

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

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

Křovinořezy odlišné výkonové třídy z hlediska hladin akustického tlaku

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Marie Šítková, CSc.

Autor

Ing. Pavel Matouš

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Křovinořezy odlišné výkonové třídy z hlediska hladin akustického tlaku vypracoval samostatně na základě materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu § 47b 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 JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce paní Ing. Marii Šístkové, CSc. za vedení, pomoc a cenné připomínky při zpracovávání bakalářské práce. Poděkování patří také panu Miroslavu Zemanovi za pomoc při vlastním měření.

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Literární rešerše	9
2.1 Zvuk.....	9
2.1.1 Šíření zvuku	9
2.1.2 Základní veličiny zvuku.....	10
2.1.2.1 Rychlost šíření zvuku – c [$m \cdot s^{-1}$].....	10
2.1.2.2 Intenzita zvuku – I [$W \cdot m^{-2}$].....	10
2.1.2.3 Kmitočet – f [Hz].....	10
2.1.2.4 Akustický výkon – W [W].....	10
2.1.2.5 Akustický tlak – p [Pa], hladina akustického tlaku – L_p [dB]	11
2.2 Hluk	11
2.2.1 Povaha hluku v čase	11
2.3 Akustika, obory akustiky	12
2.3.1 Sluchový orgán člověka.....	13
2.4 Účinky hluku na člověka	14
2.5 Metody snižování hluku	15
2.6 Malá mechanizace	16
2.7 Křovinořez	18
2.7.1 Hlavní druhy křovinořezů	19
2.7.2 Konstrukce křovinořezu	21
2.7.2.1 Motor	22
2.7.2.2 Hnací hřídel křovinořezu	25
2.7.2.3 Úhlový převod	31
2.7.2.4 Rukojeti.....	32
2.7.2.5 Závěsné popruhy	34
2.7.2.6 Antivibrační ústrojí	34
2.7.2.7 Pracovní nástroje křovinořezů	35
3. Cíl práce.....	44
4. Metodika	45
4.1 Použité křovinořezy.....	45

4.2 Měřicí technika.....	46
4.2.1 Digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL-300.....	46
4.2.2 Digitální meteorologická stanice WS-1600	46
4.3 Zpracování dat.....	47
4.4 Provozní měření	47
4.5 Postup vyhodnocení	47
4.5.1 Vyhodnocení podle Sbírky zákonů č. 272/2011	47
4.5.2 Vyhodnocení podle normy ČSN EN ISO 11806.....	48
5. Výsledky.....	49
5.1 Podmínky měření.....	49
5.2 Vlastní výsledky měření	49
5.2.1 Režim chodu na volnoběh	49
5.2.2 Režim chodu naprázdno.....	50
5.2.3 Plné zatížení (sečení).....	51
6. Závěr.....	54
7. Použité informační zdroje	55

1. Úvod

Zvuky jsou přirozeným průvodním projevem přírodních jevů a životní aktivity. Rovněž pro člověka mají zvuky veliký význam. Sluchem přijímá člověk ne sice největší, ale nejvýznamnější podíl informací o světě. Zvuk je důležitým poplašným signálem pro člověka, varuje před nebezpečím, podněcuje aktivitu jeho nervového systému, je základem řeči, která odlišila člověka od zvířat. Zvuk může být uklidňující, dráždivý, může vyvolat radost a formě hudby přinést vrcholné estetické zážitky. Zvuk a sluch hrají významnou roli v individuální i společenské adaptaci člověka na prostředí. Sluch je smysl, který je v ustavičné pohotovosti, aby přinášel údaje o vnějším světě. Sluchem jsme schopni rozlišit zdroj zvuku a lokalizovat ho v prostoru. To mělo nejen význam pro přežití lidského rodu, ale i pro vývoj lidského mozku.

V sociální sféře svým sluchem a hlasem můžeme navázat kontakt s druhými lidmi, sdělit své poznatky, zkušenosti i své ideje a plány do budoucnosti. Jazyk byl jedním z rozhodujících činitelů formující sociální skupiny a národy. Avšak nadbytek zvuků, který je způsobován nesčetnými zdroji, nezávislými na jednotlivci, může působit příliš často s intenzitou, která neodpovídá lidským schopnostem, únosnosti a přizpůsobení. Navíc nadměrný zvuk může rušit vnímání důležitých zvukových signálů. Tyto příliš časté nebo příliš silné či v nevhodnou dobu se vyskytující zvuky, tj. zvuky, které jsou nežádoucí, obtěžující nebo dokonce škodlivé, označujeme jako hluk.

Člověk našich dnů, vystavený v moderní společnosti po celý svůj život hladinám hluku, kterým nebyla před ním vystavena žádná lidská generace, se vůči možnému riziku chová vcelku přezíravě. Svědčí o tom nanejvýš přesvědčivě skutečnost, že ani na hlučných průmyslových pracovištích, kde je evidentní nebezpečí ztráty sluchu a kde jsou k dispozici prostředky na jeho ochranu, nepoužívá přes různá represivní opatření těchto ochranných pomůcek značná část exponovaných osob.

Svět člověka naší doby je světem zvuků. Zvuky města, dílny, pracoviště jsme přijali jako kulisu života. Část hudby, díky reprodukční technice všeobecně dostupná, je zbavena svého obsahu a téměř indiferentní pro posluchače; je využívána jako ochrana před jiným hlukem, neboť může maskovat vnímání diferentních, rušivou informaci nesoucích podnětů. Vhodně volená hudba může udržovat pozornost a tím zlepšovat výkon u monotónních pracovních činností.

Naše akustické prostředí je charakterizováno neobyčejnou rozmanitostí a proměnlivostí zvuků, z nichž prakticky každý se může za určitých okolností stát hlukem. Proto boj proti hluku není bojem proti hluku vůbec, proti rozmanitosti zvukových jevů v lidském životě, ale proti zbytečnému nadměrnému hluku, který člověka ohrožuje obtěžováním, rušením, nebo přímým poškozením zdraví. [1]

2. Literární rešerše

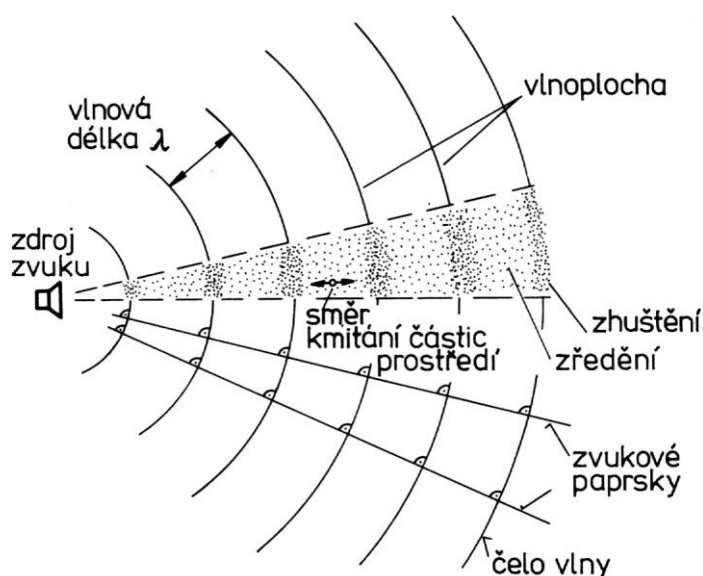
2.1 Zvuk

Zvuk je mechanické vlnění (kmitání) v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat, jsou značně individuální a leží v intervalu 16 Hz až 20 kHz. Mechanické vlnění mimo tento frekvenční rozsah sluchový vjem nevyvolává, přesto se někdy také označuje jako zvuk. Zvuk s frekvencí nižší než 16 Hz je označován jako infrazvuk, zvuk s frekvencí vyšší než 20 kHz ultrazvuk. [2]

Fyzikální podstatou zvuku jsou mechanické vibrace elastického prostředí. [3]

2.1.1 Šíření zvuku

Zvuk se šíří od svého zdroje ve vlnoplochách a směr jeho šíření určuje zvukový paprsek (obrázek 1). V homogenním prostředí je směr zvukového paprsku přímočarý. Podle toho, zda částice prostředí kmitají ve směru šíření vlnění nebo kolmo k němu, existuje vlnění podélné anebo příčné. U kapalin a plynů probíhá vlnění podélně, u pevných látek se vyskytují oba druhy vlnění. [4]



Obrázek 1 - Šíření zvukové vlny, vlnoplocha a zvukový paprsek [5]

Akustické vlnění se sinusovým průběhem je označováno jako zvuk jednoduchý, vlnění s jiným než sinusovým průběhem je zvuk složený. Směs akustických signálů, jejichž výšku určujeme subjektivně na základě převažující složky, nazýváme tón. [4]

2.1.2 Základní veličiny zvuku

2.1.2.1 Rychlost šíření zvuku – c [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Rychlost šíření zvuku je rychlost, se kterou se zvuková vlna šíří prostředím. Tato rychlost je závislá zejména na hustotě prostředí a teplotě. V homogenním prostředí je rychlost nezávislá na směru šíření, v nehomogenním prostředí je i směrově závislá. [5]

2.1.2.2 Intenzita zvuku – I [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]

Intenzita zvuku je vektor a je definována jako tok akustické energie v daném směru a smyslu plochou kolmou k tomuto směru, vztažený na jednotku plochy. [5]

2.1.2.3 Kmitočet – f [Hz]

Kmitočet frekvence se vyjadřuje v hertzech Hz a je dán počtem period (T) čili kmitů délky T (tj. časových úseků, za které se celý periodický děj opakuje) za sekundu.

$$f = \frac{1}{T} [\text{Hz}]$$

f – kmitočet [Hz]

T – doba kmitu (perioda) [s]

[1]

2.1.2.4 Akustický výkon – W [W]

Akustický výkon je dán součinem intenzity zvuku a celkové plochy, do které zdroj vyzařuje akustické vlnění. Jeho jednotkou je watt [W]. [4]

$$W = I * S [W]$$

I – intenzita zvuku [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]

S – sledovaná plocha [m²]

2.1.2.5 Akustický tlak – p [Pa], hladina akustického tlaku – L_p [dB]

Akustický tlak je závislý na barometrickém tlaku a vyjadřuje tak odchylky od klidové hodnoty barometrického tlaku (100 kPa) a je řádově mnohem nižší. Nejslabší zvuk, který může zdravý člověk postřehnout svým sluchem, má akustický tlak 2.10⁻⁵ Pa. Tato hladina byla stanovena jako vztažná veličina při definici hladiny akustického tlaku.

Hladinu akustického tlaku lze vypočítat a jde v podstatě o korigovaný poměr okamžitého akustického tlaku a referenčního akustického tlaku. [4]

$$L_p = 20 * \log \frac{p}{p_0} [dB]$$

p – okamžitý akustický tlak [Pa]

p₀ – referenční akustický tlak = 2.10⁻⁵ Pa

[5]

2.2 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. [6]

2.2.1 Povaha hluku v čase

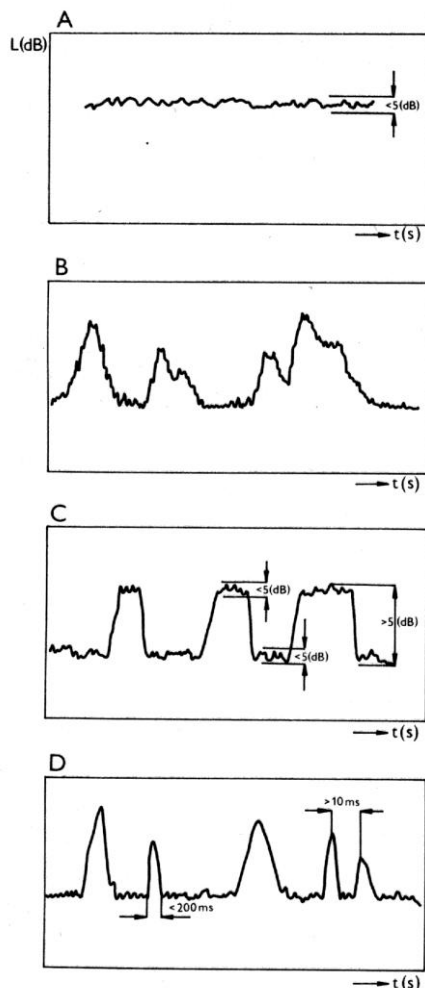
Ustálený hluk je takový zvuk, jehož hladina se nemění v čase nebo kolísá v rozsahu menším než 5 dB.

Proměnný přerušovaný hluk je hluk, jehož hladina se mění skokem z hlučného na tichý interval a naopak.

Proměnný nepravidelný hluk se vyznačuje měnící se hladinou hluku v čase, kdy změny přesahují 5 dB a jsou náhodné nebo se opakují ve složitých cyklech.

Proměnný impulzní hluk je charakterizován hladinou hluku, která rychle stoupá k maximu a opět rychle klesá tak, že doba trvání jednoho pulzu je menší než 200 ms a interval mezi jednotlivými pulzy je větší než 10 ms. [1]

Jednotlivé druhy hluku podle časového průběhu znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2 - Druhy hluku: A - ustálený hluk, B - proměnný nepravidelný hluk, C - proměnný přerušovaný hluk, D - impulzní hluk [1]

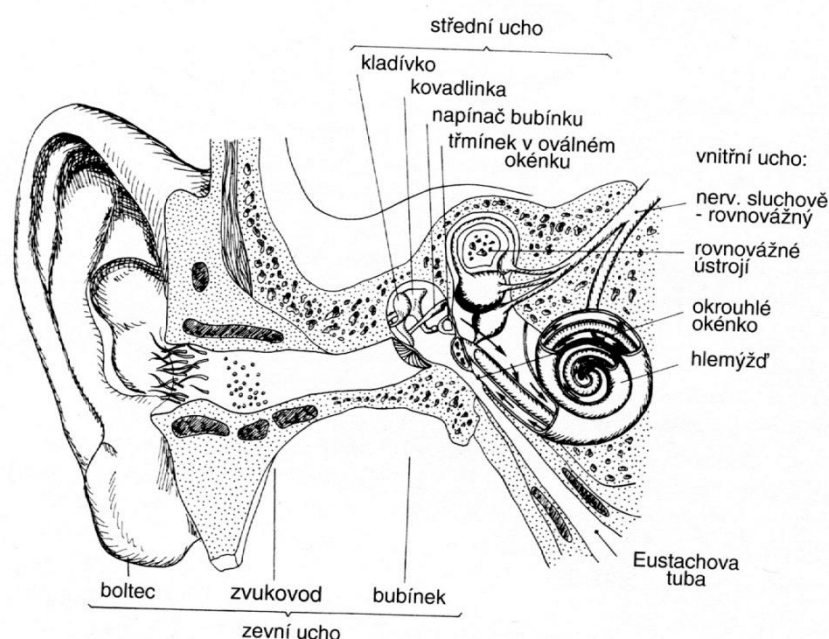
2.3 Akustika, obory akustiky

Akustika je rozsáhlý vědní obor, zabývající se komplexně zvukem od jeho vzniku, přenosu prostorem až po vnímání lidskými smysly. Má celou řadu poddisciplín, např. hudební akustika zkoumá fyzikální základy hudby, hudebních nástrojů a prostorů, stavební akustika zvukové jevy a souvislosti v uzavřeném prostoru, budovách a

stavbách, prostorová akustika šíření zvuku v obecném prostoru, fyziologická akustika vznikem zvuku v hlasovém orgánu člověka a jeho vnímáním v uchu, psychoakustika vnímání zvuku v mozku atd. [7]

2.3.1 Sluchový orgán člověka

Následující obrázek 3 znázorňuje sluchový orgán člověka a jeho vnitřní uspořádání.



Obrázek 3 - Sluchový orgán a jeho vnitřní uspořádání [5]

Vnější ucho (*auris externa*) se skládá z boltce, zvukovodu a bubínku. Boltce je tvořen chrupavkou (pouze lalůček chrupavčitou kostru nemá) a směřuje akustické vlny do zvukovodu. Velikost a tvar boltce nemá vliv na sluch. Zvukovod (sluchový kanálek) je trubice, která má část chrupavčitou a kostěnou. Na konci zvukovodu se nachází bubínek, hranice mezi zevním a středním uchem. Zvuková vlna, která projde zvukovodem, naráží do bubínku a putuje dál do nitra ucha. Délka zvukovodu dospělého člověka je asi 3 cm. Bubínek je vazivová blanka na konci zvukovodu, cca 0,1 mm silná. Zvuková vlna jej rozechvěje, bubínek ji zesílí a předá do středního ucha. Zdravý bubínek je lesklý a má šedavou barvu.

Střední ucho (*auris medium*) je systém vzduchem vyplněných dutin, vystlaných sliznicí. Začíná bubínkem, na nějž jsou napojeny tři sluchové kůstky. Patří mezi ně

kladívko (*malleus*), kovadlinka (*incus*) a třmínek (*stapes*). Řetěz kůstek přenáší zvuk od bubínku do vnitřního ucha – ploténka třmínku se dotýká oválného okénka v labyrintu. Střední ucho je odděleno od vnitřního ucha membránami, které uzavírají oválné předsíňové okénko (vestibulární) a kruhové hlemýžďové (kochleární) okénko. Ze středního ucha do nosohltanu ústí Eustachova trubice, která vyrovnává tlak ve středním uchu s tlakem v okolním prostředí.

Vnitřní ucho (*auris interna*) leží v kostěném labyrintu kosti skalní (*os petrum*). Kostěný labyrint částečně kopíruje blanitý labyrint vyplněný endolymfou. Části kostěného labyrintu, které kopíruje blanitý labyrint, jsou tři polokruhovitě kanálky a hlemýžď. Hlemýžď je stočená trubička naplněná tekutinou (endolymfou). Vibrace oválného okénka rozvlní endolymfu. Vlnění endolymfy rozechvěje krycí membránu Cortiho orgánu obsahujícího vláskové buňky (receptory sluchu). Každá buňka má vlásky zapuštěné do krycí membrány a zjišťuje její chvění, o kterém vysílá signály do mozku po sluchovém nervu. Signály jsou vnímány jako zvuk. Rovnovážný (vestibulární, statokinetický) orgán slouží k detekci polohy a zrychlení. Skládá se z vejčitého a kulovitého váčku, které detekují polohu a tři polokruhovitých kanálků detekujících zrychlení. Ve váčcích jsou dvě na sebe kolmé vrstvy vláskových buněk s vlásky zapuštěnými do rosolu obsahujícímu krystalky uhličitanu vápenatého. K vnímání zrychlení slouží vláskové buňky na začátku a na konci polokruhovitých kanálků, které vnímají změny v proudění endolymfy v kanálcích. Předrážděním tohoto orgánu vzniká mořská nemoc. [8]

2.4 Účinky hluku na člověka

Základem určujícím účinek hluku je jeho intenzita. Člověk se necítí dobře v prostředí s nezvykle nízkou hladinou akustického tlaku. Hodnoty okolo 20 dB považuje většina lidí již za hluboké ticho. Hladinu 30 dB hodnotí lidé jako příjemné ticho.

Od 65 dB výše se začínají již nepříznivě projevovat účinky hluku zejména změnami vegetativních reakcí. Při trvalém pohybu v prostředí, kde hladiny akustického tlaku přesahují 85 dB, již vznikají trvalé poruchy sluchu. Současně se ve větší míře projevují účinky na vegetativní systém a celou nervovou soustavu.

Při 130 dB se obvykle účinky hluku mění v bolesti ve sluchovém orgánu. K protržení bubínku dochází při hladinách asi 160 dB.

Nebezpečnost hluku spočívá v tom, že lidský organismus nemá prakticky proti působení akustických signálů významnější obranné funkce. Působí-li na lidský zrak nepříjemné světlo, může člověk zavřít oči. U zvuku bohužel taková ochrana neexistuje. Problém ochrany sluchu není pouze v technickém řešení, ale také v ekonomické oblasti, neboť výrobek, u kterého budeme aplikovat protihluková opatření, se může stát mnohonásobně dražším. Je proto nutno vždy zvolit optimální kompromis mezi technickými a ekonomickými možnostmi společnosti, přičemž hygienické předpisy jsou pro nás hlubokým kritériem.

Škodlivost zvuku také spočívá v tom, že nadměrná hluková expozice pracujících snižuje produktivitu a kvalitu práce. Významně je také ohrožena bezpečnost práce. To vše se nepříznivě projevuje i na poli hospodářském. Bylo prokázáno, že investice vynaložené ve formě zvýšených nákladů na zabezpečení akustické pohody prostředí se vyplatí ve formě zvýšené kvality a produktivity práce, jakož i sníženými dávkami, které je nutno vynakládat v důsledku nemocnosti a úrazovosti pracujících. Po stránce sociálně kulturní má snížení hlučnosti úzkou souvislost se zvyšováním životního standardu zejména v bydlení a trávení volného času. [9]

2.5 Metody snižování hluku

Způsoby používané při boji s hlukem je možné rozdělit do několika základních metod:

1. metoda – redukce hluku ve zdroji
2. metoda – metoda dispozice
3. metoda – metoda izolace
4. metoda – aplikuje poznatky prostorové akustiky
5. metoda – spočívá v používání osobních ochranných pomůcek

1. metoda – redukce hluku ve zdroji, spočívá buď v úplném odstranění zdroje hluku, nebo ve snižování jeho hlučnosti. Tento způsob boje s hlukem dává nejúčinnější opatření, která vyžadují především mnohem nižší finanční náklady než opatření

dodatečná. Metodu redukce hluku přímo u zdroje je možno uplatňovat při konstrukci a stavbě strojů, technologických a dopravních zařízení, dopravních prostředků atd.

2. metoda – metoda dispozice 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, letišť a to tak, aby hlučné provozy a stroje nepříznivě neovlivňovaly akustickou pohodu v chráněných prostorech.

3. metoda – metoda izolace, spočívá ve zvukovém odizolování hlučného stroje, zařízení nebo celého hlučného prostoru od chráněného prostoru. Této metody využívá především stavební akustika, která se zabývá výpočtem, navrhováním a stavbou 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 zvukoizolačné kryty nebo zákryty, jejichž hlavním účelem je zamezit šíření hluku do okolního prostoru.

4. metoda aplikuje poznatky prostorové akustiky a využívá zejména zvukové pohltivosti, což je vlastnost některých hmot a konstrukcí, jejichž úkolem je pohlcovat akustickou energii a přeměňovat ji na teplo. Této metody se používá při snižování hlučnosti uvnitř místností a v určitých akusticky náročných prostorech.

5. metoda spočívá v používání osobních ochranných pomůcek. Uplatňuje se teprve tehdy, jestliže předcházející metody nebylo možno z určitých důvodů použít, nebo nedosahují-li dostatečného snížení hlukové expozice člověka. V těchto případech musí pracovník používat osobních protihlukových pomůcek, jako jsou různé tlumící zátky vkládané do ucha, sluchátkové chrániče a přilby.

Nejlepších výsledků při snižování hlučnosti se dosáhne při využití vhodné kombinace všech uvedených metod. Přednostně je třeba využívat ty metody, které při daném řešeném problému dávají nejvyšší snížení hlučnosti. [9]

2.6 Malá mechanizace

Malá mechanizace zahrnuje široký sortiment mechanizačních prostředků určených pro zahrádkáře, uživatele rekreačních zařízení a pro oblasti maloplošného zemědělství a zahradnictví tj. v zelinářství, ovocnictví, vinohradnictví či v květinářství. Uplatnění nachází také v oblasti školkařství, údržby okrasných a rekreačních ploch (parků, sportovišť a komunikací).

Malá mechanizace je zpravidla členěna do třech kategorií:

1. kategorie HOBBY - zahrnuje oblast malé mechanizace pro volný čas
2. kategorie FARMÁŘSKÁ - představuje přechodnou oblast malé mechanizace
3. kategorie PROFI - tvoří oblast malé mechanizace označované jako výrobní

Oblast malé mechanizace pro volný čas - kategorie HOBBY

Do této kategorie můžeme zahrnout stroje a nářadí pro domácí kutily, zahrádkáře, uživatele rekreačních zařízení a stroje pro malá samozásobitelská hospodářství. Výrobci se zaměřují především na pohodlnou a snadnou obsluhu strojů. Cenově jsou tyto stroje nebo stavebnicové sestavy nejlevnější. Je to dáno hlavně cenou použitých materiálů a jednodušším konstrukčním řešením. Pro kategorii HOBBY se počítá s občasným použitím nekvalifikovanou poučenou osobou. Stroje ale pochopitelně musí splňovat všechny bezpečnostní normy.

Přechodná oblast malé mechanizace - kategorie FARMÁŘSKÁ

Tato kategorie je určena pro malopěstitele, kdy se předpokládá větší časové i výkonové využití. Nejedná se ještě ale o každodenní několikahodinové nasazení s nejvyššími nároky. Cenová úroveň této kategorie je celkově vyšší než u kategorie HOBBY, neboť v konstrukci jsou uplatněna náročnější řešení a kvalitnější materiály.

Oblast výrobní malé mechanizace - kategorie PROFI

Stroje této kategorie jsou určeny především pro profesionální uživatele, u kterých patří mezi základní výrobní prostředky. Profesionální technika je určena pro dlouhodobé každodenní nasazení s kvalifikovanou obsluhou, vybavenou předepsanými ochrannými pracovními pomůckami (rukavice, přilba, brýle, štít, chrániče sluchu, pracovní obuv).

Z hlediska konstrukce se jedná o nejnáročnější konstrukční řešení s využitím špičkových materiálů. To umožňuje dosahovat maximální výkonnosti při dosažení

nejvyšší kvality práce. Cenově jsou stroje kategorie PROFI nejdražší, v porovnání s kategorií HOBBY mohou být několikanásobně vyšší.

Mezi základní požadavky u všech kategorií malé mechanizace patří:

- **bezpečný provoz**, kdy se klade důraz na snadné ovládání, používání ochranných krytů a bezpečnostních pojistek, funkční brzdy, stabilitu a hlučnost
- **provozní spolehlivost**, která je dána zejména nízkými nároky na údržbu, snadným připojením, snadným seřizením a snadným čištěním
- **hospodárnost provozu**, která se odráží v nízké spotřebě paliva, v nízkém znečištění ovzduší a půdy
- **kvalitní design**

[10]

2.7 Křovinořez

Křovinořez - jednotka vybavená rotujícím kovovým nebo plastovým řezacím nástrojem na řezání plevelu, křovin, malých stromků a podobné vegetace.

Vyžínač trávy - jednotka vybavená ohebným lankem (lanky), strunou (strunami) nebo podobnými nekovovými ohebnými řezacími prvky, jako jsou výkyvné řezací nástroje k vyžínání plevelu, trávy nebo podobné měkké vegetace.

Jednotka - kompletní křovinořez (vyžínač trávy) včetně hlavy motoru, hnacího hřídele, řezacího příslušenství a ochranného krytu, ale bez postroje. [11]

Motorová kosa je laický název, který vystihuje práci těchto strojů při vyžínání travních porostů. [12]

Mezi výrobci a prodejci této malé zemědělské techniky však používání výše zmíněných názvů strojů není jednoznačné, taktéž v odborné literatuře. Co tyto stroje spojuje, je jednotná konstrukční koncepce.

Křovinořez je motomanuální stroj, který se v současné době velmi dobře uplatňuje v řadě činností, především v lesnictví, zemědělství, sadařství, při péči o veřejnou zeleň, komunikace a vodoteče, v zahradách, parcích atd. [13]

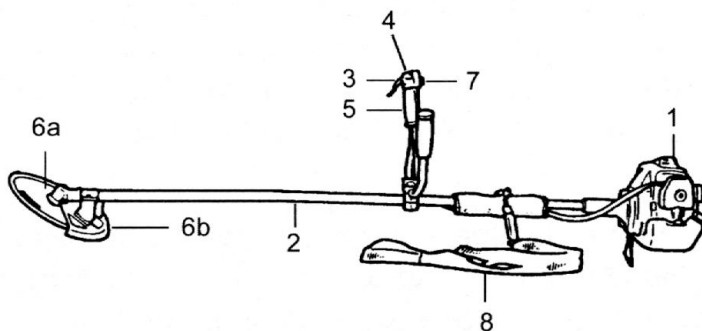
Předchůdcem křovinořezů byly tzv. motorové mačety, kterými si američtí vojáci při invazi v Tichomoří během 2. světové války klestili cestu džunglí. Pro civilní použití se začaly vyrábět až v šedesátých letech. Používání křovinořezů při kácení stromků v prořezávkách má již dlouholetou tradici, a to především zásluhou některých lesnických vyspělých států ve Skandinávii. [14]

2.7.1 Hlavní druhy křovinořezů

Křovinořezy je možno členit dle různých kritérií. Rozlišujeme křovinořezy pro používání každodenní – profesionální typ nebo příležitostné – hobby typ. Podle vybavení pracovními nástroji známe křovinořezy jednoúčelové (vyžínače – sekačky trávy) nebo víceúčelové (schopnost vyžínat, kácet, provádět přípravu půdy apod.).

Podle druhu motoru na spalovací (dvoudobé a čtyřdobé) a elektrické. Podle objemu spalovacího motoru členíme křovinořezy na tři základní skupiny: do 25 cm³, do 50 cm³ a nad 50 cm³. Podle výkonu motoru dělíme křovinořezy do 1,5 kW, do 2,5 kW a nad 2,5 kW. Nemalý význam pro rozlišení křovinořezů je kritérium hmotnosti: do 5 kg – lehké, do 10 kg – střední a nad 10 kg – těžké.

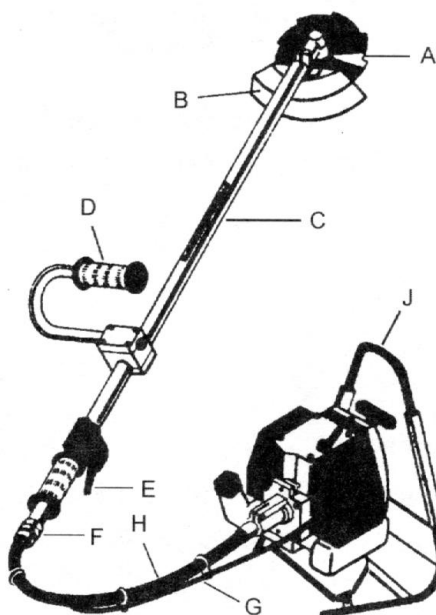
Dle koncepce rozeznáváme křovinořezy na ruční, nesené na boku pracovníka (obrázek 4 a 5) a nesené na zádech pracovníka (obrázek 6 a 7). Klasifikačních hledisek lze jmenovat i více, z hlediska uživatele, popřípadě vlastníka stroje, je nejdůležitější, zda používá typ hobby nebo profesionální. [13]



Obrázek 4 - Křovinořez bočně nesený na těle pracovníka: 1 - motor, 2 - náhonový hřídel v nosné trubce, 3 - páčka plynu, 4 - fixace páčky plynu, 5 - rukojeť, 6a - pilový kotouč, 6b - kryt pracovního orgánu (pilového kotouče), 7 - spínač zapalování, 8 - popruh [13]



Obrázek 5 - Křovinořez bočně nesený na těle pracovníka (Honda)



Obrázek 6 - Křovinořez zádový: A - pilový kotouč, B - kryt pilového kotouče, C - náhonový hřídel v nosné trubce, D - rukojeť, E - páčka plynu, F - připojení ohebného hřídele, G - lanko plynu a vodiče spínače zapalování, H - ohebný hřídel, J - zádová opěrka [13]



Obrázek 7 - Zádový křovinořez (Honda)

Křovinořezy řady hobby jsou stroje, které jsou určeny hlavně k občasnému používání (příležitostné vyžínání trávy na zahradě, v okolí domku, občasné provádění prořezávky). Mají jednodušší vybavení (rukojeti, popruhy), zpravidla mají nižší výkon motoru a jejich konstrukční prvky jsou vyrobeny s přihlédnutím na minimalizaci pořizovací ceny a jejich životnost je nižší. Většinou nejsou dimenzovány pro kácení.

Křovinořezy profesionální řady jsou konstruovány pro každodenní práci, zejména kácení, ale i vyžínání a sečení trávy, přípravu půdy aj. Proto jsou zkonstruovány a vybaveny tak, aby práce s nimi nebyla nadměrně namáhavá a přitom dosahovaly značné výkonnosti. Při jejich konstrukci je dbáno na spolehlivost a trvanlivost, komfort a ergonomii obsluhy. [13]

2.7.2 Konstrukce křovinořezu

Křovinořez se skládá ze čtyř hlavních konstrukčních skupin:

- část motorová,
- část hnací a převodová tvořená hřídelem a úhlovým převodem,
- pracovní orgány,
- část nosná tvořená rukojeťmi a závěsnými popruhy.

Dalším neopominutelným konstrukčním prvkem je antivibrační ústrojí, které může být součástí motorové, hnací či nosné části. Většinou se ovšem jedná o kombinovaná provedení.

2.7.2.1 Motor

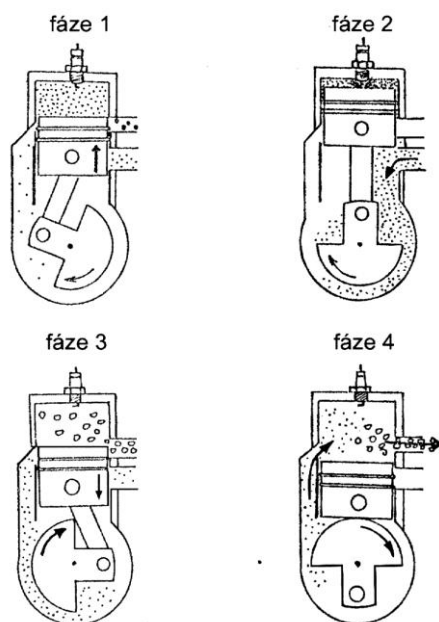
Křovinořezy jsou ve většině případů vybaveny jednoválcovým dvoudobým zážehovým motorem se vzduchovým chlazením. Některé typy jsou vybavovány jednoválcovými čtyřdobými motory. V současné době většina firem vyrábí křovinořezy s dvoudobými i čtyřdobými motory, ale například firma Honda má ve své nabídce pouze stroje s motory čtyřdobými, zároveň je dodavatelem těchto motorů řadě dalších výrobců.

Dvoudobý motor

První doba. Jakmile se píst blíží k horní úvrati, směs vzduchu a paliva je nasávána do klikové skříně. Směs je již nad stoupajícím pístem stlačována a zapálena jiskrou z magneta. Expanze plynů stlačuje píst dolů, čímž se také otáčí kliková hřídel. Na konci této doby zavírá píst sací kanál a čerstvá směs vzduchu a paliva, která byla nasáta do klikové skříně je mírně stlačena. Jakmile se píst blíží k dolní úvrati, je otevřen výfukový a přepouštěcí kanál. Zplodiny jsou uvolněny ze spalovacího prostoru do výfukového potrubí. Mírně stlačená směs v klikové skříně, pod sestupujícím pístem, otvírajícím přepouštěcí kanál, proudí do spalovacího procesu. [15]

Druhá doba. Píst začíná stoupat a zbývající zplodiny jsou vytlačeny ven. Píst znovu uzavírá přepouštěcí kanál a výfukový kanál, čímž je čerstvá směs ve spalovacím prostoru stlačována. V tento okamžik, píst odkrývá sací kanál a více směsi je nasáváno do klikové skříně, protože stoupající píst vytváří mírný podtlak v klikové skříně. Stlačená směs nad pístem je zapálena právě v okamžiku, než dosáhne píst horní úvrati a cyklus může začít znovu. [15]

K lepšímu pochopení principu činnosti dvoudobého motoru napomůže obrázek 8.



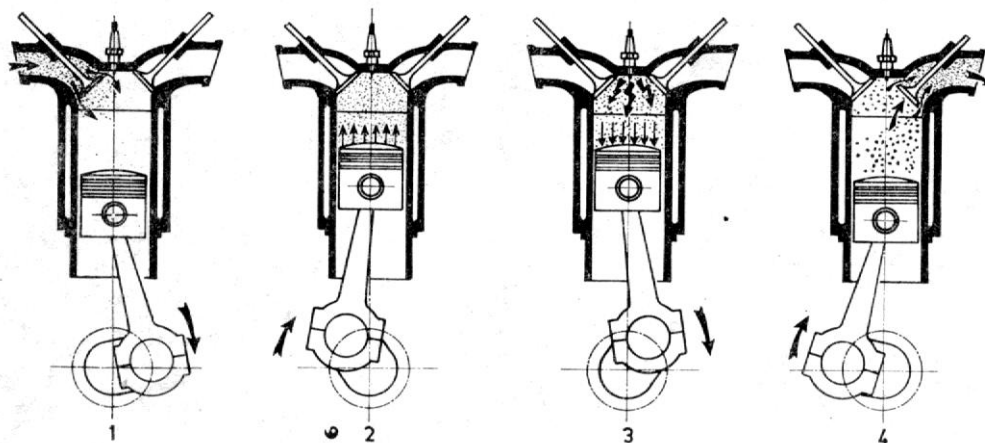
Obrázek 8 - Princip činnosti dvoudobého jednoválcového zážehového motoru [13]

U dvoudobých motorů je používán systém mazání olejovou mlhou. Kliková skříň musí být suchá a vzduchotěsná. Pohyblivé části jsou mazány olejem smíšeným v palivu. Když směs paliva, oleje a vzduchu je nasávána do klikové skříně, vytvoří se olejová mlha, která maže pohyblivé části. Výhoda motorů s tímto způsobem mazání spočívá v tom, že mohou být provozovány v jakékoli poloze. Směšovací poměr je udáván výrobcem v návodu k obsluze.

Dvoudobé motory se obecně oproti čtyřdobým vyznačují jednoduchou konstrukcí, nižší hmotností, vyšší měrnou spotřebou paliva, vyšší úroveň škodlivin ve výfukových plynech vzhledem k způsobu mazání a vyšší hladinou hluku.

Čtyřdobý motor

Pracovní oběh čtyřdobého zážehového motoru má čtyři doby: sání, kompresi, expanzi a výfuk (obrázek 9). Každá doba proběhne za jeden zdvih pístu, tj. za polovinu otáčky klikového hřídele.



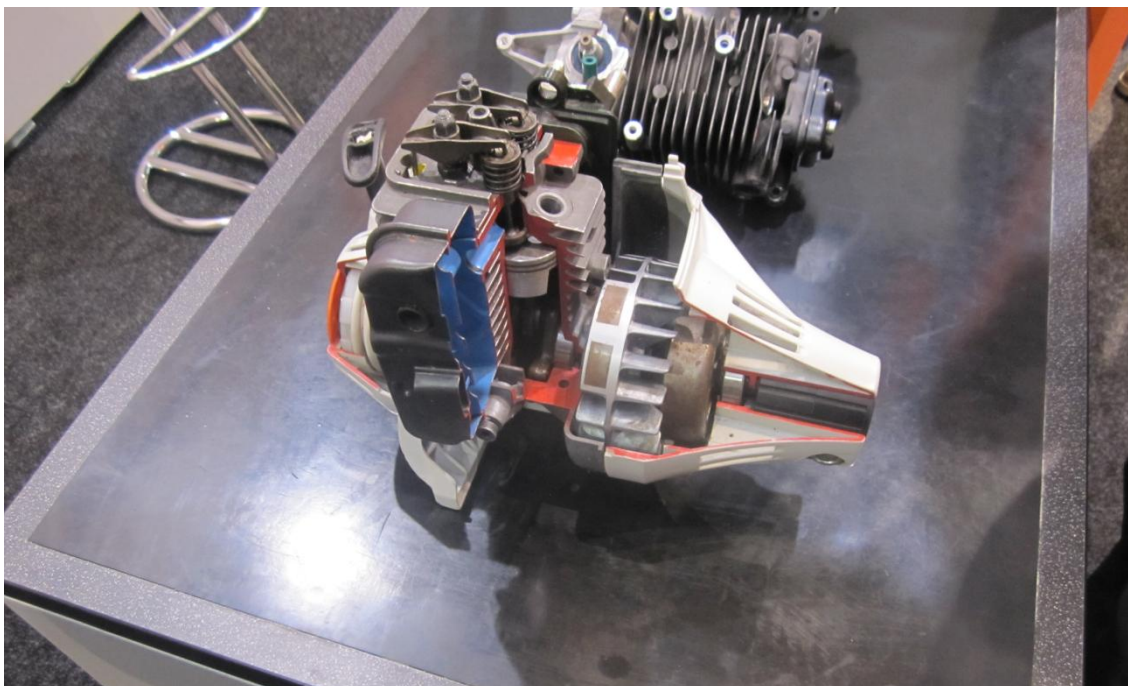
Obrázek 9 - Princip činnosti čtyřdobého zážehového motoru: 1 - sání, 2 - komprese, 3 - expanze, 4 - výfuk [16]

Při sání je směs paliva a vyčištěného vzduchu nasáta do válce přes otevřený sací ventil pohybem pístu dolů. Komprese - oba ventily jsou zavřeny a stoupající píst stlačuje směs ve válci. Právě před dosažením pístu horní úvratě elektrická jiskra zažehne stlačenou směs vzduchu a paliva. Při pracovní době (expanzi) rozpínající se plyny tlačí píst dolů do dolní úvrati a píst otáčí klikovou hřídelí. Na konci této doby je otevřen výfukový ventil. Při výfuku jsou odváděny spaliny ven z válce přes otevřený výfukový ventil stoupajícím pístem. Výfukový ventil zavře a sací ventil otevře, jakmile píst dosáhne konce doby výfuku a připraví se na sání. [16]

Většina firem dodává křovinořezy vybavené čtyřdobým jednoválcovým motorem s klasickým systémem mazání olejem umístěným v oddělené nádržce. Pohonnou hmotou je čistý benzín.

Specifickým provedením čtyřdobého motoru je motor Stihl 4-Mix (obrázek 10), k jehož pohonu se používá směs oleje a benzínu jako u dvoudobých motorů. Vlastní funkce motoru (čtyři doby) s pomocí ventilového rozvodu je standardní.

Čtyřdobé motory se obecně oproti dvoudobým vyznačují složitější konstrukcí, vyšší hmotností, nižší měrnou spotřebou paliva, nižší úrovní zplodin, nižším zrychlením a nižší hladinou hluku.



Obrázek 10 - Řez motorem Stihl 4-Mix

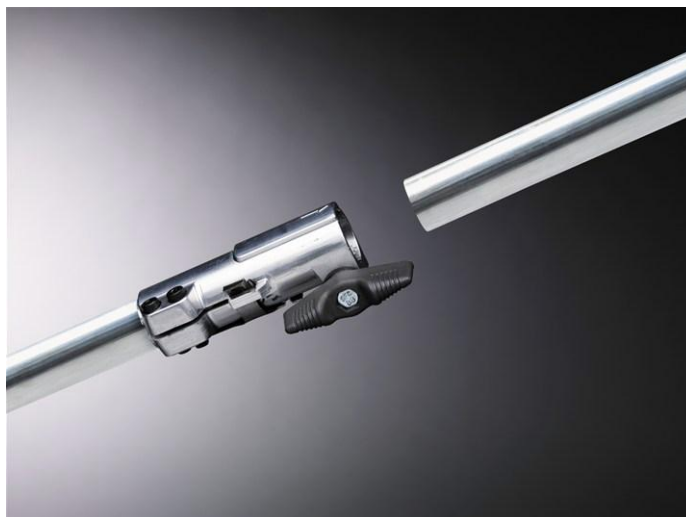
2.7.2.2 Hnací hřídel křovinořezu

Hnací hřídel zabezpečuje přenos točivého momentu od motoru k úhlovému převodu upínací hlavy řezných orgánů. Na straně u motoru je zakončena bubínkem odstředivé spojky, na opačném konci je hřídel upravena drážkováním, na které je nasunuta příruba ozubeného kola úhlového převodu. Samotná hřídel je tvořena ocelovou tyčí a je v ložiscích uložena v ochranné trubce (obrázek 11). Ochranná trubka má několik funkcí: zabezpečení před stykem s rotující hřídelí, uložení hřídele, nosník pro upevnění upínací hlavy a držení křovinořezu obsluhou. Hřídel je nejčastěji tuhá a přímá.



Obrázek 11 - Křovinořez s přímou ochrannou trubkou (Stihl)

Některé firmy (např. Husqvarna, Solo, Stihl) přináší u svých výrobků nové řešení ochranné trubky i hnací hřídele. Jde o dělené provedení obou částí na dva díly, které se při transportu či uskladnění mohou od sebe snadno a rychle oddělit. Opětné spojení obou dílů v jeden celek je velmi snadné za pomoci rychloupínače a nevyžaduje zvláštní nářadí (obrázek 12).



Obrázek 12 – Dělená ochranná trubka s rychloupínačem (Husqvarna)

Rychlá výměna spodního dílu umožňuje též pohotovou změnu druhu použití křovinořezu bez demontáže pracovního nástroje, neboť lze mít k dispozici spodní díly opatřené rozdílnými pracovními nástroji. Výrobci tento způsob výměn pracovních nástrojů označují např. jako KombiSystém (Stihl) nebo MultiSystém (Solo). Multifunkční systém firmy Solo ukazuje obrázek 13.

Další řešení rozpojení hřídele nabízí firma Efco a Oleo-Mac (skupina Emak), zde se však odpojuje ochranná trubka (hřídel) přímo u motoru. Na motoru zůstává pevně připojena rukojeť s ovládacími prvky. Jedná se o patentovaný multifunkční systém pod názvem Multimate. Motorovou jednotku ukazuje obrázek 14. Obrázky 15 a 16 znázorňují postup rozpojení a spojení obou dílů.

Tyto multifunkční systémy vyrábí řada dalších firem pod různými názvy, ale všechny nabízí obdobný sortiment nástrojů. Tyto pracovní nástroje budou probrány v příslušné kapitole.



Obrázek 13 – MultiSystém: motorová jednotka Solo 109 LG, 1 – půdní kultivátor, 2 – odvětvovač, 3 – foukač, 4 – vyžínač, 5 – prodlužovací nástavec 800 mm, 6 – nástavec 210 mm pro instalaci nůžek na živý plot, 7 – nástavec s nůžkami na živý plot (Solo)



Obrázek 14 - Motorová jednotka systému Multimate (Efco)



Obrázek 15 - Postup rozpojení (Efcó)



Obrázek 16 - Postup spojení (Efcó)

Konstrukční provedení s tuhou hřídelí je typické pro převážnou většinu současných křovinořezů. U některých křovinořezů – vyžínačů, určených spíše pro amatérské účely, je použito jiného provedení hnací hřídele. Tato je pružná (ohybná) a uložena v zahnuté ochranné trubce (obrázek 17). Ohyb ochranné trubky je tvarován tak, že není nutný úhlový převod mezi hřídelí a upínací hlavicí, která má u těchto křovinořezů jednodušší provedení. Křovinořezy jsou proto lehčí, avšak jsou použitelné výhradně pro práci se strunovými vyžínačnými hlavicemi nebo plastickými noži na měkkou bylinnou vegetaci. [13]



Obrázek 17 - Křovinořez se zahnutou ochrannou trubkou (Dolmar)

Další uspořádání křovinořezů je takové, že jejich motorovou část nese pracovník na zádech zavěšenou na popruzích. Tuhou přímou hřídel v ochranné rouře s řezným orgánem upevněným na hlavici úhlového převodu drží při práci v rukách. Spojovací část mezi motorem a přímou hnací hřídelí je tvořena ohebnou hřídelí uloženou v pružné ochranné trubici – silném bowdenu (obrázek 18). Pružná část je dostatečně naddimenzována, takže uvedené typy křovinořezů mohou být (na rozdíl od typů, uvedených v předchozím odstavci) využity pro všechny druhy prací včetně kácení. [13]



Obrázek 18 - Uspořádání zádového křovinořezu (Oleo-Mac)

2.7.2.3 Úhlový převod

Úhlový převod (obrázek 19) převádí rotační pohyb náhonového hřídele na upínací rotační hlavici řezných orgánů tak, že rovina rotace upínací hlavy není kolmá k ose náhonové hřídele. Tím je umožněno pohodlné držení křovinořezu při optimální (rovnoběžné) poloze pracovních nástrojů vzhledem k povrchu ošetřovaného terénu. Převod je tvořen kuželovým soukolím s koly se spirálovým ozubením. Horní kolo převodu je nasunuto na hnací hřídeli a spodní je nasazeno na hřídelce tvořící hlavní část upínací hlavy. Převodová kola na hřídelích jsou uložena na ložiscích v těle úhlového převodu. Převodový poměr úhlového převodu se pohybuje okolo hodnoty 1,3 (dle typu křovinořezu) a snižuje otáčky přenášené od motoru k řezným orgánům (omezuje se nebezpečí vzniku kritických otáček řezných orgánů) a zároveň zvyšuje jejich točivý moment. Úhlový převod patří k nejnamáhavějším uzlům křovinořezu, proto je bezpodmínečně nutno dodržovat jeho mazací režim dle konkrétních pokynů výrobců, kteří doporučují při soustavné práci s křovinořezem doplnění mazacího tuku přibližně 1krát do týdne.



Obrázek 19 - Úhlový převod firmy Stihl

Upínací hlavice je tvořena šroubovým zakončením hřídelky spodního kola úhlového převodu, středící a přítlačnou přírubou a maticí (případně u některých výrobků šroubem). Matice i šroub jsou opatřeny levým závitem, a proto se dotahují doleva, proti směru hodinových ručiček! Řezné orgány bývají opatřeny středovým otvorem o velikosti průměru 20 nebo 25,4 mm. Je proto nutno vždy použít takový řezný orgán, aby jeho otvor odpovídal rozměrům středící příruby upínací hlavice daného typu křovinořezu. [13]

2.7.2.4 Rukojeti

Rukojeti slouží k tomu, aby pracovník s jejich pomocí udržel křovinořez a zejména jeho pracovní nástroj v optimální pracovní poloze a usměrňoval jej do požadovaného směru. Rozeznáváme tři základní typy:

- jednostranná zahnutá rukojeť, určená pro držení křovinořezu jednou rukou za rukojeť, druhou rukou za ochrannou trubku, je používána především u hobby křovinořezů (obrázek 20);



Obrázek 20 – Křovinořez s jednostrannou zahnutou rukojetí (Partner)

- dvoustranné rukojeti tvaru řídítek, užívané především u profesionálních typů křovinořezů. Uvedený typ rukojeti je nejrozšířenější, rukojeti lze seřizovat tak, aby vyhovovaly individuálně každému pracovníkovi a zajistily správnou polohu při práci (obrázek 21);



Obrázek 21 – Křovinořez s rukojetí tvaru řídítek (Jonsered)

- rukojeť delta je obloukového tvaru a uplatňuje se především u křovinořezů typu hobby nebo u zádových křovinořezů (obrázek 22).



Obrázek 22 – Křovinořez s rukojetí obloukového tvaru (Solo)

Z ergonomického hlediska je při práci s křovinořezem důležité, aby rukojeti byly správně nastaveny. Při nastavení rukojetí je nutno přihlížet individuálně k tělesnému vzrůstu pracovníka.

V rukojetích se nachází ovládací prvky: plynová páčka s pojistkou, ovladač sytiče, spínač zapalování. Jejich konkrétní provedení závisí na výrobcí. [13]

2.7.2.5 Závěsné popruhy

Od jednoduchých popruhů, které se používají zejména u hobby křovinořezů, se u profesionálních typů zásadně přešlo na dvouramenné popruhy s polstrováním (obrázek 23). U křovinořezů, které se při provozu umísťují na záda, slouží k jejich připevnění speciální upínací zádové popruhy opatřené nosnou konstrukcí (obrázky 7 a 18). [13]



Obrázek 23 - Závěsné popruhy (Tecomec)

Správně seřízené dvouramenné nosné popruhy pro křovinořez mají stejnoměrně rozdělit zatížení na obě ramena pracovníka. Správné seřízení je nutno provést tak, aby směr tahu procházel uprostřed mezi ramenními popruhy.

2.7.2.6 Antivibrační ústrojí

Antivibrační systém u křovinořezů zabezpečuje útlum vibrací přenášených zejména na ruce obsluhy. Zpravidla jde o pružné oddělení vlastního motoru křovinořezu od ochranné trubky náhonové hřídele (na níž jsou upevněny rukojeti i závěs popruhů) pomocí silentbloků, případně uložení rukojetí na silentblocích či ocelových pružinách umístěných v přírubě na ochranné trubce nebo odpružením rukojetí pomocí speciální pryžové podložky. Dalším pozitivně působícím prvkem pro snížení vibrací je pryžové obložení držadel rukojetí. Jedno z možných řešení antivibračního systému ukazuje obrázek 24.



Obrázek 24 - Ukázka antivibračního systému (Jonsered)

2.7.2.7 Pracovní nástroje křovinořezů

Pracovní nástroje (adaptéry) křovinořezu tvoří širokou škálu různých typů. Mezi nejpoužívanější patří nástroje k vyžínání měkkého bylinného pokryvu, vyžínání odrostlého a zdřevnatělého bylinného pokryvu a odstraňování keřovité vegetace včetně nežádoucích nárostů či odstraňování dřevinné vegetace.

Řezné orgány pro vyžínání měkkého bylinného pokryvu jsou určeny pro vyžínání mechanicky málo odolných bylinných pokryvů, např. trávníků, luk, pastvin, či jiné vegetace, která nesmí být zdřevnatělá. Charakteristickým rysem řezných orgánů je materiál, ze kterého jsou vyrobeny. Tímto materiálem jsou houževnaté plastické hmoty, především nylon. Do této skupiny se řadí strunové vyžínací hlavice, vyžínací hlavice s výklopnými noži a plastové řezné kotouče a nože. [13]

Strunové vyžínací hlavice (obrázek 25) – vlastní řezací nástroj je tvořen nylonovou strunou. Struna je upevněna ve vyžínací hlavici (výlisek z plastické hmoty) tak, že její část vyčnívá z pláště hlavice. Kinetická energie, kterou získá struna při rotačním pohybu hlavice na křovinořezu, umožňuje přeseknutí (přeražení) rostliny při styku s rotující strunou.



Obrázek 25 - Poloautomatické strunové vyžínací hlavice (Stihl)

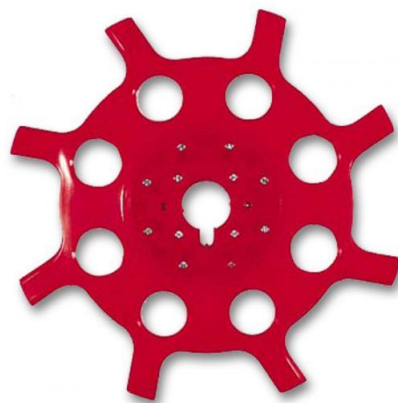
Samotná struna má různý profil: zpravidla kruhový, v poslední době jsou však vyráběny struny opatřené ostrými lištami, působícími jako břity a vykazujících lepší řezné parametry. Konkrétní provedení strunových vyžínacích hlavic je různé: na hlavicích mohou být upevněny jen krátké části struny, které se při poškození musí celé vyměnit za nové, nebo je přímo v hlavici uložena cívka se zásobou struny, ze které se manuálně nebo poloautomaticky odvine potřebná část struny, která se poté zaaretuje. Poslední uvedené řešení je výhodnější, neboť spotřeba struny je nižší. Podle výkonu motoru použitého křovinořezu mohou být použity různé typy vyžínacích hlavic opatřené jednou až čtyřmi strunami. Ochranné kryty strunových vyžínacích hlavic jsou vybavovány ocelovými nožíky, na kterých se odvinutá struna po roztočení hlavice automaticky zkrátí na optimální délku. [13]

Vyžínací hlavice s výklopnými plastovými noži (obrázek 26) zavěšenými na čepech zasazených do stěn hlavic. Nože jsou odstředivou silou vzniklou při rotaci hlavy stavěny radiálně. Vlastní přesekávání rostlin nastává při jejich styku s noži, které mají vlivem rotace kolem svislé osy hlavy značnou kinetickou energii. Vyžínací hlavice bývají opatřeny dvěma, častěji však třemi noži rovnoměrně rozmístěnými po obvodu. Robustnější konstrukce umožňuje použít vyžínací hlavy s výklopnými noži při vyžínání silnějšího a vyvrážděnějšího rostlinného pokryvu, než jaký jsou schopny zvládnout strunové vyžínací hlavy. V případě poškození, či nadměrného otupení lze jednotlivé nože vyměnit, jinou údržbu tyto pracovní orgány nevyžadují. [13]



Obrázek 26 - Vyžínací hlavice s výkyvnými plastovými noži (Stihl)

Plastové řezné kotouče (obrázek 27) a nože jsou symetrické pevné pracovní orgány vyráběné na vstřikolisech. Tvarově jsou obdobné kovovým orgánům. Přeřezávání, či spíše přesekávání rostlinného materiálu zabezpečují zdvojené břity, které jsou v počtu 2, 3, 4 nebo 8 rozmístěny po obvodu orgánu. Podobně jako předešlé orgány, jsou i plastové řezné kotouče a nože určeny pro vyžínání měkkého i vyzrálejšího rostlinného pokryvu, nikoliv však zdřevnatělého. Dojde-li k otupení břitu v jednom smyslu rotace kotouče či nože, používají se po jeho obrácení břity druhého smyslu rotace. Břity se neostří, opotřeбенý řezný orgán se vymění za nový. Z ekonomického hlediska jsou plastové pracovní orgány oproti kovovým velmi výhodné svou nízkou cenou, jejich životnost je však výrazně nižší. [13]



Obrázek 27 - Plastový řezný kotouč (Oleo-Mac)

Řezné orgány pro vyžínání odrostlé bylinné a slabé dřevinné vegetace (obrázek 28) jsou určeny k odstraňování vegetace až do tloušťky cca 10 – 15 mm na řezu.

Samozřejmě je lze využít i v takových podmínkách, pro které jsou vhodné orgány předchozí skupiny. Tyto řezné orgány jsou tvarovány zpravidla do podoby kotouče, na jehož obvodu jsou vytvořeny břity. Počet břitů po obvodu se u jednotlivých typů orgánů pohybuje od 2 do 8 kusů. Přitom počet 8 břitů (zubů) tvoří hranici pro oblast použití řezných orgánů: orgány s počtem břitů po obvodu do 8 kusů včetně jsou určeny pro vyžínání buřeně a nárostů, orgány s větším počtem břitů pak pro kácení silnějších jedinců. U orgánů se 2 až 4 břity jsou tyto zpravidla vyrobeny jako oboustranné, což umožňuje při jejich otupení otočení orgánu na upínací hlavici a pokračování v práci bez přebroušení. [13]



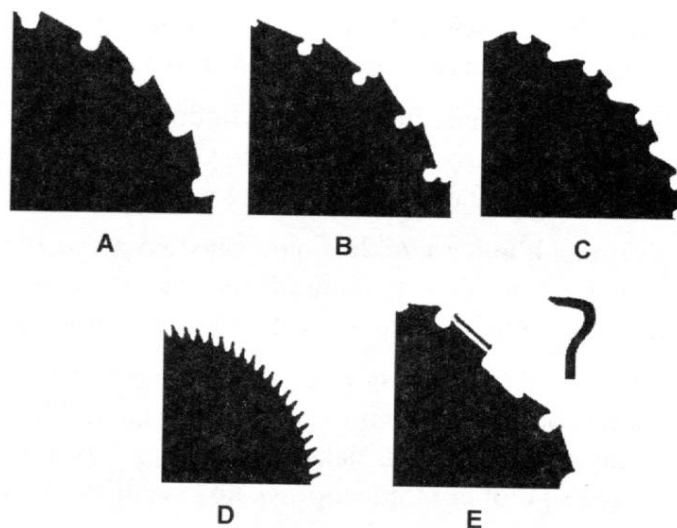
Obrázek 28 - Řezné orgány pro vyžínání odrostlé bylinné a slabé dřevinné vegetace Stihl

Řezné orgány s osmi břity (obrázek 29) jsou vyráběny jen v jednosměrném provedení, tj. po otupení břitů nelze orgán otočit a pokračovat v práci, nýbrž je nutno jej přebrousit či vyměnit. Materiálem řezných orgánů je speciální pevná, houževnatá a otěruvzdorná ocel. Břity jsou vybroušeny na řezných orgánech do podoby přímých ostří s průřezem tvaru pravouhlého či rovnoramenného či souměrného klínu. Úhel břitu se u jednotlivých typů orgánů liší jen velmi málo a má u nesouměrných břitů hodnotu cca 30 - 35°, u souměrných břitů cca 60°. [13]



Obrázek 29 - Řezný orgán s 8 břity (Stihl)

Řezné orgány pro kácení dřevinné vegetace jsou označovány jako pilové kotouče na dřevo, neboť jsou určeny pro přeřezávání kmínků mladých dřevin. Vyznačují se zejména značným počtem zubů ve srovnání s orgány předchozí skupiny (od 20 do 80 zubů dle typu řezného orgánu). Zuby jsou vytvarovány z materiálu kotouče lisováním a broušením. Pilové kotouče mohou mít různý typ ozubení (obrázek 30): trojúhelníkové asymetrické ozubení, vlčí ozubení s omezovači tloušťky třísky, vlčí ozubení bez omezovačů tloušťky třísky nebo hoblovací ozubení. [13]



Obrázek 30 - Hlavní typy ozubení pilových kotoučů: A - vlčí ozubení, B - vlčí ozubení, C - vlčí ozubení s omezovacími patkami, D - trojúhelníkové ozubení, E - hoblovací ozubení [13]

Dalšími používanými adaptéry jsou:

- adaptéry pro vyvěttování - pro tento účel je možné použít pilové kotouče nebo speciální nástavce, které vypadají jako řetězová pila tj. vodicí lišta a hoblovací řetěz (obrázek 31).



Obrázek 31 - Adaptér pro vyvěttování (Husqvarna)

Pro odřezávání větví do průměru 10 cm může posloužit i listová přímočará prořezávací pila MTD (obrázek 32).



Obrázek 32 - Listová prořezávací pila (MTD)

- adaptéry pro přípravu půdy - půdní frézy (obrázek 33),



Obrázek 33 - Půdní fréza Husqvarna

- nůžky na živé ploty (plotové nůžky, plotostříhy) (obrázek 34),



Obrázek 34 - Nůžky na živé ploty nastavitelné v rozsahu 135° (Stihl)

- zametací válece a kartáče (obrázek 35),



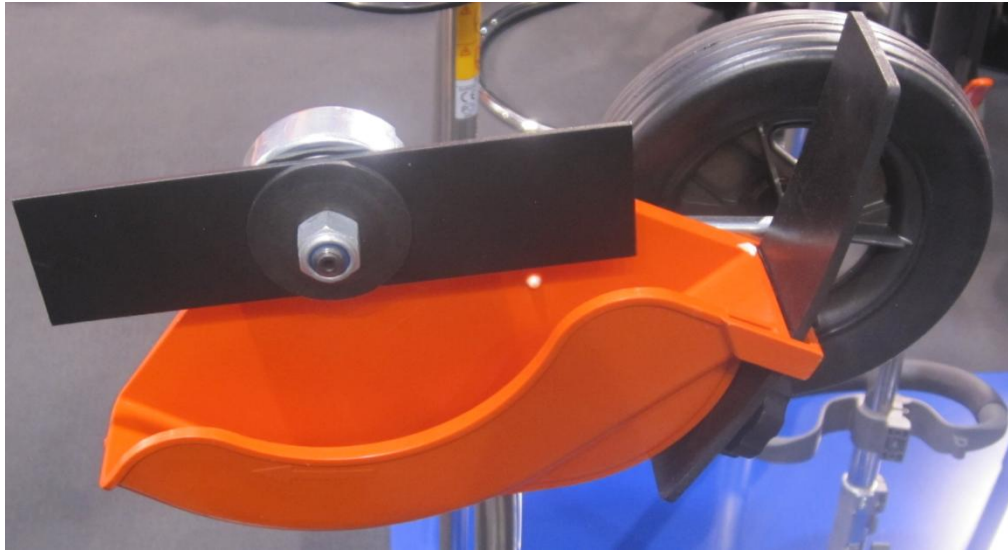
Obrázek 35 - Zametací válec a kartáč (Stihl)

- foukače (obrázek 36),



Obrázek 36 - Foukač (Oleo-Mac)

- zarovnávače okrajů trávníku (ohraničovací nože) (obrázek 37).



Obrázek 37 - Zarovnávač okrajů trávníku Husqvarna

Mezi méně nebo místně používané nástroje lze zařadit půdní vrtáky, aplikátory pesticidů nebo nůžky na vyžínání podvodních rostlin. Další využití mohou křovinořezy nalézt jako pohonné jednotky lodí, kdy je na upínací hlavici upevněn lodní šroub, či jako vodní čerpadla.

3. Cíl práce

V posledních letech u nás křovinořezy značně vstupují do obliby, zejména v údržbě hůře dostupných travnatých ploch a v místech s horší kvalitou porostů. Tedy tam, kde se běžná žací technika nedostane nebo si s porostem neporadí. S tímto jevem neodmyslitelně souvisí hluková zátěž pro obsluhu, ale i životní prostředí.

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení křovinořezů odlišných výkonových tříd z hlediska hladin akustického tlaku a posouzení jejich naměřených hodnot vzhledem k hygienickým limitům.

4. Metodika

4.1 Použité křovinořezy

Tabulka 1 – Základní parametry křovinořezu Honda UMK 435E1 UEET

typ motoru	čtyřdobý
zdvihový objem [cm ³]	35,8
výkon motoru [kW]	1
objem palivové nádrže [l]	0,63
množství motorového oleje [cm ³]	100
hmotnost [kg]	7,53

pracovní nástroje: strunová vyžínací hlavice, trojzubý kotouč

Tabulka 2 – Základní parametry křovinořezu Castor Power 45D

typ motoru	dvoudobý
zdvihový objem [cm ³]	44,3
výkon motoru [kW]	1,9
objem palivové nádrže [l]	1,3
hmotnost [kg]	8,4

pracovní nástroje: strunová vyžínací hlavice, čtyřzubý kotouč

Tabulka 3 – Základní parametry křovinořezu Oleo-Mac 746T

typ motoru	dvoudobý
zdvihový objem [cm ³]	45,7
výkon motoru [kW]	1,8
objem palivové nádrže [l]	1,5
hmotnost [kg]	8,1

pracovní nástroje: trojzubý kotouč

Tabulka 4 – Základní parametry křovinořezu Solo 134

typ motoru	dvoudobý
zdvihový objem [cm ³]	34
výkon motoru [kW]	1,6
objem palivové nádrže [l]	0,75
hmotnost [kg]	7,2

pracovní nástroje: strunová vyžínací hlavice

4.2 Měřicí technika

4.2.1 Digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL-300

Digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL-300 (č. 08019000) s měřicí hladinou zvuku v rozpětí 30 – 130 dB s přesností třídy 2 dle normy IEC 61672-1:2002 (94dB/1kHz ± 1,4 dB) má kmitočtový rozsah 31,5 - 8000 Hz, je napájen baterií 9V. Tento přístroj disponuje funkcí uložení naměřených hodnot (okamžité hodnoty hladiny akustického tlaku v dB) a možností jejich přenosu přes USB rozhraní do počítače k dalšímu zpracování.



Obrázek 38 - Hlukoměr Voltcraft Plus SL-300 a kalibrátor Voltcraft 326 (Voltcraft)

4.2.2 Digitální meteorologická stanice WS-1600

Digitální meteorologická stanice WS-1600 disponuje měřicím rozsahem teplot od -40 do +59,9 °C (rozdílení 0,1 °C) s přesností +/- 1°C, relativní vlhkosti vzduchu 1 až 99 % (rozdílení 1 %) s přesností +/- 5 %, tlaku vzduchu 919 až 1080 hPa a rychlosti větru (a jeho směru) 0 až 180 km/h (nebo 1 až 50 m/s).



Obrázek 39 – Meteorologická stanice WS-1600 (Conrad Electronic)

4.3 Zpracování dat

K vytvoření této bakalářské práce byl využit přenosný počítač Lenovo 3000 N200 vybavený operačním systémem Microsoft Windows 7 Ultimate. Veškerá data pak byla zpracovávána v programech kancelářské sady Microsoft Office 2007 Enterprise.

4.4 Provozní měření

Všechna měření byla prováděna u ucha obsluhy vždy po dobu 20 sekund. Měření bylo uskutečněno ve třech režimech – při chodu na volnoběh, při chodu naprázdno a v plném zatížení.

Režim chodu na volnoběh je charakterizován pouze volnoběžnými otáčkami motoru. Režim chodu naprázdno (bez zatížení) je charakterizován maximálními otáčkami motoru a tedy i maximálními otáčkami pracovního nástroje (strunovou vyžínací hlavicí nebo kotoučem). Plné zatížení je charakterizováno maximálními otáčkami motoru a sečením daným pracovním nástrojem (strunovou vyžínací hlavicí nebo kotoučem).

4.5 Postup vyhodnocení

4.5.1 Vyhodnocení podle Sbírky zákonů č. 272/2011

Pokud rozptyl hodnot akustického tlaku L_p [dB] nepřesáhne 5 dB, jedná se o hluk ustálený. V tomto případě udáváme jako výslednou hodnotu aritmetickou střední hodnotu – průměr hodnot podle následujícího vztahu

$$L_{pr} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n L_i \text{ [dB]}.$$

Tento aritmetický průměr hladin akustického tlaku je tedy numericky shodný s ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$.

Přípustný expoziční limit ustáleného hluku při práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,8h}}$ se rovná 85 dB.

Hygienický limit expozice hluku vyjádřený hladinou akustického tlaku A pro jinou než osmihodinovou směnu v minutách se určí tak, že se ke stanovenému přípustnému expozičnímu limitu přičte korekce K_T , která se stanoví podle vztahu

$$K_T = 10 * \lg\left(\frac{480}{T}\right) [dB],$$

kde T je osmihodinová směna. [17]

4.5.2 Vyhodnocení podle normy ČSN EN ISO 11806

Dovolené hodnoty akustických tlaků u křovinořezů vybavených motory se zdvihovým objemem do nebo rovno 35 cm³ smí být nejvýše 102 dB a u strojů se zdvihovým objemem motoru nad 35 cm³ smí být nejvýše 105 dB.

5. Výsledky

5.1 Podmínky měření

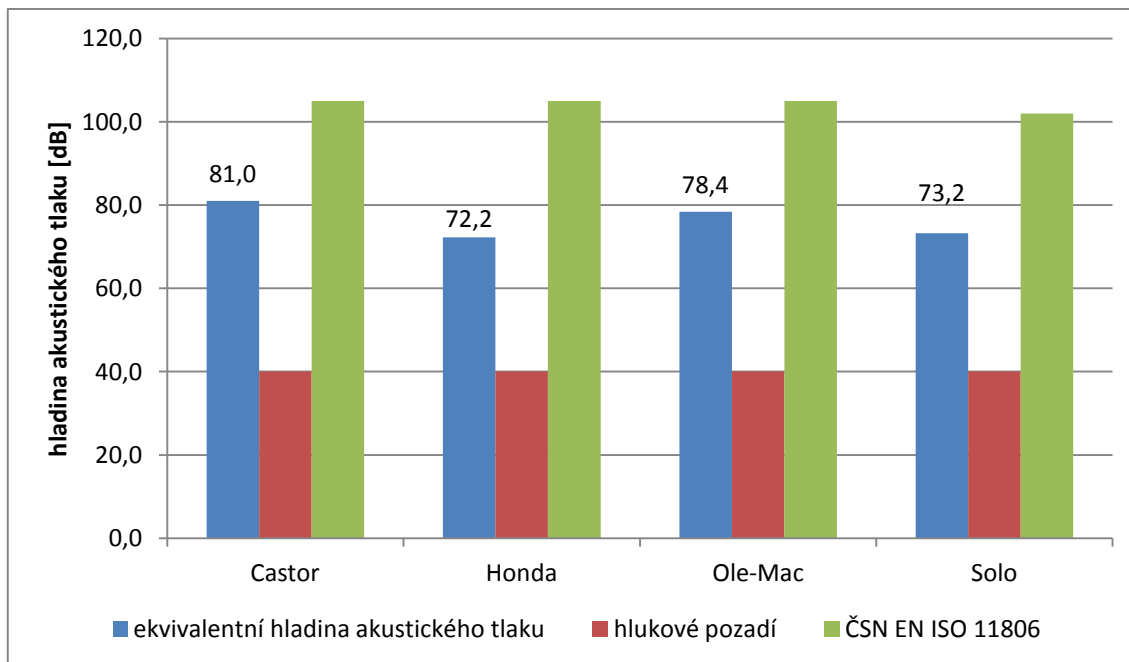
Tabulka 5 – Podmínky v den měření (18. 8. 2011)

veličina	hodnota
teplota vzduchu [°C]	24,5 – 25,3
atmosférický tlak vzduchu [hPa]	1002
relativní vlhkost vzduchu [%]	69 - 70
rychlost větru [m.s ⁻¹]	bezvětrí
hlukové pozadí [dB]	39 - 41

místo měření: České Budějovice – Haklovy Dvory

5.2 Vlastní výsledky měření

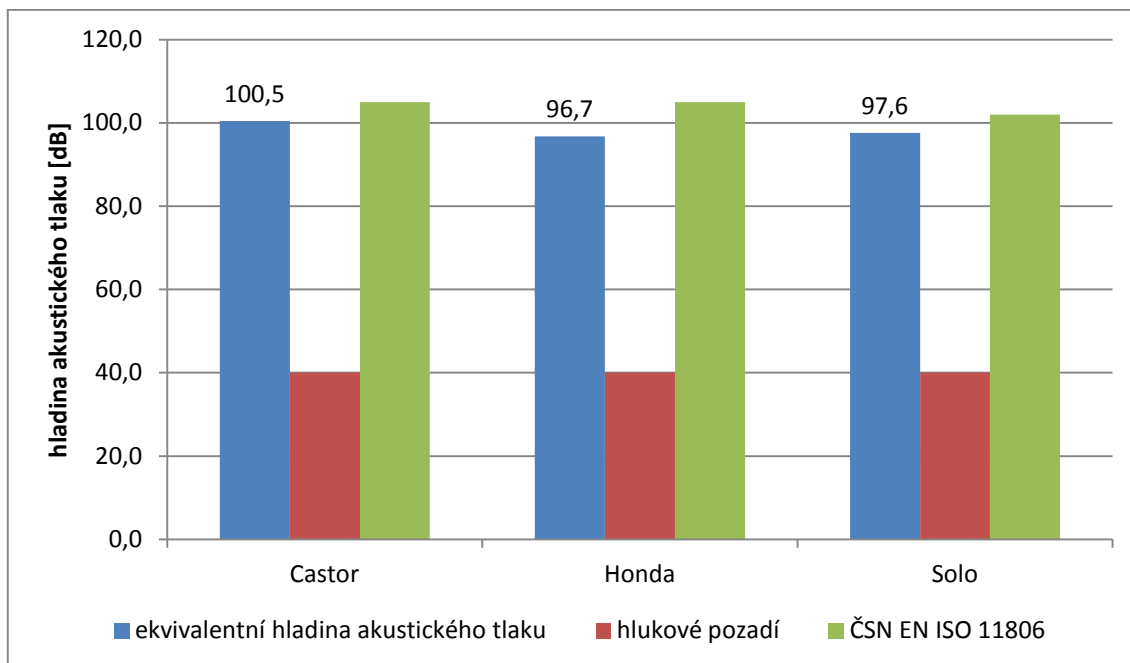
5.2.1 Režim chodu na volnoběh



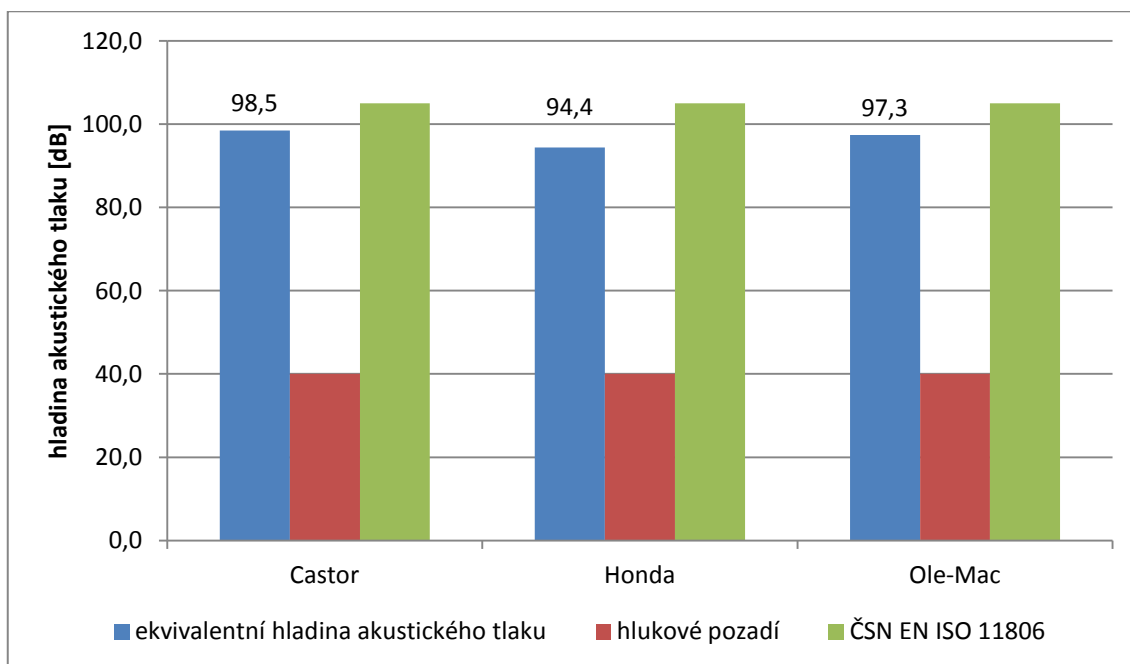
Obrázek 40 – Hladiny akustického tlaku při volnoběhu

Obrázek 40 potvrzuje nižší hlučnost u čtyřdobého motoru křovinořezu Honda. Na pomyslném druhém místě skončil těsně stroj Solo. Obrázek dále ukazuje, že nedošlo k překročení normovaných dovolených hodnot akustického tlaku.

5.2.2 Režim chodu naprázdno



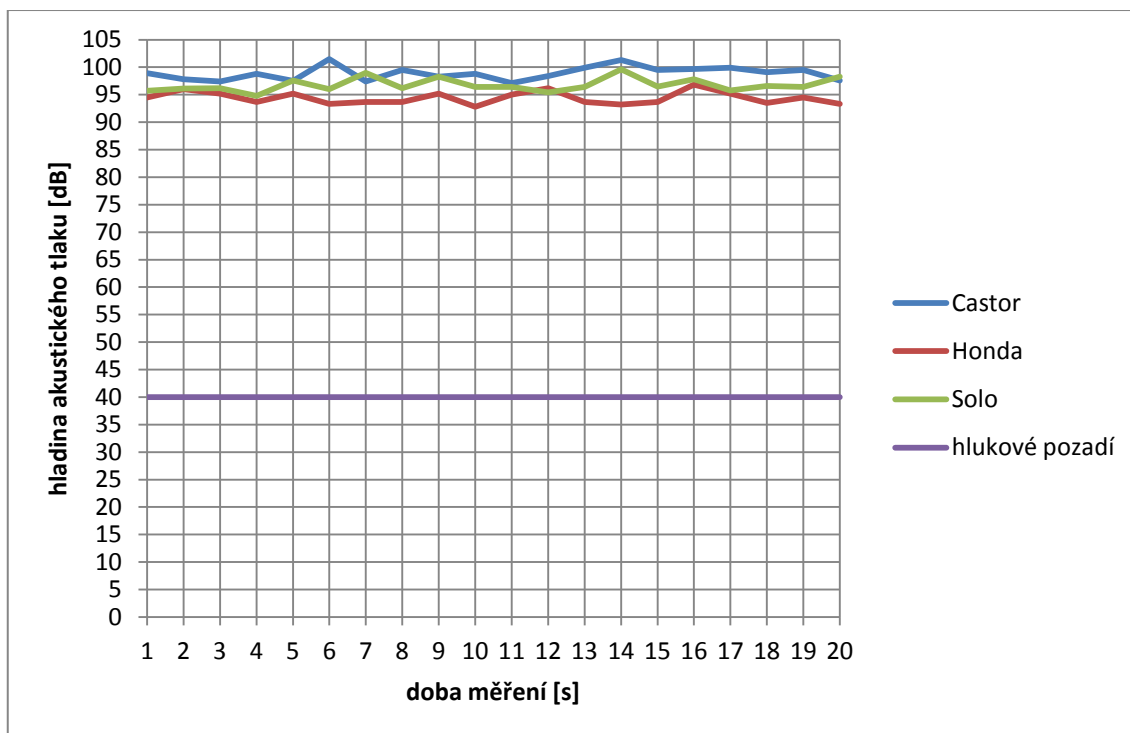
Obrázek 41 – Hladiny akustického tlaku při použití strunové vyžínací hlavice



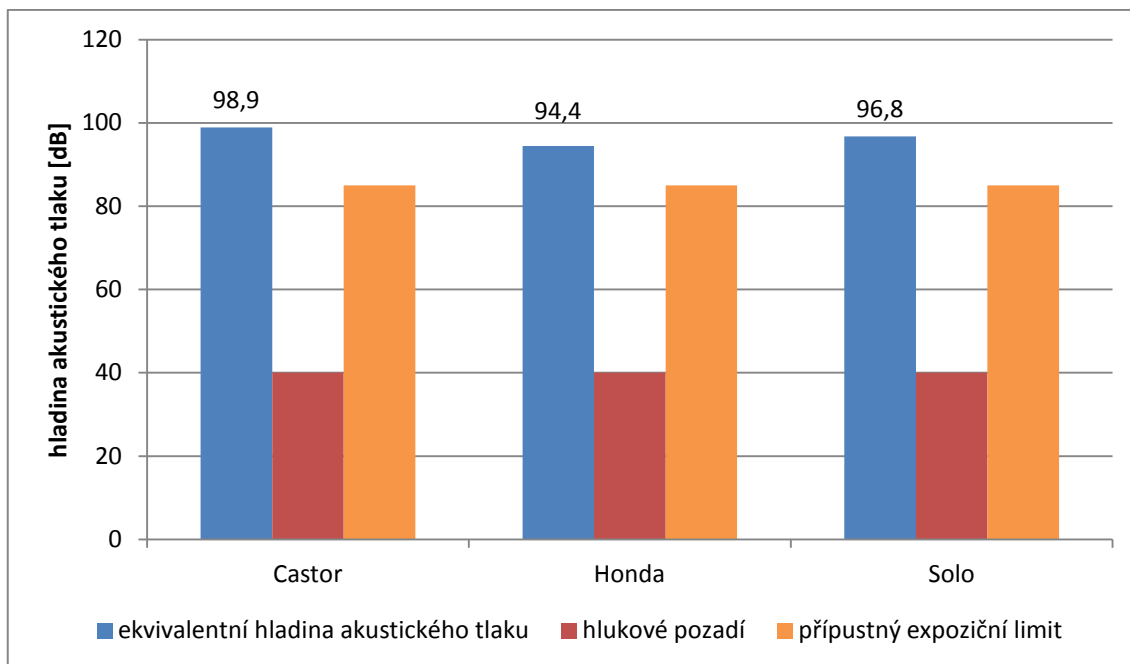
Obrázek 42 - Hladiny akustického tlaku při použití kotouče

Obrázek 41 a 42 ukazují, že nedošlo k překročení normovaných dovolených hodnot akustického tlaku. Opět se potvrzuje obecně známá výhoda nižší hlučnosti čtyřdobých motorů (Honda). Z obrázků je také patrné, že při použití strunových vyžínacích hlavic (u strojů Castor a Honda) byly naměřeny vyšší hladiny akustického tlaku než při použití kotoučů.

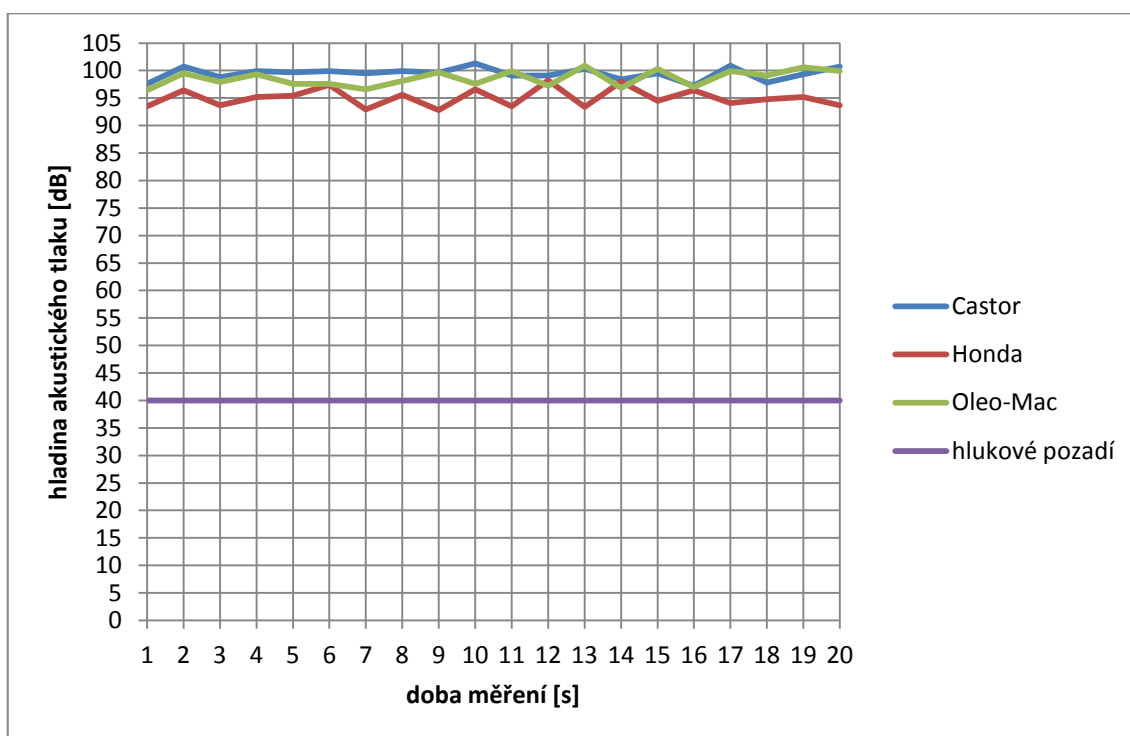
5.2.3 Plné zatížení (sečení)



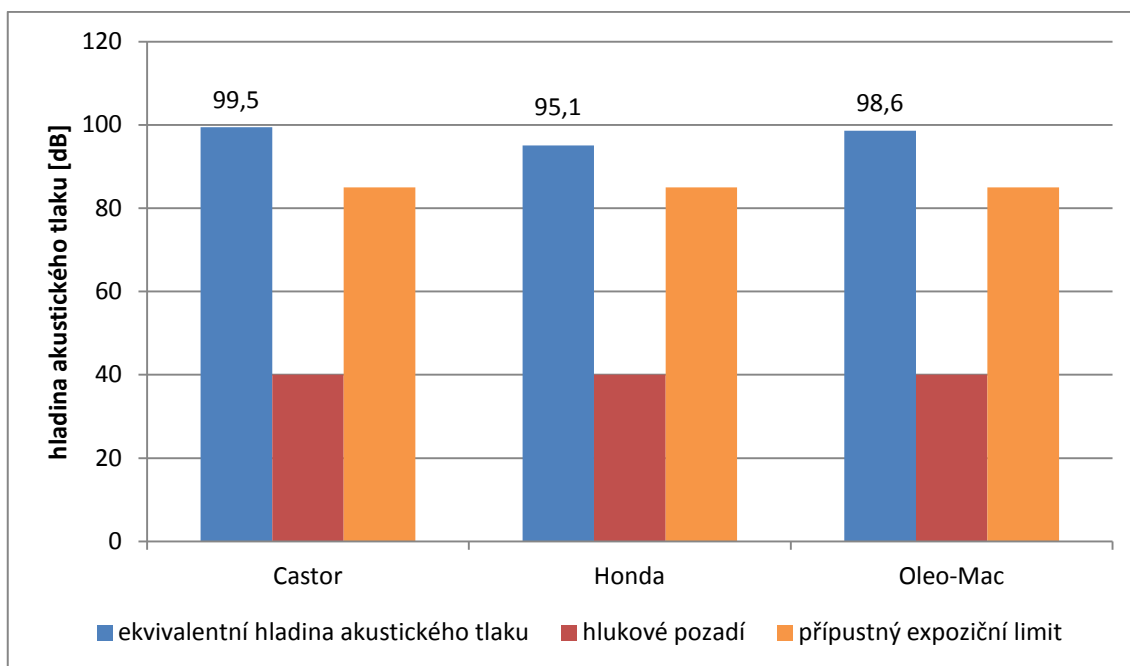
Obrázek 43 - Průběh hladin akustického tlaku při sečení strunovou vyžínací hlavicí



Obrázek 44 – Hluková zátěž při sečení strunovou vyžínací hlavicí



Obrázek 45 – Průběh hladin akustického tlaku při sečení kotoučem



Obrázek 46 – Hluková zátěž při sečení kotoučem

Z obrázků 43 a 45 je patrné, že se jedná o ustálený hluk. Průměrný hluk pozadí je 40 dB, což nemá při měření vliv. Z obrázků 44 a 46 vyplývá, že měřené křovinořezy převýšily hladinu přípustného expozičního limitu, který činí 85 dB. V režimu sečení při použití strunových vyžínacích hlavic (u strojů Castor a Honda) byly naměřeny nižší hladiny akustického tlaku než při použití kotoučů.

6. Závěr

Použité křovinořezy podle normy ČSN EN ISO 11806 nepřesáhly dovolené hodnoty akustického tlaku. Dovolené hodnoty akustického tlaku nejsou překážkou inovacím a neměly by bránit dosažení příznivějších hodnot. S postupem pokroku v této oblasti malé mechanizace je bude třeba revidovat.

Podle nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací měřené křovinořezy přesáhly v režimech chodu naprázdno a v plném zatížení ekvivalentní hladinu akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$, která se rovná 85 dB. Tato hladina akustického tlaku je stanovena pro osmihodinovou směnu. Režim chodu naprázdno je využíván pouze pro povytažení žací struny u poloautomatických vyžínacích hlavic. Nejdelší dobu pracujeme s křovinořezem v režimu plného zatížení (sečení). Práce je však často přerušována různými faktory.

Křovinořezy jsou určeny především pro údržbu hůře dostupných travnatých ploch a v místech s horší kvalitou porostů. Tedy tam, kde se běžná žací technika nedostane nebo si s porostem neporadí. S výše jmenovanými faktory souvisí časté přesuny pracovníků se strojem a tedy i přerušování expozice hluku. Při přesunech na malé vzdálenosti pracují stroje na volnoběh, který se pohybuje pod hladinou přípustného expozičního limitu.

Mezi další faktory, kdy dochází k přerušení expozice hluku, patří údržba a seřizování křovinořezu. Do této kategorie faktorů můžeme zařadit doplňování paliva či výměnu pracovního nástroje a jeho krytu podle druhu vegetace, případné doplnění žací struny u strunových vyžínacích hlavic nebo nabroušení žacích čepelí u kotoučů.

Z hlediska hluku, jestliže je překročen přípustný expoziční limit 85 dB, musí obsluha křovinořezu používat ochranné pracovní prostředky. Nejčastěji se setkáváme s tzv. mušlovými chrániči sluchu, které mohou mít schopnost útlumu až 35 dB.

7. Použité informační zdroje

- [1] HAVRÁNEK J., KNEIDLOVÁ M., LOUDA L., STUHLÍK V., TOMÁNEK R. (1990): Hluk a zdraví. Avicenum, zdravotnické nakladatelství, Praha. 280 s.
- [2] Zvuk [online]. [8. 11. 2011]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvuk>
- [3] GÜNTHER B., HANSEN K. H., VEIT I. (2008): Technische Akustik – Ausgewählte Kapitel. Expert Verlag, Renningen. 369 s.
- [4] PETERKA A., ŠÍSTKOVÁ M. (2007): Hluk jako významný narušitel životního prostředí. In: Mechanizace zemědělství 10/2007. Profi Press, Praha. 39 - 41 s.
- [5] SMETANA C., HELMUTH T., JANDÁK Z., JIRÍČEK O., KOZÁK J., KRAHULEC J., LIBERKO M., MELLER M., MILLEROVÁ J., SCHWARZ J., ŠULC J., VOTÝPKA B. (1998): Hluk a vibrace – Měření a hodnocení. Sdělovací technika, Praha. 188 s.
- [6] Slovník pojmů [online]. [8. 11. 2011]. Dostupné z WWW: <http://www.analysisprecision.cz/slovníkpojmu.html>
- [7] BERNAT P., ZACHARSKI K. (2003): Akustika, vznik a šíření zvuku, frekvenční analýza a syntéza, sluchový vjem zvukového signálu [online]. [8. 11. 2011]. Dostupné z WWW: http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm
- [8] Ucho [online]. [8. 11. 2011]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ucho>
- [9] NOVÝ R. (1995): Hluk a chvění. ČVUT, Praha. 389s.
- [10] ZEMÁNEK P., VEVERKA V. (2001): Speciální mechanizace: malá mechanizace v zahradnictví. MZLU, Brno. 100 s.
- [11] ČSN EN ISO 11806 (2009): Zemědělské a lesnické stroje – Přenosné křovinořezy a vyžínače trávy se spalovacím motorem – Bezpečnost. ÚNMZ, Praha. 32s.
- [12] JELÍNEK A., KRUPÍČKA J., PLÍVA P., VEVERKA A., ZEMÁNEK P. (2000): Malá mechanizace. Agrospoj – Ing. Savov, Praha. 267 s.
- [13] NERUDA J., ČERNÝ Z. (2006): Motorová řetězová pila a křovinořez. ÚZPI, Praha. 91 s.
- [14] TŮMA J. (1998): Pracujeme se zahradní technikou. GRADA Publishing, Praha. 120 s.

- [15] CELJAK I. (2000): Malá farmářská, zahradní a komunální mechanizace I. – Interní učební text. JU ZF, České Budějovice. 221 s.
- [16] KUBÁLE J. (1988): Motorová vozidla. SZN, Praha. 192 s.
- [17] Sbírka zákonů č. 272/2011 - Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ze dne 24. srpna 2011.

Prospekty a návody k obsluze (CZ, EN, DE) křovinořezů Castor, Dolmar, Efco, Honda, Husqvarna, Jonsered, MTD, Oleo-Mac, Partner, Solo, Stihl, Tecomec