 79,1 dB. Nižší hladina hluku byla zjištěna pouze u traktoru Zetor 7441, a to 72,7 dB.



Graf 22 Ekvivalentní hladiny hluku v místě obsluhy traktorů při zatížení

Z grafu 22 jsou patrné výrazné rozdíly v hlučnosti v místě obsluhy, avšak ani nejvyšší hodnoty nejsou pro lidské zdraví nebezpečné, ovlivňují však negativně psychickou stránku člověka. Hodnoty naměřené u traktoru Case IH 85 A jsou nižší přibližně o 3 až 4 dB než hodnoty naměřené za podobných podmínek v dřívější BP [14] u traktoru Case IH Magnum 250 a Puma 225. Hodnoty naměřené u traktoru Zetor 10145 jsou taktéž nižší o 5 dB než u traktoru Zetor 16245 sledovaného [14]. Lze říci, že odhlučněné kabiny sledovaných traktorů výrazně ovlivňují hladiny hluku v místě obsluhy a přispívají nepochybně k nižší únavě traktoristů.

7. Závěr

Použitou metodou měření bylo dosaženo objektivního výsledku hlučnosti traktorů v průběhu let jejich výroby, kdy hlučnost a samotný průběh hladin hluku byly v jistých směrech snadno porovnatelné. Je-li opominuta vybavenost jednotlivých traktorů, jejich výkon, pohodlí i jiné zde těžce porovnatelné veličiny či hodnoty a zaměříme se na samotný vliv na osoby přicházející s traktorem do styku je možno shledávat v průběhu let mírné zlepšení. Nejpříznivějších hodnot bylo dosaženo u nejnovějších měřených traktorů, tedy traktoru Case IH 85 A Farmall a traktoru Zetor 7441, přičemž u traktoru Case je vyšší hladina hluku vně traktoru při jeho zatížení. Traktor Svoboda DK 12 vzhledem k nižšímu výkonu produkuje vysoké hladiny hluku, avšak není-li zohledněn jeho výkon, nejsou hodnoty výrazně vyšší než u traktorů pozdější výroby. Jediným sledovaným traktorem se zážehovým motorem byl traktor IHC Farmall model H, tento motor má jistá specifika odlišující jej od motorů vznětových, avšak z hlediska samotného člověka nebyly naměřeny výrazně rozdílné hladiny hluku v porovnání s ostatními traktory. Obecně lze říci, že v určitých, zde zřejmých ohledech, bylo pro pohodlí člověka provedeno mnoho účinných opatření při konstrukci traktorů. Není ovšem možné jednoznačně prohlásit, že hlučnost traktorů přímo souvisí se stářím stroje či rokem jeho výroby.

8. Použité zdroje

- [1] <http://www.starestroje.cz/historie/james.watt.php> (dne 12.12.2014)
- [2] Šuman-Hreblay, M.: Encyklopedie českých traktorů. CPress, a. s., Brno 2011
ISBN 978-80-251-2685-1
- [3] Láznička, J.: Historie zemědělské techniky v českých zemích. ProfiPress s. r. o., Praha 2012
- [4] Tempír, Z. a kol.: Historické traktory v Československu. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství Praha, 1984
- [5] <http://www.starestroje.cz/historie/zavadeni.traktoru.php> (dne 16. 12. 2014)
- [6] Novák, P.: Motory v zemědělské praxi. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství Praha, 1992
- [7] Šuman-Hreblay, M.: Historie traktorů Zetor. CPress, a. s., Brno 2012
ISBN 978-80-264-0042-4
- [8] Paulitz, U.: 1000 traktorů. Knižní klub v Praze, 2006
ISBN 80-242-1601-9
- [9] Michálek, M.: Traktory, motorové pluhy a parní stroje ve sbírkách NZM. NZM Praha 2002
- [10] De Cet, M.: Encyklopedie traktory. Rebo productions CZ, s. r. o., Čestice 2006
ISBN 80-7234-543-5
- [11] Nový, R.: Hluk a chvění. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2009.
ISBN 978-80-01-04347-9
- [12] Smetana, C.: Hluk a vibrace. Sdělovací technika, 2008
ISBN 978-80-9019-362-8
- [13] Günther- Hansen- Veit.: Technische Akustik. Expert Verlag, Esslingen 2008
ISBN 978-3-8169-2788-4
- [14] Pulkrab, M.: Hlučnost traktorů na místě obsluhy a v jejich blízkém okolí.
Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích 2014
- [1, 5] Internetové zdroje