

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

Provozní hlučnost sklízecích mlátiček ve vybraném zemědělském  
podniku

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Šístková, CSc.

Autor bakalářské práce: Miroslav Fojt

České Budějovice, 2016

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

Jméno a příjmení: **Miroslav FOJT**  
Osobní číslo: **Z13076**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**  
Název tématu: **Provozní hlučnost sklízecích mlátiček ve vybraném zemědělském podniku**  
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. Charakteristiku sklízecích mlátiček (rozdělení, použití) a vývoj z hlediska konstrukčního uspořádání.
2. Vývoj kabiny (z hlediska komfortu pracovního místa obsluhy).
3. Hluk a jeho zdroje u sklízecích mlátiček.

*V praktické části práce proveďte:*

1. Výběr nejméně dvou sklízecích mlátiček a jejich charakteristiku (rok výroby, technické parametry, motohodiny atd.) .
2. U vybraných mlátiček měření hladin hluku  $L_{pA}$  v místě obsluhy:
  - na volnoběh,
  - při spuštění mlátičího ústrojí,
  - při pracovní operaci (sklizni).
3. Výpočet ekvivalentních hladin  $L_{Aeq}$  z naměřených  $L_{pA}$ .
4. Vyhodnocení strojů dle platné legislativy, případný návrh na zlepšení dosavadního stavu.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:


Günther B., Hansen K. H., Veit I. Technische Akustik - Ausgewählte Kapitel. Expert Verlag: Esslingen, 1989;  
Nový R. Hluk a chvění. Vydavatelství ČVUT. Praha, 2009;  
Smetana C. a kol. Hluk a vibrace, měření a hodnocení. Sdělovací technika, Praha, 1998;  
Česko. Zákon ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In Sběrka zákonů, 2000, 74, 258, s. 3622-3662;  
ČSN ISO 1996-1 Akustika - popis, měření a hodnocení hluku prostředí: Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení. Praha: Český normalizační institut, 2004;  
ČSN ISO1996-2. Akustika - popis, měření a posuzování hluku prostředí: Část 2: Určování hladin hluku prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009;  
ČSN ISO 9612 Akustika - směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000;  
Časopis Mechanizace zemědělství, Profipress Praha;  
Katalogy Class a Fortschritt.

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

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**

  
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 17. března 2015

### **Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce:**

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

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

V Českých Budějovicích dne 15. dubna 2016

.....

podpis autora

**Poděkování:**

Děkuji paní Ing. Marii Šístkové, CSc., za vedení při zpracování bakalářské práce, za konzultace a ochotu při poskytování rad a připomínek. Dále zemědělskému podniku ZD Častrov a jejím zaměstnancům za ochotu a spolupráci při získávání potřebných údajů pro mou bakalářskou práci.

**Anotace:**

Bakalářská práce se zabývá hlukem sklízecích mlátiček v místě obsluhy při různých provozních režimech. Byly měřeny tři sklízecí mlátičky odlišného stáří. První část práce se zabývá problematikou hluku, vývojem a konstrukcí sklízecích mlátiček. V následující části práce jsou naměřené hodnoty shromážděny a zpracovány v grafech. Na závěr jsou sklízecí mlátičky vyhodnoceny z hlediska hlukové zátěže a výsledky měření jsou porovnány s platnou legislativou.

**Klíčová slova:** sklízecí mlátička; hluk; kabina

**Annotation:**

The bachelor thesis discusses the noise combine harvesters at the operator for different operating modes. They were measured in three combine harvesters of different ages. The first part deals noise, development and construction of combine harvesters. In the following part, the measured values are assembled and processed in graphs. In conclusion, the combine harvesters are evaluated in terms of noise pollution and the results are compared with the valid legislation.

**Key words:** combine harvester; noise; cabin

# Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Historie sklizně a sklízecích mlátiček .....	10
2.1.1 Sečení .....	10
2.1.2 Výmlat.....	11
2.1.3 Vznik názvu sklízecí mlátička .....	12
2.1.4 První sklízecí mlátičky .....	13
2.2 Použití sklízecích mlátiček.....	14
2.3 Rozdělení sklízecích mlátiček.....	15
2.4 Žací a dopravní ústrojí .....	15
2.5 Další nepoužívanější adaptéry sklízecí mlátičky .....	19
2.5.1 Řepkový adaptér.....	19
2.5.2 Sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň .....	20
2.5.3 Kukuřičný adaptér .....	20
2.5.4 Slunečnicový adaptér .....	21
2.6 Mláticí ústrojí.....	22
2.6.1 Tangenciální mláticí ústrojí.....	22
2.6.2 Axiální mláticí ústrojí .....	24
2.7 Separační ústrojí.....	26
2.7.1 Vytřasadlové separátory.....	26
2.7.2 Rotační tangenciální separátory .....	27
2.7.3 Rotační axiální separátory.....	28
2.7.4 Kombinované separátory .....	28
2.8 Čistící ústrojí.....	29
2.9 Spalovací motor .....	30

2.10 Kabina .....	31
2.11 Hluk.....	33
2.11.1 Rozdělení hluku .....	34
2.12 Hluk na pracovišti .....	35
2.13 Nejčastější zdroje hluku .....	35
2.14 Zdroje hluku u sklízecích mlátiček .....	37
2.14.1 Hluk spalovacího motoru a kompresoru .....	37
2.14.2 Hluk ozubených převodů a převodových skříní.....	37
2.14.3 Hlučnost valivých ložisek .....	37
2.14.4 Hluk ventilátoru .....	38
2.15 Vliv hluku na zdraví člověka .....	38
2.16 Metody snižování hluku .....	39
3. Cíl práce .....	42
4. Praktická část .....	43
4.1 Představení podniku .....	43
4.2 Metodika měření .....	44
4.3 Popis měřených strojů .....	45
4.3.1 Fortschritt E 517.....	45
4.3.2 CLAAS Lexion 460 .....	46
4.3.3 CLAAS Lexion 460 Evolution.....	46
4.4 Klimatické podmínky .....	47
5. Výsledky a diskuse.....	48
6. Závěr .....	54
7. Seznam použité literatury.....	55



## 1. Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na provozní hlučnost sklízecích mlátiček v místě obsluhy při sklizni.

Vystavení akustickému tlaku jsme prakticky každý den. Zdrojem akustického tlaku může být například zvonek budíku, běžná konverzace, hluk po cestě do práce apod. Hluk je forma zvuku, kterou každý z nás posuzuje subjektivně podle toho, zda nás obtěžuje či nikoliv. Tato bakalářská práce by problematiku hluku měla přiblížit.

Sklízecí mlátičky lze charakterizovat jako sezonní stroje, které v době svého provozu pracují denně několik hodin. Proto je důležité věnovat se hluku a dalším negativním vlivům, působícím na obsluhu stroje. U starých sklízecích mlátiček byla obsluha vystavena velkému hluku z důvodu absence kabiny, postupem času se vývoj začal více zaměřovat i na pohodlí a spokojenost obsluhy. Hluk má na řidiče stroje negativní vliv, který se může vyznačovat únavou, zhoršenou soustředěností při práci a také problémy se sluchem v pokročilejším věku. Ochrana zdraví při práci je v posledních pár desítkách let velmi často diskutovaným tématem, a proto se výrobci při konstrukci kabin snaží používat co nejlepších protihlukových materiálů.

Kabiny sklízecích mlátiček jsou z důvodu vytvoření co nejlepšího pracovního prostředí vybaveny např. klimatizací, pohodlnou odpruženou sedačkou, jednoduchým, ale efektivním ovládáním celého stroje. Všechny tyto faktory mají pozitivní vliv na obsluhu a napomáhají zajišťovat kvalitu práce.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Historie sklizně a sklízecích mlátiček

Velký zlom znamenal v historii lidstva počátek zemědělství. Ten je spojen již v pravěké době se vznikem a rozvojem pěstování obilnin. S pěstováním obilnin samozřejmě neoddělitelně souvisí také jejich sklizeň. Člověk měl od nepaměti snahu si také operace související se sklizní obilnin usnadnit použitím vhodných nástrojů, později strojů (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

#### 2.1.1 Sečení

Nejstarším způsobem sklizně obilí bylo patrně prosté sbírání nebo trhání klasů obilnin v době jejich zralosti. Pro zjednodušení této operace se záhy začal používat nůž ke žnutí obilí (již ve 4. tis. př. n. l. např. Jericho, o něco později také Evropa). Nože byly rovné, měly kamenné čepele o délce asi 5 až 12 cm zasazené v dřevěných nebo kostěných násadách.

Nože byly velice záhy nahrazeny srpy (3. tis. př. n. l.). Ty měly zpočátku také kamenné ostří, nejprve s více oddělenými kamennými čepelkami, posléze byla snaha o jejich spojení v nepřerušované delší ostří.

V dalším vývoji byly kamenné srpy nahrazeny srpy bronzovými a poté železnými.

Dalším pokrokem při sklizni obilovin byla kosa. Vznikla později než srp, ale vyvíjela a používala se prakticky současně. Zpočátku se kos používalo ke žnutí trávy, až asi v 15. století se jich začalo používat ke sklizni obilí a k obecnému rozšíření pro tento účel došlo až během 19. stol. Kosa měla pro obilí upravené kosiště, nazývané hrabice. V našich podmínkách se kosy používaly ke sklizni obilí, než byly nahrazeny žacími stroji na obilí, mnohdy až do roku 1950, ale i déle.

Žací stroje na obilí byly ve srovnání s kosami už skutečné stroje se vším všudy a znamenaly značný pokrok. Jako nejstarší zmínka o žacím stroji bývá nejčastěji uváděna Pliniova zpráva z počátku našeho letopočtu z antického Říma. Stroj byl tlačen hospodářským zvířetem a v podstatě pouze česal klasy ze sklizeného obilí. Vlastním sklízecím mechanismem byl jakýsi hřeben, který nebyl

poháněn. Až v roce 1800 patentoval Boyce rotační žací stroj se svislou osou rotace a Maers žací stroj s nůžkovým žacím mechanismem. O zdokonalení těchto strojů se až do roku 1855 snažilo mnoho vynálezců zvučných jmen (Rundell, McCormick, Newton atd.). Patrně první skutečně použitelný žací stroj sestrojil skot P. Bell. Stroj měl nůžkový žací mechanismus (přímovratný pohyb). Dalším významným výrobcem se později stal Američan McCormick. V druhé polovině 19. století byly žací stroje s přímovratným pohybem nožů již velice podobné konstrukce jako stroje používané prakticky dodnes. První přihaněč byl použit v roce 1822 a záhy následovaly hrst'ovky a žací vazače. Ty se běžně používaly ještě po 2. světové válce. Byly nahrazeny až sklízecími mlátičkami (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

### **2.1.2 Výmlat**

Prvním nástrojem používaným k výmlatu byl patrně cep. Předtím se obilí z klasů uvolňovalo ručně. Za zmínku snad stojí ještě občasné použití zvířat, která tahala za sebou po mlatě vále a nahrazovala tak do jisté míry práci cepů (s použitím zvířat se dodnes můžeme setkat např. v Africe nebo Asii). Na našem území je dokladováno použití cepu už v 11. stol. V 17. století se objevují cepové mlátící stroje poháněné vodními koly, které obsluhovali tři lidé a nahradili asi 18 mlatců s cepy. Na principu mlácení cepy pracovaly také tzv. mlátičky cepové.

Rozhodující význam pro vznik a vývoj klasických mlátiček měl vynález mlátícího mechanismu, který vytloukal zrna pomocí rychle rostoucího bubnu s lištami (předchůdce mlatkového mlátícího mechanismu). Tento stroj vynalezl Skot Andrew Meickle v roce 1786 a jeho syn postavil první mlátičku. V roce 1831 postavil patrně první hřebový mlátící mechanismus (a také mlátičku) Američan Turner. Těmto mlátičkám se pak také říkalo mlátičky americké.

Mlátičky těchto koncepcí byly nejprve stavěny na ruční pohon. Celá mlátička se skládala zpravidla pouze z mlátícího bubnu a koše.

Nutnou pracovní operací před uskladněním zrna bylo jeho čištění. Vymláčené obilí bylo nutno nejprve zbavit slámy, která se odebírala ručně, potom drobnějších nečistot (úlomky a plevy). Pro čištění zrna od lehkých příměsí se začalo používat fukarů. Poté byla přidána pohyblivá síta různé velikosti, vznikly tak tzv. čistící mlýnky na obilí. Ty už používaly kombinace čištění na sítěch

a ve vzduchovém proudu tak, jak se využívá u sklízecích mlátiček dodnes. Mlýnky se začaly běžně používat v sedmdesátých letech 19. století.

Ve čtyřicátých letech 19. století vznikla v Anglii vytrásadla, která oddělovala zrno od slámy. Ta se začala používat u mlátiček od padesátých let 19. století.

Později došlo ke spojení všech těchto tří operací a vznikla klasická stacionární mlátička.

Největšího počtu stacionárních mlátiček různého stupně technické dokonalosti bylo u nás dosaženo v roce 1930. Byly poháněny žentourem, lokomobilou nebo později stacionárním benzínovým motorem (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

### **2.1.3 Vznik názvu sklízecí mlátička**

Vznik českého odborného názvu pro zemědělský stroj, který současně seče a mlátí obilí, můžeme datovat do roku 1928, možná i dříve. Tehdy se tyto stroje odborně nazývaly kombinované žací a mláticí stroje. Krátce na to se začal používat kratší název žací mlátička. Výskyt tohoto názvu v odborných článcích byl už v roce 1931 a používal se až do poloviny 50. let, kdy bylo slovo žací nahrazeno slovem sklízecí. O vznik nového odborného názvu se nejvíce zasloužil jeden z největších tuzemských odborníků na sklizňové stroje, prof. Ing. Hugo Beyer, CSC., a označení sklízecí mlátička se používá dodnes.

Široce používané hovorové slovo kombajn vzniklo krátce po druhé světové válce, během dovozu prvních amerických sklízecích mlátiček do Československa. Tyto stroje na sobě často nesly nápis Combine. Netrvalo dlouho a laická zemědělská veřejnost těmto strojům začala říkat prostě kombajny. Do té doby se takový název pro sklízecí mlátičku nikde nevyskytoval. K masivnímu rozšíření tohoto názvu došlo už ke konci 40. let a široce se používá dodnes (STEHNO et al., 2014).

## 2.1.4 První sklízecí mlátičky

První sklízecí mlátičky slučují dvě hlavní operace, sečení a výmlat, jsou známy již z přelomu 19. a 20. století. Známy je například Mooreův kombinovaný žací stroj a mlátící ústrojí, patentovaný jako celek v roce 1836. Prvním strojem se říkalo sklízeče klasů, protože sklízely skutečně pouze klasy a nechávaly vysoké strniště. Měly velký záběr, až 15 m. Tyto stroje se začaly používat především na velkých polích s relativně malým výnosem v USA, Kanadě, Austrálii, Argentině a Rusku. Byly taženy 20 až 25 koňmi. Kolem roku 1925 se začaly tyto mlátičky vybavovat pomocným motorem. Ten sloužil k pohonu všech mechanismů mlátičky. K jejímu tažení sloužili koně, později pásové traktory.

První samojízdnu sklízecí mlátičku postavil Američan G.S.Berry. Stroj byl poháněn dvěma parními stroji se společným kotlem. K topení pod ním se používalo slámy. První samojízdnu sklízecí mlátičku s benzinovým motorem vyvinul v roce 1912 patrně G.F.Harris. Firma Massey-Harris vyrobila v roce 1922 sklízecí mlátičku s vestavěným motorem a v roce 1938 již firma Massey-Ferguson vyrobila svou první samojízdnu sklízecí mlátičku, která se s úspěchem prodávala. V této době však sklízecí mlátičky v USA vyrábělo již několik výrobců.

V letech 1910 až 1930 se však všeobecně dávala přednost strojům taženým, především z ekonomických důvodů. V těchto letech se také sklízecí mlátičky rozšiřují v Evropě. Např. Firma Claas vyrobila v roce 1937 svou první taženou sklízecí mlátičku, která patrně byla první sklízecí mlátičkou vyrobenou na evropském kontinentě. Samojízdnu sklízecí mlátičku tato firma vyrobila v roce 1953 (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

Do ČR byly dovezeny první sklízecí mlátičky po roce 1945. Většího rozšíření doznaly stroje typu S6 dovezené ze SSSR. Tyto přívěsné sklízecí mlátičky vybavené pomocným motorem výkonu 30 kW měly ještě původní koncepci, tj. záběr 4,9 m a šířku mlátičky pouze 0,65 m. V letech 1956-57 vyráběl Agrostroj Prostějov, n. p. sklízecí mlátičky samojízdny typu ŽM 330 se záběrem 3,3 m. Pouhé prototypy SM 480 a SM 500 vyrobil tento podnik ještě v letech 1970 a 1971. U nás pracovali především stroje dovezené z bývalého SSSR

a MLR a později z NDR typy E512 a E516 a dále z RSR typ Gloria C12 a z PLR typ Bizon Gigant (KUMHÁLA et al., 2007).

Sklízecí mlátička E512, která svého času byla jedna z nejpoužívanějších v ČR je uvedena na obrázku 1.



Obrázek 1 – Sklízecí mlátička Fortschritt E-512

zdroj: <http://forum.farmweb.cz/viewtopic.php?f=94&t=102&start=90>, „staženo 22. 2. 2016“

Po roce 1989 se dříve či později do republiky dostávají téměř všichni světoví výrobci sklízecích mlátiček (Case, Claas, John Deere, MDW, Massey-Ferguson, New Holland atd.) (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

## 2.2 Použití sklízecích mlátiček

Úkolem sklízecích mlátiček je získat porost ze stanoviště sečením (přímá sklizeň) nebo sbíráním (dělená - dvoufázová sklizeň), hmotu vymlátit (uvolnit zrno), zrno oddělit a vyčistit od ostatních částí rostlin a shromáždit je v zásobníku. Ostatní zbytky rostlin (slámu, plevy, úhrabky) upravit k dalšímu zpracování, tj. ke sklizni nebo zapravení. Mají umožnit různé způsoby sklizně ostatních částí rostlin (například slámu ukládat na řádek, kopkovat, lisovat, řezat, drtit). Sklízecí mlátičky mají být víceúčelové a umožnit sklizeň většiny semenných kultur. Sklízecí mlátičky jsou určeny do všech rovinných oblastí se svahovou dostupností 8° (standardní) a svahových oblastí do 20° (svahové) (BŘEČKA et al., 2001).

## 2.3 Rozdělení sklízecích mlátiček

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

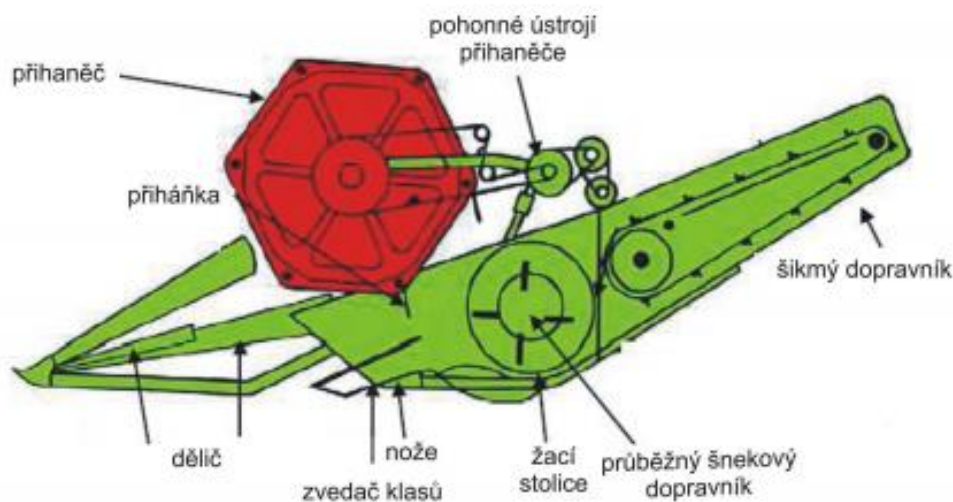
BŘEČKA et al., 2001 je rozděluje podle těchto hledisek:

- a) Podle způsobu získávání obilní nebo semenné hmoty jsou:
  - Žací, které porost přímo sečou žacím ústrojím,
  - Sběrací, které porost sbírají z řádků sběracím ústrojím;
- b) Podle konstrukčního provedení mlátičícího ústrojí jsou:
  - Tangenciální (radiální) s jedním nebo dvěma bubny s mlatkami,
  - Axiální, integrované (plní funkci mlátičícího a separačního ústrojí) a to s jedním nebo dvěma bubny
- c) Podle separace hrubého omlatu:
  - vyřasadlové se 4 až 6 výřaskami, kde výřaska je uložena na dvou klikových hřídelích a nad vyřasadlem mohou být čechrače slámy.
  - bubnové tangenciální
  - kombinované, jeden až dva bubny s vyřasadlem
  - bubnové axiální, kde je buben pevný (otáčí se v něm rotor s lopatkami) nebo je buben otočný
- d) podle dostupnosti na svahu
  - standardní do 8°
  - standardní s úpravou do 12°
  - svahové do 20°

## 2.4 Žací a dopravní ústrojí

Žací a dopravní mechanismy sklízecích mlátiček (Obrázek 2) mají za úkol s co nejmenšími ztrátami posekat sklizený porost a dopravit posečenou hmotu před mlátičící buben. Konstrukčně jsou tvořeny dvěma podskupinami, které se zpravidla

nazývají žací vál (adaptér) a šikmý dopravník obilí. Žací vál bývá dnes u výkonných strojů připojen k šikmému dopravníku obilí zpravidla výkyvně, a to jak v podélném, tak příčném směru. U starších mlátiček, případně u menších typů, může být žací vál připojen i pevně. Znamená to, že odpadá možnost podélného a příčného kopírování terénu. U menších záběrů žacích válců však není tento nedostatek tak podstatný (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).



Obrázek 2 – Schéma žací lišty (WEBER, 2012)

Pohony mechanismů žacího válů bývaly zpravidla umístěny všechny na jeho jedné (levé) straně. Dnes se výrobci snaží použít obou stran žacího válů, vlevo zpravidla bývá pohon kosy a průběžného šnekového dopravníku, vpravo pohon přihaněče. Jako výhoda tohoto řešení se uvádí lepší rozložení hmotnosti pohonů na obě strany žacího válů (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

### Žací lišta

Žací lišta je prstová, řídká s příběhovou kosou. Mírně odlišné konstrukce žacích lišt jsou používány některými firmami vyrábějícími sklízecí mlátičky. Mají pečlivě vyrobené dvojprsty tvořící protiosťří pro nůž v normální poloze i pro nůž uložený obráceně, tj. broušený zespodu. Střídavým uložením nožů se žací lišta lépe čistí a tím se sníží odpor proti pohybu kosy. Kosa má odlehčené nože, čímž klesla její celková hmotnost a mj. i to umožnilo zvýšení její frekvence pohybu až na



20,3 s<sup>-1</sup> (1220 min<sup>-1</sup>). Výhodný je též planetový mechanismus kosa. Většinou bývá kosa přeběhová a její pohon je řešen prostorovým mechanismem se šikmým čepem (KUMHÁLA et al., 2007).

## Děliče

Děliče musí porost rozdělit bez zbytečných ztrát zrna. Důležitou úlohu má zejména pravý dělič, který porost rozděluje, kdežto levý dělič zvedá klasy skloněných stébel a označuje šířku záběru (KUMHÁLA et al., 2007).

Pasivní děliče (krátké, dlouhé) jsou určeny pro sklizeň obilovin a aktivní dělič je určen pro sklizeň řepky. Znárodněn je na obrázku 3.

Poháněné děliče porostu jsou dnes zpravidla řešeny jako žací lišta s protiběžnými kosami. Její pohon bývá nejčastěji hydraulický, mechanický nebo elektrický (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).



Obrázek 3 – Dělič s protiběžnou kosou pro sklizeň řepky

zdroj: <http://www.ziegler-harvesting.com/cs/vyrobky-harvesting/rapstrenner-kits.html>

„staženo 27. 2. 2016“

## **Zvedač klasů**

Zvedače klasů se používají při sklizni značně polehlých porostů obilnin, luskovin a dalších plodin. Nasazují se podle potřeby na každý třetí až osmý prst žací lišty, podle délky porostu. Jejich úkolem je nadzvednout polehlý porost nad linii řezu tak, aby nevznikly ztráty uříznutím klasů nebo lusků (BŘEČKA et al., 2001).

## **Přiháněč**

Přiháněč bývá většinou podobné konstrukce. Přihánky jsou v evropských podmínkách vždy nastavitelné (např. v USA se používají pro krátké obilí jednoduché přiháněče pouze s radiálně postavenými přihánkami). Jednotlivé prsy přiháněk jsou pružné a jsou vyrobeny buď z pružinové oceli, nebo někdy bývají plastové. Různá technická řešení se však používají v konstrukci pohonu přiháněče. Někdy se používá velice jednoduchého a levného převodu pomocí spojky. Ta je u přiháněče nutná a pokud se použije k pohonu např. řetězu, musí se technicky vyřešit jinak, nejčastěji jako třecí spojka na hřídeli přiháněče. V současné době je také rozšířen hydraulický pohon přiháněče. Nese s sebou všechny výhody hydraulických pohonů (jednoduchá regulace otáček přiháněče pomocí průtoku oleje) včetně možnosti nastavení tlakového regulačního ventilu (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

## **Průběžný šnekový dopravník**

Průběžný šnekový dopravník má v podstatě 3 části spojené v jeden celek. Základ tvoří trubka, jejíž délka se rovná přibližně šířce záběru stroje a proto se dopravník nazývá průběžný. Po obou stranách je trubka opatřena šroubovicí (3,5) s levým a pravým stoupáním. Prostřední část má prstový vkladač s výsuvnými prsty, které jsou svými oky otočně uloženy na klikovém hřídeli. Klikový hřídel se za provozu neotáčí. Lze jej natočit pomocí páky na pravé straně žacího adaptéru a tím seřídit výšku prstů nad dnem, podobně jako se seřizuje výška celého šneku. Průběžný šnekový dopravník dopravuje materiál z obou stran doprostřed a prstový vkladač jej podává k šikmému dopravníku obilí (KUMHÁLA et al., 2007).

## Šikmý dopravník obilí

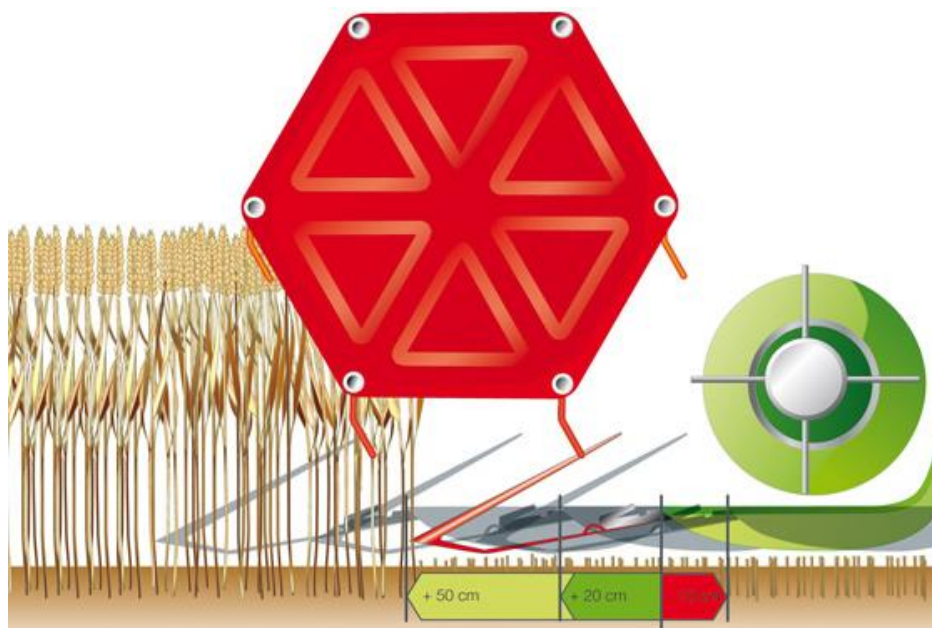
Šikmý dopravník obilí se skládá z válečkových řetězů napnutých na řetízkách uložených na hnacím hřídeli a plovoucí hřídeli navzájem spojených lištami. Spodní hřídel se nazývá plovoucí proto, že je uložen výkyvně, aby se mohl přizpůsobit tloušťce vrstvy obilí dopravované spodní větví (KUMHÁLA et al., 2007).

## 2.5 Další nepoužívanější adaptéry sklízecí mlátičky

### 2.5.1 Řepkový adaptér

Při výmlatu zralé řepky dochází často k vývoji nežádoucí vlastní dynamiky, proto lusky praskají a zrna odskakují do všech stran. Proto vybavení žacího ústrojí VARIO pro sklizeň řepky musí nezbytně obsahovat boční kosu (viz. obrázek 3) s oddělovačem porostu a nástavec, protože trvale pomáhají minimalizovat ztráty. Pro sklizeň řepky může být stůl žacího ústrojí vysunut o 50 cm dopředu – v poloze 0,0 je integrovaný stůl pro řepku připraven k provozu (www.agromel.cz).

Řešení Vario lišty firmy CLAAS je znázorněno na obrázku 4



Obrázek 4 – Vario žací ústrojí

zdroj: <http://www.agromel.cz/tucano-450-320> „staženo 28. 2. 2016“

## 2.5.2 Sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň

Sběrač pro sběr nařádkovaných plodin se používá většinou bubnový, stejný jako u ostatních strojů. Pro sklizeň snadno vypadavých plodin, jako např. hrachu, se používají sběrače pásové, tvořené přibližně 2 m širokým pásem s unašeči (KUMHÁLA et al., 2007). Tento adaptér je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5 – Sběrač pro dvoufázovou sklizeň

zdroj: [http://www.shelbourne.com/3/products/1/harvesting/57\\_pick-up-header](http://www.shelbourne.com/3/products/1/harvesting/57_pick-up-header) „staženo 27. 2. 2016“

## 2.5.3 Kukuřičný adaptér

Všechny sklízecí stroje mají ale v principu stejné dvou až dvanácti řádkové odlamovací ústrojí, které tvoří zachycovací, posunovací válce a odlamovací desky palic od stonku. Dále řetězové, šnekové dopravníky a v neposlední řadě zařízení pro drcení nebo mulčování stébel s možností mechanického vyřazení z činnosti. Vyrábí se v pevné a sklopné verzi. Sklopné adaptéry mají přednost zejména při častých transportech mezi sklízecími místy a jejich transportní šířka nepřesahuje tři metry, aby byla dodržena patřičná legislativa o pohybu vozidel na pozemních komunikacích ([www.geringhoff.cz](http://www.geringhoff.cz)).

Adaptér pro sklizeň kukuřice na zrno je znázorněn na obrázku 6



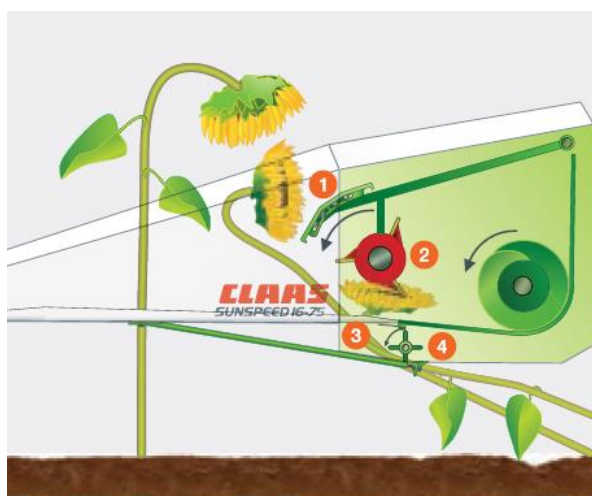
Obrázek 6 – Kukuřičný adaptér Geringhoff

zdroj:[http://www.geringhoff.cz/fotogalerie/detail/9/mais-star-horizon#!prettyPhoto\[galerie\]/0/](http://www.geringhoff.cz/fotogalerie/detail/9/mais-star-horizon#!prettyPhoto[galerie]/0/)  
 „staženo 28. 2. 2016“

#### 2.5.4 Slunečnicový adaptér

Jakmile jsou slunečnice navedeny mezi tzv. člunky, nastavitelný usměrňovací plech napomáhá tlačít plody (úborny s olejnatými semeny) dopředu. Stahovací válec pod kosou zároveň stlačuje stonky směrem dolů. Nejsou tak odřezané příliš brzy. Teprve když se samotné plody dostanou ke speciálně vyvinutému přiháněči, probíhá řez. Odřezané plody se následně dostávají ke šnekovému dopravníku, odkud jsou nakonec dopraveny ke komoře šikmého dopravníku. Vše probíhá za nejrůznějších sklizňových podmínek nezávisle na řádcích a při zaručené vysoké čistotě zrna a nízkém stupni opotřebení ([www.claas.cz](http://www.claas.cz)).

Toto provedení je znázorněno na obrázku 7



Obrázek 7 – Slunečnicový adaptér CLAAS (1- přestavitelný usměrňovací plech, 2- přiháněč, 3- kosa, 4- stahovací válec) zdroj: [claas.cz](http://claas.cz)

## 2.6 Mláčicí ústrojí

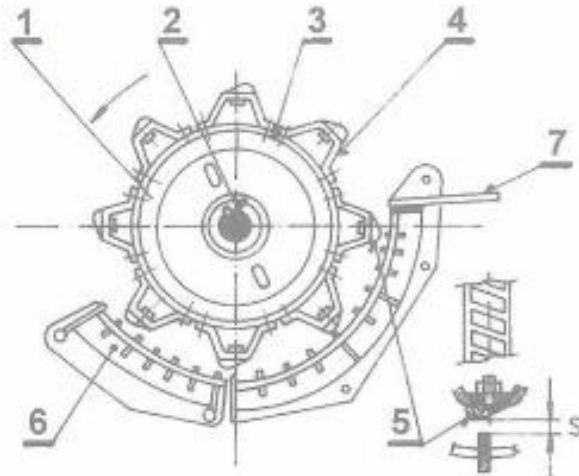
Úkolem mláčicího ústrojí je uvolnit zrno z klasů, přičemž dochází i k rozrušování slámy a plevelných rostlin. Uvolnit se má všechno zrno a přitom se nemá poškodit. Dále má mláčicí ústrojí rozdělit zpracovávaný materiál na jemný a na hrubý omlat. Hrubý omlat je výstupní mezerou a odmítacím bubnem dopravován na separátor (vytrásadlo). Jemný omlat propadává mláčicím košem, kterým má propadat co nejvíce uvolněného zrna, aby byla ulehčena práce separátoru (BŘEČKA et al., 2001).

Mláčicí mechanismus má dvě části, a to mláčicí buben a mláčicí koš. Tato dvojice může být řešena různě, např. rotující buben a pevný koš. Mláčicí buben se může také otáčet uvnitř jiného pevného bubnu, který má funkci mláčicího koše a materiál postupuje štěrbinou ve směru osy, tj. axiálně. Nejrozšířenějším mláčicí mechanismus je ale mlatkový. Materiál prochází mezi rotujícím bubnem a pevným košem ve směru tečny, tj. tangenciálně (KUMHÁLA et al., 2007).

### 2.6.1 Tangenciální mláčicí ústrojí

Jak uvádí BŘEČKA et al., (2001), je tangenciální mláčicí ústrojí jednobubnové a vícebubnové. Jednobubnové mláčicí ústrojí na obrázku 8 se skládá z rotujícího bubnu (1) a koše (6), který je výškově stavitelný. Mláčicí buben (1) je tvořen hřídelí (2), která je uložena ve dvou ložiskách. Na hřídeli jsou naklínovány dva krajní nosné lisované kotouče (3). Další dva až tři kotouče jsou uvnitř bubnu, které slouží jako výztuha pro přesný válcovitý tvar rotujícího bubnu. Kotouče nesou po obvodě osm až deset nosičů mlatek (4), ke kterým jsou zápusnými šrouby přišroubovány šikmo rýhované mlatky (5). Po obvodu bubnu jsou mlatky upevněny střídavě s pravým a levým rýhováním, aby došlo k axiálnímu kmitání procházející hmoty. Buben je dynamicky a staticky vyvážen a jeho otáčky lze regulovat pomocí variátoru, který se ovládá z kabiny řidiče buď mechanicky, nebo hydraulicky, či elektricky, případně ještě vestavěným reduktorem. Průměr bubnu bývá 0,4 – 0,7 m a délka 1,1 – 1,7 m podle hmotnostního průtoku. Otáčky jsou měnitelné v rozsahu asi 500 až 1500 ot. min<sup>-1</sup>, reduktorem asi v rozsahu 200 až 600 ot. min<sup>-1</sup>.

Mláčicí koš (6) obepíná buben zesponu asi na 40 až 50 % obvodu, úhel opásání je tedy 110 až 150°. Koš je jednodílný, výjimečně i dvoudílný, zpravidla doplněný výběhovým prutovým roštem (7). Koš je složen z bočnic, v nichž jsou vsazeny obdélníkové lišty (10 až 16 kusů). Lištami prochází obloukové ocelové pruty, takže tvoří celek roštu s otvory o velikosti asi 20 x 40 mm.

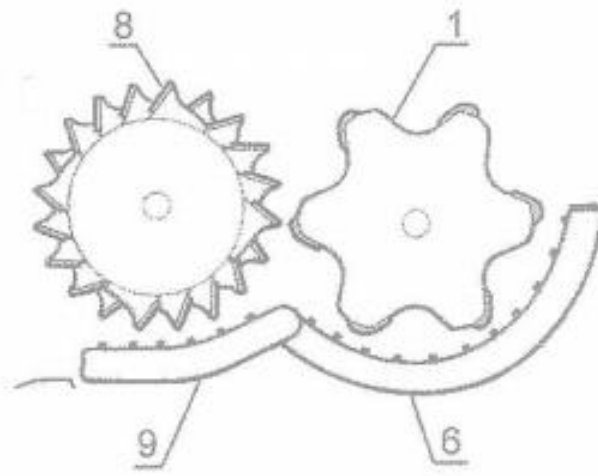


Obrázek 8 – Jednobubnové mláčicí ústrojí (BŘEČKA et al., 2001).

Vícebubnové mláčicí ústrojí na obrázku 9 má např. první buben urychlovací (8) a druhý buben mláčicí (1). Toto mláčicí ústrojí provádí diferencovaný výmlat, tzn. v prvním urychlovacím mláčicím ústrojí se uvolní zrno s menší pevností vazby zrna v klasu. Druhý buben uvolní zrno s větší pevností vazby ke klasu. Opásání prvního bubnu je menší než u druhého a jeho otáčky jsou nižší než u druhého. První buben uvolňuje kvalitnější zrno. Výmlat dokončuje druhý buben.

Rychlost obilné hmoty je tedy následující: Od šikmého dopravníku má hmota rychlost 3,1 až 3,5 m.s<sup>-1</sup>, urychlovací buben rychlost zvýší na 12 m.s<sup>-1</sup> a následně dopraví ke druhému mláčicímu bubnu, kde hmota získává rychlost zhruba 20 m.s<sup>-1</sup>.

Odmítací buben má za úkol hmotu naopak zpomalit a to na rychlost 2 m.s<sup>-1</sup> z důvodu dosažení separace již od začátku vytrásadla (BŘEČKA et al., 2001).



Obrázek 9 – Dvoububnové mláticí ústrojí (BŘEČKA et al., 2001)

### 2.6.2 Axiální mláticí ústrojí

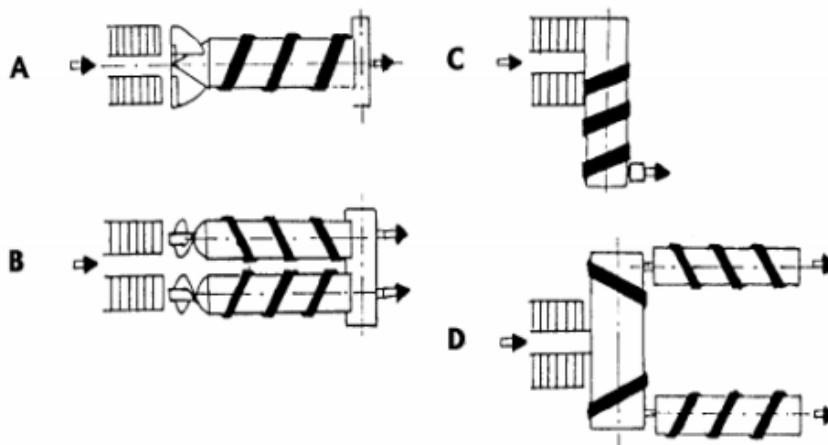
Axiální mláticí ústrojí je konstrukčně řešeno jinak než tangenciální a to jako samostatné mláticí nebo kombinované se separačním ústrojím, nazývané mláticí a separační ústrojí. BŘEČKA et al. (2001) ho rozděluje podle uspořádání axiálních mláticích a separačních bubnů a tedy i toku obilní hmoty do 4 variant, jak je vidět z obrázku 10.

A - podélný buben (podélný tok obilní hmoty)

B - podélné dva bubny (podélně paralelní tok obilní hmoty)

C - příčný buben (příčný tok obilné hmoty)

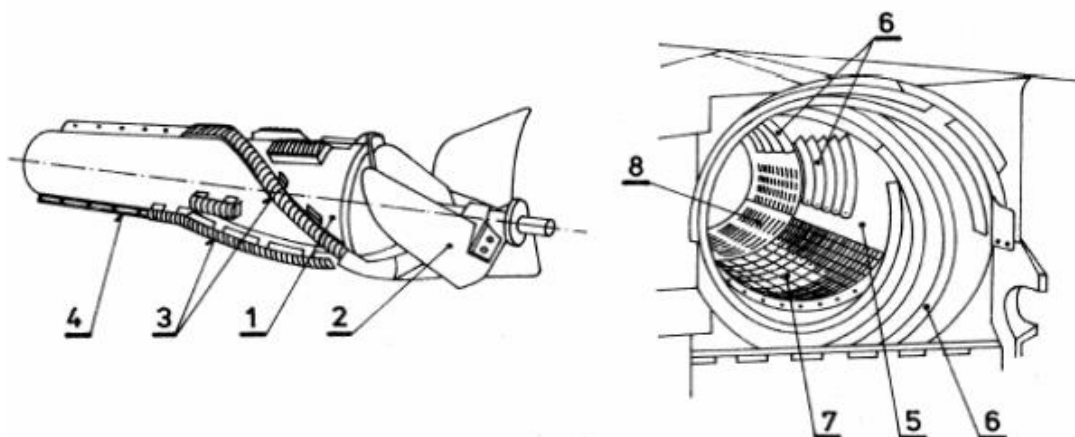
D - příčný i podélný buben (kombinace příčného a podélného toku obilní hmoty)



Obrázek 10 – Schéma uspořádání axiálních mláticích a separačních bubnů (BŘEČKA et al., 2001)



Obilní hmota je přiváděna od šikmého dopravníku obdobně jako u tangenciálních sklízecích mlátiček. Na obrázku 11 vidíme nejpoužívanější variantu, tou je axiální integrovaný mláticí a separační koš, tedy podélný buben.



Obrázek 11 – Axiální mláticí ústrojí (BŘEČKA et al., 2001)

1- kombinovaný buben, 2- vkládací šnek, 3- mlatka, 4- separační lišta, 5- separační plášť, 6- vodící lišta, 7- mláticí koš, 8- separační koš

Hmota je zachycena lopatkami vkládacího šneku a v součinnosti s vodícími lištami je vtahována do mezery mezi otáčející se kombinovaný buben a pevný separační plášť. Na přední části kombinovaného bubnu jsou mlatky, z nichž jsou některé uloženy axiálně a některé jsou tvarovány do šroubovice. Právě v těchto místech nastává uvolňování zrna a separace jemného omlatu první separační částí pláště, tedy mláticím košem. Obilní hmota, která rotuje mezi bubnem a pláštěm má oproti obvodové rychlosti bubnu rychlost asi třetinovou. Pomocí vodících lišt se zároveň posouvá ve směru osy bubnu.

Hrubý omlat pak přechází do druhé části ústrojí, kde jej uvedou do rotace separační lišty. Tím dochází k další separaci jemného omlatu druhou separační částí pláště, tj. separačním košem. Sláma je pak pomocí vodících lišt dopravována z ústrojí ven.

Jemný omlat, propadlý mláticím a separačním košem, je pomocí šnekového dopravníku dopraven k čistidlu obvyklé koncepce. Nicméně část jemného omlatu propadá přímo do čistidla. V případě, že zůstane ve slámě ještě zrno, může propadávat odmítacím bubnem na zadní konec horního úhrabečného síta čistidla (BŘEČKA et al., 2001).

## 2.7 Separáční stroj

Podle KUMHALY (2007), je úkolem separačního mechanismu, kter následuje za mlátícím mechanismem odseparovat ze slámy zbyl zrna, kter nebylo odseparovno mlátícím mechanismem. Jedná se o 5 až 40 % zrna vstupujícího do mltcky, v průměrných podmínkách na něj vstupuje asi do 20 % zrna, vtšinou mn. Limitujícím prvkem z pohledu výkonnosti celého stroje bývá podl separovaného zrna s mlátícím mechanismem, kter je asi ptnov. Proto je u moderních výkonných strojů konstrukci separačního mechanismu věnována poměrně značn pozornost.

Jak uvádí BŘEČKA et al., (2001) dlme separátory podle konstrukce nsledovn:

- vytřasadlov
- rotační tangenciln nebo axiln
- kombinovan (např. tangenciln s vytřasadlem, tangenciln s axiálním)

### 2.7.1 Vytřasadlov separátory

Klvesov vytřasadla na dvou klikových hřidelích, jejichž detailn konstrukci vidíme na obrázku 12, se pouzvaj stále nejčastěji. Vytřasadlo m 4 až 6 kláves. U dřvjšch konstrukcí byla kad klávesa vyrobena vtšinou jako žlab s plným hladkm dnem. U moderních sklízecích mltcek materiál vypadává přímo na spádovou desku, umístěnou pod klávesami. Z energetického hlediska se jedná o velmi nenáročné mechanismy. Oproti ostatním mechanismům sklízecí mltcky je jejich příkon poměrně nzk. Je to způsobeno tím, že k separaci vuzvaj pouze gravitačn síly. Jejich výkonnost nelze zvršit jinak než zvršenm jejich plochy. Pro lepš separaci nkter firmy vuzvaj pomocn čechrače nebo rotory (KUMHALA et al., 2007).



Obrázek 12 – Klávesová vytrásadla Fendt

zdroj: <http://www.fendt.com/int/5792.asp>, „staženo 7. 3. 2016“

### 2.7.2 Rotační tangenciální separátory

Vlastní separaci provádí otáčející se výtřasné bubny uspořádané do řady nad sebou (viz obrázek 13). Jedná se tedy o rotory s prsty odkloněnými od směru otáčení. Pod každým jednotlivým bubnem je uložen separační koš. Bubny natřásají a pročešávají hrubý omlat a oddělený jemný omlat se prosévá sítí. Výhodou tohoto vytrásadla je, že dobře odděluje zrna z hrubého omlatu při sklizni dlouhostébelného materiálu se zvýšenou vlhkostí a navíc nemá problém s velkým sklonem mlátičky. Naopak při normální vlhkosti rozbíjí slámu, tudíž na čisticídlu přichází větší množství slamatých příměsí (BŘEČKA et al., 2001).



Obrázek 13 – CLAAS Commander s rotačními separátory

zdroj: <http://gepmax.hu/gepmax/2011/03/a-claas-cs-rendszeru-kombajnicsaladja/#gsc.tab=0>,

„staženo 7. 3. 2016“

### 2.7.3 Rotační axiální separátory

Podle Jandy (2003) představila firma John Deere jako první sklízecí mlátičku s axiálním dvourotorovým separačním mechanismem. Mlátičí mechanismu byl tangenciální a hned za ním byl další buben, po jehož obvodu byl hrubý omlat dopravován ke dvojici podélných axiálních rotorů, uložených excentricky v separačním koši. Hmota mezi pláštěm a rotorem se otáčí kolem své osy a současně se posunuje ke konci rotoru, kde je uložena do řádku či rozdrčena.

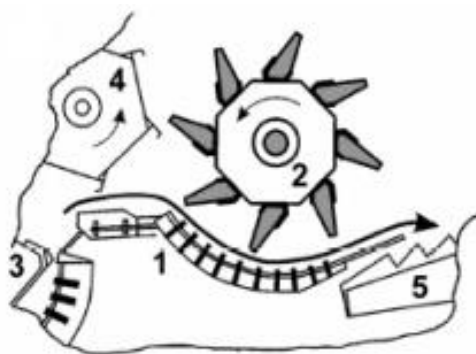
V současné době tohoto provedení využívá více výrobců. Např. firma Claas jej využívá u svých výkonnějších sklízecích mlátiček. Toto provedení s kombinací mlátičího systému APS vidíme na obrázku 14.



Obrázek 14 – APS hybrid systém s dvěma separačními rotory  
zdroj: APS hybrid systém s dvěma separačními rotory, „staženo 9. 3. 2016“

### 2.7.4 Kombinované separátory

Břečka et al., (2001) tyto kombinace rozdělují jako tangenciální s vytřasadlem nebo jako kombinaci tangenciálního a axiálního separátoru. První varianta je na obrázku 15. Princip je řešen jako jedno nebo dvoububnový tangenciální separátor nahrazující určitou délku vytřasadla. Rotor je zařazen za odmítacím bubnem a odtud hmota putuje na vytřasadla. Jejich funkce je již popsána výše.



Obrázek 15 – Kombinovaný separátor (1- koš, 2- buben, 3- mláticí ústrojí, 4- odmítací buben, 5- vytřasadlo) (BŘEČKA et al., 2001)

## 2.8 Čistící ústrojí

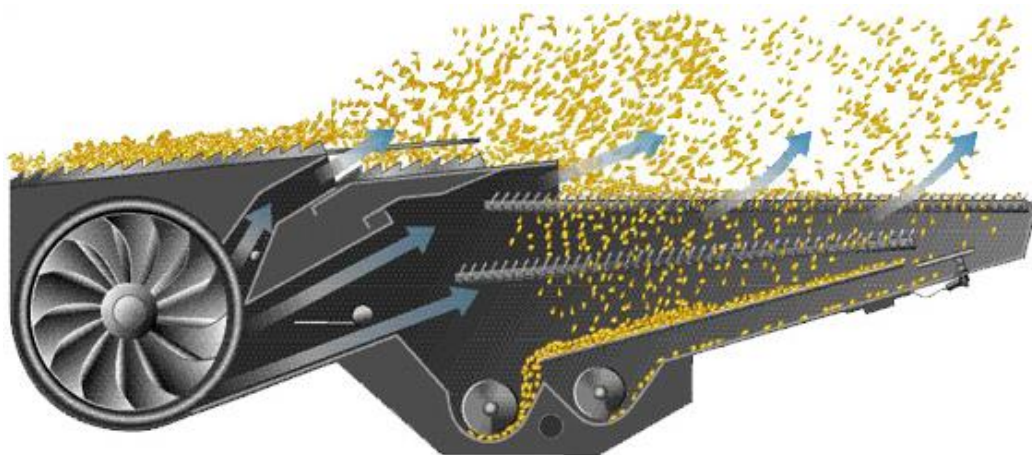
Úkolem čistících mechanismů je vyčistit jemný omlat tak, aby se do zásobníku stroje dostávalo co nejčistší zrna. Princip těchto mechanismů je dnes u všech výrobců sklízecích mlátiček stejný. Využívá se čištění pomocí vzduchového proudu s čištěním na sítích, znázornění uvádí obrázek 16 (HEŘMÁNEK, KUMHÁLA, 1997).

Jak uvádí Břečka et al., 2001, propad mláticím košem obsahuje až 90 % zrna a zbytek tvoří plevy, úlomky klasů, slámy, plevelných rostlin a nedomlatky. Propad separátorem ovšem obsahuje příměsí podstatně více, obvykle do 50 %. Požadovaná čistota zrna je nejméně 97 %.

Jak již bylo uvedeno, hlavní část čistidla tvoří síta a ventilátor. K těmto základním částem čistidla patří ještě stupňovitá dopravní deska, pohon sít i jejich závěsy, síťová skříň a ucpávky. Používají se plochá síta, která lze podle konstrukce rozdělit takto:

- 1 – s prolisovanými otvory (kruhové, obdélníkové)
- 2 – žaluziová
- 3- Graepelovo s otvory kolmými na plochu síta
- 4- prutový hřeben se používá na konci stupňovité desky

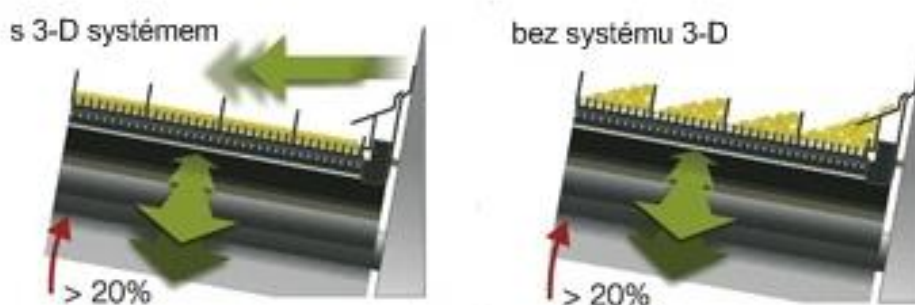
Žaluziová síta jsou výhodná tím, že lze u nich regulovat velikost otvorů. Další velkou výhodou je velikost světlé plochy v poměru velikosti otvorů k velikosti pevné části.



Obrázek 16 – Proces čištění sklízecí mlátičky CLAAS

zdroj: katalog CLAAS

Pro práci na svažitém terénu do 12° se velmi často využívá systém 3-D CLAAS. Spočívá v přidání třetího pohybu hornímu sítu. Rozdíl v použití tohoto systému je vidět na obrázku 17.



Obrázek 17 – 3-D systém CLAAS

zdroj: katalog CLAAS

## 2.9 Spalovací motor

Jak uvádí HEŘMÁNEK a KUMHÁLA (1997), přeměňuje spalovací motor tepelnou energii na mechanickou práci. Při této přeměně využívá tlakové energie spalin působící na písty motoru. Přímocharý pohyb pístu se pak přenáší na klikový hřídel, ze kterého se odebírá otáčivý pohyb pro poháněné mechanismy sklízecích mlátiček. Výkon je většinou odebírán na obou koncích klikového hřídele motoru. Motor vyžaduje dostatečnou účinnost chladicí soustavy, protože pracuje ve zhoršených podmínkách (prašné prostředí). Celková účinnost vznětových motorů se pohybuje v rozmezí 38 až 45% a měrná spotřeba paliva

se pohybuje v rozmezí 220 až 280 g.kW<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>. Zvyšování výkonu sklízecích mlátiček se dosahuje pomocí přeplňování. K tomu se používají turbodmychadla, která se pohání energií výfukových plynů. Otáčky turbodmychadel dosahují až 100 000 ot. min<sup>-1</sup>. Takto vysoké otáčky mají za následek zvýšení hlučnosti motoru.

## 2.10 Kabina

Kabina je místo, které slouží obsluze sklízecí mlátičky ovládat takřka celý stroj. Modernizací sklízecích mlátiček bezesporu prošla i kabina, co se týče ovládání a komfortu obsluhy. Ve starých strojích (jako je na obrázku 18) byla obsluha vystavena velkému hluku, prachu, ale i horku. S postupnou modernizací se nad obsluhu umístila stříška, která zabraňovala přímému slunečnímu záření. Dále přišly sklízecí mlátičky již s kabinou, která byla ventilovaná. V současné době je základem odhlučňená kabina s klimatizací a dalšími prostředky, usnadňující obsluhu práci. Některé staré sklízecí mlátičky byly konstruované s kabinou na straně, nyní jsou všechny kabiny umístěny na střed. Kabiny jsou uloženy na silenblocích, díky tomu se dosahuje snížení hlučnosti a vibrací. Způsoby, kterými se dosahuje co nejlepší odhlučnění kabiny jsou popsány v kapitole 2.16 „Metody snižování hluku“.



Obrázek 18 – Sklízecí mlátička CLAAS bez kabiny

zdroj: [http://www.agrartechnik-im-einsatz.de/de/index.php?page=view\\_picture&id=681937](http://www.agrartechnik-im-einsatz.de/de/index.php?page=view_picture&id=681937), staženo 23. 3. 2016“

Ovládání stroje bylo dříve mechanické, dnešní stroje jsou ovládány pomocí elektronických zařízení. Jak uvádí GROLICH (2010), jsou v dnešní době veškeré sklízecí mlátičky vybaveny moderní kabinou, ve které je soustředěna většina ovládacích prvků. V kabině tráví obsluha většinou celé dny, a díky tomu je kabina komfortně vybavena. Snahou je, aby bylo docíleno co největšího pohodlí a také, aby řízení sklízecí mlátičky bylo co nejjednodušší a nejpohodlnější. Z kabiny je velice dobrý výhled na všechny strany díky velkým proskleným plochám. Prostřednictvím kamerového systému je možné sledovat zadní část stroje a také mít dokonalý přehled o vysypávání zrna ze zásobníku. Kabina je ergonomicky upravena tak, aby vyhovovala i nejnáročnějším požadavkům obsluh. Z kabiny se provádí veškeré informace a požadavky na nastavování stroje. Mezi vybavením nechybí v současné době už rádio, vzduchově odpružená sedačka, chladicí box, klimatizace s automatickým ovládáním teploty a jiné funkce na přání zákazníka.

Na obrázku 19 je znázorněna kabina nejvýkonnější řady CLAAS Lexion.



Obrázek 19 – Kabina CLAAS Lexion

zdroj: katalog CLAAS

Pro základní ovládání sklízecí mlátičky slouží multifunkční páka (obrázek 20). Především jde o plynulé řízení pojezdu vpřed a vzad, zvedání a spouštění žací lišty, nastavení přiháněče, natáčení výložníku a vyprazdňování zásobníku zrna a další funkce, které si každý výrobce specifikuje dle potřeb stroje a požadavků



svých zákazníků. Dalším důležitým prvkem v kabině je displej a kvalitní počítačový systém, který slouží pro řízení a hlídání sklízecí mlátičky.



Obrázek 20 – ovládací prvky sklízecí mlátičky  
zdroj: katalog CLAAS

## 2.11 Hluk

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

Podle GÜNTHERA et al., 2008 se zvuk skládá z mechanického chvění elastických materiálů. Výskyt zvuku závisí na existenci materiálu, ve kterém se šíří. Může se tedy vyskytovat v pevném, kapalném a plynném materiálu (nejčastěji vzduchu). Ve vakuu se zvuk šířit nemůže. Vzdušný zvuk je v běžném životě nejčastější forma zvuku, se kterou se člověk setkává.

### 2.11.1 Rozdělení hluku

Hluk můžeme rozdělit podle následujících kritérií.

#### Podle rozložení v čase

- Ustálený hluk – tento druh zvuku nekolísá a v časovém průběhu se nemění o víc než 5 dB
- Proměnný přerušovaný hluk - skokově se mění z hlučného na tichý interval a naopak z tichého na hlučný interval
- Proměnný nepravidelný hluk – mění svou hladinu v čase, kdy tyto změny přesahují 5 dB a můžou probíhat náhodně nebo opakovaně ve složitých cyklech
- Proměnný impulzní hluk – je charakteristický rychlým stoupaním k maximu hladiny zvuku a poté rychlým klesnutím, přičemž doba trvání jednoho pulzu se pohybuje od 1 do 200 ms. Intervaly mezi těmito pulzy jsou větší než 10 ms.
- Vysokofrekvenční hluk – je způsoben různými neakustickými rušivými vlivy, jako jsou např. vibrace, vítr, elektrické a magnetické pole (HAVRÁNEK, 1990).

#### Podle zdravotních rizik

- 30 až 65 dB – psychická reakce (hluk rozčiluje, ruší, působí leknutí)
- 65 až 80 dB – reakce vegetativního systému (tlukot srdce, křeče, krevní tlak)
- 80 až 120 dB – poškození středního ucha při přetížení sluchových buněk
- nad 120 dB – mechanické poškození středního ucha

#### Podle působení na pásmo

- fyziologické do 69 dB
  - zátěže 70 až 94 dB
  - poškození 95 až 119 dB
  - hmatu 120 až 129 dB
  - bolesti 130 dB a více
- (<http://envi.upce.cz/pisprace/starsi/krato/hluk.htm>)

## 2.12 Hluk na pracovišti

Hygienické limity hluku jsou stanoveny dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ze dne 24. srpna 2011.

Limity pro ustálený a proměnný hluk jsou dle § 3 následující:

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

a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,8h} = 85$  dB

b) expozicí zvuku A  $E_{A,8h} = 3640$  Pa<sup>2</sup>s,  
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

$$L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB}$$

(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

$$L_{Aeq,T} = 70 \text{ dB}$$

(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) Průměrná expozice hluku  $L_{Aeq,w}$  se určí podle vztahu

$$L_{Aeq,w} = 10 \log \left[ \frac{1}{5} \left( \sum_{k=1}^n 10^{0,1(L_{Aeq,8h})k} \right) \right] \quad [dB]$$

kde  $n$  je počet směn během sledovaného období

## 2.13 Nejčastější zdroje hluku

- doprava
- průmysl

- stavební činnost
- hudba
- hluk spojený s bydlením, rekreační hluk

Některé zdroje hluku s názornou stupnicí hladiny akustického tlaku A jsou znázorněny na obrázku 21.

Ve velkých městech je zcela jednoznačně nejvýznamnějším zdrojem nadměrného hluku působícího na velký počet obyvatel doprava, a to v převážné většině automobilová.

Hluk spojený s bydlením (např. domácí spotřebiče) nebo hudební hluk si buď způsobuje člověk sám, nebo je mu vystaven jen krátkou dobu; hluk ze stavební činnosti může být nepříjemný, ale trvá jen po dobu stavby. Hluk z dopravy je ale něco zcela jiného. V postižených oblastech působí bez přestání ve dne v noci, 365 dnů v roce (automobilová doprava utichá každoročně jen na krátkou chvíli při příchodu nového roku). Kdo bydlí u frekventované silnice se hluku z dopravy prostě vyhnout nemůže (<http://hluk.eps.cz/hluk/zdroje-hluku-a-prehled-nastroju-reseni/>).



Obrázek 21 – Zdroje hluku

zdroj: <http://www.auris-audio.cz/kolik-decibelu-skodi>, „staženo dne 18. 3. 2016“

## **2.14 Zdroje hluku u sklízecích mlátiček**

### **2.14.1 Hluk spalovacího motoru a kompresoru**

Hluk od spalovacího motoru a kompresoru je u sklízecí mlátičky poměrně důležitým faktorem hlučnosti. Jak uvádí NOVÝ (2009), práce těchto strojů se vyznačuje přerušovaným sacím a výtlačným procesem. Nerovnoměrné proudění plynů v kanálech spojené s tímto pracovním pochodem je jednou z hlavních příčin hlučnosti stroje. Na vyzařované akustické energii mají značný podíl vibrace rozličných povrchů stroje. Z praxe víme, že jak kompresory, tak i spalovací motory, které nejsou opatřeny tlumičem sání a výtlaku vytvářejí ve svém nejbližším okolí hladiny akustického tlaku A i přes 120 dB. U dieselových motorů, chlazených vodou lze očekávat hladinu akustického tlaku cca o 3 dB nižší.

### **2.14.2 Hluk ozubených převodů a převodových skříní**

Dynamické síly vznikají postupným záběrem jednotlivých zubů, tím se rozechvívají jednotlivé části převodovky. Chvění přenesené zejména na její plášť je potom intenzivně vyzařováno do okolního prostředí ve formě hluku. Z principu ozubených převodů vyplývá, že nelze zcela zamezit vzniku rázů při záběru jednotlivých zubů. Šikmá ozubení se v praxi ukazují jako méně hlučná a to konkrétně o 5 dB než ozubení s přímými zuby. Při použití vhodného mazacího prostředku se hlučnost často sníží o 4 až 6 dB. Na hluk má také velký vliv obvodová rychlost převodových kol. Příčinou vyšší hlučnosti může být také poškození jednoho ze zubů (NOVÝ, 2009).

### **2.14.3 Hlučnost valivých ložisek**

NOVÝ (2009) uvádí, že konstruktéři se snaží stále zvyšovat kvalitativní a ekonomické ukazatele strojních zařízení, což vede k neustálému zvyšování výkonu strojů při současném snižování jejich váhy. To znamená, že se zvyšuje výkon především zvyšování otáček. Jak prokázala praxe, nedokonalá valivá ložiska mají značný podíl na hlučnosti strojů. Za příčiny hluku valivých ložisek se považuje chvění ložisek, které je způsobeno odchylkami od ideálního geometrického tvaru.

Při vzájemném pohybu jednotlivých elementů ložiska poté vznikají mechanické rázy. Chvění ložiska se jednak přímo a jednak prostřednictvím přiléhajících konstrukčních prvků vyzařuje ve formě akustické energie do okolního vzduchu, kterou lidské ucho vnímá jako nežádoucí hluk. Další příčinou hluku ložisek je jejich prokluz, který je původním jevem nedokonalého odvalování. Také vliv pohonu může ve vzájemné vazbě zvýšit vlastní hluk ložiska. Vyrábí se ale i ložiska se sníženou hlučností, nesou označení C 6.

#### **2.14.4 Hluk ventilátoru**

Hlavní příčinou hluku ventilátoru, jak uvádí NOVÝ (2009), je vysoce turbulentní proudění vzduchu ventilátorovým kolem a spirální skříní. Tento hluk je charakterizován spojitým širokopásmovým spektrem, jehož akustický výkon je rostoucí s mocninou rychlosti proudění vzduchu. Obvykle je tento parametr vztahován k obvodové rychlosti na velkém průměru oběžného kola. K celkovému hluku ventilátorů samozřejmě patří i mechanický hluk od ložisek, převodů, spojky a elektromotoru.

#### **2.15 Vliv hluku na zdraví člověka**

Sluch prvotně slouží člověku především jako varovný systém. Organismus kvůli tomu reaguje na hluk jako na poplašný signál a spouští celou řadu mechanismů. Dochází například ke:

- zvýšení krevního tlaku
- zrychlení tepu
- stažení periferních cév
- zvýšení hladiny adrenalinu
- ztrátám hořčíku

Hluk má poměrně významný vliv na psychiku jednotlivce a často způsobuje únavu, depresi, rozmrzelost, agresivitu, neochotu, zhoršení paměti, ztrátu pozornosti a celkové snížení výkonnosti.

Dlouhodobé vystavování nadměrnému hluku pak způsobuje hypertenzi (vysoký krevní tlak), poškození srdce včetně zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu, chronickou únavu a nespavost. Výzkumy prokázaly, že výskyt civilizačních chorob přímo vzrůstá s hluchostí daného prostředí.

Jelikož sluch funguje i když člověk spí, hluk během spánku snižuje jeho kvalitu i hloubku. Dlouhodobě se to pak projevuje již zmíněnou trvalou únavou.

Všeobecně známým účinkem hluku na zdraví je pak pochopitelně poničení sluchu. K němu může dojít buď při krátkodobém vystavení hluku přesahujícím 130 dB (o něco větší hluk, než vydává startující letadlo), nebo častému a dlouhodobému vystavování hluku nad 85 dB (např. velmi hlasitá hudba).

K poškození sluchu ale může vést i dlouhodobé vystavování se hluku kolem 70 dB, což je běžná úroveň hluku podél hlavních silnic. Za hlavní příčinu sluchové ztráty není již v současné době považováno stárnutí, ale hluková zátěž. Poškození sluchu je přitom většinou nevratné.

Kromě toho, že je v zájmu každého jednotlivce chránit svůj sluch před nadměrným hlukem, o snížení hlukové zátěže na únosnou míru je na základě zákona povinen starat se i stát v rámci péče o veřejné zdraví. Právě situace ohledně hluku z dopravy jasně ukazuje, že stát tuto svoji péči zanedbává (<http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>).

## **2.16 Metody snižování hluku**

Jak uvádí NOVÝ (2009), je třeba se soustředit při snižování hluku především na oblast výroby a použití strojů, kde se mohou realizovat nejúčinnější protihluková opatření. Nejlepších výsledků se dosahuje při minimálních finančních nákladech s kombinací všech dosažitelných opatření. Způsoby používané při snižování hluku je možno rozdělit do několika základních metod.

### **Metoda redukce hluku ve zdroji**

Tato metoda spočívá buď v úplném odstranění zdroje hluku, nebo ve snižování jeho hluchosti. Tento způsob snižování hluku dává nejúčinnější opatření, která vyžadují především mnohem nižší finanční náklady než opatření dodatečná. Metoda redukce hluku přímo ve zdroji se uplatňuje při konstrukci

a stavbě strojů, technologických a dopravních zařízeních a dopravních prostředků. Například u některých pneumatických strojů se podařilo tlumení vibrací snížit vyzařování hluku. Na jiných strojích to mohou být různé jiné úpravy jako tlumení sání a výfuku kompresorů a spalovacích motorů, nebo i nahrazení určitého technologického úkonu jiným méně hlučným (NOVÝ, 2009).

### **Metoda dispozice**

Tato druhá metoda je založena na vhodném situování hlučných strojů a zařízení, respektive celých hlučných prostorů od chráněných a méně hlučných. Je na to třeba pamatovat zejména při územním plánování, projekci průmyslových závodů, dopravních tepen, letišť a to tak, aby hlučné provozování a stroje nepříznivě neovlivňovaly akustickou pohodu ve chráněných prostorech, jako jsou např. nemocnice, sídliště, jesle, rekreační oblasti, školská zařízení apod. (NOVÝ, 2009).

### **Metoda izolace**

Tato již třetí metoda spočívá ve zvukovém odizolování hlučného stroje, zařízení nebo celého hlučného prostoru od prostoru chráněného. Této metody využívá především stavební akustika, která se zabývá stavbou, navrhováním a výpočtem zvukoizolačních příček, stropů, krytů apod.. Ve strojírenství se často v případech, kdy již není jiných možností snížení hlučnosti přímo ve zdroji, dávají hlučné stroje pod zvukoizolační kryty nebo zákryty, jejichž hlavním účelem je zamezit šíření hluku do okolních prostor (NOVÝ, 2009).

### **Metoda prostorové akustiky**

V této metodě snižování hluku se aplikují poznatky z prostorové akustiky a využívá se zejména zvukové pohltivosti, což je vlastnost některých hmot a konstrukcí, jejichž úkolem je pohlcovat akustickou energii a přeměňovat ji na teplo. Tato metoda se používá při snižování hlučnosti uvnitř místností a v akusticky náročných prostorech (NOVÝ, 2009).

### **Metoda osobních ochranných pomůcek**

V této metodě se používají osobní ochranné pomůcky. Uplatňuje se tehdy, jestliže předcházející uvedené metody nebylo možno z určitých důvodů použít nebo nedosahují-li dostatečného snížení hlukové expozice člověka. V těchto případech musí pracovník používat osobní ochranné pomůcky jako jsou různé tlumící zátky



vkádané do ucha, sluchátkové přilby a chrániče. Poslední možností jak omezit hlukovou expozici pracovníka je zkrácení jeho pracovní doby v hlučném prostředí (NOVÝ, 2009).

Pro nejefektivnější výsledky při snižování hlučnosti se dosahuje při využití vhodné kombinace všech výše uvedených metod. Přednostně je třeba využívat metody, které při daném řešení problému dávají nejvyšší snížení hlučnosti a přitom jsou cenově (NOVÝ, 2009).

### **3. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit hladiny hluku na pracovním obsluhy, tedy v kabině. Porovnat tři stroje při různých provozních režimech – při chodu na volnoběh, při plném výkonu se zapnutým mláticím ústrojím, při sklizni a při sklizni se současným vyprazdňováním zásobníku zrna do vedle jedoucího dopravního prostředku. Z výsledků vyhodnotit, zda stroje splňují hlukové limity dle platné legislativy a v případě potřeby navrhnout protihluková opatření.

## 4. Praktická část

Pro svou bakalářskou práci jsem sledoval stroje ze zemědělského podniku ZD Častrov, který se nachází v Kraji Vysočina, okr. Pelhřimov.

### 4.1 Představení podniku

Podnik ZD Častrov hospodaří v katastrálním území Častrov, Metánov, Pelec, Ctiboř u Častrova, Jakubín, Veselá u Častrova a Počátky na celkové výměře 1711,91 ha, z toho je orná půda na 1130,02 ha a TTP na 581,89 ha (k 31. 5. 2015). Zaměřuje se hlavně na produkci obilovin, řepky a krmných plodin. Živočišná výroba je zaměřena na chov skotu, zejména chov dojných krav a dále chov prasat.

Pro sklizeň obilovin a řepky podnik využívá vlastní stroje, a to sklízecí mlátičky Fortschritt E 517, CLAAS Lexion 460 a CLAAS Lexion 460 Evolution. V roce 2015 tyto stroje sklídily 814,81 ha, přičemž sklízecí mlátička Fortschritt E 517 sklízela pouze obiloviny. Plochy a výnosy sklizených plodin pro rok 2015 jsou zaznamenány v tabulce 1.

Tabulka 1 – Plocha a výnos plodin pro rok 2015

<b>Plodina</b>	<b>Osetá plocha [ha]</b>	<b>Výnos [t. ha<sup>-1</sup>]</b>
<b>Řepka ozimá</b>	206,61	3,58
<b>Ječmen jarní</b>	222,95	5,15
<b>Žito ozimé</b>	131,76	6,70
<b>Pšenice ozimá</b>	234,90	5,42
<b>Oves</b>	18,59	6,50

## 4.2 Metodika měření

Pro měření provozní hlučnosti sklízecí mlátičky byl použit digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL – 300, který splňuje normu EN 617672 s třídou přesnosti 2. Měření je možné ve vlnovém rozsahu od 31,5 Hz do 8 kHz a ve zvukové hladině od 30 do 130 dB. Maximální hodnoty, stejně jako zobrazený rozsah, je možné ukládat do paměti (max. 32600 záznamů) a následně exportovat prostřednictvím USB rozhraní do počítače. Napájen je 9V baterií a je schopen být v provozu až 50 hodin. Pro kalibraci byl použit přístroj stejného výrobce s označení 326, který splňuje normu IEC 60942:2003 s třídou přesnosti 2. Pro záznam klimatických podmínek v kabině sklízecí mlátičky byla použita bezdrátová digitální meteostanice TFA Square Plus, 35.1121.IT, 100 m s možností měření vlhkosti, teploty a tlaku vzduchu.

Před vlastním měřením byla provedena kalibrace přístroje (přizpůsobení hlukoměru na stávající tlak vzduchu) a byl nastaven režim FAST, s rozsahem mezi 50 – 100 dB (A). Měření probíhalo při zapnuté klimatizaci/ventilaci a vypnutém rádiu přibližně 20 cm od ucha obsluhy po dobu 30 sekund. Záznam probíhal každou sekundu, tudíž bylo výsledkem 30 různých hodnot. Stiskem tlačítka REC bylo měření zahájeno i ukončeno.

Naměřená data byla z hlukoměru přesunuta do notebooku Lenovo U510 s OS Windows 8.1 pomocí USB kabelu. Data byla následně zpracována v programu Microsoft Office Excel 2010.

Všechna měření byla uskutečněna 14. 8. 2015 na rovném pozemku o nadmořské výšce 630 m. n. m. dne 14. 8. 2015 v obci Metánov, okr. Pelhřimov, Kraj Vysočina.

## 4.3 Popis měřených strojů

### 4.3.1 Fortschritt E 517

Tato sklízecí mlátička byla vyrobena již v roce 1989. Na svou dobu to byl velmi výkonný stroj, nicméně současné moderní stroje jsou svou výkonností již daleko napřed. E 517 byla osazena osmiválcovým motorem 8 VD 14,5/12,5 – 1 SVW o objemu 14 235 cm<sup>3</sup> a maximálním výkonu 168 kW. Počet MTH u tohoto stroje nebyl zjištěn. Žací ústrojí o délce 6,7 m. O výmlat se stará mláticí buben o průměru 80 cm a délce 162,5 cm. Separace je řešena 5-ti klávesovými vyřasadly o délce 4,73 m. Pojezd stroje je hydrostatický se 3 převodovými stupni. Maximální rychlost dosahuje 20 km. h<sup>-1</sup>. Hmotnost stroje s žací lištou je 11 440 kg. Kabina je vybavena ventilátorem o třech stupních ventilace. Tato sklízecí mlátička je znázorněna na obrázku 22.



Obrázek 22– Fortschritt E 517

### 4.3.2 CLAAS Lexion 460

Sklízecí mlátička CLAAS Lexion 460 byla vyrobena v roce 1998. Byla osazena šestiválcovým motorem Mercedes-Benz OM 401 LA o objemu 9570 cm<sup>3</sup> a maximální výkon činil 221 kW. V době měření měl motor již 3998 MTH. Disponuje žací lištou CLAAS V 660 Auto Contour. Výmlat je řešen systémem APS, průměr hlavního mláticího bubnu je 60 cm a délka 170 cm. Separační ústrojí tvoří 6-ti klávesová vytrásadla o délce 4,40 m. Pojezd stroje je taktéž hydrostatický se třístupňovou převodovkou, dva pracovní a jeden silniční převodový stupeň. Pro ovládání pojezdu slouží multifunkční páka, která je umístěna na pravé loketní opěrce. Maximální rychlost je 26,5 km. h<sup>-1</sup>. Hmotnost stroje bez žací lišty činí 13 600 kg. Kabina je oproti staršímu stroji značky Fortschritt klimatizovaná. Tento stroj je znázorněn na obrázku 23.



Obrázek 23 – CLAAS Lexion 460

### 4.3.3 CLAAS Lexion 460 Evolution

Sklízecí mlátička CLAAS Lexion 460 Evolution byla vyrobena v roce 2003. Parametry je stejná jako její předchůdce CLAAS Lexion 460, pouze s rozdílem jiného motoru. Tento stroj je osazen motorem Caterpillar C 9 o objemu 8 800 cm<sup>3</sup>, jeho maximální výkon činí 236 kW, tudíž je o 15 kW silnější i přes to, že jeho objem je o 770 cm<sup>3</sup> nižší. Počet MTH v době měření byl 3251. Dalším rozdílem těchto dvou

strojů je žací lišta, konkrétně jde o model CLAAS V 750 Auto Contour, tudíž je o 90 cm větší. Tato sklízecí mlátička je znázorněna na obrázku 24.



Obrázek 24 – CLAAS Lexion 460 Evolution

#### 4.4 Klimatické podmínky

V tabulce 2 jsou zaznamenány hodnoty naměřené meteostanicí TFA Square Plus, 35.1121.IT, 100 m.

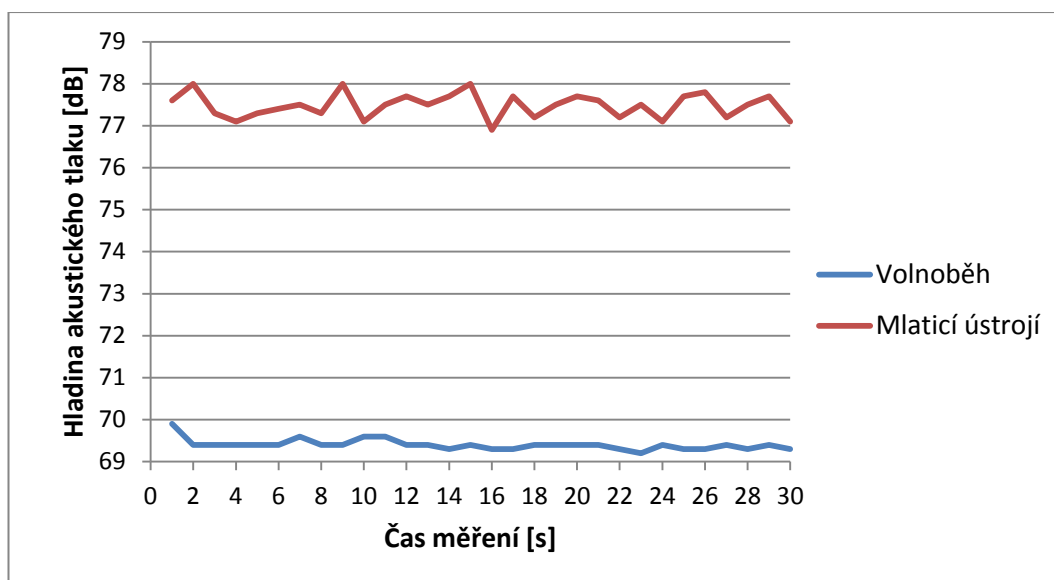
Tabulka 2 – Klimatické podmínky

Typ sklízecí mlátičky	Teplota [°C]	Atmosférický tlak [hPa]	Relativní vlhkost [%]
<b>Fortschritt E 517</b>	31	1006	15
<b>CLAAS LEXION 460</b>	22	1006	18
<b>CLAAS LEXION 460 Evolution</b>	23	1011	16

## 5. Výsledky a diskuse

### Výsledky měření stroje Fortschritt E 517

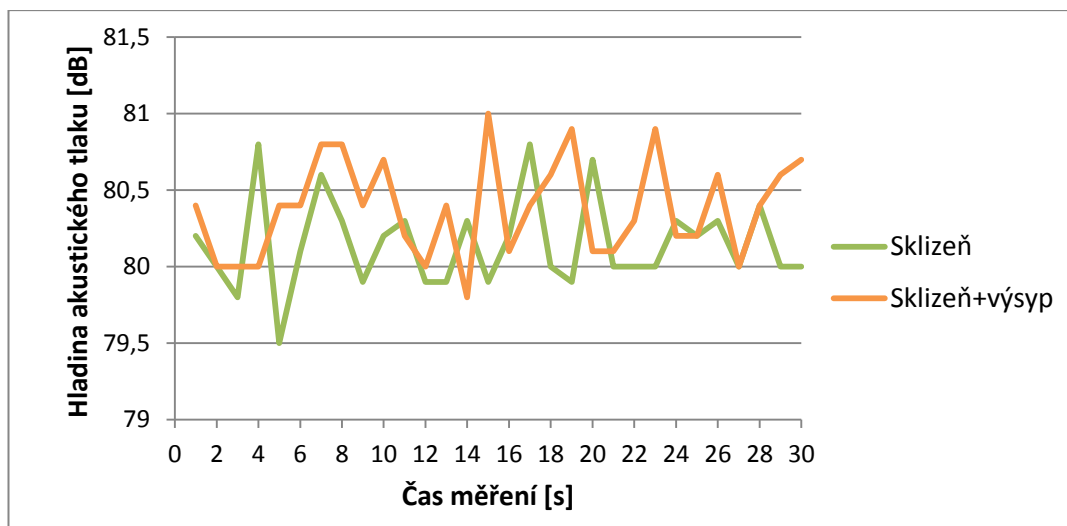
Na grafu 1 jsou znázorněny naměřené hodnoty hluku při volnoběžných otáčkách, které dosahovaly  $1050 \text{ ot. min}^{-1}$  a při provozních otáčkách se zapnutým mláticím ústrojím, kde otáčky motoru dosahovaly  $2000 \text{ ot. min}^{-1}$  a mláticí buben pracoval při  $800 \text{ ot. min}^{-1}$ . Naměřené hodnoty jsou u tohoto stroje vyšší hlavně proto, že se jedná o starší stroj, kde odhlučnění kabiny nebylo na takové úrovni jako u strojů novějších. Při chodu na volnoběh dosahovala maximální hlučnost  $69,9 \text{ dB}$  a minimální byla o  $0,7 \text{ dB}$  menší. Po zapnutí mláticího ústrojí dosahovala hladina hluku až na  $78 \text{ dB}$  a minimální byla na hranici  $76,9$ .



Graf 1 – Hladiny hluku při chodu na volnoběh a při zapnutém mláticím ústrojí

Graf 2 ukazuje naměřené hodnoty při sklizni ozimé pšenice. Při těchto operacích dosahovaly pracovní otáčky motoru  $2000 \text{ ot. min}^{-1}$  a otáčky mláticího bubnu  $800 \text{ ot. min}^{-1}$ . Hlučnost stroje ovlivňoval hlavně procházející sklizený materiál a pojezd, s rychlostí přibližně  $3,7 \text{ km. h}^{-1}$ . Rozdíl maximálních a minimálních hodnot hluku byl při sklizni pouze  $1,3 \text{ dB}$ , což může být zapříčiněno hlavně rozdílným množstvím materiálu vstupujícího do prostoru mláticího ústrojí. Při měření sklizně se současným výsypem zrna se průměrná hlučnost zvýšila o  $0,2 \text{ dB}$ , což bylo zapříčiněno dopravním mechanismem zrna a vedle jedoucím traktorem Zetor 16145 s návěsným vozem STS Opava N900.

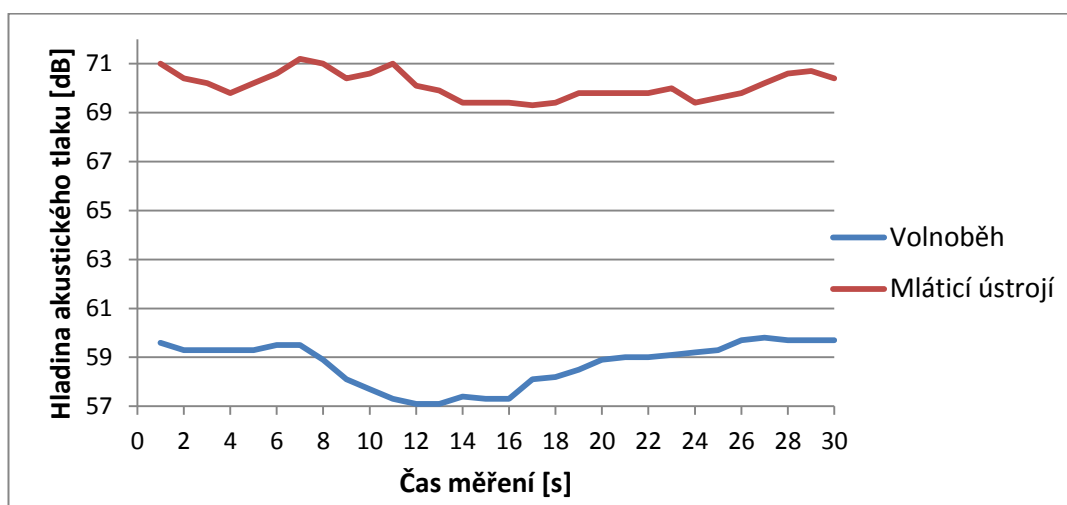




Graf 2 – Hladiny hluku při sklizni a při sklizni se současným výsypem zrna

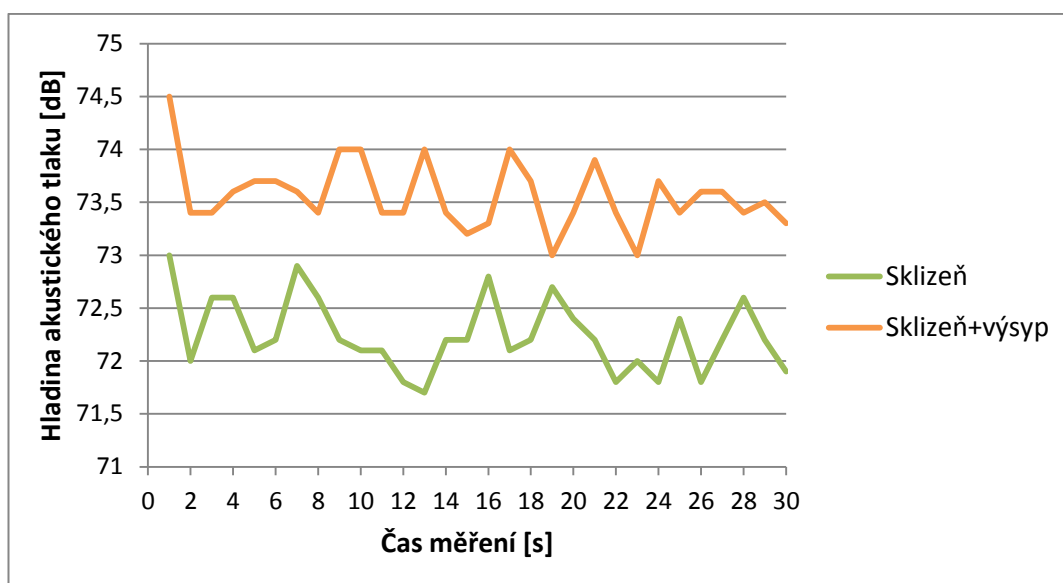
## Výsledky měření stroje CLAAS LEXION 460

Výsledky tohoto stroje zobrazuje graf 3 a 4. Je patrné, že hodnoty hluku jsou oproti předešlému stroji o hodně nižší. Hlavní příčinou je celková modernizace v konstrukci stroje, lepší odhlučnění kabiny a v neposlední řadě také opotřebení stroje. V grafu 3 vidíme hodnoty při volnoběžných otáčkách, které dosahovaly  $1150 \text{ ot. min}^{-1}$ . Minimální hluk činil 57,1 dB a naopak maximální 59,8 dB. Při spuštění mláticím ústrojí se pohybuje hodnota hluku od 69,3 dB do 71,2 dB. Otáčky motoru byly  $2150 \text{ ot. min}^{-1}$  a otáčky mláticího bubnu  $790 \text{ ot. min}^{-1}$ . Průměrná hodnota je v porovnání se sklizecí mlátičkou Fortschritt E 517 nižší při volnoběžných otáčkách dokonce o 10,7 dB a při spuštění mláticím ústrojí o 7,4 dB.



Graf 3 – Hladiny hluku při chodu na volnoběh a při zapnutém mláticím ústrojí

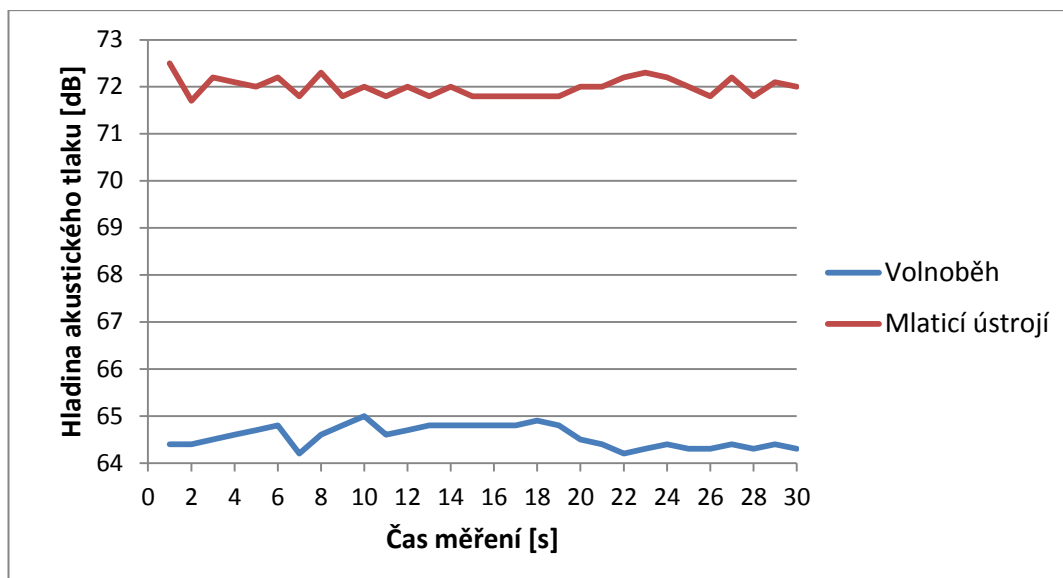
Sklizená plodina byla rovněž ozimá pšenice. Pracovní otáčky jsou stejné jako při měření se zapnutým mláticím ústrojím. Pojezdová rychlost při těchto dvou měření byla 4,5 km. h<sup>-1</sup>. I přes to, že strojem prochází vzhledem k vyšší pojezdové rychlosti a delší žací liště více materiálu, jsou hodnoty při sklizni v průměru o 7,9 dB menší. U tohoto stroje byly naměřené hodnoty od 71,7 dB do 73 dB. Hlučnost při sklizni se současným výsypem zrna do vedle jedoucího dopravního prostředku byla v průměru o 1,3 dB vyšší. Dopravním prostředkem byl traktor Steyr 6140 Profi s návěsem Fliegl ASW 261.



Graf 4 – Hladiny hluku při sklizni a při sklizni se současným výsypem zrna

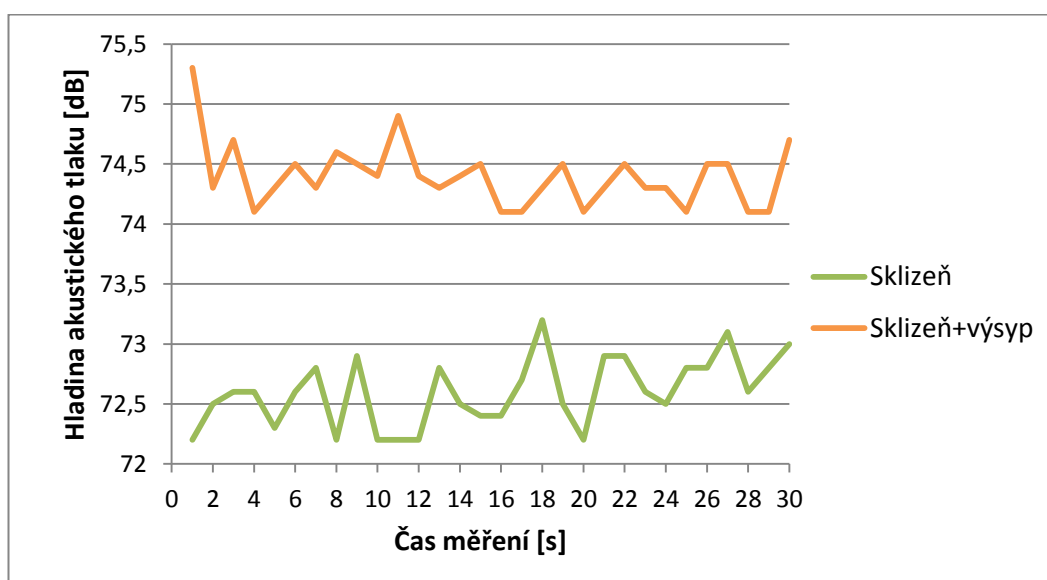
## Výsledky měření stroje CLAAS LEXION 460 Evolution

Graf 5 a 6 znázorňuje stejné operace jako výše uvedené dva stroje při sklizni stejné plodiny. Při chodu na volnoběh dosahoval motor 1200 ot. min<sup>-1</sup>, což je nejvíc ze všech tří měřených strojů. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 64,2 dB do 65 dB. S takto vyrovnanými hodnotami lze konstatovat, že hlučnost byla téměř konstantní. Při spuštěném mláticím ústrojí byly otáčky motoru 2185 ot. min<sup>-1</sup> a otáčky mláticího bubnu dosahovaly 900 ot. min<sup>-1</sup>. Hlučnost se pohybovala v rozmezí od 71,7 dB do 72,5 dB.



Graf 5 – Hladiny hluku při chodu na volnoběh a při zapnutém mlaticím ústrojí

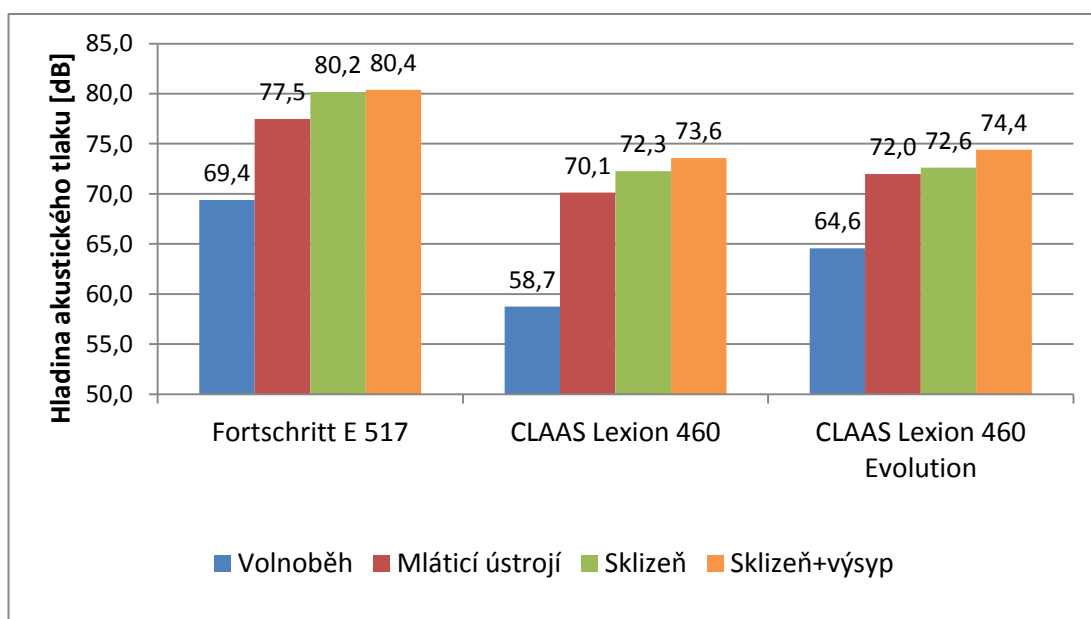
Hodnoty naměřené při sklizni jsou znázorněny v grafu 6, rozdíl v naměřených hladinách akustického tlaku byl pouze 1 dB. Maximální naměřená hlučnost byla 73,2 dB a minimální tedy 72,2 dB. Stroj se při sklizni pohyboval stejnou rychlostí jako starší CLAAS LEXION 460, a to 4,5 km. h<sup>-1</sup>. V průměru o 1,8 dB více dosahovala hlučnost při sklizni se současným výsypem zrna do vedle jedoucího dopravního prostředku. Tím byl rovněž traktor Steyr 6140 Profi s návěsem Fliegl ASW 261. Hlučnost se pohybovala v rozmezí od 74,1 dB do 75,3 dB.



Graf 6 – Hladiny hluku při sklizni a při sklizni se současným výsypem zrna

## Shrnutí

Nejnižší hlučnosti při všech operacích dosáhla sklízecí mlátička CLAAS LEXION 460 vyrobená v roce 1998. Vyšších hodnot hluku dosahovala sklízecí mlátička CLAAS LEXION 460 Evolution vyrobená v roce 2003 a největší hlučnost vykazovala sklízecí mlátička Fortschritt E 517 vyrobená v roce 1989. Graf 7 ukazuje naměřené hodnoty u všech strojů, které jsou seřazeny od nejstaršího po nejnovější. Hluk naměřený u všech třech sklízecích mlátiček se neměnil v čase o více než 5dB, jedná se tedy o hluk ustálený. V porovnání nejméně hlučné sklízecí mlátičky s nejstarší (Fortschritt E 517) při chodu na volnoběh je hlučnost vyšší dokonce o 10,7 dB. Nejnovější ze sledovaných strojů CLAAS LEXION 460 Evolution, byl na volnoběžné otáčky hlučnější o 5,9 dB. Vyšších hladin akustického tlaku bylo zaznamenáno při ostatních činnostech. Musíme ale brát v potaz, že rozdíly hlučnosti jednotlivých strojů byly ovlivněny celkovou konstrukcí strojů a rozdílnými otáčkami motoru.

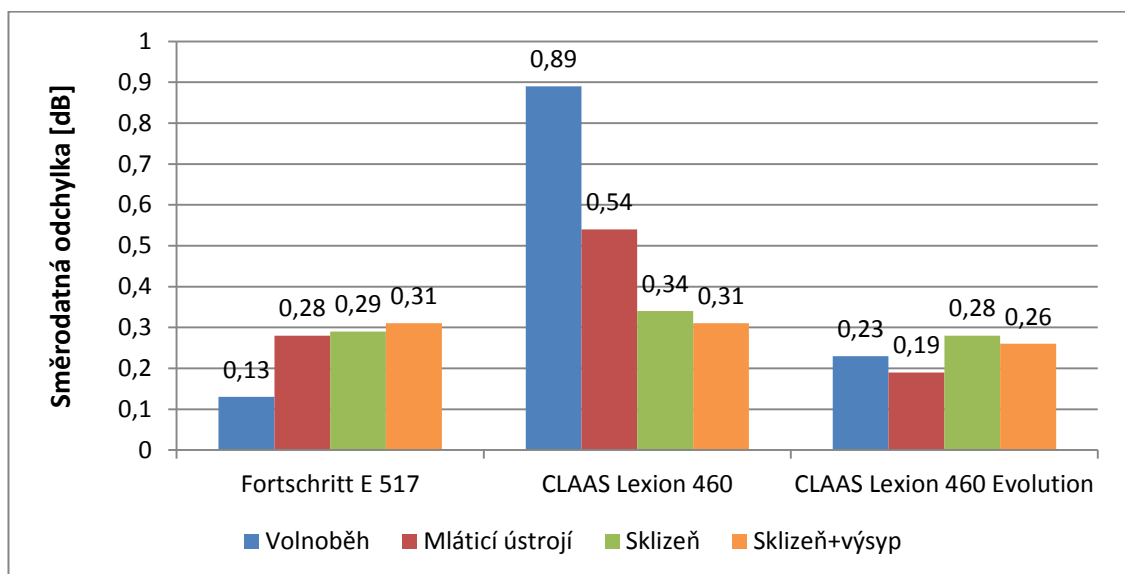


Graf 7 – Srovnání hladin hluku u měřených sklízecích mlátiček

Při spuštění mlátičím ústrojí byl hluk ovlivněn zejména provozem mlátičícího, separačního, čistícího ústrojí a bezesporu otáčkami motoru, které byly oproti volnoběžným téměř dvojnásobné. Při sklizni byly tyto hodnoty vyšší v průměru o 2-3 dB. Zvýšená hlučnost byla způsobena provozem žacího ústrojí, průchodem hmoty

sklízecí mlátičkou a také pojezdem stroje. Tyto hodnoty jsou nejdůležitější, protože je jimi obsluha stroje vystavena po většinu času své směny. Rozdíl mezi stroji CLAAS je téměř zanedbatelný, LEXION 460 Evolution je hlučnější hlavně z důvodu výkonnějšího motoru, vyšších otáček motoru a mláticího bubnu a průchodem většího množství obilné hmoty, zapříčiněným delší žací lištou. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo při sklizni se současným výsypem zrna do vedle jedoucího dopravního prostředku, který měl společně s dopravníky zrna vliv na zvýšenou hlučnost v místě obsluhy stroje.

Graf 8 ukazuje směrodatnou odchylku, která znázorňuje rozptyl hlučnosti jednotlivých operací od jejich aritmetického průměru. Z výsledku je patrné, že směrodatná odchylka byla při všech režimech nejvyšší u stroje CLAAS LEXION 460. V režimu na volnoběh tato hodnota dosahovala dokonce 0,89 dB, což je v porovnání s ostatními stroji mnohonásobně více. Tato hodnota byla nejspíše ovlivněna výrazným poklesem otáček motoru, které zapříčinily snížení hlučnosti. Toto snížení je znázorněno v grafu 3.



Graf 8 – Směrodatná odchylka hladin akustického tlaku u měřených sklízecích mlátiček

## 6. Závěr

Sbírka zákonů č .272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací udává základní přípustný limit ustáleného a proměnného hluku při práci za osmihodinovou směnu 85 dB. I přes to, že je sklízecí mlátička při žních v provozu více než osm hodin, je v tomto případě limit splněn, protože na každé sklízecí mlátičce se v podniku ZD Častrov střídají dva pracovníci obsluhy stroje. V případě obsluhy sklízecí mlátičky pouze jedním pracovníkem, je zákonem hygienický limit hluku pro jinou než osmihodinovou pracovní směnu určen tak, že je ke stanoveným přípustným expozičním limitům přičtena korekce  $K_T$ , která závisí na počtu expozičních hodin hluku.

Z výsledků měření lze konstatovat, že novější sklízecí mlátičky (v porovnání se starými) i přes zvyšující se výkonnost vykazují v kabině stroje menší hladiny hluku. Obsluha stroje je pak vystavena menšímu hluku, je méně unavena a dokáže se lépe soustředit na práci. Rozdíly hlučnosti mezi stroji stejné konstrukce byly ovlivněny hlučností výkonnějšího motoru. Vliv na hlučnost při sklizni má také množství hmoty procházející mláticím ústrojím, otáčky mláticího bubnu a motoru. Vzhledem k velkému rozdílu směrodatné odchylky, bych u stroje CLAAS LEXION 460 doporučil servis motoru a zjištění příčiny kolísání otáček. Konstrukce moderních kabin je zaměřena na vytvoření komfortního pracovního místa obsluhy, které má napomáhat k co nejlepším pracovním výsledkům.

## 7. Seznam použité literatury

BŘEČKA, J., HONZÍK, I., NEUBAUER, J. (2001) *Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin*. 1. Vyd. Praha: ČZU (Praha) – TF. 147 s. ISBN 80-213-0738-2

GÜNTHER, B., HANSEN H. K. a VEIT I.(2008) *Technische Akustik - ausgewählte Kapitel: Grundlagen, aktuelle Probleme und Messtechnik*. 8. Aufl. Renningen: Expert. ISBN 978-381-6927-884

HAVRÁNEK, J. (1990). *Hluk a zdraví*. 1. vyd. Praha: Avicenum. 278 s. ISBN 80-201-0020-2

HEŘMÁNEK, P., KUMHÁLA, F. (1997) *Nové konstrukce sklízecích mlátiček: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. Studijní informace. 54 s. ISBN 80-86153-33-9

KROUPA, P., HŮLA, J., KOVAŘÍČEK, P. (2002) *Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin*. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-7271-126-1

KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P., MAŠEK, J., KVÍZ Z., HONZÍK. I. (2007) *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita. 364 s. ISBN 978-80-213-1701-7

ROH, J., KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P. (1997) *Stroje používané v rostlinné výrobě*. 1. Vyd. Praha: ČZU (Praha) – TF. 275 s. ISBN 80-213-0327-1

SBÍRKA ZÁKONŮ Č. 272/2011 *Narizení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*, ze dne 24. srpna 2011.

STEHNO, L., BENEŠ, P., JANDA, D., JAVOREK, F., PÁNEK, P., PAULOVÁ, M., MIKULIČ, M., ŠTECL, M., (2014). *Historie sklízecích mlátiček*. 1. vyd. Praha: Profi Press. 284 s. ISBN 978-80-86726-58-8

WEBER M. (2012): *Hodnocení sklízecích mlátiček JOHN DEERE 9880 a NEW HOLLAND CR 9080 při sklizni obilovin a ozimé řepky*. [Diplomová práce]. České Budějovice, 74 s. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra zemědělské techniky a služeb

### **Internetové zdroje:**

*Hluk a jeho působení na lidský organismus* [online]. 2010 [cit. 2016-03-15].

Dostupné z: <http://www.envi.upce.cz/pisprace/starsi/krato/hluk.htm>

*Mlátící a separační mechanismy sklízecích mlátiček* [online]. [cit. 2016-03-09].

Dostupné z: <http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf>

*Sklizeň zrnin* [online]. 2001 [cit. 2016-02-29]. Dostupné

z: <http://mechanizaceweb.cz/sklizen-zrnin/>

*Vliv hluku na zdraví* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné

z: <http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>

*Vliv hluku na zdraví* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné

z: <http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>

*Základy akustiky* [online]. 2013 [cit. 2016-03-15]. Dostupné

z: <http://www.greif.cz/download/its075-zaklady-akustiky-prirucka-pro-zacatecniky.pdf>