

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



Diplomová práce

Měření spotřeby samojízdných žacích strojů s různými motory

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. František Kumhála

Autor práce: Bc. Jiří Marčan

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Marčan

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Měření spotřeby samojízdných žacíh strojů s různými motory.

Název anglicky

Measurement of fuel consumption of self-propelled mowers with various engines.

Cíle práce

Cílem diplomové práce je porovnat energetickou náročnost žacích strojů vybavených zážehovými a vznětovými motory. Budou provedena provozní měření zaměřená na porovnání energetické náročnosti samojízdných žacích strojů s různými motory.

Metodika

Nejprve se student seznámí s dostupnou literaturou zaměřenou na údržbu trávníků a k tomu potřebnou mechanizaci. Dále se seznámí s informacemi zaměřenými na energetickou náročnost různých řešení žacích strojů. Navrhne metodiku měření různých typů samojízdných žacích strojů pro údržbu trávníků. Podle této metodiky následně s vybranými stroji uskuteční provozní měření. Výsledky zpracuje a vyhodnotí. Na základě získaných výsledků provede ekonomické zhodnocení porovnávaných strojů.

Práce by měla mít následující členění:

- 1) Úvod
- 2) Cíl práce
- 3) Studium literatury
- 4) Metodika měření
- 5) Naměřené výsledky, jejich zhodnocení a diskuse.
- 6) Ekonomické zhodnocení porovnávaných strojů
- 7) Závěr

Doporučený rozsah práce

40 až 50 stran

Klíčová slova

trávníky, údržba trávníků, žací stroje, energetická náročnost

Doporučené zdroje informací

KUMHÁLA, F. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ. *Zemědělská technika : stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.

Persson, S. *Mechanics of cutting plant materials*. ASAE Monograph No. 7, ASABE, Michigan, USA, 1987. 299 s.

SRIVASTAVA, A K. *Engineering principles of agricultural machines*. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. ISBN 1892769506.

Stout, B. A., Cheze, B: *CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume III – Plant Production Engineering*. ASAE 2950 Niles Road, St Joseph, Michigan 49085-9659, USA, 1999, ISBN 1-892769-02-6

Vědecké časopisy jako *Biosystems Engineering*, *Computers and Electronics in Agriculture*, *Transactions of ASABE*, *Applied Engineering in Agriculture* a další zaměřené na zkoumanou problematiku.

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 31. 1. 2022

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Měření spotřeby samojízdných žacích strojů s různými motory" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autoru vedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce prof. Františku Kumhálovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi věnoval v průběhu zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval společnosti Seco Industries s. r. o. za zapůjčení jejich strojů k potřebám této práce.

Měření spotřeby samojízdných žacích strojů s různými motory

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je provést měření spotřeby pohonných hmot u samojízdných žacích strojů s vezoucí se obsluhou a různými motory. První část této práce obsahuje teoretická východiska, je především zaměřená na údržbu travních porostů, používanou mechanizaci, kapitola si klade za cíl uvést čtenáře do řešené problematiky. Druhá část práce se věnuje na výběru strojů s rozdílnými motory a jejich popisem a rozбором konstrukčního řešení. V této části je hlavně řešena metodika měření, provedení provozního měření spotřeby pohonných hmot a porovnání výkonnostních parametrů a ekonomické porovnání použitých strojů. Dále kapitola obsahuje zpracování a vyhodnocení výsledků. Hlavním cílem této kapitoly je zjistit rozdíly mezi použitými stroji s vznětovým a zážehovým motorem.

Klíčová slova: trávničky, údržba trávníků, žací stroje, energetická náročnost, vznětový motor, zážehový motor,

Measuring of fuel consumption of self-propelled mowers with various engines

Abstract: The aim of this thesis is to measure the fuel consumption of self-propelled mowers with mobile operators and different engines. The first part of this work contains theoretical starting points, it is mainly focused on the maintenance of grasslands, the mechanization used, the chapter aims to introduce the reader to the solved problem. The second part of the work is devoted to the selection of stands with different motors and their description and analysis of the design solution. In this part, the methodology of measurement, performance of operational measurement of fuel consumption and comparison of performance parameters and economic comparison of used machines are mainly dealt with. Furthermore, the chapter contains the processing and evaluation of the results. The main objective of this chapter is to find out the differences between used machines with diesel and petrol engines.

Keywords: lawn, lawn maintenance, mowing machine, energy demandingness, diesel engine, petrol engine

Obsah

1. ÚVOD	1
2. CÍL PRÁCE A METODIKA.....	2
2.1. CÍL PRÁCE	2
2.2. METODIKA	2
3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	3
3.1. TRAVNÍCH PLOCHY	3
3.1.1. <i>Travní směsi</i>	3
3.2. ÚDRŽBA TRAVNÍCH PLOCH	4
3.2.1. <i>Proces zakládání travních ploch</i>	4
3.2.2. <i>Zavlažování</i>	4
3.2.3. <i>Hnojení</i>	4
3.2.4. <i>Likvidace plevelů</i>	5
3.2.5. <i>Seč</i>	5
3.2.6. <i>Mulčování</i>	8
3.2.7. <i>Vertikutace</i>	10
3.2.8. <i>Aerifikace</i>	11
3.3. MECHANIZACE PRO ÚDRŽBU TRAVNÍCH PLOCH	11
3.3.1. <i>Jedno účelové motorové stroje s ručním vedením</i>	11
3.3.2. <i>Speciální žací malotraktory</i>	12
3.3.3. <i>Traktory s adaptéry</i>	13
3.4. ÚDRŽBA ŽACÍ TECHNIKY	14
3.4.1. <i>Žací ústrojí</i>	14
3.5. BEZPEČNOST PRÁCE S ŽACÍMI STROJI	16
3.6. STROJE NABÍZENÉ NA TUZEMSKÉM TRHU	17
3.7. METODY MĚŘENÍ	19
4. MATERIÁL A METODY	22
4.1. POPIS POUŽITÝCH STROJŮ	22
4.2. MUNICIPAL 122	22

4.3. ROZBOR POUŽITÝCH STROJŮ.....	23
4.3.1. Motor.....	23
4.3.2. Pojezd.....	24
4.3.3. Konstrukce malotraktoru	25
4.3.4. Žací ústrojí.....	26
4.3.5. Bezpečnost strojů.....	27
4.3.6. Příslušenství.....	28
4.4. PALIVA METODIKA.....	30
4.4.1. Podmínky sečení	30
4.5. POSTUP VLASTNÍHO MĚŘENÍ	31
4.5.1. Pomůcky potřebné k měření.....	32
4.5.2. Charakteristika pozemků během měření.....	33
4.6. NAMĚŘENÉ HODNOTY	34
4.6.1. Hodnocení výkonnostních parametrů strojů.....	35
4.7. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ STROJŮ.....	36
4.7.1. Ekonomické zhodnocení.....	37
5. VÝSLEDKY A DISKUSE.....	41
6. ZÁVĚR	43
7. CITOVANÁ LITERATURA.....	45

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma řezu s oporou a bez opory; 1 - nůž, 2 - proti ostří.....	5
Obrázek 2 Schématické znázornění vertikálního mulčovače	9
Obrázek 3 Schématické znázornění horizontálního mulčovače	10
Obrázek 4 Malá motorová rotační sekačka	12
Obrázek 5 Ukázka práce žacího traktoru Seco Starjet P6 4x4 na testovacím polygou v Jičíně	12
Obrázek 6 Traktor Fendt 210 Vario s mulčovacím adaptérem.....	13
Obrázek 7 Špatně udržované žací ústrojí na stroji Starjet P5 110	15
Obrázek 8 Vrstva naschlé zelené hmoty.....	15

Obrázek 9 Zleva Kioti WD 1260, Iseki SXG 323, Kubota G 26, , John Deer x 950R.....	17
Obrázek 11Municipal 122	23
Obrázek 12 Sečený pozemek.....	32
Obrázek 13 Měření objemu palivové nádrže	42
Obrázek 14 Schématické znázornění hladiny paliva, když je palivová nádrž naklopena pod úhlem 5% vlevo a vodorovně umístěna nádrž vpravo	42

Seznam tabulek

Tabulka 1 Parametry stroje Iseki SXG 323, Kubota G26, Kioti WD 1260, John Deer x 950R	18
Tabulka 2 Parametry strojů Municipal 122 Diesel/Petrol	29
Tabulka 3 Měření spotřeby pohonných hmot za lehkých podmínek	34
Tabulka 4 Měření spotřeby pohonných hmot za středně náročných podmínek	34
Tabulka 5 Měření spotřeby pohonných hmot za náročných podmínek	34
Tabulka 6 Měření spotřeby pohonných hmot za náročných podmínek	34
Tabulka 7 Průměrné naměřené hodnoty strojů Municipal 122 Diesel a Petrol v 30 minutovém intervalu [$l \cdot 0,5h^{-1}$].....	35
Tabulka 8 Hodinová spotřeba strojů v $l \cdot h^{-1}$	35
Tabulka 9 Vstupní parametry strojů pro ekonomické hodnocení	38
Tabulka 10 Ekonomické porovnání strojů Municipal 122 Diesel a Petrol.....	39
Tabulka 11 Přepočítané náklady při ročním využití strojů 400 motohodin	40

1. Úvod

Travní porost je nedílnou součástí našeho života, plní mnoho funkcí především rekreační, sportovní, estetickou a ekologickou. Travní porosty zastávají půdo-pokryvnou funkci, omezují vodní erozi půdy, zabraňuje zvyšování teploty v letních měsících. Travní porosty poskytují také ochranu a místo k životu nejrůznějším druhům živočichům. Proto bychom jim měli věnovat velkou pozornost, nechceme přeci mít místo zelených živých ploch prašná nebo blátivá nevzhledná území.

K údržbě travních porostů je dnes veliké množství malé i velké mechanizace. Vybírat můžeme ze strojů ručně vedených, strojů s vlastním energetickým prostředkem až po velké traktory s adaptéry. Výkonnost strojů závisí především na výkonu motoru a záběru pracovního ústrojí. Strojů je sice několik typů, u kterých jejich principy zůstávají stejné od objevení, ale jsou vyráběny ve velkém množství modifikací a pod množstvím značek.

Pro krásný trávník je důležité věnovat mu dostatek pozornosti a péče. Nenechávat jej přerůst a pravidelně jej udržovat. Dodávat potřebné živiny a v suchých letních měsících mu dopřát trochu závlahy. Správně provedená údržba zvyšuje odolnost trávníku, který poté lépe odolává nepříznivým podmínkám a svým vzhledem se odvděčí majiteli.

K údržbě travních porostů se nejčastěji využívají samojízdné žací traktory s vezoucí se obsluhou. Jsou určeny pro malé pozemky ale také pro údržbu parků nebo fotbalových hřišť. Některé stroje jsou velice variabilní a s příslušenstvím je lze využívat po celý rok.

Na stroje jsou kladeny vysoké požadavky na jejich výkonost, kvalitu prováděné práce a také důraz na spotřebu pohonných a produkci emisí.

2. Cíl práce a metodika

2.1. Cíl práce

Cílem předložené diplomové práce je porovnat energetickou náročnost samojízdných žacích strojů s vezoucí se obsluhou. Na porovnání energetické náročnosti strojů budou vybrány samojízdné žací traktory vybaveny zážehovými a vznětovými motory.

Dílčím cíle práce je porovnat výkonnostní parametry strojů s rozdílnými motory a prokázat, zda rozdílné motory ve strojích mají vliv na výsledné provedení kvalitativních parametrů.

Práce by měla ověřit nebo vyvrátit následující hypotézu:

Existuje rozdíl mezi spotřebou paliva vznětového a zážehového motorů použitého ve stejném samojízdném žacím stroji ve srovnatelných podmínkách.

2.2. Metodika

První část diplomové práce bude věnována shromáždění potřebných podkladů zaměřených na údržbu trávníků a jejich studiím. Dále bude proveden průzkum na energetickou náročnost žacích strojů a její metody měření. Tato část má uvést čtenáře do řešené problematiky. Základem této části budou odborné publikace a firemní literatura.

Druhá část diplomové práce se bude zaměřena na rozbor testovaných strojů, bude navržena metodika měření, podle které bude provedeno provozní měření výkonnostních parametrů. Naměřené výsledky budou zpracovány a vyhodnoceny.

V třetí části práce budou shrnuty naměřené hodnoty a poznatky z uskutečněného provozního měření.

3. Teoretická východiska

3.1. Travních plochy

Hlavní dělení travních ploch je dle jejich intenzity údržby a využití. Dělíme na produkční a neprodukční. Produkční travní porosty jsou především využívány pro zemědělské účely, spadají sem pastevní porosty, louky, a travní porosty na orné půdě (1).

Neprodukční travní porosty plní především funkci rekreační, estetickou a ekologickou. Podle intenzity se travní porosty rozdělují na extenzivní a intenzivní porosty (1).

Extenzivní porosty jsou udržovány během roků velmi málo, seč se provádí 1 - 5krát ročně. Na těchto pozemcích dochází k jejich využití jen velmi ojediněle. Spadají sem porosty kolem silnic, sady, louky a účelové porosty. Údržba se provádí hlavně z důvodu omezení růstu náletových dřevin, zamezení vysemenění nežádoucích druhů rostlin a bezpečnosti silničního provozu. Tyto porosty velice se často jen mulčují. Tyto porosty nevyžadují speciální péči a jejich skladba rostlin je velmi různorodá (1; 2).

Intenzivní travní porosty plní mnoho funkcí, nejvýznamnějšími jsou estetická, rekreační a ekologická funkce. Tyto porosty se obhospodařují 10 až 20krát během vegetační sezóny. Speciální travní porosty jako jsou fotbalová nebo golfová hřiště vyžadují mnohem častější údržbu (50 až 100krát ročně). Skladba těchto travníků je již méně různorodá a speciálně vybírána podle způsobu využití a zatížení (1; 2).

3.1.1. Travní směsi

Podle účelu a požadavků na budoucí travní porost volíme správnou travní směs. V travních směsích se nejčastěji vyskytuje jílka vytrvalý, různé druhy kostřav a lipnic nebo psíček tenký. Jednotlivé druhy můžeme mezi sebou kombinovat. Travní směsi lze již namíchané zakoupit ve specializovaném obchodu. Travní směs vybíráme podle intenzity využití, zatěžování a místních podmínek (2).

3.2. Údržba travních ploch

3.2.1. Proces zakládání travních ploch

Při zakládání travních porostů můžeme vybírat ze dvou možností, travní porosty můžeme vysévat nebo lze pokládat již připravení travní koberce. Před výsevem je nutné pozemek zbavit všech předchozích porostů, mechanickou nebo chemickou cestou. Dále je potřeba terén pozemku srovnat do roviny odstranit zbytky předešlého porostu, kameny a kořeny. Před samotným výsevem je nutné prokypřit vrchní vrstvu do 20 mm, musíme zajistit, aby neobsahovala hroudy a nebyla rozdrobena na prach. Pro omezení výskytu hlodavců se dá do této nakypřené vrstvy umístit síť, tato síť jim znemožní je rytí na povrch a vytváření děr. Výsevek provádíme v dávce 100 až 300 kg/ha. Pro zajištění rovnoměrného výsevku je dobré využít ruční nebo mechanická rozmetadla. Takto trávník zakládáme na jeře nebo na podzim, z důvodu zajištění dostatku vláhy. Další možností je zakládat trávník pomocí travních koberců, jedná se o rychlejší metodu zakládání trávníku. Travní koberec se pokládá přímo na připravený pozemek. Na rozdíl od výsevu lze takto travní koberce pokládat během celé vegetační sezony. Založení travního porostu za pomocí travních koberců je finančně velmi nákladné (1; 2).

3.2.2. Zavlažování

Pro krásný travní porost je nutné, v letních měsících, zajistit dostatek vláhy. K zavlažování je možné využít různých rotačních nebo kapkových zavlažovacích systémů. Tyto systémy mohou být umístěny pod úroveň země, kdy natažené hadice s vodou neomezuji využitelnosti travního plochy a umožňují jeho snazší údržbu. Trávník zaléváme vždy jen v ranních a večerních hodinách, aby nedocházelo k přílišnému odparu a voda se stihla vsáknout do půdního profilu (1; 2).

3.2.3. Hnojení

Pro dosažení krásně vypadající a zdravého travního porostu je zapotřebí jej správně hnojit. Při údržbě trávníků sečením se sběrem odvážíme veškerou posekanou zelenou hmotu a tím odstraňujeme i velmi důležité prvky ze zeminy, které by se vrátily zpět po rozložení posekané hmoty. Zemina je ochuzována o živiny, které je nutno dodat (1; 2).

Aplikovat můžeme organická nebo minerální hnojiva. Kvalitnímu travnímu porostu je potřeba dodávat fosfor, dusík, draslík a další mikro prvky (1; 2).

Hlavní výhodou organických hnojiv je zvýšení mikrobiální aktivity, nezvyšují zasolení půd, omezuje riziko vyplavování nitrátů, nedochází nadměrnému růstu po aplikaci. Nevýhodou je nutnost aplikace vyšších dávek a také samotná aplikace, skladování a transport, zůstávají delší dobu na povrchu a při sečení mohou být sebrány. Další jejich nevýhodou je možný zápach. Minerálními hnojivy lze snadno a rychle dodat chybějící prvky a minerály. Po aplikaci nastává rychlý efekt regenerace. Jejich aplikace je mnohem snazší než u organických. Při nesprávném dávkování může docházet k vypalování strávníku. Pro aplikaci používáme nejčastěji rozmetadla (3).

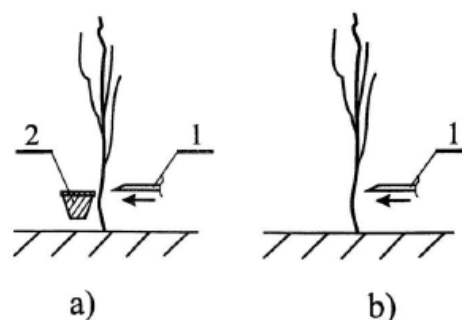
3.2.4. Likvidace plevelů

Plevel je taková rostlina, která je v účelovém porostu nežádoucí. Plevely můžeme odstraňovat mechanicky, termicky nebo chemicky za využití cílených nebo totálních herbicidů. Používání herbicidů se nedá použít za každých podmínek a nemůžeme je aplikovat na některé druhy porostů. Používání herbicidů naráží čím dál tím častěji na ekologická omezení a místní vyhlášky. Při mechanickém odstraňování plevelů odstraňujeme celé rostliny vytažením ze země, nebo poničíme jejich nadzemní část. Dále můžeme využít aplikátorů horké vody nebo páry, IR zářiče nebo plamene (4).

3.2.5. Seč

Sečení travních porostů je nejzákladnějším způsobem jejich údržby.

Princip funkce žacího stroje lze rozdělit, jestli řez je proveden s oporou nebo bez opory. Stroje pracující s řezem bez opory vykonávají přímovratný pohyb kolmý na směr jízdy.



Obrázek 1 Schéma řezu s oporou a bez opory; 1 - nůž, 2 - proti ostří

(Zdroj: Kumhála, F. a kol. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 9788021317017.)

Základem je jejich činnost, kdy se jednotlivá stébla dostávají do kontaktu s nožem, kterým jsou opřena o oporu a jsou uříznuta. Řezná rychlost dosahuje rozmezí 1 až 3 m*s⁻¹.

Základem těchto strojů je žací lišta, kterou tvoří pohyblivé nože a pevně upevněné opěry zvané prsty. Žací stroje konající přímovratný pohyb jsou energeticky nenáročné, vykonávají velmi kvalitní seč, ale vyžadují přesné seřízení. Nejlepších pracovních výsledků tyto stroje dosahují při poměru střední rychlosti kosa a pojezdové rychlosti rovno 1,3. Při tomto poměru dochází k minimu vzniku nepříznivých ploch, kdy je porost ohýbán nebo se střížen dvakrát (5; 6).

$$v_{stř} * v_p^{-1} = 1,3 \quad (1)$$

$$\text{Střední rychlost kosa: } v_{stř} = 2 * s * n \quad (2)$$

$$\text{Podání na zdvih kosa: } h = v_p * (2 * n)^{-1} \quad (3)$$

Kde:

h – podání na jeden nůž [m]

v_p – pojezdová rychlost [$m * s^{-1}$]

$v_{stř}$ – střední rychlost kosa [$m * s^{-1}$]

s – zdvih kosa [m]

n – frekvence otáčení hnacího mechanismu kosa [s^{-1}]

Stroje pracující na principu řezu bez opory konají práci při mnohem větší řezné rychlosti, která může dosahovat až $85 m * s^{-1}$. Předpokladem dokonalého řezu jsou ostré nože nebo řez musí být vykonán velkou řeznou rychlostí. Nejčastějším řešením je využití velké řezné rychlosti. Základem těchto strojů je svislá nebo vodorovná rotující osa, ke které jsou připevněny nože (5; 6).

Dynamika řezu se skládá z rotačního pohybu vertikálně nebo horizontálně uloženého žacího nože a posuvného pohybu vpřed. Žací nůž vykonává cykloidní pohyb vzhledem k materiálu.

$$VLX = VLF + (LR * VA) * \frac{\sin(VA * TI)}{1000} \quad (4)$$

Kde:

VLX – X-složka řezné rychlosti [$m * s^{-1}$]

VLF – rychlost posuvu [$m * s^{-1}$]

LR – radius nože [mm]

VA – úhlová rychlost rotoru [$rad * s^{-1}$]

TI – čas [s]

Seč provádíme pravidelně, travní porost zkracujeme o 1/3 celkové výšky. Optimální výška okrasného trávníku je 40 až 60 mm, pro nižší trávníky je potřeba volit optimální travní směsi. Během intenzivního růstu během vegetační sezony je schopen travní porost přirůstat 10 mm během jednoho dne. Při první seči trávník nikdy nezkracujeme na požadovanou výšku, trávník posečeme na 70 až 90 mm a poté při druhé seči dosekáme na požadovanou výšku, mezi jednotlivými sečmi necháváme alespoň dvoudenní odstup. Intenzita seče závisí především na klimatických podmínkách a hustotě a skladbě travního porostu. Trávník začínáme sekat až od konce dubna. Seč neprovádíme ihned po dešti, je potřeba aby trávník alespoň trochu oschl, jinak by působil větší odpor na nože a při průchodu vynášecím tunelem. Mokrý porost také snadněji ulpívá na krytu žacího ústrojí a ve sběrném koši. V letních měsících trávník nezkracujeme na minimální výšku, vždy raději nastavíme vyšší výšku, jinak by mohlo docházet k rychlejšímu vysychání půdy a vypalování trávníku. Při sečení by trávník měl zůstat v celé ploše zelený. Vzniku žlutých či hnědých míst v travním porostu po posečení má za následek přerostlý travní porost, kdy vrchní části rostlin zastíňují ty spodní, které postupně zasychají nedostatkem světla nebo příliš nízko nastavená výška seče. Pokud při seči dojde k odříznutí nejspodnějšího listu můžeme tím zahubit celou rostlinu (2).

Při velmi vysokém travním porostu provádíme seč na dvakrát, nejprve seč provádíme na nejvyšší nastavenou výšku a poté dosekáváme na požadovanou výšku. Při takové seči jezdíme křížem. Volba jízdy závisí především na tvaru pozemku, ale obecně lze doporučit začít ve středu pozemku a jezdit stále ve zvětšujících se spirálovitých drahách. Při takové jízdě se dokážou drobní živočichové přesunout a nejde k jejich posečení. Při výskytu stromů či jiných překážek na pozemku se mnohonásobně zvyšuje počet nutných přejezdů na napojení seče. V parcích či sadech, kde je výsadba stromů ve sponech 4 x 5 m se nutnost přejezdů zvyšuje 2krát až v některých případech 5krát. Vytváření optických vzorů jako jsou například pruhy nebo čtverce také zvyšují nutnost více přejezdů. Vzniklý efekt je způsoben přitlačením travního porostu žacím ústrojím a opěrnými válci. Tyto vzory umí vytvořit pouze vřetenové sekačky. Při vytváření pruhů se jezdí v souběžných liniích, které na sebe navazují, jen vždy v stroj jede opačným směrem. Při koncipování zahrady bychom měli brát v úvahu poloměr zatáčení stroje pro budování různých prvků, aby stroj zvládl posekat tyto místa jedním průjezdem (2).

Rychlost jízdy je potřeba upravit podle výšky porostu, jeho hustoty a skladby rostlin. Dalším kritériem jsou také klimatické podmínky. Vysoké a husté porosty je potřeba sekat nízkou pojezdovou rychlostí, aby nedocházelo k přehlcení žacího ústrojí a nedokonalému sběru, při příliš vysoké rychlosti snadněji dochází k ucpání vynášecího tunelu. Při hustém a vysokém

travním porostu také dochází ke snížení otáček motoru, které mají negativní vliv na výkonost stroje. Vysoký, hustý nebo mokry porost je potřeba sekat nejvýše pojezdovou rychlostí do 4 km*h⁻¹. Při takto náročném porostu se neseká na celý záběr žacího ústrojí, využíváme jen jednu polovinu nebo dokonce jen jednu třetinu celého záběru a rychlost pojezdu snížíme na úplné minimum. Středně vzrostlý, pravidelně udržovaný porost je ideální udržovat pojezdovou rychlostí 4 až 6 km*h⁻¹. Suchý a nízký porost je možné sekat pojezdovou rychlostí až 10 km*h⁻¹ ideálně do 8 km*h⁻¹ (7).

3.2.6. Mulčování

Jedná se o způsob údržby pozemků, při kterém posečená zelená hmota zůstává na pozemků. Za pomoci žacího ústrojí jsou travní porosty, společně s listím a jinými rostlinnými zbytky rozsekány či nadrceny na malé kousky. Mulčování pozemků je mnohem energeticky méně náročné oproti sečení se sběrem zelené hmoty. Při mulčování odpadá nutnost svážet posečený porost na jedno místo a tím i celkový počet přejezdů, kdy se stroj musí vracet od vysípání sběrného koše a napojovat se na předešlou seč, při stejné velikosti pozemků je údržba mulčovací provedena rychleji. Mulčovače mají také o trochu vyšší výkonost, kvůli možnosti vyšších pojezdových rychlostí při seči a větším záběrům žacího ústrojí. Mulčování má také pozitivní vliv na takto udržované pozemky. Vzniklý mulč z posečené zelené hmoty zabraňuje nadměrnému odpařování vody z půdy. Vzniklý mulč je také zdrojem organické hmoty. Mulčování vytváří přijatelnější podmínky pro růst rostlin. Intenzita mulčování porostu záleží především na způsobu využití pozemků. Podle druhu pozemku provádíme údržbu 1 až 25krát za vegetační sezónu (2; 7).

Intenzivně využívané pozemky se mulčují v krátkých intervalech. Porost se upravuje o 10 mm výšky, z důvodu snadnějšího a rychlejšího rozkladu zelené hmoty. Při častějším mulčování je kladen důraz na kvalitu řezu. Při řezu tupými noži vznikají roztřepené konce v místě řezu, které zasychají a trávník vytváří spatný estetický dojem (2).

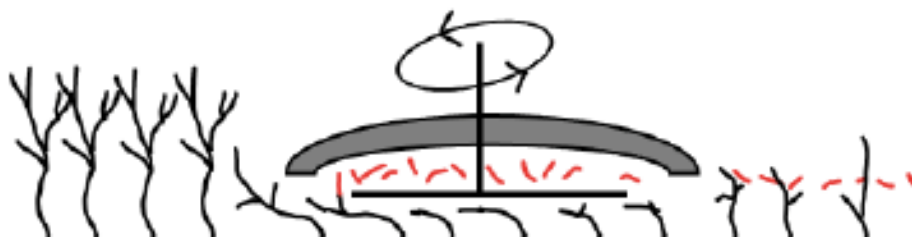
Extenzivně využívané pozemky se mulčují během vegetační sezóny 1 až 5krát. Na takovýchto pozemcích zajišťujeme údržbu především pro omezení růstu náletových dřevin a omezení výsevu nežádoucích a invazivních rostlin. Žací ústrojí pro tyto méně udržované porosty musí být robustnější a zvládnout nadrtit vyšší porosty přesahující výšky jednoho metru, a také náletové dřeviny do průměru 30 mm (1; 7).

Při mulčování je důležité, aby vniklý mulč byl rozhozen po celém záběru stroje a v rovnoměrných slabých vrstvách. Jinak dochází ke zpomalení růstu porostu či jeho úplnému zahynutí v místech navršení nerovnoměrné vyšší vrstvy mulče (7).

Kryt žacího ústrojí mulčovačů tvoří bezpečnostní prvek stroje, který má zabránit odlétávání cizích předmětů vymrštěných žacími noži. Kolem krytů bývají často umístěny ochranné zábrany, které zastaví nebo zpomalí odlétávající cizí předměty. Tyto zábrany bývají tvořeny krátkými ocelovými řetězi nebo pryžovými manžetami. Dalším důležitým úkolem krytu je zpomalení posečené zelené hmoty a její odražení zpět k žacím nožům, kde dochází k opětovnému nadrcení. Kryty žacího ústrojí bývají tvarovány kvůli podpoření a usměrnění proudícího vzduchu společně s zelenou hmotou. Často na vnitřní straně krytů bývají umístěny speciálně tvarované pevné lopatky či záchytné lišty, které podporují intenzivnější drcení zelené hmoty (9).

Mulčovače dělíme na dva základní typy podle osy rotace, rozlišujeme vertikální a horizontální typy (5).

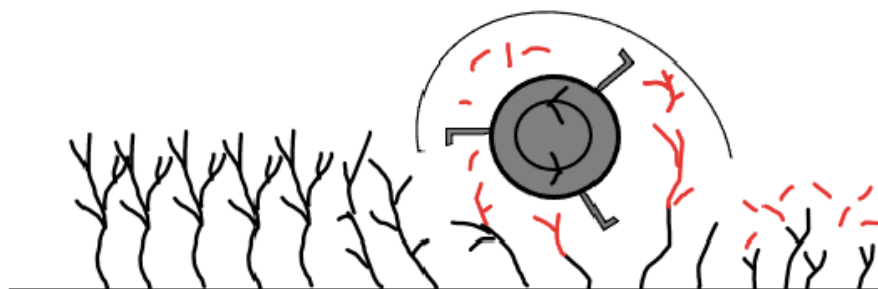
Vertikální typy mají svisle uloženou osu rotoru. Na jednom rotoru bývají žací nože často uspořádány v řadách nad sebou. Na jednom rotoru se nachází žací nože v sestavách po 2 nebo 4 nožích. Žací nože jsou také tvarovány, aby se podpořilo proudění vzduchu za zvýšení intenzity mulčování. U strojů s větším záběrem nad 100 cm bývá žací ústrojí více rotorové, jednotlivé rotory jsou vůči sobě posunuty a v celkovém záběru se jednotlivé záběry rotorů překrývají. Stroje určené na méně často udržované pozemky mívají konce žacích nožů sklopné, aby se prodloužil čas kontaktu nože s porostem a nedošlo k přetížení stroje (7; 5).



Obrázek 2 Schématické znázornění vertikálního mulčovače

(Zdroj: Marčan, J. Průzkum použitelnosti nožového a cepového žacího ústrojí u mulčovačů s vezoucí se obsluhou, Bakalářská práce, 2021)

Horizontální typy mulčovačů mají vodorovně uloženou osu rotoru. Nože jsou na hřídeli rotoru umístěny v rovných nebo spirálovitých řadách. Nože jsou uchyceny šroubovými spoji volně otočně, z důvodů sklopení nože při kontaktu s překážkou a její kopírování. Břit nože je umístěn na čele nebo na boku, tvary nožů lze popsat písmeny „I“, „Y“, „T“, „L“ (5; 7).



Obrázek 3 Schématické znázornění horizontálního mulčovače

(Zdroj: Marčan, J. Průzkum použitelnosti nožového a cepového žacího ústrojí u mulčovačů s vezoucí se obsluhou, Bakalářská práce, 2021)

Horizontální mulčovače mnohem lépe dokážou posekat poléhavý travní porost, který lépe vtahují do prostor žacího ústrojí. Vertikální mulčovače nedokáží tak dobře přisát polehlé prostory nebo větve. Při jízdě terénem stroj sklápí porost před sebou a pokud není opřen tak nože jej nedokážou posekat a rozmulčovat. Problém také nastává při výskytu náletových dřevin, které jsou vertikální mulčovače schopny jen odříznout a povalit na zem a další nadrcení je pro stroj velice náročné. Horizontální mulčovače jsou mnohem bezpečnější v případě kontaktů žacích nožů s cizími předměty, nože se sklopí nebo cizí předmět vymrští pouze dopředu nebo dozadu, zatímco vertikální mulčovače mohou cizí předměty vymrští do všech stran (7).

3.2.7. Vertikutace

Vertikutací se rozumí proces, při kterém dochází k vyčesání vrchní vrstvy travního porostu. Na horizontálně uložené hřídeli jsou připevněny nože nebo pružinové vyčesávače které prořezávají vrchní vrstvu trávníku. Pomocí vertikutátoru odstraňujeme zplstnatělou hmotu, travní zbytky, mech, narušením travního drnu podporujeme růst nových kořenů a odnožování. Travní porost zmlazujeme a pomáháme mu k zahuštění. Vertikutace má pozitivní efekt na provzdušnění svrchní vrstvy travního porostu, lepší přístup vody a živin, dále také omezuje růst dvouděložných rostlin (1; 8).

Vertikuci lze provádět pomocí speciálních samojízdných strojů, strojů s vertikutáčnickými adaptéry nebo ručních vertikutáčnických hrábích. Nože nebo pružiny jsou nejčastěji umístěny 20 mm od sebe. Řez se nejčastěji provádí 2 až 5 mm do hloubky. Vertikutaci provádíme především na jaře, když teplota již neklesá pod 8 °C. Travník při vertikutaci nesmí být přeschlý ani podmáčený (1; 8).

3.2.8. Aerifikace

Krásně vypadající a zdravý trávník potřebuje mít kromě vláhy a živin také dostatek vzduchu. Optimální hladina podzemního vzduchu se pohybuje kolem 10 až 15 %. Během využívání a údržby travních ploch dochází jejich zhutňování. Travní porosty se provzdušňují pomocí speciálních ježkových válců taženými za stroji, propichují se aerifikačními vidlemi nebo se prořezávají. Při aerifikaci trávníku nejčastěji vznikají průduchy široké 15 mm široké, tyto válečky se vyřezávají a odstraňují anebo je půda vytlačena do okolí. Vzniklé díry zasypáváme křemičitým pískem. Zlepšuje se příjem vody, živin a dostupnost vzduchu pro kořeny rostlin. Aerifikaci nejčastěji provádíme na speciálních intenzivních trávnících a na pozemcích s těžkou sléhavou zeminou (1; 2).

3.3 Mechanizace pro údržbu travních ploch

Pro údržbu soukromých i veřejně přístupných pozemků je k dispozici nepřeberné množství ruční, ručně vedené a samojízdní mechanizace. Tuto mechanizaci můžeme dělit podle četnosti využití na hobby a profi. Hobby mechanizace je nejčastěji určená pro majitele malých pozemků a nepředpokládá se její časté používání. Mechanizace určená pro profesionální požití se liší od hobby strojů především robustnější konstrukcí, výkonnějšími motory, kvalitnějšími materiály a větší výkoností. Tyto stroje jsou určeny na větší pozemky a časté používání.

3.3.1. Jedno účelové motorové stroje s ručním vedením

Tyto stroje jsou určeny pro údržbu malých travnatých ploch. Své uplatnění naleznou především v údržbě kolem rodinných domů, ale jsou také vhodné k dokončujícím pracím kolem stromů, solitérních předmětů a na místech kam je přístup větší techniky vyloučen. Tyto stroje jsou poháněny spalovacím zážehovým motorem nebo dnes populárními bateriovými systémy, kde jedna baterie je společná pro několik přístrojů ale pohyb je vykonávaný lidskou tlačnou silou. Do této kategorie spadají rotační, lištové a strunové sekačky, křovinořezy, zádový fukar, drtiče větví... (9; 1; 10).



Obrázek 4 Malý motorový rotační žací stroj

(Zdroj: <https://www.stihl.cz/Produkty-STIHL/Robotické-sekačky-sekačky-zahradn%C3%AD-traktory-a-provzdušňovače-trávn%C3%ADků/Benz%C3%ADnové-sekačky-pro-velké-plochy/2144377-95761/RM-655-VS.aspx>, [Citace: 20. 3. 2023])

3.3.2. Speciální žací malotraktory

Jedná se o samostatnou kategorii jednoúčelových strojů určených pro údržbu travních porostů. Žací malotraktor je energetický prostředek, jehož výkon je využit především pro pohon žacího ústrojí a pojezdu. Tyto stroje jsou určeny pro údržbu malých ale i velkých pozemků s různorodými potřebami. Tyto malotraktory mnohou být využity pro údržbu parků, fotbalových hřišť, městské zeleně. Podle výbavy a konstrukce naleznou své uplatnění také na strmých a nerovných pozemcích, které mohou být často i podmačené.



Obrázek 5 Ukázka práce žacího traktoru Seco Starjet P6 4x4 na testovacím polygou v Jičíně

(Zdroj: <https://www.edb.cz/firma-571599-synpro-velke-bilovice/zahradni-traktory-seco-s-prislusenstvim-prikopove-sekacky-bomford-vcetne>, [Citace: 23. 3. 2023])

Stroje jsou vybaveny nejčastěji nožovým rotačním ústrojím ale také vřetenovým nebo cepovým žacím ústrojím. Konstrukce těchto traktorů umožňuje snadnou manipulaci v terénu, kolem solitérních předmětů a stromů.

Konstrukce strojů tvoří nejčastěji svařovaný trubkový rám nebo samonosná svařovaná plechová konstrukce. Tyto stroje bývají nejčastěji vybaveny zážehovými čtyřdobými motory o objemu 400 až 900 ccm a výkonu do 25 KW. Stroje bývají nejčastěji vybaveny hydrostatickými převodkami s uzávěrkou. Konstrukce strojů vychází především z jejich požadavků na práci. Stroje určené do náročného a strmého terénu mají těžiště umístěné co nejnižší aby mohli zvládat jízdu při velkých náklonech. Poháněná náprava je nejčastěji zadní, u strojů určených do terénu je pohon obou náprav stálý (7).

Žací ústrojí je nejčastěji umístěno mezi nápravami stroje, ale může být připevněno také k přední části traktoru. Stroje rozlišujeme na mulčovače a stroje se sběrem. Mulčovače nechávají posekanou zelenou hmotu na pozemku, zatímco stroje se sběrem si jí ukládají do sběrného koše a po naplnění ji sváží na jedno místo odkud je odvezena k likvidaci (7; 10).

3.3.3. Traktory s adaptéry

Traktory jsou univerzální energetické prostředky, které mohou být využívány v celém pracovním spektru. Své uplatnění nachází především v zemědělství, lesnictví, komunálních službách a dopravě. Traktory jsou vybaveny tříbodovým závěsem a vývodovým hřídelem, který se nachází v zadní části stroje. Výkonnější stroje mohou být jimi vybaveny i zepředu. Univerzálnost traktoru spočívá v možnosti připojení aktivních i pasivních nástrojů k tříbodovému závěsu či ramen nakladače. Pro komunální služby jsou nejčastěji využívány žací stroje, mulčovače, naklápací radlice, drtiče větví, frézy (5; 11).



Obrázek 6 Traktor Fendt 210 Vario s mulčovacím adaptérem

(Zdroj: <https://komunalweb.cz/traktor-sity-pracovnim-adapterum-na-miru/>, [Citace: 24. 3. 2023])

Adaptéry se připojují přímo k tříbodovému závěsu traktorů. Dále se také mohou připojit na speciální rameno, které umožňuje obsluhu traktoru dostat nástrojem do hlubokých příkopů, nebo také za svodidla vozovky. (11; 7)

3.4. Údržba žací techniky

Pravidelná údržba předchází vzniku větších poruch stroje. Při údržbě je nutné postupovat podle výrobcem předepsaného postupu údržby a dodržovat preventivních intervalů technických prohlídek. Při standartní údržbě prováděné uživatelem (nabroušení žacích nožů, kontrola správné napnutí řemenů, doplnění provozních kapalin, promazání stroje ve schématu mazacích míst, vyčistění stroje pro práci) dbáme pokynů předepsaných v servisním manuálu.

V pravidelných intervalech kontrolujeme motor a jeho součásti, ověřujeme, zda se nenachází nějaké poškození, uvolněné části či nevykazuje známky stárnutí materiálu. Dále kontrolujeme správné připevnění všech spojů. Motorový olej měníme poprvé po vždy v intervalech stanovených výrobcem, s olejem vždy měníme i olejový filtr. Výměnu provádíme po 250 motohodinách (12).

3.4.1. Žací ústrojí

Žací nože

Pro správnou funkci sečení je potřeba, aby nože byly dokonale ostré. Žací nože by neměly být na koncích zaoblené opotřebením. Nenabroušené nože způsobují špatné sečení porostů, mnohem více roztřepují konce sečeného porostu. Zaoblené konce nožů mohou způsobovat vynechávky mezi rotory žacího ústrojí. Největší péči bychom měli věnovat konci nože, je to část nože, která vždy vstupuje do materiálu a odřezává jej, proto je dobré se vyvarovat přejezdům se zapnutým sečením přes místa s výskytem drobného sypaného kamení jako jsou například cesty a chodníky. Tupé nože zvyšují namáhání žacího ústrojí a zvyšují příkon a tím spotřebu stroje (5; 13).

Při kolizi žacího nože s cizími předměty jako jsou například kameny, větší větve nebo kovové předměty, tak velice často dochází k vylomení ostří, deformaci geometrie nože. V tomto případě je potřeba po také kolizi zastavit stroj a zkontrolovat žací ústrojí. V případě ohnutí žacích nožů může docházet k nerovnoměrnému nastavení výšky sečení nebo v krajním případě až vytrhávání celých travních drnů (7).

Nože jsou z výroby pečlivě vyvažovány. Nevyvážené nože způsobují vznik vibrací, které se dále přenáší do celého stroje a na obsluhu. Žací nůž se dá jednoduše kontrolovat tím, že jej demontujeme, poté do středové díry umístíme například šroubovák. Pokud je nůž vážený zůstane v rovnovážné poloze, v případě že je jedna strana nože více opotřebená, nůž se převáží na druhou stranu. Nože může vyvážit vybroušením nebo navařením. Tolerance je 2 g. Jsou-li

žací nože velmi opotřebené doporučuje se jejich výměna. Vždy měníme oba žací nože zároveň. Kontrolu nožů provádíme vždy před sečením (12).

Kryt žacího ústrojí

Pro správnou funkci žacího ústrojí je potřeba aby vnitřní prostory žacího ústrojí neobsahovaly nánosy zaschlé zelené hmoty. Při sečení se posečená zelená hmota ulpívají na krytu žacího ústrojí a postupně tvoří silnou vrstvu, která zamezuje správnému fungování. Naschlá zelená hmota zpomaluje vzdušný vír, snižuje se tím dopravní efekt vytvořený lopatkami žacího ústrojí, posečená zelená hmota se dříve odráží a brzdí i stěnu a může zůstat ležet na zemi. V případě mulčovače nedochází k dokonalému rozdrčení zelené hmoty na malé kousky. Kolize žacího ústrojí s cizím předmětem má nesporný vliv na jeho životnost.



Obrázek 7 Špatně udržované žací ústrojí na stroji Starjet P5 110



Obrázek 8 Vrstva naschlé zelené hmoty

Ihned po ukončení práce stroj očistíme, žací ústrojí můžeme čistit špachtlemi, kartáči či tlakovou vodou. Některé stroje jsou vybaveny čistícími otvory pro tlakovou vodu přímo na vrchní straně

žacího ústrojí. Čištění probíhá tak, že se stroj nastartuje, spustí se žací ústrojí a přes otvory se nechá téct voda. Takto puštěná voda společně s rotujícími noži očistí vnitřní prostory žacího ústrojí. V případě pozdější údržby je potřeba stroj očistit manuálně (12).

Řemeny

Řemeny během sečení jsou velice namáhány, u strojů s nečasovanými noži slouží jako bezpečnostní prvek proti přetížení proklouznutím. Řemeny během chodu dosahují teplot kolem 110 °C. Při kolizi s cizími předměty řemeny prokluzují a tvoří se na nich „spáleniny“, při údržbě v náročných podmínkách jsou řemeny vystavovány velikému náporu a jsou mnohem více opotřebovávány. Životnost řemenu se pohybuje od několika motohodin ve velmi náročných podmínkách až po 150 motohodin při lehkých podmínkách. Na řemenu kontrolujeme, zda není natržený, nekoukají z něj nosná vlákna, není popraskaný, není spálený, další důležitým faktorem při kontrole je jeho správné předpnutí. Příliš povolený řemen snadno prokluzuje, zatímco přeprnutý řemen zvyšuje odpor a spotřebu stroje, řemen se více vytahuje. Správné předpnutí stanovuje výrobce, nejsnadněji se napnutí kontroluje měřením průhybu mezi kladkami (12).

Kontrolu celého žacího ústrojí provádíme preventivně v cyklu 50-ti motohodin, případě kolize sečení s překážkou nebo kolize žacích nožů s cizími předměty provádíme kontrolu okamžitě. Předcházíme tím poškození řemenu či jeho prasknutí při práci a vzniku prostojů při údržbě pozemku (12).

3.5. Bezpečnost práce s žacími stroji

Na žací traktory jsou kladeny velice přísné bezpečnostní podmínky a pravidla. Každý stroj je podroben certifikaci před zahájením sériové výroby. Předkládá se certifikát CE jako shoda se všemi technickými požadavky a bezpečnostními předpisy, každý výrobce je povinen ke každému stroji vydávat prohlášení o shodě. Certifikaci provádí Státní zkušebna strojů a. s.

Před zahájením práce se žacím stroje je nutné seznámit obsluhu s manuálem provozu stroje. Před započítím práce je nutné zkontrolovat funkčnost jednotlivých bezpečnostních prvků. Na stroji nevyřazujeme z činnosti či nějakým jiným způsobem nedemontujeme bezpečnostní čidla ani prvky. Během práce se strojem se vždy plně věnujeme řízení, především prostoru před strojem. Dbáme na to, aby v okolí stroje se nepohybovali žádné jiné osoby, kvůli jejich bezpečnosti (možnost zasažení odlétajícím předmětem od žacího ústrojí. Stroj ovládáme pouze ze sedadla obsluhy. Velké nebezpečí úrazu hrozí od rotujících částí stroje, žádným způsobem se nepokoušíme ručně brzdit rotující součásti. Před samotnou údržbou pozemku by obsluha stroje měla zkontrolovat, zda se na pozemku nenachází skryté cizí předměty, aby nedošlo

k jejich kolizi. Je potřeba pravidelně odstraňovat hořlavé předměty (suchou trávu, listí) z okolí motoru, výfuku a akumulátoru, aby nedošlo ke vznícení stroje. Nastartovaný stroj nenecháváme nikdy bez dozoru. Na stroji se nesmí převážej více osob najednou. Při jízdě vzad dbáme zvýšené opatrnosti. Stroj provozujeme pouze v podmínkách doporučeným výrobcem (12).

3.6. Stroje nabízené na tuzemském trhu

V této kapitole se nachází přehled parametrů strojů nabízených na českém trhu. Jedná se o stroje z kategorie profesionálních komunálních samojízdných žacích malotraktorů s vezoucí se obsluhou. Z dostupných zdrojů byly vybrány parametry strojů od značek Iseki, Kubota, John Deer a Kioti.



Obrázek 9 Zleva malotraktory Kioti WD 1260, Iseki SXG 323, Kubota G 26, , John Deer x 950R

(Zdroj: <https://www.technika-ziva.cz/traktorova-sekacka-kubota-g26-1>, <https://www.mikes-cz.eu/kioti-rada-wd>, <https://www.deere.cz/cs/profesionalni-zaci-stroje/zaci-traktory-s-dieselovym-motorem/rada-x900/x950r/>, <https://www.kerka.cz/traktorova-sekacka-iseki-sxg-323-hl-s-vyklopem-do-vysky-1-97-m> [online 20. 3. 2023])

Tabulka 1 Parametry stroje Iseki SXG 323, Kubota G26, Kioti WD 1260, John Deer x 950R

Parametr	Iseki SXG 323	Kubota G26	Kioti WD 1260	John Deer x 950R
Motor	Iseki E3112 15 kW	Kubota D 1005 26 HP 3V	Schibaura 21 HP	Yanmar 25 HP
Výkon Motoru	15 kW	19,2	16,1	18,5
Nastavené otáčky motoru [ot*min ⁻¹]	2800	3300	3200	3300
Palivo	Nafta	Nafta	Nafta	Nafta
Hluk na místě obsluhy [db]	89,3	91,3	93,2	90,8
Hmotnost stroje [kg]	845	975	880	1060
Rozměry stroje Š x V x D [cm]	128 x 210 x 332	142 x 178 x 352	128 x 170 x 322	130 x 170 x 372
Záběr žacího ústrojí [cm]	122	137	122	122
Výška sečení, počet poloh [mm]	25 - 115	20 - 170	25 - 110	20 - 125
Otáčky žacích nožů [ot*min ⁻¹]	2130	1980	3060	2310
Uzávěrka diferenciálu	Ano - mechanická	Ano, mechanická	Ne	Ano, elektrická
Pohon žacího ústrojí	Kardanova hřídel	Kardanova hřídel	Řemen	Kardanova hřídel
Volant	Tvrký plast, nestavitelný	Tvrký plast bez nastavování	Tvrký plast, nestavitelný	Tvrký plast, stavitelný
Přední kola	16 x 6,5 - 8	16 x 7,5 - 8	16 x 7,5 - 8	18 x 8,5 - 8
Zadní kola	23 x 10,5 - 12	24 x 12 - 12	23 x 9,5 - 12	26 x 12 - 12
Objem sběrného koše [l]	600	640	600	650
Výška vyklopení sběrného koše [mm]	197	193	183	200
Svahová dostupnost [°]	30	24	20	20
Objem palivové nádrže [l]	19	20	20	20
Pojezdová rychlost vpřed/vzad [km/h]	15/10	16/9	14/8	15/7
Akumulátor	12 v 35 Ah	12 V 40 Ah	12 V 45 Ah	12 V
Spojka sečení	Mechanické napínání řemenu	Hydraulické dopínání řemenu	Elektromagnetická	Elektromagnetická
Příslušenství	-	Zadní i přední	-	Přední i zadní
Čas vyklopení koše [s]	12	15	9,1	9,5
Bezpečnostní pás	ano	ano	Ano	Ano

(Zdroj: Vlastní zpracování dle dostupné firemní literatury 2023)

Všechny výše zmíněné stroje jsou z kategorie pro profesionální využití, určených pro velké pozemky. Všechny stroje mají stejný záběr žacího ústrojí, kromě stroje Kubota G26, který má záběr 137 cm. Všechny stroje jsou poháněny vznětovými tříválcovými motory o výkonu 15 až 19,2 kW. Stroje disponují hydraulickým zvedáním sběrného koše. Rozdílem mezi stroji je možnost využití vývodového hřídele pro připojení aktivního příslušenství.

3.7. Metody měření

Testování strojů se provádí především pro získání relevantních technických informací o daném stroji a pro získání parametrů pro porovnání se stroji běžně dostupných na trhu.

Měření pomocí odměrného válce

Měření spočívá v neustálém doplňování nádrže na stanovenou hladinu v časových intervalech nebo po ujeté vzdálenosti. Počáteční hladinu pohonných hmot máme označenou vlastní ryskou nebo jiným stálým pevným bodem na palivové nádrži. Pohonné hmoty jsou doplňovány pomocí odměrného válce, dolévá se až po stanovenou měrnou hladinu. Po doplnění pohonných hmot se z odměrného válce odečte spotřebované palivo. Tato metoda je velice jednoduchá, nevyžaduje žádné zásahy do stroje, k jejímu provedení je potřeba minimum pomůcek, postačí jen s odměrný válec, stopky, pásmo nebo pouhá znalost vzdálenosti nebo výměry pozemku. Pohonné hmoty se vždy doplňují na rovné ploše, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků při přelití paliva v nádrži z důvodů naklonění stroje. Jelikož je nádrž uložena pod kryty, nehrozí její zahřívání od slunečního svitu a tím změna objemu paliva. Použití metody s odměrným válcem je méně přesné, ale pro potřeby některých měření je tato přesnost dostačující.

Měření s nahrazením palivové nádrže odměrnou nádobou

Tato metoda spočívá v nahrazení palivové nádrže speciálně upravenou nádrží s menším objemem a ocejchováním po menším objemu, například plastovým odměrným válcem.

Tato nádrž se upevní ke stroji v rovnovážné poloze. Během měření se snadno odečítá úbytek pohonných hmot. Nevýhodou této metody je nutnost zasahovat do konstrukce stroje pro upevnění nádrže. Z důvodu menšího objemu nádrže je nutné častější doplňování paliva. Jelikož je nádrž umístěna vně stroje, je mnohem více zahřívána a pohonné hmoty v ní mění svůj objem a tím může docházet ke zkreslení měření. Spotřeba pohonných hmot se nemusí jen odečítat ze stupnice nádoby, ale také lze celou nádobu odpojit a zvážit její hmotnost, podmínkou je, že nádrž je připevněná rychlospojkami s uzavíratelným kohoutem.

Měření pomocí průtokoměru

Měření spočívá v umístění průtokoměru do palivové soustavy traktorů. Průtokoměr se umísťuje mezi palivovou nádrž a spalovací motor. Spotřebované palivo proudící palivovou soustavou prochází přes průtokoměr, který zaznamenává jeho spotřebu. Aplikace průtokoměru vyžaduje již jistou odbornost a potřebné nástroje. Použití průtokoměru vyžaduje zasažení do stroje. Z průtokoměru dostáváme data o okamžité spotřebě stroje, můžeme posuzovat spotřebu přesně v daných podmínkách, lépe můžeme zajišťovat výkyvy ve spotřebě pohonných hmot.

Měření v experimentálních podmínkách

Měření probíhá za předem stanovených podmínek. Stroj je umístěn do prostor, kde jsou eliminovány vnější vlivy. Na stroji jsou vyměněny standartní žací nože za speciální odporové rotory. Tyto rotory mají mnohem větší plochu lopatek než klasické žací nože, simulují se tím odpor sečeného porostu. Během měření se mohou testovat různé otáčky motoru a rotorů společně s měřením výkonnostních parametrů. Stroje bývají navíc vybaveny teplotními čidly v kritických částech stroje například se měří teplota pod svíčkami, na kapotáži, světlech, display, teplota spalin ve výfuku nebo teplota v palivové nádrži. K měření se využívají odporová čidla, digitální nebo laserové teploměry nebo termo kamery. Měření probíhá v časových intervalech po deseti a třiceti minutových cyklech. Pro stanovení spotřeby paliva se nejčastěji využívá metoda s odměrným válcem z důvodů nenarušení zástavby stroje. Takto naměřená spotřeba paliva slouží pro předpokládané chování stroje v reálných podmínkách. Pro testování jednotlivých součástí se používají zátěžové stolice. Takto se především zkoušejí pojezdové řemeny a řemeny pohonu žacího ústrojí. Řemeny se zkoušejí na protažení a celkovou životnost.

Měření slouží především pro vývojové účely, nejčastěji je využíváno pro testování zástaveb nových motorů nebo nových kapotáží, aby se vyladily nedostatky před testováním strojů v reálných podmínkách.

Měření v reálných podmínkách

Měření probíhá již za reálných podmínek v terénu. Ověřují se funkční vlastnosti strojů a jejich limity. Stroje jsou testovány i za podmínek, pro které nejsou určeny. Zkoušejí se maximální možné přejezdové, úhly, svahové dostupnosti a funkčnosti jednotlivých prvků a jejich životnost. Na rozdíl od experimentálních zkoušek, kdy se testují zástavby motoru a jejich spotřeby se zde testují různé průměry vynášecích tunelů a jejich schopnost odvádět posečenou zelenou hmotu. Během terénních zkoušek se ověřují neměřené hodnoty teplot kritických prvků stroje a porovnávají se s hodnotami naměřenými. Při tomto testování je také možné ověřit, zda je výkon motoru dostačující pro dané využití stroje. Ověřují se jednotlivé součásti, zda jejich parametry plní srovnatelné požadavky jako konkurenční stroje.

4. Materiál a metody

Pro potřeby měření byl osloven tuzemský výrobce samojízdných žacích traktorů s vezoucí se obsluhou. Jedná se o společnost Seco Industries s. r. o., která má tradici od roku 1888, výroba samojízdných malotraktorů započala roku 1995. Společností byly zapůjčeny dva stejné stroje jen s rozdílnými motory. Z portfolia strojů byly zapůjčeny stroje Municipal 122 Diesel s vznětovým motorem Kubota a Municipal Petrol se zážehovým motorem Briggs&Straton. Jsou to jediné stroje, které mají motory na rozdílná paliva, v ostatních modelových řadách jsou stroje vybaveny jen zážehovými motory od různých výrobců (Kawasaki, Briggs&Straton případně Loncin).

4.1. Popis použitých strojů

4.2. Municipal 122

Jedná se dosud nejvýkonnější žací traktor představený firmou Seco Industries s. r. o. v roce 2022. Tato modelová řada je určena především pro profesionální použití komunálními službami, zahradnickými službami a majiteli velikých soukromých pozemků. Municipal 122 Diesel/Petrol je jednoúčelový žací stroj. Využití stroje je především pro pravidelnou údržbu travního porostu a sběru listí na pozemcích jako jsou například fotbalová hřiště, parky, obecní zeleň a rozlehlé soukromé pozemky se sklonem do 12° na kterých se nenachází cizí předměty. Dvou režimová převodovka umožňuje snadné a rychlé přesuny po veřejné komunikaci. Pro delší přesuny jeho rozměry stále umožňují snadný transport v menším nákladním autě nebo na korbě přípojného návěsu (14).

Municipal 122 Petrol vznikl jako alternativní a levnější verze stroje Municipal 122 Diesel, určeného pro stejné využití jak dieselová verze jen pro méně nároční uživatele s velkými pozemky, či menší obce.



Obrázek 10Municipal 122

(Zdroj: <https://www.seco-traktory.cz/produkt/seco-mp-122d/>, [citace online 27. 3. 2023])

4.3. Rozbor použitých strojů

4.3.1. Motor

Municipal 122 Diesel a Municipal 122 Petrol se zásadně od sebe neliší, hlavním rozdílem jsou použité motory, vznětová Kubota a zážehový Briggs&Straton, jinak stroje sdílí stejné platformy.

Verze s vznětovým motorem Kubota

Stroj je primárně osazen motorem Kubota D902. Jedná se o tříválcový vznětový motor o objemu 898 ccm. Výkon motoru činí 18,5 kW při 3600 ot*min⁻¹ a maximálním točivém momentu 56,1 Nm při 2600 ot*min⁻¹. Jedná se o nepřepřítňovaný atmosférický motor s nepřímým vstřikováním paliva. Tento motor splňuje emisní normu EPA/CARB TIER 4 a EU STAGE 5, upravující emisní standardy pro nesilniční stroje s vznětovými motory a snížení obsahu síry v jejich pohonných hmotách. Motor je vybaven vodním chlazením, které je umožněno průchody mezi válci. Tepelný výměník je uložen vertikálně pod přístrojovou deskou pod volantem, nádrž na chladicí kapalinu pojme 3,1 l. Blok motoru je vyroben z jednoho odlévaného kusu. Motor je vybaven tlakovým mazáním (15; 16).

Verze se zážehovým motorem Briggs&Straton

Alternativní verze stroje s benzínový motor Briggs&Straton Vanguard o objemu 810 ccm. Tento motor je dvouválcový. Výkon motoru činí 18,5 kW při 3600 ot*min⁻¹ a maximálním točivém momentu 58 Nm při 2800 ot*min⁻¹. Motor je vybaven elektrickým statováním. Chlazení motoru je zajištěno nucenou cirkulací vzduchu za pomoci ventilátoru umístěného na vrchu motoru. Motor disponuje manuálním sytičem. Ventilové rozvody jsou řešeny jako OHV. V sání vzduchu je umístěný cyklonový vzduchový filtr, filtr je určený pro práci ve velmi prašném prostředí. Motor je vybaven tlakovým mazáním (16; 17).

4.3.2. Pojezd

Pojez stroje je jednoduše ovládán pomocí dvojice pedálů pro pojezd vpřed a vzad na pravé straně stroje. Pedály jsou pod podlahou spojeny pákovým mechanismem, který ovládá rozvaděč hydraulické kapaliny pro hydromotory. Pákový mechanismus spojující pedály zamezuje sešlápnutí obou pedálů pojezdu současně. Při sešlápnutí pedálu pojezdu vpřed se pedál pojezdu vzat vychýlí nahoru, při sešlápnutí pojezdového pedálů vzad nastává stejná reakce pedálů. Pojezd stroje je rovnoměrně regulovaný pomocí pedálů. Na levé straně se nachází pedál brzdy. Brzdy jsou bubnové, uložené v zadních kolech. Parkovací brzda funguje na mechanickém principu zajištění sešlápnutého brzdového pedálu, který se zajistí povytažením páčky na levé straně přístrojové desky (12).

Točivý moment motoru je přenášen klínovým řemenem na regulační pístové axiální čerpadlo s nakloněnou deskou, ze kterého je přenesen hydraulickou kapalinou v zadní nápravě jsou v kolech uloženy dva pístové hydromotory. V případě poruchy nebo nutnosti odtlačení stroje je možné čerpadlo přepnout do polohy bypass, v tomto režimu je vyřazen převod a se strojem lze snadno manipulovat bez využití motoru. Bypass se aktivuje pootočením šroubu na levé straně čerpadla (12).

Stroj je také vybaven možností přepnutí pojezdového režimu „želva“ neboli pracovní rychlosti na pojezdový režim „zajíc“ pro účely přejezdu. Toto ovládání je realizováno přepínače na palubové desce s označením „želva“ a „zajíc“. Přepnout režimy pojezdových rychlostí lze v případě, když stroj zastaví. Maximální pojezdová rychlost stroje v režimu „želva“ je 11 km/h vpřed a 8 km/h vzad. V režimu „zajíc“ je stroj schopen dosahovat rychlosti 20 km/h vpřed a 16 km/h vzad. Rychlost pojezdu je plynule regulovatelná. Pro jízdu v nerovném a podmáčeném

terénu je stroj vybaven hydraulickou uzávěrkou diferenciálu, ovládanou pedálem na levé straně. Svahová dostupnost stroje je až 26° dle stanov výrobce je přípustná bezpečná hodnota 12° (12).

4.3.3. Konstrukce malotraktoru

Základ stroje tvoří svařovaný rám, ke kterému jsou šroubovými spoji připevněny motor, rozvaděče, nádrže, převodovka a další. Za sedadlem obsluhy je připevněný mechanismu zdvihání sběrného koše a pevný rám ROPS s částí výměnného kusu rámu za plachtovou střechu. Na předním nárazníku se nachází odnímatelné závaží, zatěžuje přední část stroje pro snazší manipulaci a zvýšení záběru kol, a také vyvažuje stroj při vysypání sběrného koše. Hmotnost stroje činí 652 kg u benzínové verze a 680 kg u naftové verze. Rozměry stroje jsou 1290 x 1700 x 3035 mm (šířka x výška x délka). Nástupní hrana podlahy je 475 mm. Světlost podvozku se sečením v přepravní poloze je 72 mm (12).

Motor je umístěn v přední části stroje a točivý moment je přenášen pomocí klínových a plochých řemenů, kardanů a hydraulické kapaliny. Hydraulické čerpadlo je umístěno před motorem a je poháněné plochým řemenem. V kolech jsou umístěny pístové hydromotory.

Palivová nádrž je umístěna na levé straně stroje vedle sedadla obsluhy. Nádrž je vyrobena z „mléčného“ plastu. V kapotáži je udělán průzor na nádrž pro snadné zjištění stavu hladiny paliva. Palivová nádrž je pro zážehovou i vznětovou verzi stroje stejná a celkově pojme až 25 l paliva. Nádrž hydraulické kapaliny je umístěna na pravé straně vedle sedadla řidiče (12).

Kapacita sběrného koše činí 600 l, a pojme 60 kg posečené zelené hmoty. Koš se zdvihá pomocí dvojice přímočarých hydromotorů, připevněných k zadní desce a pákovému odjíždějícímu mechanismu, ovládaných tlačítky na pravé straně stroje. Koš je možné zdvihnout do výšky 190 cm ke spodní hraně. Čas potřebný na zdvihnutí koše činí 8 s, vysypání poté trvá 5 s. Koš se vysypá pomocí elektro šroubu umístěného přímo v prostoru sběrného koše, ovládání taktéž umístěno na pravé straně stroje vedle ovládání zdvihu. Hydraulické zdvihání a elektrické vysypání koše umožňuje snadné vyprázdnění zelené hmoty přímo do odvozového prostředku. Signalizace plné sběrného koše je zajištěna pákovým odvažujícím mechanismem v prostoru koše a oznamována zvukovým signálem (12).

Kapotáž je vyrobená z plastových výlisků a je doplněná kovovými částmi. Podlaha stroje je vyrobená z hliníkového strukturovaného plechu s protiskluzovou úpravou. Plasty jsou vyrobeny metodou vakuového tváření za tepla. Zástavba motoru umožňuje mít kapotě větší sklon, což poskytuje obsluze dokonalý výhled ze stroje, především při manipulaci kolem

předmětů. Kapota je automaticky zajišťována v krajní poloze při otevření. Stroj je také vybaven několika otevřenými a uzavíratelnými úložnými prostory.

Většina ovládacích prvků se soustředěná na přístrojovou desku kolem volantu. Nachází se zde Spínač zapalování motoru kombinovaný s denním svícením, otočný volič nastavení výšky sečení, tlačítko spuštění sečení, volič automatického a manuálního vypínání žacího ústrojí v případě naplnění sběrného koše, tlačítko „R“ pro spuštění sečení vzad, digitální display, ovládá tempomatu, ruční brzdy a páka nastavení otáček motoru (12).

Kolem displeje se zobrazují stavy stroje: mazání motoru, ruční brzda, tempomat, dobíjení akumulátoru, denní svícení, rezerva paliva, kritická teplota motoru, automatické vypínání sečení, spuštěné sečení. Na samotném display se zobrazují motohodiny, otáčky motoru, napětí akumulátoru, čas. V levé dolní části je vynechán prostor pro zobrazení stavových a chybových symbolů stroje. V základní verzi je stroj již vybaven v přední části halogenovými světly umožňující denní i noční svícení a splňují požadavky homologace pro silniční provoz (12).

Stroj je koncipován pro delší pracovní směny, a proto je i stroj navržen pro dlouhodobý komfort obsluhy, všechny ovládací prvky jsou na přehledných místech a dobře přístupné. Sedadlo obsluhy je polstrované s malými pevnými opěrkami pro ruce. Sedadlo lze posunout o 160 mm, dále na sedadle lze nastavit sklon opěradla. Sedadlo disponuje vzduchovým odpružením, kterým lze snadno přizpůsobit tvrdost odpružení, ovládací páka posuvu a odpružení se nachází vespod sedala. Pro bezpečnost obsluhy sedadlo disponuje dvoubodovým bezpečnostním pásem. Volant je možné nastavovat výškově i podélně. Volant je vyrobený z měkkého plastu, pro snazší manipulaci je volant vybaven koulí (12).

4.3.4. Žací ústrojí

Stroje je již z výroby vybarven dvourotorovým nožovým žacím ústrojím o záběru 1,22 m (122 cm). Sečení se spouští pomocí elektromagnetické spojky ovládané pomocí tlačítka na přístrojové desce. Dle legislativy je stroj povinně vybaven tlačítkem „R“, které obsluha stroje musí vždy stlačit při požadavku sečení vzad, jinak elektromagnetická spojka vypne žací ústrojí a sepne až při rozjezdu vpřed. Výška seče se nastavuje pomocí lineárního aktuátoru (elektromechanická součástka převádějící elektronický signál na mechanický pohyb) ovládaného kruhovým otočným voličem na panelové desce (12).

Výšku seče můžeme nastavit v 6 polohách od 30 mm do 100 mm, každá poloha je odstupňována po 17 mm. Minimální a maximální výšku sečení lze poupravit přenastavením spřáhel. Při přerušení sečení žací ústrojí automaticky vyjede do přepravní polohy, která činní 130mm. Při

opětovném zapnutí žacího ústrojí stroj sám nastaví výšku sečení. Pohon žacího ústrojí je zajištěn vývodem kardanového hřídele, ze kterého se se točivý moment přenáší plochým řemenem ke dvěma sériově zapojeným převodovkám (12).

Nože jsou připevněny k „T“ unášecům pomocí středového šroubu s talířovou pružinou a bezpečnostním drážkovaným kroužkem. Nože jsou zajištěny dvojicí bezpečnostních střížných kolíků zamezující přetížení žacího ústrojí. Kvůli dobré seči je nutný překryv nožů, který činí 63 mm. Jelikož jsou rotory uloženy lineárně kolmě na směr jízdy nože jsou pootočený vůči sobě o 90°. Toto načasování umožňuje ozubení na unášecích uchycující nože k rotoru. Kryt žacího ústrojí je vyroben z 2 mm silného plechu, který je ještě vyztužen trubkovým rámem. Nože jsou vyrobeny z s 5 mm silného plechu. Nože jsou pevné naostřeny ze spodní strany, Pro dopravu posečené zelené hmoty disponují lopatkami, které vytváří vzdušný vír, který dopravuje posečenou zelenou hmotu do sběrného koše a přisává polehlý porost. Žací ústrojí má v rozích umístěny 4 pomocná kolečka pro kopírování nerovného terénu a zajištění konstantní výšky sečení (17; 18; 12).

Pro snadné čištění prostor žacího ústrojí jsou po obou stranách rychlospojky pro připojení hadice s vodou. Toho to čištění lze využít hned po ukončení seče, dokud zbytky zelené hmoty nezaschnou na nožích a krytu žacího ústrojí. Údržba probíhá tak, že se na rychlospojky připojí hadice s vodou, spustí se motor stroje a zapne se žací ústrojí. Takto stroj necháme 1 až 5 minut, voda společně s pohybem nožů odstraní zachycené nečistoty. V případě většího nánosu zelené hmoty nebo jejího zaschnutí je potřeba tyto nečistoty odstranit ručně za pomoci špachtle (12).

4.3.5. Bezpečnost strojů

ROPS - stroj je povinně vybaven pevným ochranným rámem chránící obsluhu a zmírňující následky při převrácení. Rám je vyroben z ohýbané trubky čtvercového profilu. Rám obsahuje informační štítek o certifikaci a základních informacích.

Podlaha stroje vyrobena z hliníkového strukturovaného plechu s protiskluzovou úpravou. Volant disponuje koulí, která usnadňuje snazší manipulaci a ovladatelnost stroje především v nerovném terénu. Při otevření kapoty se kapota automaticky zajistí v krajní poloze. Výrobce tak předchází zranění obsluhy přivřením obsluhy mezi kapotu a rám stroje. Kapota odjišťuje v levém horním rohu povytažením závlačky.

Bezpečnostní pás - zvyšuje bezpečnost obsluhy při práci se strojem. Bezpečnostní pás je jen dvoubodový. Během provozu stroje musí mít obsluha bezpečnostní pás vždy zapnutý.

Čidlo přítomnost obsluhy – pokud stroj není zabrzděn ruční brzdou a motor je nastartován a obsluha stroje opustí sedadlo dojde k automatickému vypnutí motoru.

Čidlo přítomnosti koše na svém místě – čidlo zajišťuje blokaci sepnutí elektromagnetické spojky sečení pokud koš není zavřený a ve správné poloze nebo je demontován. Slouží především pro zvýšení bezpečnosti proti vylétávajícím předmětům z vynášecího tunelu.

Čidlo zavřené kapoty – v případě otevření kapoty motoru, když je motor nastartován dojde k vypnutí motoru z důvodu ochrany obsluhy úrazu od pohyblivých částí motoru.

Stravovací sekvence - aby bylo možné stroj bezpečně nastartovat je potřeba zajistit několik úkonů. Obsluha stroje musí sedět na sedadle, pedály pojezdu musí být v neutrální poloze, nesmí být sešlápnuty a musí být sešlápnut pedál brzdy. Tlačítko spouštění sečení musí být ve vypnuté poloze. Kapota motoru musí být zavřena. Bez dodržení těchto podmínek, se na display zobrazí chybová hláška o blokaci motoru a stroj není možné nastartovat.

Automatické vypínání žacího ústrojí – elektromagnetická spojka automaticky rozpojí pohon žacího ústrojí v případě, kdy se stroj začne pohybovat vzad ani stisknuto tlačítko „R“ anebo také v případě kdy dojde k naplnění sběrného koše v režimu „MAN“.

Čidlo běhu žacího ústrojí – Když je spuštěno žací ústrojí, zobrazí se na displeji příslušný piktoqram. V případě zvednutí se obsluhy ze sedadla se okamžitě rozpojuje elektromagnetická spojka pohonu. Reakční doba je do 4 s než se zastaví žací nože. (12)

4.3.6. Příslušenství

Stroj disponuje pouze možností připojení pasivního příslušenství zepředu nebo zezadu. Stroj je možné doplnit zepředu sněžnou radlicí, která se připojuje přídatný adaptér, který se montuje místo části předního závaží. Radlici je možné naklápět pomocí posuvného mechanismu na levou i pravou stranu, Radlici je možné polohovat do dvou poloh, pracovní poloha a poloha převážející. Vzadu stroj disponuje tažným zařízením s koulí o průměru 50 mm. Na tento závěs lze připojit přívěsný vozík (14).

Stroj lze také dovybavit silniční sadou, která obsahuje zpětné zrcátko, dvojic signalizačních světel a výstražného majáku umístitelné na bezpečnostní rám, ovládání signalizačních světel a výstražných světel na palubní desce, výstražný trojúhelník. S touto sadou lze stroj přihlásit jako pracovní stroj a vystavit registrační značku. Takto je stroj možné bezpečně provozovat na pozemních komunikacích (14; 12).

Tabulka 2 Parametry strojů Municipal 122 Diesel/Petrol

Parametr	Municipal 122D Diesel/Petrol
Motor	Kubota 3V Diesel/B&S Vanguard 2V Petrol
Výkon motoru (Kubota/Briggs&Straton)	25 HP/26 HP
Nastavené otáčky motoru [ot*min ⁻¹]	3000
Palivo (Kubota/Brix&Straton)	Nafta/bezolovnatý benzín
Hluk na místě obsluhy [db]	88,6
Hmotnost stroje [kg]	652/680
Rozměry stroje Š x V x D [cm]	129 x 195 x 303
Záběr žacího ústrojí [cm]	122
Výška sečení, počet poloh [mm]	30 – 100, 6
Uzávěrka diferenciálu	Ano, hydraulická
Pohon žacího ústrojí	Kardanova hřídel, úhlové převodovky
Volant	Měkký plast, naklopitelný, s koulí
Přední kola	18 x 6,5 – 8
Otáčky žacích nožů [ot*min ⁻¹]	2500
Zadní kola	23 x 10,5 - 12
Objem sběrného koše [l]	600
Výška vyklopení sběrného koše [°]	190
Průměr neposekané trávy [cm]	190
Svahová dostupnost [°]	12
Objem palivové nádrže [l]	25
Pojezdová rychlost vpřed/vzad [km/h]	20/16
Akumulátor	12 V 40 Ah
Spojka sečení	Elektromagnetická
Příslušenství	Pasivní přední, zadní
Čas vyklopení koše [s]	8
Bezpečnostní pás	ano

Zdroj: Vlastní zpracování z firemní literatury Společnosti Seco Industries s. r. o.

Při porovnání žacího traktoru Municipal s konkurenčními stroji je jeho nespornou výhodou jeho hmotnost, která je pouhých 652/680 kg oproti konkurenčním které váží od 845 do 1060 kg, je tedy nesporná výhoda při údržbě intenzivních travních porostů, kdy tolik nezhuťuje půdu a nezatěžuje travní porost a také při přepravě. Oproti konkurenčním strojům disponuje lepším

výhledem, kvůli skosené kapotě. Stroj je také ze všech nabízených na tuzemském trhu nejkratší. Výhodou stroje je automatické polohování žacího ústrojí do přepravní polohy a možnost vysypání sběrného koše společně s jeho zvedáním. Nevýhodou stroje je absence vývodového hřídele a možnost připojení aktivního příslušenství. Oproti konkurenčním strojům, které mají kapotáž vyráběnou vstřikovanými plasty nepůsobí tak dobře.

4.4. Paliva metodika

Autor práce provede pokusné měření spotřeby pohonných hmot za různých podmínek náročností sečení. Vybere stroje s různými motory. Autor práce vybere správnou metodu měření. Po změření autor zanesení do tabulky naměřené spotřeby paliva společně s charakteristikou porostu a podmínek za kterých byl pokus proveden. Každé měření zopakuje třikrát.

4.4.1. Podmínky sečení

Lehké Podmínky

Rovinaté pozemky nebo pozemky s mírným sklonem. Travní porost je pravidelně udržován, jehož výška činí do 100 mm. Skladu rostlin tvoří především rostliny z čeledi lipnicovitých.

Jedná se například o dětská hřiště, parky, veřejná prostranství, fotbalová hřiště a trávniky kolem rodinných domů.

Střední podmínky

Rovinaté nebo mírně svažité pozemky s méně častou údržbou. Travní porost dosahuje výšek od 100 mm do 250 mm, Skladba rostlin je již více rozmanitá. Porost může být částečně poléhavý.

Náročné podmínky

Rovinaté pozemky nebo pozemky s mírným sklonem. Travní porost nebývá pravidelně udržován, jeho výška je od 250 mm výše. Porost na pozemcích obsahuje různé druhy rostlin i náletové dřeviny. Porost bývá velmi často poléhavý.

Velmi Náročné podmínky

Hodnocení velmi náročných podmínek je stejné jako hodnocení náročných podmínek, navíc se přidává podmínka větších sklonů pozemků.

4.5. Postup vlastního měření

Pro vlastní měření byla využita metoda pomocí odměrného válce, doplňování paliva na stanovenou hladinu (viz kap. XX Metody měření). Autor tuto metodu volil z důvodu jednoduchého a rychlého aplikování při terénním měření. Dalším důvodem byl apel společnosti Seco Industries s. r. o. nezasahovat do stroje a nutnost nedestruktivně upravovat konstrukci a kryty stroje, jelikož se jednalo o předváděcí stroje určené na výstavy a případný prodej při předváděcích akcích.

Samotné měření probíhalo na soukromých pozemcích v okolí Starého Místa, Kostelce a Jičina v Královéhradeckém kraji. Bylo sečeno na rovinatých pozemcích s různou členitostí pozemků a různou skladbou porostů a jejich výškou. Měření bylo prováděno v časových intervalech namísto měření posečené plochy, z důvodu nesouměrnosti pozemků a jejich různé výměry. Jelikož pozemky byly různě členité a veliké byly zvoleno intervalové měření.

Měření bylo provedeno za spolupráce Tomáše Pacíka, zaměstnance vývojového a rozvojového oddělení Seco Industries s. r. o. Měření probíhalo na pozemcích s různým porostem. Měření bylo provedeno za lehkých podmínek, středních podmínek a náročných podmínek. Dále bylo provedeno měření spotřeby paliva jen za samotné jízdy.

Před začátkem měření se oba stroje byly stroje důkladně zkontrolovány, obou strojům byly nabroušeny žací nože. Stroje byly postaveny na rovný povrch, nádrže obou strojů byly naplněny až po náběh víčka nádrže. Nadrž byla naplněna až po hrdlo z důvodu eliminace případného náklonu stroje. V případě mírného náklonu rozdíl mohl činit pouze několik mililitrů, zatímco kdyby byla nádrž plněna například do jedné poloviny, již při nepatrném náklonu by rozdíl mohl činit nižší desítky procent od skutečného stavu. Při testovacím měření bylo dosaženo jen minimálního rozptylu, takže tuto metodu lze považovat za velice objektivní. Měření probíhala na obou strojích současně. Poté byly oba stroje současně nastartovány a spuštěny stopky. U obou strojů byly otáčky motoru nastaveny shodně na $3000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. Měření probíhalo se zapnutým sečením v pojezdovém režimu „želva“. Během měřeného časového intervalu se obsluhy strojů vyměnili, z důvodů eliminace rozdílů v různých stylech jízdy a rozdílného zatížení na stroj (rozdílná hmotnost obsluhy 108 a 115 kg). Po skončení časového intervalu byly stroje dovezeny na rovinu, startovací místo. Pomocí odměrného válce byly doplněny pohonné hmoty až na počáteční stav. Spotřeba paliva byla odečtena a zanesena do připravené tabulky společně s časovým intervalem, charakteristikou travního porostu, jeho výškou a výškou nastavenou výškou sečení. Byly také zaznamenány rozdíly poklesu otáček, kvalité vykonané seče, počtu ucpávek tunelu a kvality prostředí pro obsluhu. Měření bylo provedeno

opakovaně za náročných, středních a lehkých podmínek. Za každých podmínek byly změřeny tři časové intervaly. Časový interval byl měřen po 30 minutách, z důvodu různých velikostí pozemků. Volba třiceti minutového intervalu byla dostačující pro všechny vybrané pozemky, aby se nemuselo přejíždět na jiné.



Obrázek 11 Sečený pozemek

Na závěr bylo provedeno spotřeby strojů během jízdy bez zapnutého sečení. Toto měření bylo uskutečněno z důvodu změření, jakou mají stroje spotřebu během přesunů. Oba stroje byly opět postaveny na rovný povrch, byla doplněna palivová nádrž po stanovenou hladinu. Stroje byly nastartovány společně se spuštěním stopek. Měření probíhalo na uzavřené veřejné komunikaci, areálu Seco Industries s. r. o. a zpevněných cestách kolem Starého místa. Měření probíhalo v pojezdovém režimu „želva“ a poté v pojezdovém režimu „zajíc“. Během každého měření se obsluhy strojů vyměnily v polovině časového intervalu. Po uplynutí časového intervalu se stroje opět vrátily na startovací rovné místo. Odměrným válcem byly doplněny pohonné hmoty po stanovenou hladinu. Spotřeby pohonných hmot byly zaneseny společně s časem do poznámkového bloku. Během měření byly sledovány jízdní vlastnosti strojů. Měření bylo dvakrát opakováno. Měření spotřeby paliva během samotné jízdy probíhalo také v 30minutových intervalech. Při přejezdech mezi pozemky byly stroje převáženy za pomoci nákladního auta s návěsným přípojným vozem.

4.5.1. Pomůcky potřebné k měření

Municipal 122 Diesel

Municipal 122 Petrol

Odměrný válec 500 ml

Trychtýř

Elektronické stopky

Kanystry s palivy

Poznámkový blok

4.5.2. Charakteristika pozemků během měření

Kostelec

Zahrada s pravidelně udržovaným trávnickem o výšce 80 až 120 mm. Podmínky sečení byly hodnoceny jako lehké. Seč provedena na 60 mm. Skladba rostlin převážně traviny, s lokálními výskyty šťovíku, jitrocelu kopinatého a pampelišky lékařské.

Sad s extenzivně udržovaným porostem. Skladba rostlin tvoří převážně traviny s drobným výskytem šťovíku, Porost převážně vysoký 120 až 150 mm s občasným výskytem stébel o výšce 250 mm. Porost částečně polehlý. Místy s výskytem trsovitě rostoucích travin. Seč provedena na 73 mm. Podmínky hodnoceny jako Středně náročné.

Staré místo

Pozemek s trvalým porostem skládajícím se převážně z jetelovin a travin. Výška porostu činila 400 mm, Podmínky sečení hodnoceny jako náročné, po druhé seči hodnocené jako lehké. Seč probíhala z 400 mm na 90 mm, poté byl pozemek ještě posečen z 90 mm na 60 mm. Jednotlivé rostliny propleteny mezi sebou.

Pravidelně udržovaná zahrada průměrnou výškou porostu 90 mm. Porost se skládal ze směsi travin s lokálními oblastmi s výskytem pampelišky lékařské. Porost pravidelný jen místy prořídly.

Jičín

Pozemek s travním porostem o průměrné výšce 150 mm, složení porostu výhradně z lipnicovitých. Pozemek pravidelně udržován, seč provedena na 60 mm. Podmínky vyhodnoceny jako středně náročné. Porost pravidelný.

4.6. Naměřené hodnoty

Lehké podmínky

Tabulka 3 Měření spotřeby pohonných hmot za lehkých podmínek

Číslo měření	1.	2.	3.
Municipal 122 Diesel	0,95	1	0,9
Municipal 122 Petrol	1,5	1,6	1,4

Středně náročné podmínky

Tabulka 4 Měření spotřeby pohonných hmot za středně náročných podmínek

Číslo měření	1.	2.	3.
Municipal 122 Diesel	1,1	1,05	1,1
Municipal 122 Petrol	1,6	1,75	1,8

Náročné podmínky

Tabulka 5 Měření spotřeby pohonných hmot za náročných podmínek

Číslo měření	1.	2.	3.
Municipal 122 Diesel	1,25	1,1	1,3
Municipal 122 Petrol	2,1	2	2,15

Jízda bez zapnutého sečení

Tabulka 6 Měření spotřeby pohonných hmot za náročných podmínek

Číslo měření	1.	2.	3.
Municipal 122 Diesel	0,6	0,65	0,6
Municipal 122 Petrol	0,9	1	0,85

Tabulka 7 Průměrné naměřené hodnoty strojů Municipal 122 Diesel a Petrol v 30 minutovém intervalu [$l^*0,5h^{-1}$]

	Municipal 122 Diesel	Municipal 122 Petrol
Lehké podmínky	0,95	1,5
Středně náročné podmínky	1,17	1,75
Náročné podmínky	1,22	2,1
Jízda bez zapnutého sečení	0,62	0,92

Tabulka 8 Hodinová spotřeba strojů v l^*h^{-1}

	Municipal 122 Diesel	Municipal 122 Petrol
Lehké podmínky	1,9	3
Středně náročné podmínky	2,34	3,5
Náročné podmínky	2,44	4,2
Jízda bez zapnutého sečení	1,24	1,84

4.6.1. Hodnocení výkonnostních parametrů strojů

Výkonnost

Již při nastartování motorů měla verze se zážehovým motorem problém dosáhnout požadovaných $3000 \text{ ot}^*\text{min}^{-1}$, při sepnutí pohonu sečení otáčky poklesly o $100 \text{ ot}^*\text{min}^{-1}$ při kontaktu nožů s travním porostem otáčky opět poklesly o $200 \text{ ot}^*\text{min}^{-1}$. U verze se vznětovým motorem otáčky poklesly při zátěži jen o $50 \text{ ot}^*\text{min}^{-1}$. Místy tedy docházelo k nedokonalému posečení travního porostu v místech, kde byl porost přejet předními koly, rotor nedokázal vytvořit dostatečný vztlak lopatkami, aby došlo k posečení polehlého porostu. Vzniklý pruh několika neposečených stébel bylo nutné přejet v opačném směru. Při hustším porostu zůstávaly zbytky posečené zelené hmoty ležet za strojem na zemi. Mnohem snadněji a častěji docházelo k ucpávání vynášecího tunelu. Vysoký pokles otáček u benzínové verze měl za následek snížení kvality sečení. Pokles otáček na rotoru zapříčinil zhoršení kvality sacího efektu lopatek žacích nožů, se ztrátou sacího efektu dochází ke snížení dopravního efektu.

Výkonnost stroje s vznětovým motorem je dostačující pro všechny typy podmínek, stroj nevykazuje zhoršení kvality práce při stížených pracovních podmínkách. Stroj dokáže dokonale

upravit porost vysoký 400 mm bez vynechávek a dokonalým sběrem posečeného porostu. K ucpávání vynášecího tunelu dochází jen v ojedinělých případech.

Stroj se zážehovým motorem vykazuje zhoršení výkonnosti při náročných podmínkách, ale při sečení v lehkých podmínkách je výkon stroje plně dostatečný. Důležité je také podotknout, že tyto stroje nejsou určeny pro sečení vysokého porostu, výrobce udává maximální výšku porostu 250 mm, a při měření byl sečen porost o výšce až 400 mm.

Obsluha

Jelikož stroj s motorem Briggs&Straton je vybaven vzduchovým chlazením, dochází tak vhánění teplého vzduchu přímo do prostoru obsluhy. Obsluha je vystavována chvílemi velice nepříjemným podmínkám. V letních měsících může docházet až k přehřátí obsluhy. Při sečení velice suchého porostu se vytváří velké množství prachu ze samotného travního porostu, ale také se zvedá z povrchu a je ventilátorem na motoru vháněn přímo na místo obsluhy. Potíže obsluze také působí častější ucpávání vynášecího koše, kdy musí nechat zvednutý a vyklopený sběrný koš, a manuálně ručně nebo pomocí prodloužené škrabky zprůchodnit vynášecí tunel. A znovu posbírat nesebranou posečenou zelenou hmotu.

Spotřeba pohonných hmot

Již z prvních výsledků měření je patrné, že stroj se zážehovým motorem byl při práci se zapnutým sečením o 57 % při lehkých podmínkách, o 49 % při středně náročných podmínkách a o 72 % při náročných podmínkách energeticky více náročný, při jízdě bez zapnutého sečení rozdíl činil 48 %. Spotřeba Municipal 122 diesel se pohybovala mezi 1,9 až 2,44 l*h⁻¹, Municipal 122 Petrol spotřeboval od 3 do 4,2 l*h⁻¹.

4.7. Ekonomické hodnocení strojů

Další možností hodnocení strojů je ekonomické porovnání. Ekonomické hodnocení nám poskytuje reálný přehled o provozních nákladech stroje. Složkou ekonomických ukazatel strojů jsou náklady fixní a variabilní.

Fixní náklady – do těchto nákladů zahrnujeme odpisy, zúročení vlastního kapitálu, garážování, havarijní pojištění, povinné ručení a silniční daň. Tyto náklady nejsou závislé na ročním využití stroje. Náklady jsou sledovány v ročním časovém horizontu.

Variabilní náklady – tyto náklady jsou časově proměnné, závisí na ročním využití stroje. Do variabilních nákladů řadíme například spotřeba pohonných a mazacích hmot, mzdy

zaměstnanců, opravy stroje. Základem sledování variabilních nákladů je vyjádření na měrnou jednotku množství práce.

$$\text{Fixní náklady celkem: } rNf = rNa + rNzu + rNpr + rNhP + rNg \quad (5)$$

$$\text{Jednotkové variabilní náklady celkem: } jNvs = jNu + jNe + jNon \quad (6)$$

$$\text{Přepočet jednotkových variabilních nákladů na roční: } rNvs = jNvs * rWs \quad (7)$$

$$\text{Celkové náklady: } rN = rNf + rNvs \quad (8)$$

Kde:

rNf = celkové náklady fixní

rNa = amortizace [$\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$]

$rNzu$ = zúročení [%]

$rNhP$ = havarijní pojištění [%]

$rNpr$ = povinné ručení [$\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$]

rNg = garážování [$\text{Kč} \cdot \text{m}^{-2}$]

$jNvs$ = jednotkové variabilní náklady celkem [$\text{Kč} \cdot \text{den}^{-1}$]

jNu = údržba [$\text{Kč} \cdot \text{den}^{-1}$]

jNe = energie [$\text{Kč} \cdot \text{den}^{-1}$]

$jNon$ = osobní náklady [$\text{Kč} \cdot \text{den}^{-1}$]

$rNvs$ = roční jednotkové náklady [$\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$]

rWs = roční využití stroje [$\text{hod} \cdot \text{rok}^{-1}$]

rN = celkové náklady [$\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$]

4.7.1. Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení použitých strojů vychází především z firemní literatury a provedeného provozního měření. Výpočty vycházejí z publikace Řízení a organizace výrobních procesů od prof. Kavky a spol.(22)

Tabulka 9 Vstupní parametry strojů pro ekonomické hodnocení

Název parametru	Municipal 122 Diesel	Municipal 122 Petrol
Cena [Kč]	568 700	510 000
Procento vlastních zdrojů [%]	100	100
Roční využití [hod*rok ⁻¹]	700	700
Hodinová výkonnost [ha*h ⁻¹]	0,4	0,4
Povinné ručení [Kč/rok]	1200	1200
Havarijní pojištění [%]	2	2
Garážovací plocha [m ²]	9,2	9,2
Garážovací sazba [Kč*m ⁻² rok ⁻¹]	400	400
Koeficient nákladů na údržbu [-]	1,2	1,2
Počet pracovníků obsluhy [ks]	1	1
Hodinová mzda [Kč/h]	200	200
Spotřeba PH [l*hod ⁻¹]	2,23	3,57
Sazba za PH n. el. [Kč*l ⁻¹]	36	36
Sazba zúročení VK [%]	2	2
Odpisová doba [rok]	6	6

Tabulka 10 Ekonomické porovnání strojů Municipal 122 Diesel a Petrol

Položka nákladů	Municipal 122 Diesel		Municipal 122 Petrol	
	Roční [Kč/rok]	Jednotkové [Kč*motoh ⁻¹]	Roční [Kč/rok]	Jednotkové [Kč*motoh ⁻¹]
Amortizace	73931	105,6	66300	94,7
Zúročení Vlastního kapitálu	7838,1	11,2	6222	8,9
Povinné ručení	1200	1,7	1200	1,7
Havarijní pojištění	6824	9,7	6120	8,7
Garážování	3691	5,3	3691	5,3
Náklady fixní celkem	93484,1	133,5	83533	119,3
Údržba	71120	101,6	63750	91,1
Energie	56196	80,3	89964	128,5
Osobní náklady	140700	201	140700	201
Náklady variabilní celkem	268016	382,9	294400	420,6
Náklady celkem	361500,1	516,4	377933	539,9

Nejdůležitějšími parametry, které do ekonomického vyhodnocení vstupují jsou roční využití strojů, jejich pořizovací cena a spotřeba pohonných hmot, zároveň jsou to parametry, které se u obou strojů liší. Roční využití bylo zvoleno 700 motohodin, které odpovídají 117 pracovním dnům při šesti hodinové směně. 700 motohodin odpovídá intenzivnímu využití stoje komu-

nálními nebo zahradnickými službami. Cena paliva byla zvolena záměrně 36 Kč pro bezolovnatý benzín i motorovou naftu stejně, jelikož se cenové hladiny obou pohonných hmot během provozního měření držely na stejné cenové hladině.

Roční náklady jsou vypočítány v jednotkách Korun českých za rok [Kč*rok⁻¹]. Výpočty jednotkových nákladů je vztažen na Korun českých za jednu motohodinu [Kč*motoh⁻¹]. Vztažení výpočtů a měření na časovou výkonost je výhodnější oproti plošné výkonosti, protože výkonost stojí se mění dle aktuálních podmínek.

Provoz jedné motohodiny na stroji Municipal 122 Diesel dle výpočtů v tabulce 10 stojí 383 Kč, u stroje Municipal 122 Petrol jedna motohodina provozu stojí 420 Kč. Při sečtení všech nákladů vychází, že celkové náklady na stroj Municipal 122 Diesel 361 500 Kč, Náklady stroje Municipal 122 Petrol jsou 377933 Kč, je tedy o 16433 Kč ekonomicky náročnější. Při stejném časovém využití je pořízení stroje Municipal 122 Petrol nevýhodné.

Vezmeme-li v úvahu, že stroj Municipal 122 Petrol je alternativní a levnější verzi a je určený pro méně časté roční využití například menších obcí a přepočítáme tedy pro něj hodnoty ekonomického porovnání při ročním využití jen 400 motohodin, při zachování všech ostatních parametrů vychází údaje uvedené v tabulce 11.

Tabulka 11 Přepočítané náklady při ročním využití strojů 400 motohodin

Položka nákladů	Municipal 122 Diesel		Municipal 122 Petrol	
	Roční [Kč/rok]	Jednotkové [Kč*motoh ⁻¹]	Roční [Kč/rok]	Jednotkové [Kč*motoh ⁻¹]
Náklady fixní celkem	93484,1	233,7	83533	208,8
Náklady variabilní celkem	153160	382,9	168240	420,6
Náklady celkem	246644,1	616,6	251773	629,4

Roční fixní náklady se nezmění, jen se změní jejich jednotková část, zvýší se po přepočtu na 400 motohodin o 52 %. Jednotkové variabilní náklady zůstávají také stejné, jen se ponížší jejich celková roční hodnota, kvůli menšímu ročnímu využití. Při ročním Využití vznětové verze stroje při 400 motohodinách za rok činí celkové náklady na provoz stroje 246644 Kč, když by

zážehová verze stroje byla také využívána například menší obcí pouze 400 motohodin, tak roční celkové náklady na provoz stroje činí pouze 251773 Kč. Rozdíl stále činí 5129 Kč.

Náklady obou strojů se rovnají při ročním využití 264 hodin, kdy náklady na provoz vychází u obou strojů 194570 Kč. Stroj Municipal 122 Petrol je tedy výhodné provozovat do ročního využití pouze 264 motohodin.

5. Výsledky a diskuse

Stejně problematice měření spotřeby pohonných za pomoci odměrného válce se věnuje ve své diplomové práci „Měření spotřeby paliva u vybraných strojů firmy SECO GROUP“ (2019) Ing. Jan Kinčl. Své měření prováděl na vyznačeném 100metrovém úseku. Pohonné hmoty doplňoval na rysku umístěnou v polovině nádrže. Po ujetí stanovené vzdálenosti doplňuje spotřebované pohonné hmoty pomocí odměrného válce. Dle měření Kinčla čas jízdy trval 40 s, naměřená spotřeba bez zatížení činila přibližně 30 ml a se zatížením spotřeba činila kolem 60 ml. Autorovy přepočtené hodnoty na hodinovou spotřebu odpovídají spotřebám pohonných hmot v rozmezí udávaných výrobcem.

Autor této práce volil způsob měření v časovém intervalu 30 minut. Počáteční hladina paliva byla zvolena až po náběh hrdla nádrže. Po uplynutí časového intervalu byly doplněny pohonné hmoty a byla odečtena jejich spotřeba.

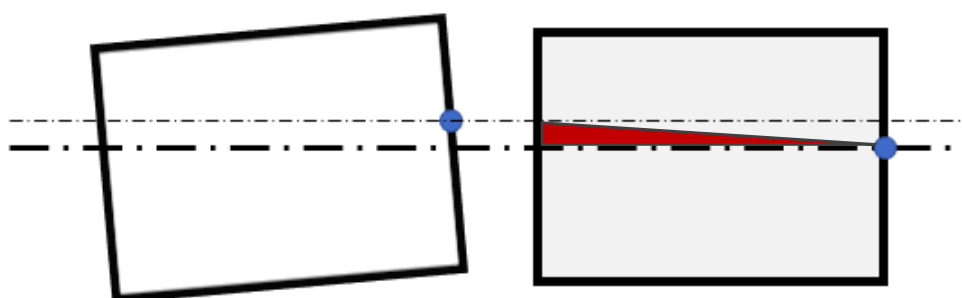
Vzdálenost a čas během kterého prováděl Ing. Kinčl svá měření se zdají autorovi práce příliš krátké, hrozí riziko zkreslení dat, především počátečním nastartováním a rozjezdem stroje, kdy je krátkodobě spotřeba mnohonásobně vyšší. Delší vzdálenost a čas lépe eliminuje výkyv v okamžité spotřebě a tato odchylka se lépe rozmělní v celkové spotřebě pohonných hmot.

Zvolení měrné hladiny v polovině palivové nádrže můžeme mít za následek zvýšení rozdílu ve skutečné spotřebě pohonných hmot. Nepatrný náklon stroje bez použití nějakého měřicího přístroje například libely není schopen člověk poznat. Doplnění paliva až po náběh hrdla palivové nádrže minimalizuje případný rozdíl. Povrch průřezu nádrže v místě hrdla je jen několik desítek centimetrů čtverečních, zatímco plocha průřezu nádrže může být i 25krát větší a doplnění takto malého množství paliva je těžko znatelné při nepatrném zvýšení hladiny viz obrázek 13.



Obrázek 12 Měření objemu palivové nádrže

V nejširším průřezu je doplnění 1 l kapaliny do nádrže málo znatelné, rozdíl činí jen několik mm. Při mírném náklonu oproti rovnovážné poloze stroje dochází k nutnosti doplnění více nebo naopak méně pohonných hmot. Rozdíl v naměřené a skutečné spotřebě pohonných hmot může činit až desítky procent viz obrázek 14, červená plocha na obrázku znázorňuje rozdíl rovnovážné a nakloněné nádrže při stejném označení měrné hladiny. Riziko naplnění nádrže až po hrdlo spočívá v možném vylití pohonné hmoty z nádrže.



Obrázek 13 Schématické znázornění hladiny paliva, když je palivová nádrž nakloněna pod úhlem 5% vlevo a vodorovně umístěna nádrž vpravo

6. Závěr

Výstupem této diplomové práce je porovnání spotřeby pohonných hmot žacích traktorů s vezoucí se obsluhou s různými motory. Porovnání strojů vycházelo praktických zkoušek a provozního měření. Pro měření byl osloven tuzemský výrobce samojízdných traktorů s dlouholetými zkušenostmi a tradicí. Společností Seco Industries s. r. o. byly zapůjčeny stroje s označením Municipal 122 Diesel a Municipal 122 Petrol. Jednalo se profesionální žací malotraktory určené pro intenzivní management travních porostů. Oba stroje se lišili jen použitými motory a jejich zástavbou.

Autor zvolil metodu měření s odměrným válcem, kdy se hladina pohonných hmot doplňovala na stanovenou hladinu. Objektivnost měření byla zajištěna souběžnou jízdou obou strojů současně a střídáním obsluh strojů v polovině časového intervalu. Obsluha strojů měnila stroje především z důvodu eliminace rozdílu stylu jízdy a odlišného zatížení strojů. Časový interval trval 30 minut. 30-ti minutový interval byl dostačující pro měření bez nutnosti přerušovat měření a přejíždět na jiné pozemky.

Měření probíhala na pozemcích v Královéhradeckém kraji v obcích Jičín, Staré Místo a Kostelec.

Naměřené hodnoty spotřeby pohonných hmot činily pro Municipal 122 Diesel 1,9 až 2,44 l*h⁻¹, průměrná spotřeba stroje činila 2,23 l*h⁻¹. Spotřeba pohonných hmot Stroje Municipal 122 Petrol činila 3 až 4,2 l*h⁻¹, průměrná spotřeba činila 3,57 l*h⁻¹. Municipal 122 Petrol je tedy průměrně o 1,34 litrů paliva náročnější na jednu motohodinu. Během provozního měření byla také sledována výkonnost a kvalita vykonané seče.

Výkon diesellového motoru Kubota 902 je plně dostačující i v náročných podmínkách, posečení vysokého travního porostu je dokonalé a posečená zelená hmota nezůstává nesebraná. Výkon benzínového motoru Briggs&straton Vanguard 25 HP je postačující pouze do lehkých případně středně náročných podmínek. Při zapnutí pohonu žacího ústrojí dochází k poklesu otáček o 100 ot*min⁻¹ a při kontaktu žacích nožů s travním postem klesají otáčky o 200 ot*min⁻¹. U naftové veze otáčky klesají o pouhých 50 ot*min⁻¹. Velký pokles otáček má negativní vliv na ztrátu sacího efektu vyvolaného lopatkami žacích nožů, se kterým souvisí zhoršení kvality seče, vzniku vynechávek neposečeného porostu, ponechání část posečené zelené hmoty na pozemka a častější ucpávání vynášecího tunelu.

Ekonomické porovnání strojů vycházelo z firemní literatury a provozního měření. Při stejném ročním využití obou strojů 700 hodin vychází celkové náklady na stroj Municipal 122 Diesel 361500 Kč, na stroj Municipal 122 Petrol jsou náklady 377933 Kč. Vezme-li v potaz, že stroj Municipal 122 Petrol byl navržen jako alternativní a levnější verze Stroje Municipal 122 Diesel, s méně častým ročním využitím, při přepočtu nákladů na $400 \text{ h} \cdot \text{rok}^{-1}$ vycházejí náklady na stroj Municipal 122 Diesel 246644 Kč a 251773 Kč na stroj Municipal 122 Petrol. Provoz jedné hodiny stroje Municipal 122 Diesel stojí 383 Kč, Municipal 122 Petrol stojí 420 Kč. Roční celkové náklady se obou strojů se vyrovnávají při ročním využití 264 motohodin. Do ročního využití 263 motohodin je ekonomicky výhodnější Stroj Municipal 122 Petrol.

Měření spotřeby pohonných hmot pomocí metody s odměrným válcem je velice snadná, rychlá a přesná metoda zjišťování energetické náročnosti strojů, vhodná především pro terénní měření či speciální experimentální pokusy. Tato metoda se vyznačuje minimem potřebných věcí pro měření a nevyžaduje nutnost zasahovat do stroje.

7. Citovaná literatura

1. **Ondřej, Jan.** *Travníky kolem nás*. Praha : Futura a. s., 1993. 80-85523-08-6.
2. **Svobodová, Miluše.** *Travník*. Praha : Grada, 2004. 80-247-0917-1.
3. **Hejduk, Stanislav.** *Ošetřování travníků s minimálním použitím pesticidů a minerálních hnojiv*. 9, Praha : Profi Press, 2018.
4. **Paleček, Roman.** *V Táboře budou likvodovat plevel párou*. 2, Praha : Profi Press, 2020.
5. **Kumhála, František, Heřmánek, Petr, Mašek, Jiří, Kvíz, Zdeněk, Honzík Ivo.** *zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinou výrobu*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 978-80-213-1701-7.
6. **Krupička, Josef.** Využití energetických prostředků. *Zemědělec*. [Online] 30. leden 2008. [Citace: 5. 1 2023.] <https://zemedelec.cz/vyuziti-energeticky-prostredku/>.
7. **Tým Seco.** Seco MP 122 D. *Seco-traktory.cz*. [Online] leden 2022. [Citace: 22. Listopad 2022.] <https://www.seco-traktory.cz/wp-content/uploads/2022/11/Traktor-SECO-MP-122D.pdf>.
8. **Vrbová, Denisa, Salaš, Petr a Jiří Jandák.** Vliv sečení a mulčování na stav travních porostů v městském parku v Brně. *CBKS*. [Online] 2018. <http://www.cbks.cz/rostliny2019/prispevky/VrbovaSalasJandak.pdf>.
9. **Marčan, Jiří.** Průzkum použitelnosti nožového a cepového žacího ústrojí u mulčovačů s vezoucím obsluhou. Praha, 2021. Bakalářská práce (Bc.). Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů 15. 5. 2021
10. **Tým Seco.** Vertikutace. *Seco-traktory.cz*. [Online] [Citace: 3. 2 2023.] <https://www.seco-traktory.cz/vertikutace/>.
11. **Kraus, Zdeněk.** *Zemědělská mechanizace*. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, 1996. 80-7105-132-2.
12. **Celjak, Ivo.** *Strojní zařízení pro údržbu komunálních ploch*. 2, Praha : Profi Press, 2017. 9771802239004.
13. **Fuka, Vladislav.** *Na dlouhých stráních s dlouhým ramenem*. 9, Praha : Profi Press, 2018.
14. **Persson, Sverker.** *Mechanics of cutting plant material*. Michigan : The American Society of Agricultural Engineers, 1987. 0916150860.

15. Seco MP 122 D. *Seco-traktory.cz*. [Online] Seco Industries s. r. o. . [Citace: 23. říjen 2022.] <https://www.seco-traktory.cz/produkt/seco-mp-122d/>.
16. Kubota D902-E4B. *Lectura spec*. [Online] [Citace: 10. 2 2023.] <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/komponenty/motory-kubota/d902-e4b-11703484>.
17. Regulation emissions vehicles and engines. *EPA*. [Online] 16. únor 2023. [Citace: 2023. březen 20.] <https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/regulations-emissions-heavy-equipment-compression>.
18. Briggs&Straton. *Obchod-Briggs&Straton.cz*. [Online] [Citace: 5. 2 2023.] <https://obchod.briggs-stratton.cz/horizontální-motory//strana-3++/>.
19. Vanguard. *VanguardPower.com*. [Online] [Citace: 23. leden 2023.] https://www.vanguardpower.com/na/en_us/product-catalog/engines/810cc-vtwin.-shaft/vanguard-260-g.ross-hp-810cc.html.
20. Stout, B. A. a Cheeze, B. *Handbook of Agricultural Engeniring, Volume III*. Michigan : The American Society of Agricultural Engineers, 1999. 1892769026.
21. Srivastava, A. K., Georgering, C. E. a Rohrbach, R. P. *Engeniring Principes of Agricultural Machines*. Michigan : The American Society of Agricultural Engineers, 1993. 0929355334.
22. Kavka, M. a Mimra, M. *Říření a organizace výrobních procesů*. Praha : Česká zemědělská univerzita va Praze, Technická fakulta, 2019.