

Česka zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Sledování provozních parametrů vřetenových žacích
strojů pro golfová hřiště**

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Adolf Rybka, CSc.

Autor práce: Bc. Michal Šimek

PRAHA 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra zemědělských strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Šimek Michal

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Sledování provozních parametrů vřetenových žacích strojů pro golfová hřiště

Anglický název

Comparision of working parameters of cylinder mowers for golf courses

Cíle práce

Sledování provozních parametrů strojů v závislosti na seřizení a údržbě vřetenového žacího ústrojí u vybraných strojů pro golfová hřiště.

Metodika

Zpracovat literární referenci a vyhodnotit publikované výsledky. Popsat a analyzovat hlavní parametry, které u vybraných strojů ovlivňují spotřebu PHM. Experimentálně sledovat a posoudit vliv systému broušení na kvalitu trávníku golfového hřiště.

Osnova práce

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Požadavky na kvalitu golfových hřišť
4. Používané žací stroje pro golfová hřiště
5. Rozbor hlavních parametrů ovlivňujících spotřebu PHM
6. Metodika dílčích experimentů
7. Výsledky a vyhodnocení
8. Předpoklady dalšího vývoje
9. Závěr
10. Seznam literatury
11. Přílohy

Rozsah textové části

45-50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

golfové hřiště, vřetenové žací ústrojí, broušení vřetene, kvalita práce

Doporučené zdroje informací

1. CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume III, Plant Production Engineering, ASAE, St. Joseph, Michigan, USA, 1999, 632 p. ISBN 1-892769-02-6
 2. BŘEČKA, J., HONZIK, L., NEUBAUER, K. Stroje pro sklizeň pšenice a obilnin. TF ČZU v Praze, 2001, 147 s. ISBN 80-213-0738-2
 3. HRABĚ, F. a kol. Trávníky pro zahrady, krajinu a sport. Vydavatelství Ing. Petr Bažan, 2009, 335 s. ISBN 978-80-87091-07-4
 4. KUMHÁLA, F. a kol. Zemědělská technika. Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. ČZU v Praze, 2007, 438 s. ISBN 978-80-213-1701-7
 5. Studijní a výzkumné zprávy. Dokumentace RZS TF ČZU v Praze, VOZT v.v.i. Praha a ÚZEI Praha, Odborné časopisy a elektronické fremní zdroje.
-

Vedoucí práce

Rybka Adolf, doc. Ing., CSc.

Konzultant práce

Ing. Rudolf Šindelář, Ph.D.

Termín zadání

listopad 2013

Termín odevzdání

duben 2015

Elektronicky schváleno dne 17.1.2014

doc. Ing. Adolf Rybka, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23.1.2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma: „Sledování provozních parametrů vřetenových žacích strojů pro golfová hřiště“ zpracoval samostatně po odborných konzultacích s doc. Ing. Adolfem Rybkou, CSc. a Ing. Rudolfem Šindelářem, Ph.D. za použití pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Praze, dne 30. března 2015

.....

Poděkování

Děkuji za odborné vedení, rady a konzultace doc. Ing. Adolfu Rybkovi, CSc. a Ing. Rudolfu Šindelářovi, Ph.D. Poděkování patří také mé přítelkyni a rodině za prostor, který mi při tvorbě této práce poskytly.

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá sledováním provozních parametrů žacích strojů v závislosti na seřízení a údržbě vřetenového žacího ústrojí. Ve své první části se práce věnuje požadavkům na kvalitu golfových hřišť včetně požadavků na broušení vřeten. Dále pak popisuje používané žací stroje pro golfová hřiště. Zde je důraz kladen na stroje využitelné v tuzemsku. Ve své další části uvádí rozbor hlavních parametrů ovlivňujících spotřebu PHM. V závěrečné části diplomová práce uvádí metodiku dílčích experimentů, prezentuje výsledky a jejich vyhodnocení a zabývá se předpoklady dalšího vývoje vřetenových žacích strojů. Z analyzovaných dat je patrný pozitivní vliv broušení vřeten na spotřebu PHM. Během prováděných experimentů byly také zjištěny rozdíly ve spotřebě PHM, které lze přikládat obsluze stroje. Tyto rozdíly jsou značné. Souběžně byl sledován pozitivní vliv broušení vřeten na kvalitu trávníku.

Klíčová slova: golfové hřiště, vřetenové žací ústrojí, broušení vřetene, kvalita práce

Comparsion of working parameters of cylinder mowers for golf courses

Summary: This thesis deals with monitoring operational parameters of mowers depending on adjustment and maintenance of mower reel. In its opening part, the thesis deals with requirements for quality of golf courses, including the requirements for reel grinding. Subsequently, it describes commonly used mowers for golf courses. The emphasis is on the mowers that are used in this country. In its next part, the analysis of the parameters that define fuel consumption of the machinery is presented. The closing part of the thesis introduces the methodology of constituent experiments, presents results and evaluation of them and also deals with expected development in the field of reel mowers. The analyzed data is having a positive grinding impact, spindles on fuel consumption. During the experiments conducted were also found differences in fuel consumption, which affects the operation of the machine. These differences are significant. In parallel, there was a positive effect of reel grinding on lawn.

Key words: golf course, mower reel, reel grinding, quality of work

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Požadavky na kvalitu golfových hřišť	3
3.1	Stavební práce.....	3
3.2	Zakládání trávníku	6
3.3	Sečení.....	7
3.4	Hnojení.....	8
3.5	Aerifikace.....	9
3.6	Prořezávání	9
3.7	Vertikutace.....	9
3.8	Pískování.....	10
3.9	Válcování	10
3.10	Závlaha.....	11
3.11	Ošetřování.....	12
3.12	Broušení vřeten	12
3.12.1	Broušení vřeten s podbrusem (lapování).....	13
3.12.2	Impaktní broušení vřeten	14
3.13	Měření PHM	15
4	Používané žací stroje pro golfová hřiště	16
4.1	Jamkoviště	16
4.2	Odpaliště	18
4.3	Dráhy	18
5	Rozbor hlavních parametrů ovlivňujících spotřebu PHM.....	20
5.1	Obsluha stroje (ujetá vzdálenost, doba provozu).....	20
5.2	Frekvence otáčení vřetene.....	21
5.3	Broušení a seřizování vřeten.....	22
5.4	Teplota (motoru)	23
5.5	Členitost terénu	23
5.6	Vytíženost hřiště	24
5.7	Teplota (venkovní).....	24
5.8	Volnoběh stroje.....	24
5.9	Nahuštění pneumatik	25

5.10	Motorový olej	25
5.11	Výška trávy	26
5.12	Rosa a déšť	26
5.13	Stav vřeten	26
5.14	Objemová roztažnost nafty	26
6	Metodika dílčích experimentů.....	28
6.1	Charakteristika podmínek sečení	28
6.1.1	Zbraslav	28
6.1.2	Černý Most	29
6.1.3	Hodkovičky	30
6.2	Metodika provozu stroje	30
6.3	Metodika měření spotřeby	31
6.4	Charakteristika žacích strojů.....	32
6.5	Metodika měření přírůstku.....	33
6.6	Metodika měření ostatních veličin.....	34
7	Výsledky a vyhodnocení	35
7.1	Golf klub Zbraslav	35
7.2	Golf klub Černý Most	39
7.2.1	Černý Most stroj 1	39
7.2.2	Černý Most stroj 2	42
7.3	Golf klub Hodkovičky	45
7.3.1	Hodkovičky stroj 1	46
7.3.2	Hodkovičky stroj 2	48
8	Předpoklady dalšího vývoje	51
9	Závěr.....	54
	Použitá literatura.....	56
	Seznam obrázků.....	59
	Seznam tabulek.....	59
	Seznam grafů	60
	Seznam zkratk.....	60

1 Úvod

V letech 2000 - 2008 zaznamenal golfový sport na českém území velký rozmach. Lze to přičíst zejména větší informovanosti o tomto sportu a také změně dřívějšího pohledu široké veřejnosti na golf jako na sport "snobů". Vznikalo značné množství hřišť, které měly uspokojit předpokládaný růst členské základny. Za všechna hřiště můžeme zmínit golfové kluby Český Krumlov, Hodkovičky nebo Čertovo břemeno. Růst členské základny bohužel nebyl tak vehementní jako nabídka golfových hřišť a nastal tím nevyhnutelný problém s financováním nákladů.

PAGGIO (2015) uvádí, že je k 31. prosinci 2014 v České republice 102 znormovaných hřišť s aktivním provozem. V tomto počtu jsou dva areály s 36 jamkami, čtyři areály s 27 jamkami a 43 areálů s 18 jamkami. Devítijamkových areálů (i menších) je 53. Počet registrovaných hráčů činí 56.438, z toho je 38.761 mužů a 17.677 žen.

Od roku 2009 pak golfová hřiště hledají možnosti vedoucí ke snížení nákladů na provoz techniky a zajištění chodu golfových klubů. Jednou z možných variant, která se uplatňovala mezi lety 2010 a 2011, je snižování počtu pracovních strojů. Je nutné si uvědomit, že toto snižování šlo ruku v ruce s kvalitou hřišť, a proto se uplatnilo jen na malém počtu golfových klubů. Další postupně aplikovanou variantou byla přestavba hřišť tak, aby pro jejich údržbu postačoval menší počet strojů, ale nedocházelo k poklesu úrovně kvality. Současně majitelé a greenkeeperi hledali další možnosti úspor, kterými by ale nedevalvovali kvalitu hřišť.

Z poznatků odborných firem ze zahraničí, které tento problém také dlouhodobě sledovaly, bylo prokázáno, že nejvyšší úspory lze docílit snížením spotřeby PHM žacích strojů při správném nastavení jejich provozních parametrů. Podle hrubého odhadu je spotřeba PHM všech žacích strojů na mistrovském hřišti 900 litrů měsíčně. Je tak zřejmé, že při nalezení optimální doby servisních zásahů lze ušetřit značné množství finančních prostředků nejen na PHM, ale také například na mzdách zaměstnanců, kteří jsou schopni vykonat svoji práci rychleji, pokud k tomu mají techniku v odpovídající kvalitě.

Tématu porovnávání spotřeby PHM při různých podmínkách, která golfová hřiště vytvářejí se věnoval CAPLE (2008). Protože je sledování provozních parametrů žacích strojů na golfových hřištích v naší zemi věcí novou, čerpá tato práce z poznatků, doporučení a závěrů jeho práce.

2 Cíl práce

Cílem práce je zpracovat literární rešerši, která uvádí hlavní požadavky na kvalitu golfových hřišť, představuje využívané žací stroje a vyjmenovává parametry, které ovlivňují spotřebu PHM těchto strojů. Dalším cílem je experimentální sledování a posouzení vlivu ostrosti žacích vřeten na spotřebu PHM a kvalitu trávníku u vybraných žacích strojů. Je vyslovena hypotéza, že má broušení vřeten vliv na spotřebu PHM.

Závěrečným cílem práce je analýza výsledků a potvrzení či vyvrácení závěrů, které předkládá literatura.

3 Požadavky na kvalitu golfových hřišť

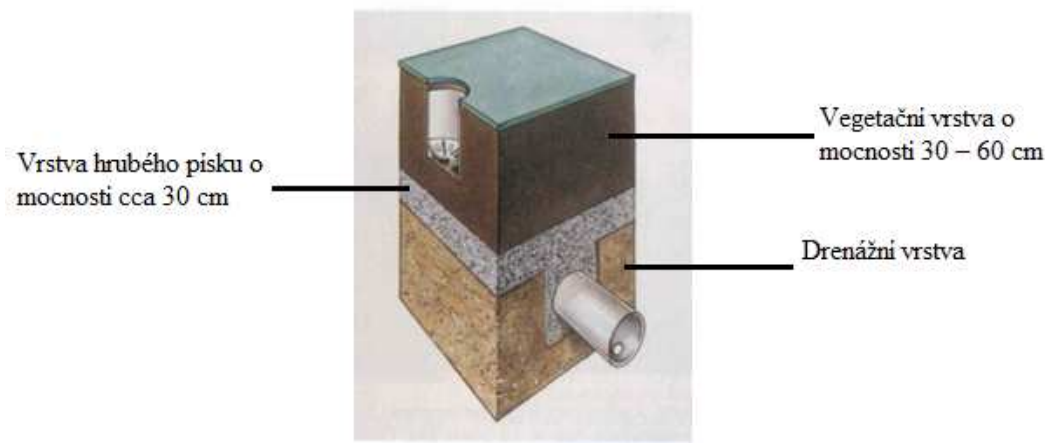
Požadavkem na kvalitu je provádění technologických operací pro jednotlivá území hřiště, jinak řečeno co se musí pravidelně dělat, aby byly herní plochy v nejlepší možné kondici. Je nutno zmínit, že základním stavebním kamenem dobrého hřiště, které splňuje nejvyšší požadavky kvality, je již tvorba projektu a plánu výstavby. HRABĚ (2009) zmiňuje zakládání, hnojení, závlahu a sečení. BEARD (2002) toto rozšiřuje o pískování, travní kultivaci a odstraňování listí a nečistot.

3.1 Stavební práce

BEARD (2002) uvádí, že primárními kroky při konstrukci jamkovišť jsou zaměření a průzkum, konstrukce podloží, tvorba podpovrchového drenážního systému, příprava a založení kořenového systému, vytvoření závlahy a posouzení prací.

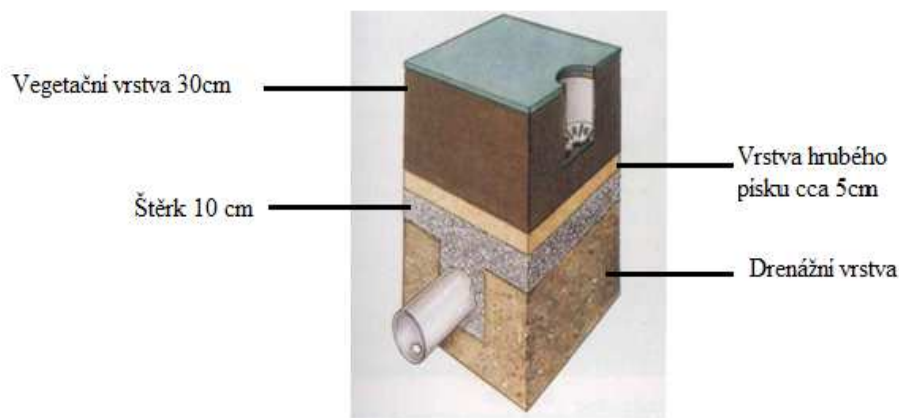
Jamkoviště lze vytvářet podle kalifornské metody (obr. 1), kdy na drenáži leží vrstva hrubého písku a na ní vegetační vrstva. Druhou možností je metoda americké golfové asociace (obr. 2), kdy je drenáž obsypána štěrkem, štěrk je dále navršen na drenáži, následuje vrstva hrubého písku, na které je položena vegetační vrstva (SKLÁDANKA, 2009).

Obr. 1 Kalifornská metoda



Zdroj: <http://web2.mendelu.cz>

Obr. 2 Metoda americké golfové asociace



Zdroj: <http://web2.mendelu.cz>

Tvorba drenážního systému je důležitá pro dosažení optimální kvality drah. Vzhledem k různorodé tvarové rozmanitosti a výškovým rozdílům drah se uplatňuje zejména tam, kde se očekává hromadění nadbytečné vody. Vhodně zvolený drenážní systém odstraňuje rizika vzniku podmáčeného terénu či následného vzniku bažin (BEARD, 2002).

Realizace závlahového systému je nedílnou součástí při výstavbě golfového hřiště. Systém musí být vytvořen před osetím jamkoviště. Je tvořen velkým počtem zavlažovacích větví, které jsou rozvedeny po celém hřišti. Většina současných zavlažovacích systémů obsahuje podzemní automaticky výsuvný mechanismus, ke kterému lze také připojit přes rychlospojky hadici k závlaze lokálně suchých míst. Z hlediska konstrukce se preferuje rozmístění výsuvných mechanismů tak, aby tvořily rovnoramenný trojúhelník se vzdáleností menší než 20 metrů (BEARD, 2002). Je to z důvodu dosažení rovnoměrného překrytí a aplikace vody.

Výsadba stromů ve velké míře vychází z konkrétní lokality golfového hřiště a také ze zkušeností golfového architekta, který pro danou lokalitu doporučí neoptimálnější řešení. Neexistuje totiž žádné pravidlo, které by určovalo množství a typ dřevin využitelných pro golfová hřiště. Dříve byl zřejmý značný kontrast mezi anglickými hřišti, kde nebyl až na drobné výjimky žádný vzrostlý strom a americkými hřišti, která byla situována do výrazně zalesněných prostředí. Toto porovnání je patrné z obr. 3. Globální expanze golfového sportu a značně odlišná prostředí generují rozmanitá řešení této problematiky. Obecně ovšem platí, že výsadba stromů by měla probíhat již při zakládání herních ploch a měly by být použity částečně vzrostlé stromy tak, aby ihned začaly plnit svůj účel. Stromy mohou také sloužit pro zlepšení orientace na daném hřišti.

Obr. 3 Krajinná orientace hřiště



Zdroj: <http://www.nicklaus.com>, <http://img2.findthebest.com>

Vodní plochy poskytují primární zásobárnu užitkové vody pro možnou závlahu hřiště. Současným požadavkem je i estetický dojem, neboť vodní plochy často bývají dekorativním prvkem golfového hřiště. V jejich těsném sousedství je umístěna výkonná soustava čerpadel pro závlahu celého hřiště. Na obr. 4 můžeme vidět strukturu právě budované vodní nádrže. Nádrž je tvořena tlustostěnnou PVC fólií, na kterou navazuje kamenitý reliéf. Je to z toho důvodu, aby bylo dosaženo požadovaných estetických vlastností. Zásadním požadavkem při tvorbě vodní plochy je dostatečná hloubka nádrže tak, aby v zimních měsících mohly přežít ryby, které jsou obvykle do takovýchto vodních ploch z dekorativních důvodů vysazovány. Rozměry budovaných nádrží se odvíjí od požadavků na množství závlahy hřišť a jsou závislé na velikosti závlahového systému. U takto budovaných vodních ploch je údržba velmi snadná, poněvadž při zanesení nádrže není problém vodu odčerpat a následně provést údržbu.

Obr. 4 Vodní plocha



BEARD (2002) popisuje a vyjmenovává výhody golfových komunikací. Ty slouží k pohodlnému přesunu mezi jednotlivými jamkami hřiště. Pro svoje pohodlí na nich hráči často využívají golfová vozítka. Nespornou výhodou komunikací je také to, že odlehčují namáhanému trávnickému porostu a zamezují vyšlapávání pěšinek tam, kde by se golfistům nabízelo zkrátit si cestu. Již při zakládání golfového hřiště se s nimi počítá a veškerý možný pohyb po nově budovaném hřišti je na ně směřován, aby byla půda zhutňována pouze na nich. Cesty se zpravidla betonují na podklad tvořený drobným kamením, který jim zajistí požadovanou stabilitu a pevnost. Častým architektonickým řešením je použití zámkové dlažby, která je ovšem finančně náročnější variantou. Typická šíře komunikací se nalézá v rozmezí 2 až 2,5 m a odvíjí se od velikosti hřiště a počtu hráčů.

3.2 Zakládání trávníku

Jak zmiňuje HRABĚ (2009), rozlišujeme mezi dvěma základními variantami složení porostů. Na britských ostrovech, na kterých golf vznikl, i v řadě evropských zemí je preferována pro zásev jamkovišť směs psinečku tenkého s trsnatými a krátce výběžkatými kostřavami červenými. Druhou variantou porostu je monokultura psinečku výběžkatého, která je rozšířena zejména na většině hřišť mírného pásma v USA, ale setkáváme se s ní i na většině hřišť v ostatních částech světa.

Vhodné složení směsí pro odpaliště a pohled na optimálnost jednotlivých travních druhů se vyvíjí v souvislosti se šlechtěním kvalitativně nových odrůd. Ještě nedávno se pro odpaliště doporučovala travní směs z lipnice luční doplněné kostřavami červenými a psinečkem tenkým. Dnes převažuje názor, že základ směsi mají tvořit úzkolisté odrůdy jílku vytrvalého a lipnice luční a pro zlepšení barvy trávníku se přidává kostřava červená (HRABĚ, 2009).

Základ směsí drah tvoří lipnice luční a kostřava červená. Používají se vesměs krátce a dlouze výběžkaté druhy, které nemají tendence vytvářet vystoupavé trsy a dobře snášejí mulčování (sekání bez sběru pokosené hmoty). Často se do směsí přidává psineček tenký, i když podporuje plstnatění trávníku a zvyšuje tak potřebu aerifikovat dráhy (HRABĚ, 2009).

Semirafy a primární rafy jsou zakládány ze stejných travních komponentů jako herní dráhy, odlišná je pouze výška, na kterou jsou sekány. Semiraf je místo hřiště, které tvoří hranici mezi dráhami a rafy. BEARD (2002) uvádí, že raf je takové místo na golfovém hřišti, na kterém se nehraje, ale které představuje více než 70 % celkové rozlohy hřiště. Současně

je zde nejvíce zastoupen původní různorodý ekosystém a tudíž se v této oblasti nachází nejvíce rostlin a živočichů. K osetí nekosených rafů a ostatních ploch se nejčastěji využívá místních druhů trav, které nejlépe splňují půdní a přírodně klimatické podmínky. Někdy se také využívá travních druhů s okrasným plodem, s vybarveným stéblem či listem. Tyto plochy bývají až na výjimky bez závlahy. Výška travního porostu rafů má výrazný vliv na obtížnost, ale i na celkový design hřiště (HAMATA, 2009).

3.3 Sečení

Hraje zásadní úlohu v kvalitě jamkovišť. Výška stříhu jamkovišť se pohybuje v rozmezí 3,2 - 4,8 mm. Nižší výška stříhu je preferována golfovými hráči, protože zajišťuje jamkovištím jejich vyšší rychlost. Rychlost jamkovišť je jeden z klíčových parametrů, které vypovídají o výsledné kvalitě golfového hřiště. HRABĚ (2009) vysvětluje, že měření rychlosti jamkovišť je nepřímým kvalitativním kritériem patovací plochy. Je také ukazatelem pro greenkeepera (správce hřiště) k posouzení vlivu pěstebních opatření na kvalitu plochy a dále přispívá k dosažení jednotných a vyrovnaných jamkovišť v rámci golfového hřiště. K měření rychlosti se používá Duchell - Greens stimpmetr tj. 910 mm dlouhá hliníková tyč se žlábkem 4,45 cm širokým a úhlem 145°, v jejíž horní části je jamka pro udržení míčku. Při zvedání horní části stimpmetru dojde pod úhlem asi 20° k uvolnění míčku a k jeho následnému pohybu po dráze. Vzdálenosti, které míček na dráze urazí se pohybují mezi 1200 - 3300 mm.

Pokud požadujeme snižování výšky sečení (např. při přípravě na důležité turnaje) je nutné ji snižovat o 0,79 mm až maximálně 1,6 mm z celkové výšky rostliny. Je to prováděno z toho důvodu, aby nebyl trávník příliš stresován (BEARD, 2002). Frekvence sečení je u jamkovišť jednou až dvakrát denně. Je závislá na klimatických podmínkách a obvykle se zvyšuje před turnaji a v jejich průběhu. Vyšší frekvence zajišťuje trávníku lepší vlastnosti, ovšem s výrazně se zvyšujícími náklady. HRABĚ (2009) upozorňuje, že by se travní porost měl sekat za suchého počasí.

Výška stříhu se u odpališť pohybuje mezi 6,4 - 19 mm. Frekvence sečení je v rozmezí 2 - 5x za týden (BEARD, 2002). Oproti tomu HRABĚ (2009) uvádí, že je možné sekat odpaliště na výšku až 30 mm.

Frekvence sečení drah se pohybuje mezi 2 - 5x za týden. V důsledku velkého sucha a vysokých teplot se může snižovat na 1 - 2x za týden, tak aby nedocházelo k velkému stresování trávníku. Preferovaná výška sečení se nalézá mezi 9,7 - 32 mm v závislosti na

druzích použitých trav, půdě, klimatických podmínkách, rozpočtu atd. (BEARD, 2002). Toto potvrzuje i HRABĚ (2009), který uvádí frekvenci sečení drah 2 - 3x týdně a výšku sečení dle stavu a druhové skladby porostu na 20 - 30 mm. Rozdíl v uvedených hodnotách může být dán odlišnými klimatickými a půdními podmínkami na tuzemských hřištích, kterým se HRABĚ (2009) zejména věnuje.

Okraje drah se sečou na výšku 40 mm, ponechávají se travnaté pruhy 2 - 10 m do vlnovek a výběžků v terénu. Dle kvality a herní úrovně hřišť je možno tyto pruhy ponechat v oblastech dopadnu prvních ran širší. Rafy, většinou vzrostlé porosty lučního charakteru se sečou 1 - 2x za rok. Systém sečení určuje výběr každého hřiště, je to otázka filozofie; nízký raf udržuje rychlou hru (HRABĚ, 2009). Na obr. 5 můžeme vidět porovnání výšek sečení oproti golfovému míčku na jednotlivých částech hřiště.

Obr. 5 Velikost míčku vzhledem k trávě



Zdroj: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com>, <http://www.buygolfr.com>, <http://cliffwjenkins.com>, <http://www.summercampsinspain.com>

Některé vřetenové žací stroje se ovšem výrazně liší v kvalitě sečení podle námi požadované výšky. Je proto nezbytné najít jakýsi kompromis, který je nejvhodnější odladit podle konkrétního golfového hřiště a technického vybavení tohoto hřiště. Z praxe vyplývá, že prakticky každé jamkoviště golfového hřiště potřebuje mírně odlišnou výšku sečení. Ta je pak všeobecně dána nadmořskou výškou, klimatickými podmínkami, podloží, orientací svahu, umístěním podle srážkových úhrnů a počtem slunečních dnů.

3.4 Hnojení

Pro správný a zdravý růst trávníku uvádí CZGREEN (2007) jako základní požadované živiny dusík, fosfor, draslík a jako doplňkovou živinu železo. Při stanovení plánu hnojení se často vychází z potřeby dusíku na sezónu. Zhruba lze konstatovat, že se jamkoviště hnojí ročně dávkou 90 - 270 kg N/ha. Mezi greenkeepery lze ovšem nalézt i ty, kteří hnojí podstatně méně a úspěšně pěstují trávník s menším množstvím dodávaných živin.

Aplikace práškové formy se provádí v ideálním případě 6 – 10x za rok. Pro hnojení

drah se používají stejné látky jako pro hnojení jamkovišť a odpališť. Odlišná je jen frekvence hnojení, která by měla být cca. třikrát do roka (CZGREEN, 2007).

3.5 Aerifikace

Aerifikace umožňuje násilné narušení a následné provzdušnění ztuhlé půdy, což vede ke zlepšení podmínek pro růst trávy (HRABĚ, 2009). Vytváří lepší podmínky pro infiltraci vody do půdy a prostupu živin ke kořenům. Aerifikace zlepšuje vlhkostní podmínky na jamkovišti a díky tomu umožňuje delší intervaly mezi jednotlivými závlahami (SMILEY, 2005). Mezi nesporné výhody patří také to, že kořeny travního drnu prorůstají do větší hloubky. Podle CHRISTIANSE (2011) je aerifikace téměř vždy využívána 2 x ročně, na jaře a v časném podzimu. Tím se lze vyvarovat stresovým podmínkám, které by zbytečně zatěžovaly travní porost. Aerifikátory umožňují pracovat až do hloubky 40 cm, což je umožněno velkou robustností a hmotností stroje (HRABĚ, 2009).

Po aplikaci na jamkoviště bohužel aerifikace způsobuje jeho dočasné znehodnocení, protože je jamkoviště pokryto velkým množstvím vpichů (obr. 6a), které mají nepříznivý vliv na trajektorii golfového míčku. Hřiště se do původního stavu vrací až asi po čtrnácti dnech.

3.6 Prořezávání

Nenásilnou formou úprav travního drnu je prořezávání (obr. 6b). To se provádí v průběhu sezóny a nemá vliv na kvalitu hry. Provádí se do hloubky až 40 cm (HRDINA, 2008). Rotační pohyb nožů spolu s pohybem celého stroje způsobuje vznik rázových vln, které rozrušují půdu do stran v celé hloubce řezu. Oproti tomu povrch zůstává prakticky neporušený. Výrazným způsobem se zlepšuje propustnost vody, rozvoj kořenového systému a distribuce vláhy a živin.

3.7 Vertikutace

Vertikutace (obr. 6c) odstraňuje a narušuje plst'. Děje se tak pomocí kolmého přesekávání výběžků trav, které podporuje tvorbu nových výhonů. Travní drn pak lépe přijímá živiny, vzduch a vodu (ONDŘEJ, 1997). Vertikutace je prováděna ocelovými noži, které jsou umístěny na vodorovném hřídeli. Je důležité rozlišovat mezi aerifikací a vertikutací, neboť jsou vzájemně nenahraditelné.

3.8 Pískování

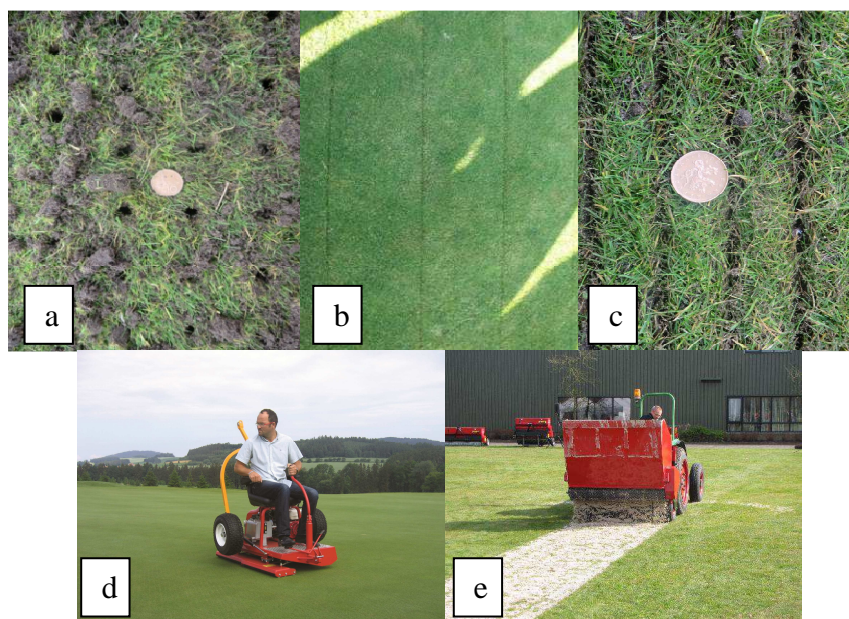
Chrání trávník před biologickými parazity, zamezuje tvorbě nerovností na jamkovištích, udusávání travního drnu a zhutňování půdy. Rozlišují se dvě základní četnosti pískování. V prvním případě se pískuje pouze tehdy, pokud potřebujeme eliminovat nerovnosti povrchu jamkovišť. Při této variantě se interval mezi pískováním pohybuje mezi 4 - 6 týdny. Ve druhém případě se pískuje pravidelně v intervalech 2 - 3 týdnů lehkou aplikací písku. Množství písku záleží na použitém travním druhu a pohybuje se v rozmezí 0,14 - 0,28 m³/100 m² (BEARD, 2002). COOPER (2004) doporučuje pro pískování směs složenou z nejméně 60 % středního nebo hrubého písku (zrnitost 0,025 - 0,1 cm), velmi hrubého písku by mělo být do 10 % (zrnitost 0,1 – 0,02 cm) a ne více než 10% z celkového objemu by mělo připadat pro jílovité částice a velmi jemný písek (zrnitosti 0,0002 – 0,015 cm). Jílovitých částic by mělo být do 3 %, velmi jemného písku do 5 %. Pískování drah (obr. 6e) nebylo až na výjimky v minulosti prováděno. Nyní jeho obliba roste především v USA. Zvyšuje dobu, po kterou je možné využívat golfové hřiště tím, že zapříčiňuje větší pevnost povrchu, což omezuje rizika spojená s podmáčením terénu.

3.9 Válcování

KOKEŠ (2007) zmiňuje, že válcováním lze udržet stejnou rychlost jamkoviště při vyšší výšce sečení. Tráva se tak nemusí sekat na pro ni nebezpečně nízké hodnoty. Díky nižší frekvenci sečení a tím i vyšší výšce rostlin nejsou rostliny zatěžovány takovým stresem jako tomu je bez použití válců. Nespornou výhodou válcování (obr. 6d) jsou i nižší náklady spojené s broušením vřeten žacích strojů. Vřetena se při zapracování písku do půdy opotřebovávají mnohem méně. Válcování s sebou ovšem přináší i celou řadu možných rizik. Mezi ty nejnebezpečnější patří utužování půdních vrstev, což zapříčiňuje jejich nedokonalou propustnost a zhoršený odtok vody a také se s válcováním zvyšuje možné riziko chorob trávníku.

Obr. 6 Regenerace trávníku

(a - aerifikace, b - prořezávání, c - vertikutace, d - válcování, e - pískování)



Zdroj: <http://ittec.cz>

3.10 Závlaha

Jamkoviště patří z hlediska závlah k nejcitlivějším plochám golfového hřiště a to s ohledem na vysokou propustnost konstrukce jamkoviště, výšku sečení a důležitost z hlediska hry. Potřeba závlahy na jamkovištích je nejvyšší ze všech zavlažovaných ploch na hřišti. Obvykle se počítá s množstvím vody 5 – 7 mm/m²/den (35 – 50 mm/m²/týden).

Závlaha na odpališti je důležitá zejména proto, aby bylo dosaženo maximální odolnosti povrchu proti poškození a současně vysoké schopnosti regenerace. Pro odpaliště se počítá s potřebným množstvím vody 3 - 5 mm/m²/den (21 - 35 mm/m²/týden) (IRIMON, 2012).

Automatická závlaha golfových drah u nás vždy nebyla standardem a to hlavně z důvodů rostoucích investičních nákladů, vyšších nároků na kapacitu zdroje vody, výkonu čerpací stanice, dimenze trubních rozvodů, kapacity ovládací jednotky atd. S narůstajícími nároky na vyšší kvalitu hry se zvyšuje úroveň stávajících i nově budovaných golfových hřišť. K tomu neoddělitelně patří také kompletní automatická závlaha golfových drah. Potřebné množství vody na golfové dráze se počítá 2 – 3 mm/m²/den (15 – 20 mm/m²/týden) (IRIMON, 2012).

3.11 Ošetřování

Z hlediska ošetřování jsou důležité zejména:

- Chemický postřik - pomocí chemického postřiku se lze zbavovat různorodých nemocí rostlin, plísní a parazitů, které napadají trávník, ale i nežádoucích plevelů či rostlin, které brání v růstu primárně vysetým travinám.
- Stírání rosy - stírání rosy má pozitivní vliv na rychlost míčku na jamkovištích. Provádí se pomocí teleskopických bičů nebo pomocí sítí. BEARD (2002) vysvětluje, že se biče také využívají k rozptýlení shluků mokré trávy, aby mohlo následovat sečení.
- Vrtání jamek - nezbytnou součástí jamkoviště je vyvrtaná jamka, do které je vložena umělohmotná vložka. Jamka se v závislosti na intenzitě zátěže převrtává (až několikrát týdně). Změnou polohy jamky můžeme regulovat obtížnost každého jamkoviště (SKLÁDANKA, 2009).

3.12 Broušení vřeten

ITTEC (2014) vyjmenovává způsoby a odlišnosti v broušení vřeten. V praxi existují dvě metody k udržení ostrého vřetene a spodního nože a to broušení s podbrusem a impaktní broušení.

Metoda broušení s podbrusem je založena na trvalém kontaktu mezi vřetenem a spodním nožem. Vznikla v době, kdy hřiště neměla vlastní brusky a bylo možné brousit jen jednou za sezónu nebo v dlouhých intervalech. Tato metoda vyžaduje vybroušení podbrusu na noži vřetena tak, aby bylo možné časté dobrušování backlappingem (zpětným chodem).

Metoda impaktního broušení je bezkontaktní. Vždy je třeba udržovat mezeru mezi vřetenem a spodním nožem, velikost mezery odpovídá přibližně tloušťce papíru. Tato technika snižuje opotřebení spodních nožů a listů vřetene, protože zde vzniká tření pouze mezi listy trávy a ne kontaktem kov na kov.

3.12.1 Broušení vřeten s podbrusem (lapování)

Vřetena se brousí před začátkem sezóny (obr. 7) a během ní se dobrušují backlappingem. Ideálně ostrá vřetena má tedy hříště jen na úplném začátku sezóny. S postupem času se kvalita sečení nutně více a více zhoršuje. Sekání na začátku sezóny navíc způsobuje mnohem větší otupení vřeten než v jejím průběhu (pískování, drobné nečistoty). Díky tomu dochází k ještě rychlejšímu otupení řezných hran a tím vzniká nutnost dalšího lapování. Během něj se vřeteno otáčí obráceně a na ostří je nanášena lapovací brusná pasta. Kvůli tření mezi spodním nožem a vřetenem dochází k ubroušení materiálu a opětovnému naostření hrany. Protože se vřeteno otáčí jedním směrem, je šroubovicí vřetene unášena pasta na jednu stranu a při dlouhodobém používání této metody vytváříme kuželový tvar, zatěžujeme ložiska. Největší nevýhodou této metody je ale deformování horní hrany spodního nože. Ta svírá s tečnou válcové plochy vřeten ostrý úhel, dle typu žacího stroje (5 až 15°), který je velmi důležitý pro odhoz useknuté trávy. Při lapování se ovšem velmi rychle na povrchu spodního nože vbrousí přesný otisk válcové plochy vřetene a tráva se místo čistého stříhu mezi těmito dvěma plochami drtí (ITTEC, 2014).

Obr. 7 Broušení s podbrusem



Zdroj: <http://4.bp.blogspot.com>

3.12.2 Impaktní broušení vřeten

HRDINA (2010) popisuje technologii a výhody broušení vřeten impaktním způsobem. Vřetena se brousí na speciální brusce rychle rotujícím vibrujícím kamenem, který má agresivní přítlak na vřeteno (obr. 8). Díky narážení na zadní hranu listu vřetene dojde na břitu vřeten k vybroušení velmi jemného sklonu o úhlu cca 4°. Tento úhel je dostatečný pro zajištění dokonalého stříhu bez kontaktu kovu na kov po dlouhou dobu. Samozřejmě ale neumožňuje dobrušování zpětným chodem. Zároveň je velmi důležité správné nabroušení a sklon čela spodního nože. Zkousíme-li takto nabroušené vřeteno klasickou papírovou měrkou, musí papír projít mezi listem vřetene a spodním nožem bez „užvýknutí“, ale při postavení na kolmo proti čelu spodního nože (jako stojí list trávy) musí být bez problémů čistě a ostře ustříhnut.

Tento systém je velmi rychlý. Vřeteno se brousí vcelku, není třeba jej rozebírat. Nastavení vřetene do brusky je věcí několika vteřin. Díky agresivnějšímu „impaktnímu“ broušení celý proces trvá pár minut. Pro manipulaci s těžkými vřeteny jsou brusky vybaveny zvedacími stoly. Přesnost celé operace zajišťují přesné digitální měrky. Samozřejmě je automatická operace bez nutnosti stálé přítomnosti mechanika.

Obr. 8 Impaktní broušení



Zdroj: <http://www.bernhard.co.uk>

3.13 Měření PHM

Sledování spotřeby PHM může být důležitým indikátorem technického stavu žacích strojů. Každé golfové hřiště je vybaveno čerpací stanicí (obr. 9) pro doplňování PHM s ukazatelem odebíraného množství (měření s přesností na litry). Greenkeepři tak mohou sledovat a mít přehled o spotřebě jednotlivých žacích strojů, ale i celkové spotřebě všech používaných strojů, které se na golfovém hřišti nalézají. Na mistrovském hřišti je spotřeba PHM cca. 1500 litrů měsíčně, což činí v součtu nezanedbatelné náklady na provoz strojů.

Z poznatků z praxe vyplývá, že greenkeepři často měření spotřeby PHM podceňují a nevěnují mu patřičnou pozornost. Jejich měření se omezuje na počet motohodin na jedno natankování, a nebo ujetou vzdálenost (měřeno na počet posečených drah). Měření je tak pro jejich potřebu velmi orientační a nelze z něj vyvozovat žádné závěry.

Obr. 9 Čerpací stanice PHM



4 Používané žací stroje pro golfová hřiště

V této kapitole je uvedena stručná charakteristika herních ploch na golfovém hřišti a následně jsou specifikovány žací stroje, které lze na jejich sečení využít.

V našich podmínkách se lze setkat se stroji značek Jacobsen, Toro a John Deere a lze konstatovat, že firma Jacobsen má jednoznačně nejvyšší podíl na trhu, neboť sehrála klíčovou úlohu ve vývoji žacích strojů na trávnický a následně i golfová hřiště a její stroje jsou považovány za technicky nejvyspělejší (BELL, 2001). Proto je těmto strojům poskytován větší prostor.

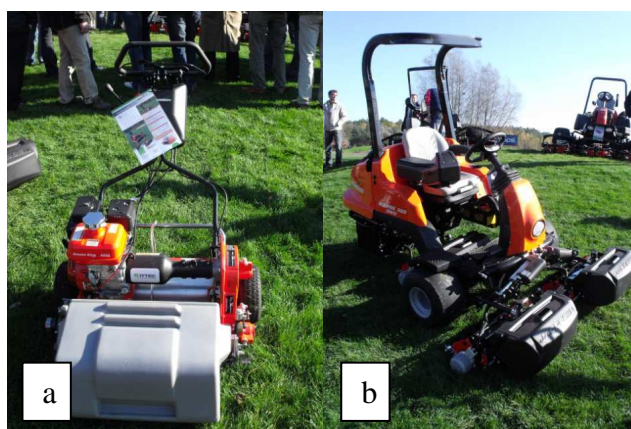
S ohledem na zaměření diplomové práce se jako vhodné jeví zmínit pouze stroje pro sečení odpališť, jamkovišť a drah, poněvadž se stroji pro tyto plochy byly prováděny experimenty a měření.

4.1 Jamkoviště

Slouží k dokončení rozehraného úseku hry s cílem zapadnutí míčku do vyvrtané a umělou hmotou zpevněné jamky o průměru 118 mm a označené plastovou tyčkou s praporkem (HRABĚ, 2009). Z tohoto důvodu je kvalita žacích strojů pro údržbu jamkovišť zcela zásadní. Můžeme konstatovat, že vývoj techniky pro jamkoviště poskytoval konstrukční řešení pro ostatní části hřiště.

Na trhu se nacházejí dvě konstrukční řešení (obr. 10), z nichž každé má své nesporné výhody a nevýhody. Na golfových hřištích se tak vzájemně doplňují. Prvním řešením jsou stroje ručně vedené (obr. 10a) s jedním vřetenem, mezi greenkeepery často označované jako "singlovky". Druhou konstrukční variantou jsou stroje samojízdné se třemi vřeteny (obr. 10b), označované jako "triplexy". Hlavní výhody jednovřetenových strojů vyzdvihuje HRDINA (2008) a jsou to snadnější konstrukce stroje, snazší výroba a minimální údržba. Tyto žací stroje neobsahují spojky, řemenice, řemeny a ložiska. Mezi nevýhody řadíme delší dobu sečení a s tím spojené vyšší náklady na zaměstnance. Nevýhody třívřetenových žacích strojů dále vidí BEARD (2002) v utužování půdy, tvorbě travní plsti, možné tvorbě olejových skvrn, hluku a vyšším stresování trávy.

Obr. 10 Žací stroje jamkovišť
(a - ručně vedený stroj, b - samojízdný stroj)



Firma Jacobsen nabízí ve svém portfoliu tři jednovřetenové žací stroje a shodný počet strojů třívřetenových. Tyto stroje jsou z technologického hlediska a pohledu greenkeeperů považovány za nejvyspělejší. Jednovřetenové žací stroje nabízí několik ojedinělých a patentovaných konstrukčních řešení. Jedná se např. o Turf Groomer, který zajišťuje vertikální postavení listových čepelí, čímž dochází ke zvýšení fotosyntetické aktivity, hlubšímu kořenění a zlepšení zdravotního stavu trávníku. Firma dále nabízí hybridní jednovřetenový žací stroj se systémem plovoucích vřeten s nejvyšší výchylnou na trhu, který umožňuje dokonalé kopírování extrémních nerovností terénu a sečení při nízké výšce, aniž by docházelo ke skalpování i velmi zvlněného jamkoviště. Vzájemně nezávislá rychlost pojezdu a obvodová rychlost vřeten umožňují uživateli snadno optimalizovat frekvenci sečení (FOC) na hodnoty, které žádný žací stroj s mechanickým pohonem nedokáže. V kategorii třívřetenových strojů nabízí Jacobsen jako jediný na trhu plně hybridní stroj. U tohoto žacího stroje tak nehrozí žádný únik hydraulické kapaliny a následné poničení jamkovišť, protože jsou žací jednotky poháněny elektromotory napájenými z baterií, namísto tradičních hydromotorů.

Firma Toro má ve svém sortimentu po dvou typech jednovřetenových a třívřetenových strojů. Každý tento typ obsahuje dva modely, které se liší šířkou záběru. Jednovřetenové stroje se vyznačují výbornou vyvážeností, která napomáhá precizněji držet směr a také zamezuje nechtěnému poškození trávníku. Pro jednoduchý servis je žací jednotka uchycena pouze pomocí dvou šroubů, tak aby doba servisu byla co nejkratší. U třívřetenových žacích strojů jsou sběrné koše montovány na rám a ne k žacím jednotkám. Toto řešení

zamezuje postupně se zvyšující hmotnosti žacího mechanismu, která roste s naplněním sběrného koše (TORO).

John Deere nabízí po dvou zástupcích v kategorii jednovřetenových a čtyřech zástupcích u třívřetenových strojů. Nabízené typy se dále rozdělují podle šířky záběru a provedení žacích jednotek. Ty jsou poháněny hydraulickým systémem, nebo elektromotory. Mezi hlavní výhody strojů John Deere patří systém QuickAdjust, umožňující nastavení vřetene na správnou výšku sečení pomocí elektrického šroubováku. Další výhodou je použití širokých nízkoprofilových pneumatik, které zajišťují nízký tlak na podložku a tím zamezují utužení půdních vrstev.

4.2 Odpaliště

Odpaliště je místo, odkud je prováděn první odpal míčku směrem k jamce. Vzdálenosti od odpaliště na jamkoviště jsou různé pro muže, ženy, děti či profesionály. Dle golfových pravidel jsou označeny barevnými kolíky: černá pro muže profesionály, červená pro muže amatéry, modrá pro ženy profesionálky nebo žlutá pro ženy a děti amatéry.

Žací troje, které se využívají pro sečení odpališť, jsou shodné se stroji pro sečení jamkovišť. Proto se jimi zde nebudeme více zabývat.

4.3 Dráhy

Dráhy vyplňují prostor mezi odpalištěm a jamkovištěm a obvykle tvoří až 4/5 plochy golfového hřiště. Slouží jednak k odpalování míčku směrem k jamkovišti a dále pak k pohybu hráčů po hřišti (HRABĚ, 2009). Žací stroje na údržbu proto musí vhodně splňovat jakýsi kompromis mezi kvalitou a časovou náročností na výkon. Neboť při naprosto dokonalé úpravě terénu, která by trvala nepřiměřeně dlouho, by byly náklady na personál a PHM neúměrně vysoké. Pro sečení golfových drah se využívají zásadně jen samojízdné vřetenové žací stroje, které se dle jednotlivých provedení výrobců liší počtem vřeten, jejich velikostí a také šířkou záběru. HRDINA (2008) vidí výhody malých vřeten ve vyšší kvalitě sečení, dokonalém kopírování terénu i malé energetické náročnosti, a tedy v úsporách provozních nákladů. Nevýhodou je pak neschopnost sekat vyšší trávu, pokud se seče s většími přestávkami a nevhodnost malých vřeten na nové ještě kamenité dráhy. Protože víme, že frekvence sečení závisí při konstantní rychlosti pojezdu stroje na frekvenci otáčení a počtu nožů, musíme použít vícenožové vřeteno s počtem 9, 10 nebo 11 nožů na vřetenu, abychom při nižší frekvenci otáčení měli shodnou výslednou frekvenci sečení. To je také důvod, proč

mají žací stroje drah různý počet nožů na vřetenu. BEARD (2002) uvádí, že stroje mají 3,5 nebo 7 vřeten a umožňují sekat v rozmezí šířky 1,5 - 4,6 m.

Jacobsen nabízí pro sečení drah tři typy pětivřetenových žacích strojů a jeden stroj sedmivřetenový (obr. 11). Stroje se vzájemně liší šířkou záběru, která je způsobena použitím rozdílných vřeten. Každé vřeteno lze samostatně ovládat. Toto technické řešení je využitelné zejména v členitém reliéfu hřiště. Pohon žacích vřeten je zajištěný pomocí hydromotorů. Všechny modely mají pohon čtyř kol pro lepší průchodnost terénem a jeho menší utužení. Sedmivřetenový žací stroj tohoto výrobce není na trhu ojedinělý, avšak jeho parametry ano, umožňuje sekat pruh trávníku o záběru 4 metry. Při transportu stroje činí jeho šířka pouze 2,52 m. Výhody tohoto stroje spočívají v šetření nákladů, protože poskytuje o 60% vyšší produktivitu práce.

Obr. 11 Konstrukce 5 a 7 vřetenového žacího stroje



Zdroj: <http://ittec.cz>

Toro umožňuje výběr z 5 typů žacích strojů na dráhy s 5 vřeteny a má také sedmivřetenový žací stroj. Při srovnání se strojem Jacobsen má Toro u sedmivřetenové varianty menší záběr a to 3,38 m (TORO).

John Deere poskytuje výběr ze šesti pětivřetenových žacích strojů, které se odlišují typem použitých žacích vřeten. Všechny ostatní parametry jsou shodné. Pouze u nabízených hybridních modelů je odlišný pohon vřeten a to za pomoci elektromotorů namísto běžných hydromotorů a také větší šířka záběru.

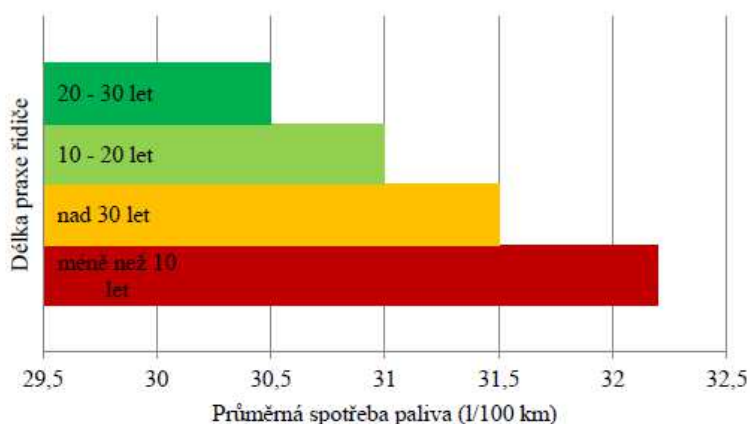
5 Rozbor hlavních parametrů ovlivňujících spotřebu PHM

Mezi parametry, které mají vliv na spotřebu PHM nalézáme ty, které ovlivnit lze (obsluha stroje, nahuštění pneumatik, atd.) a ty, které jsou dány vlivem počasí a tedy je ovlivnit nelze.

5.1 Obsluha stroje (ujetá vzdálenost, doba provozu)

Na spotřebě se zásadně podílí obsluha stroje, která přímo ovlivňuje parametry, kterými jsou ujetá vzdálenost a doba provozu. Významné úspory PHM můžeme dosáhnout pomocí kvalitní a dobře proškolené obsluhy žacích strojů. Toto tvrzení je společné pro všechny stroje a vozidla, které najdeme v zemědělství, ale i v běžném silničním provozu. PFEIFER (2014) sleduje rozdíly mezi průměrnou spotřebou PHM řidičů nákladních automobilů a délkou praxe (obr. 12), které řidiči dosáhli. Z obr. 12 je patrné, že nejlepších výsledků dosahují řidiči, kteří se v oboru pohybují mezi 20 - 30 lety. Je tedy zřejmé, že obdobné výsledky lze očekávat i mezi obsluhou žacích strojů na golfových hřištích.

Obr. 12 Vliv délky praxe na průměrnou spotřebu PHM



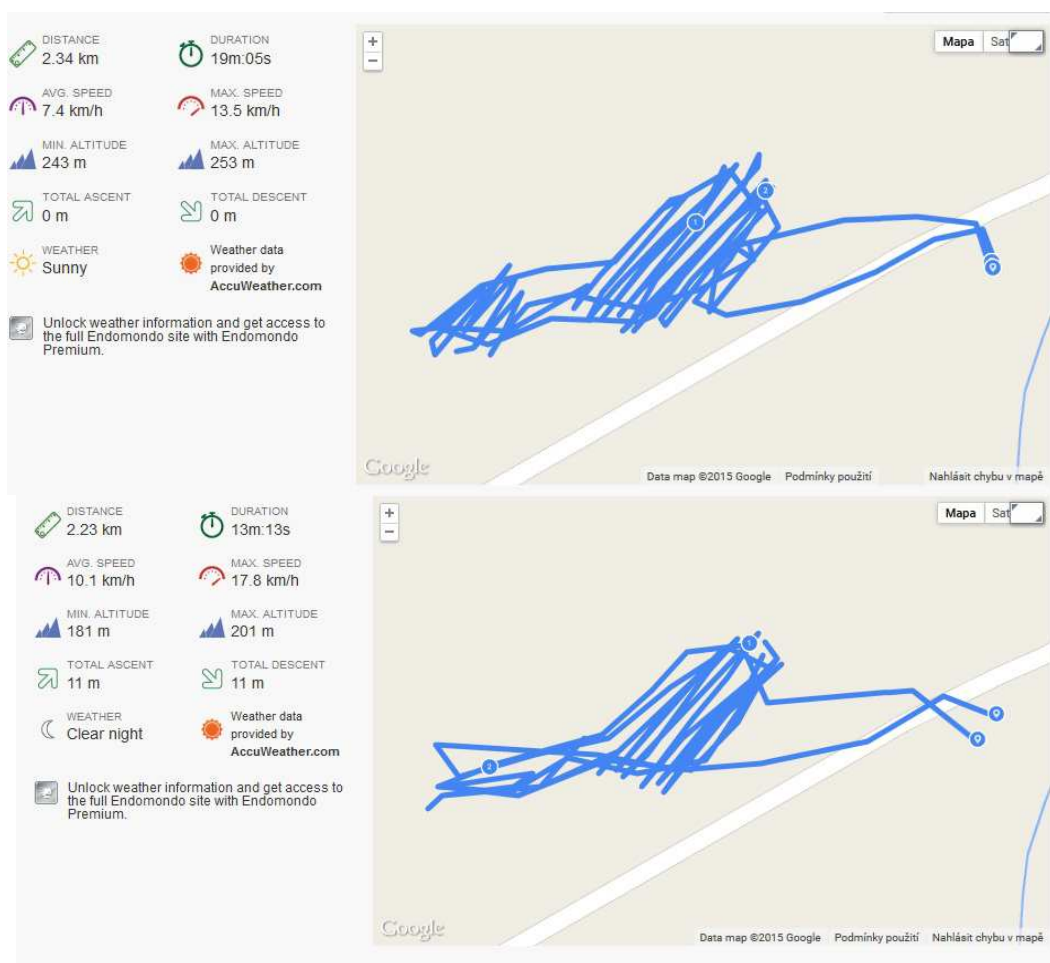
Zdroj: Tomáš Pfeifer

Rozdíly spotřeby PHM u obsluhy žacího stroje vznikají dvěma způsoby. Jsou to ujetá vzdálenost a doba provozu. Zkušená obsluha žacího stroje by měla na stejném území urazit menší vzdálenost a sečení ji trvat kratší dobu. Hlavní rozdíly lze pozorovat ve vzdálenosti vykrouženého oblouku při otáčení stroje ve chvíli, kdy obsluha dosáhne konce vymezeného území určeného pro sečení a potřebuje stroj nastavit pro jízdu zpět a tom, že zkušená obsluha stroje dokáže přesněji určit hranici mezi posečeným a neposečeným pásem trávy

a omezí tak pruh, který znovu seče při opačné jízdě na co nejmenší. Tím lze na dané ploše snížit počet otáčení žacího stroje.

Tato tvrzení jsou dobře patrná z obr. 13. Software zobrazuje trajektorii žacího stroje při sečení dané plochy (na obr. 13 modře). Trajektorie je zaznamenána pomocí modulu GPS, který byl umístěn na žacím stroji. Software zaznamenává i další parametry jako je ujetá vzdálenost, doba provozu stroje, průměrná rychlost a převýšení.

Obr. 13 Vliv obsluhy na parametry sečení



Z výsledků, které software zaznamenal je patrné, že na daném území je zkušenější obsluha žacího stroje schopna pracovat o cca. 5 minut rychleji (32% úspora času) a současně urazit o 110 metrů kratší vzdálenost (5% rozdíl vzdáleností). Rozdíl spotřeby PHM činil 27%.

5.2 Frekvence otáčení vřetene

Motor pohání hydraulické čerpadlo, které přes hydraulický obvod pohání vřetena žacího stroje. S rostoucí frekvencí otáčení vřeten se zvyšuje frekvence otáčení motoru a tím

se zvyšuje spotřeba PHM žacího stroje.

Nastavení správné frekvence otáčení vřetene je věcí zkušeného greenkeepera a obsluha stroje by frekvencí neměla měnit. Je nutné si uvědomit, že frekvence otáčení vřeten má výrazný vliv na kvalitu trávníku, a proto nalezení kompromisu mezi úsporou spotřeby PHM a zachováním nejvyšší kvality sečení vyžaduje značné úsilí při hledání optimálního řešení. Toto potvrzuje HRDINA (2012) a dodává, že dle studií v UK se ukazuje, že kvalita trávníků nestoupá lineárně se zvyšující se FOC, ale je nejlepší pro určitou hodnotu FOC a pro vyšší hodnoty opět klesá.

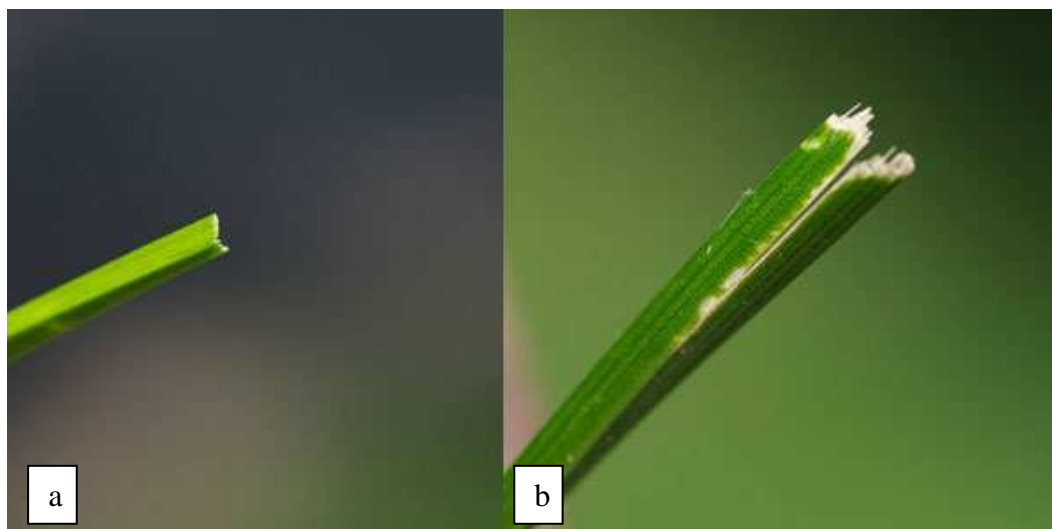
5.3 Broušení a seřizování vřeten

BERNHARD (2014) zmiňuje, že pokusy prováděnými odbornými školami bylo dokázáno snížení spotřeby paliva u nabroušených vřeten o 17 - 21%. Broušením bylo také docíleno celkově nižšího opotřebení strojů v důsledku menší zátěže motoru, ložisek a dalších komponent žacích strojů.

Proces zvyšování spotřeby PHM vlivem postupného otupování žacího ústrojí je pozvolný. Při frekvenci otáčení žacího vřetene 2000 min^{-1} a počtu 11 vřeten, je každý bod spodního nože v kontaktu s vřetenem 22 000 krát za minutu. Pokud je vřeteno tupé, stroj musí vydat více energie na ustříhnutí stébla trávy a spotřeba PHM je tak zákonitě vyšší. Navíc spotřeba narůstá zanášením vřeten stéblý trav v důsledku nesprávného odhozu ustřížených stébel. Děje se tak vlivem deformace geometrie vřeten a spodního nože. Souvisejícím problémem je zhoršování kvality travního porostu zapříčiněné nekvalitním stříhem (obr. 14). Ostrost vřeten lze do jisté míry kompenzovat nastavením vzdálenosti mezi vřetenem a spodním nožem. Pokud se však broušení vřeten bude nahrazovat neustálým přitahováním vřeten a spodního nože, dojde po určité době ke kontaktu kov na kov. Poškození, ke kterému na vřetenech dojde může být neopravitelné a bude vyžadovat celkovou výměnu vřeten žacího stroje.

Obr. 14 Porovnání kvality stříhu stébla trávy

(a - stříh ostrým vřetenem, b - stříh tupým vřetenem)



Zdroj: <http://content.artofmanliness.com>

5.4 Teplota (motoru)

SAJDL (2012) uvádí, že studený motor má za následek nejen vyšší spotřebu paliva, vysoké emise výfukových plynů, ale také vyšší opotřebení mechanických částí. Pár vteřin po nastartování dochází k suchému a polosuchému tření. Tehdy dochází k enormnímu opotřebením některých mechanických skupin. V olejové mazací soustavě totiž není dostatečný tlak a olejový film na kontaktních plochách je nedostatečný nebo žádný. Studený motor potřebuje k plynulému chodu a dostatečnému výkonu bohatší směs. Spotřeba roste i vlivem vyšší volnoběžné frekvence otáčení.

5.5 Členitost terénu

Výrazný vliv na spotřebu PHM lze přisuzovat také terénní členitosti golfového hřiště. Na českém území lze nalézt hřiště rovinná, kde žací stroje překonávají jen minimální výškové rozdíly, ale i hřiště, pro která je členitost terénu dominantou. Spotřebu značně navyšuje tvar jamkovišť a drah ve chvíli, kdy jsou pro sečení atypické a obsluha musí vysekávat složité tvary a např. provádět více otáček žacího stroje, což dobu sečení prodlužuje a navyšuje tím spotřebu PHM.

5.6 Vytíženost hřiště

Vliv na spotřebu PHM má počet hráčů, kteří se v danou chvíli na hřišti nalézají, neboť jejich pohyb zdržuje obsluhu žacích strojů, což má za následek růst spotřeby v důsledku prostojů. Přímý vliv na spotřebu PHM má i četnost golfových turnajů pořádaných na golfovém hřišti. Před a v průběhu turnaje jsou požadovány vyšší nároky na kvalitu hřiště a je vyžadována vyšší četnost sečení veškerých ploch, které se na golfovém hřišti nalézají.

5.7 Teplota (venkovní)

SCHOCK (2004) uvádí, že komponenty jako spalovací motor elektrické motory, převodovka a pneumatiky spotřebovávají více energie při nízkých teplotách a to zejména při startu.

Viskozita oleje a jiných tekutin se zvyšuje s klesající teplotou, což znamená, že je zapotřebí více práce a tedy více paliva k překonání tření v motoru, převodovce a dalších součástech hnacího ústrojí.

Aerodynamický odpor vozidla je přímo úměrný hustotě vzduchu, která s rostoucí teplotou klesá. Při 30°C činí hustota vzduchu 1,1649 kg.m⁻³, kdežto při 10°C je to 1,2472 kg.m⁻³. I když jde jen o nepatrné rozdíly, musíme si uvědomit, že sečení golfových ploch je prováděno převážně v brzkých ranních hodinách, kdy je hustota vzduchu vyšší a roste tím i spotřeba PHM.

5.8 Volnoběh stroje

Růst spotřeby PHM vlivem volnoběhu se nejvíce projevuje u žacích strojů, sloužících pro sečení drah. Rozmezí spotřeby PHM na volnoběh leží mezi 0,5 - 1 litrem paliva na hodinu, dle nastavené volnoběžné frekvence otáčení.

Sečení začíná obvykle před příchodem prvních hráčů na hřiště, ale není v silách greenkeeperů ho dokončit před otevřením hřiště. K prostojům a volnoběhu stroje dochází vždy, kdy se obsluha žacího stroje dostane do situace, ve které svojí prací překáží hráčům. V takovéto situaci musí greenkeeper dráhu uvolnit a počkat na dokončení hry. V této době stroj běží na volnoběh a nevykonává žádnou práci. Zde se mohou projevit zkušenosti obsluhy stroje, která při vyhodnocení situace může motor zastavit a šetřit tak PHM. Je nutné podotknout, že se tak často neděje, neboť obsluha stroje PHM neplatí a nemá tak žádnou potřebu jimi šetřit.

5.9 Nahuštění pneumatik

Zkoumání vlivu nahuštění pneumatik na spotřebu je v dnešní době velmi diskutované téma, kterému se detailně věnují všichni výrobci pneumatik. Protože vlivy, které na pneumatiku působí jsou obdobné jako u osobních automobilů, lze uvést základní myšlenky právě na nich.

S každým otočením kola je pneumatika deformována hmotností nákladu, jakmile se dotkne povrchu vozovky. Jak se její struktura deformuje, komponenty se zahřívají a dochází ke ztrátě části energie vytvářené motorem. Snižování tohoto nahromaděného tepla umožňuje snížení spotřeby paliva, čímž se snižují i emise oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů. Valivý odpor dokáže ovlivnit spotřebu automobilu celými dvaceti procenty. Někteří výrobci pneumatik se proto snaží o snižování valivého odporu, což vede k poklesu spotřeby paliva a produkovaných emisí.

Například pneumatika Michelin Energy Saver dosahuje nižšího valivého odporu díky tomu, že je lehčí a subtilnější, což vede k pomalejšímu zahřívání (podle zákonů fyziky platí, čím větší je masa objektu, tím více se po zahřátí deformuje). Dále záleží zejména na chemickém složení. Michelin používá místo sazí siliky nejnovější generace. Silika je náplň do gumárenských směsí, která nahradila saze. Je to vlastně hydratovaný oxid křemičitý (SiO_2) a její výhodou oproti sazím je, že způsobuje v gumárenské směsi menší vnitřní tření, resp. ztrátovou energii, a tím snižuje valivý odpor pneumatiky. Směsi s vysokým obsahem siliky na rozdíl od sazí tvrdnou až při výrazně nižších teplotách (cca $-30\text{ }^\circ\text{C}$), proto jsou tyto směsi vhodné pro zimní pneumatiky (SAJDL, 2013). Saze se používají pouze pro dobarvení samotné pneumatiky. Důležitý je také výrobní proces.

Nesprávné natlakování pneumatiky může ohrozit bezpečnost posádky, vede k vyšší spotřebě paliva, k rychlejšímu opotřebení samotné pneumatiky a změně kontaktní styčné plochy s vozovkou. Výsledkem špatného nahuštění pneumatiky je horší záběr a snížená citlivost řízení, delší brzdná dráha na vlhkém podkladu, kratší životnost pneumatiky a zvýšená spotřeba paliva. Podhuštěná pneumatika o 20% zkracuje vzdálenost, kterou by bylo možné urazit s pneumatikou správně nahuštěnou (ŠIKL, 2009).

5.10 Motorový olej

Motorový olej má schopnost přispět k úspoře paliva, která vyplývá z jeho funkce potlačit tření. Spotřeba PHM závisí kromě jiného na účinnosti konverze energie paliva na energii kinetickou. Nejvíce dodané energie, cca 63%, se vynaloží na ztráty v motoru

v důsledku překonávání tření. Obecně platí, že písty a ložiska pracují v režimu hydrodynamického mazání a rozvody ventilů pracují v režimu smíšeného nebo mezního mazání. Zjednodušeně lze vyvodit, že úspory paliva lze dosáhnout nižší viskozitou (pro oblast pístů a ložiska) a efektivním modifikátorem tření (pro rozvody ventilů) (VÁCLAVÍČKOVÁ, 2012).

5.11 Výška trávy

Při sečení vyšší a přerostlé travní plochy dochází k hromadění odstřižených konců stébel trav v žacím ústrojí. Následkem toho musí žací stroj překonávat vyšší odpor při sečení a tím roste spotřeba PHM, navíc dochází i k dalšímu rozměňování již jednou odstřižených stébel trav a žací ústrojí tak vykonává nadbytečnou práci.

5.12 Rosa a déšť

Rosa popřípadě dešťové kapky, kterými jsou pokryty travní plochy negativně ovlivňují spotřebu PHM tím, že žací stroj musí překonávat vyšší odpor při sečení v důsledku větší hmotnosti odstřihávaných travních stébel. Druhým problémem je pak také vyšší valivý odpor, který vzniká mezi travní podložkou a pneumatikami žacího stroje.

5.13 Stav vřeten

Stav, ve kterém se všeobecně nalézá vřetenové ústrojí, je také úzce spjat se spotřebou PHM. Ovlivnění spotřeby PHM může vznikat odporem v ložiscích, která při delší době provozu kladou vyšší odpor.

Do této podkapitoly řadíme i sběr posečené trávy. Sběr trávy se provádí podle aktuálního stavu hřiště a rozhoduje o něm hlavní greenkeeper. Vyšší spotřeba PHM je důsledkem vyšší hmotnosti žacího stroje, ke které dochází, když jsou sběrací koše naplněny travním porostem.

5.14 Objemová roztažnost nafty

Tak jako u všech kapalin, dochází u pohonných hmot (benzín a motorová nafta) při změně teploty ke změnám objemu. Se stoupající teplotou se objem benzínu i motorové nafty zvětšuje, u obou však s různou intenzitou. Obecně platí, že teplotní roztažnost benzínu je vyšší, než je tomu v případě motorové nafty (tab. 1).

Tab. 1 Teplotní roztažnost benzinu a motorové nafty

Teplota [°C]	Objem Natural 95 [l]	Objem motorová nafta [l]
35	10 236,00	10 166,40
30	10 177,00	10 124,80
25	10 118,00	10 083,20
20	10 059,00	10 041,60
15	10 000,00	10 000,00
10	9943,7	9959,7
5	9884,7	9918,1
0	9825,7	9876,5
-5	9766,7	9834,9

Zdroj: <http://michals-tank.cz/t/teplotni-roztaznost-pohonných-hmot/>

6 Metodika dílčích experimentů

Tato kapitola popisuje jednotlivé experimenty a jejich metodiku. Protože nebyl k dispozici žádný pokusný prostor, na kterém by se dalo dosáhnout přesnějších výsledků, muselo být měření prováděno na golfových hřištích. K měření docházelo na pražských golfových hřištích Zbraslav, Černý Most a Hodkovičky. Ve Zbraslavi a na Černém Mostě bylo prováděno měření spotřeby žacího stroje pro dráhy a v Hodkovičkách probíhalo měření stroje pro sečení odpališť a jamkovišť.

Před samotným započítáním experimentů bylo prováděno několik zkušebních měření, které měly za úkol odhalit nedostatky měření tak, aby bylo možné získat co možná nejpřesnější data. Měření probíhalo dle časových a technických možností každého hřiště, a proto se sběr dat na každém hřišti částečně odlišoval. Metodika tyto odlišnosti zmiňuje a vysvětluje. Je nutné si uvědomit, že každé hřiště disponuje odlišným množstvím golfové techniky, a proto mohly být experimenty prováděny pouze v rozsahu (počet drah, počet strojů), ve kterém to technika umožňovala.

6.1 Charakteristika podmínek sečení

6.1.1 Zbraslav

Na základě zpracované literární rešerše byla připravena metodika měření spotřeby PHM. Původní plán počítal s měřením spotřeby PHM a ostatních parametrů na celém golfovém hřišti (18 jamek). Jak se ukázalo při zkušebních měřeních, tohoto plánu nebylo možné na daném hřišti dosáhnout. A to z důvodů velké časové vytíženosti zbraslavského greenkeepera a pouze jednoho žacího stroje pro dráhy. Na základě dohody s hlavním greenkeeperem hřiště a konzultantem práce bylo rozhodnuto o provádění experimentů žacího stroje na jamce č. 19. Jelikož je tato jamka záložní, nehrozily na ní situace, které by mohly ovlivnit průběh měření. Bylo tak možné co nejvíce simulovat "laboratorní podmínky". Celková sečená plocha je vyznačena na obr. 15 a její velikost je cca 5 500 m².

Obr. 15 Sečená plocha Zbraslav



Zdroj: mapy.cz

6.1.2 Černý Most

Na Černém Mostě (obr. 16) byly experimenty prováděny na všech dráhách golfového hřiště (18 jamek). Bylo to umožněno tím, že hřiště disponuje dvěma žacími stroji pro dráhy v obecně lepším technickém stavu. Druhým důvodem byl vyšší počet zaměstnanců hřiště a lepší organizace práce. Měření probíhalo tak, že první stroj sekal první polovinu hřiště, tedy dráhy č. 1 - 9 a druhý stroj dráhy č. 10 - 18. Při následujícím měření tento proces probíhal opačně, aby každý stroj během dvou měření posekal celou plochu hřiště. Spotřeba PHM byla odečítána vždy po dvou jízdách. Celková plocha drah na golfovém hřišti je 210 000 m².

Obr. 16 Sečená plocha Černý Most



Zdroj: mapy.cz

6.1.3 Hodkovičky

V Praze Hodkovičkách (obr. 17) probíhaly experimenty na odpalištích a jamkovištích celého hřiště (9 jamek). K tomuto měření bylo využito dvou žacích strojů, kdy jeden po celou dobu sekal odpaliště a druhý jamkoviště.

Obr. 17 Sečená plocha Hodkovičky



Zdroj: mapy.cz

6.2 Metodika provozu stroje

S požadavkem na zajištění co nejvhodnějších podmínek experimentů bylo nutné, aby sečení prováděla vždy stejná obsluha stroje. Jedině tak bylo možné odstranit rozdíly ve spotřebě připadající na obsluhu, které by mohly být následně chybně zaměněny s rozdíly spotřeby PHM vznikajícími broušením vřeten.

Při provádění pokusných měření bylo zjištěno, že tohoto požadavku lze jen velmi obtížně dosáhnout, protože na hřištích tento požadavek není vyžadován a sečení provádí obsluha různá. Po vzájemné dohodě bylo rozhodnuto o tom, že ve Zbraslavi bude stejná obsluha sekat tu jamku, na kterou se sečení omezilo.

Černý Most umožnil sečení na prvním žacím stroji pomocí stejné obsluhy v celé délce prováděného experimentu. Na druhém stroji ovšem toto opatření zajistit nešlo, a tak se obsluha pravidelně dle směn střídala. Tento jev umožnil v konkrétním případě rozšíření zpracování výsledků o porovnání spotřeby PHM vlivem rozdílné obsluhy stroje.

V Hodkovičkách bylo zajištění shodné obsluhy pro sečení odpališť a jamkovišť bezproblémové, neboť na rozdíl od drah, bylo měření prováděno v krátkém časovém intervalu.

6.3 Metodika měření spotřeby

Měření spotřeby probíhalo tak, že se do sítka nečistot (umístěného v nádržích žacích strojů) upevnil drátek. Ten indikoval referenční hladinu PHM. Toto je patrné z obr. 18. Následně byla pomocí žacího stroje posečena stanovená plocha (v závislosti na daném hřišti) a stroj byl zaparkován na vodorovné ploše. Toto místo se po dobu provádění měření neměnilo.

Obr. 18 Indikace hladiny PHM

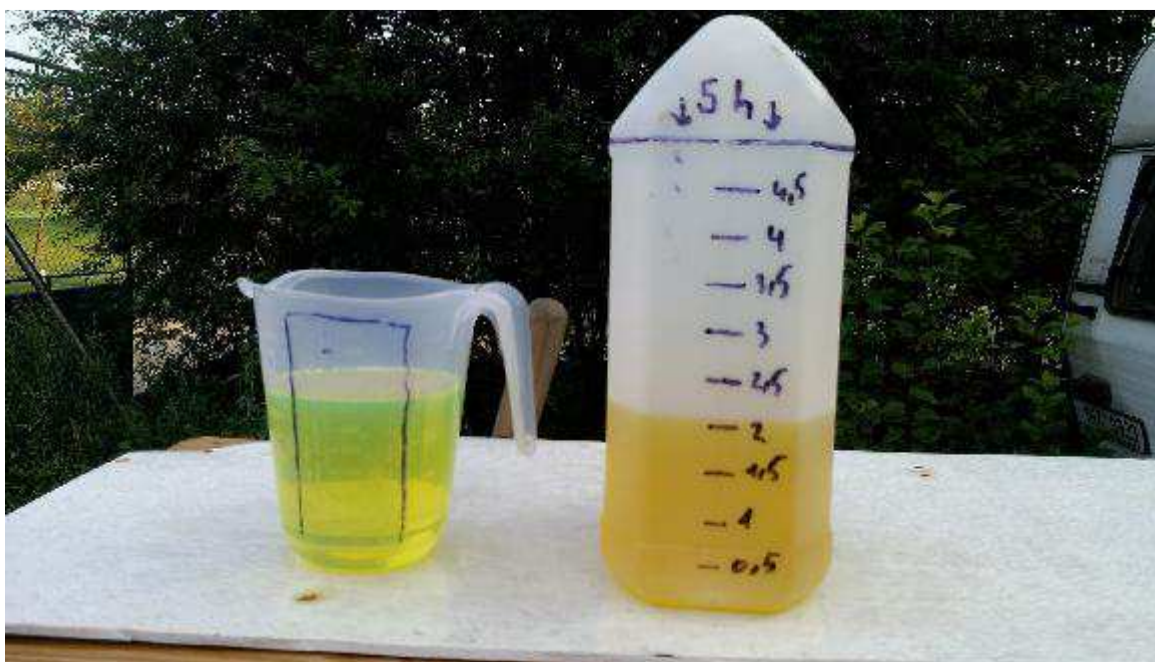


Poté byla pomocí ocejchovaných nádob (obr. 19) dolévána nafta do nádrže. Ocejchování bylo provedeno na stolní váze, kdy se zjišťovala hmotnost přilévaného množství vody a na základě hmotnosti byly vytvořeny na nádobách značky (1 g H₂O odpovídá 1 ml H₂O). Na 5 l nádobě po 0,5 l a na 1 l po 0,05 l. Tento postup využívá i CAPLE (2008).

Dolévání nafty do nádrže bylo nejdříve prováděno pomocí 5 l nádoby do doby, než byla hladina přesně na úrovni drátku. Následně se pomocí litrové nádoby odpočetl zbytek nafty v pětilitrové nádobě k nejbližšímu celému litru nádoby a výsledek se dopočetl a zaznamenal.

Původní metodika počítala s měřením pomocí 1 l nádoby na všech hřištích. Na Černém Mostě byla ovšem litrová nádoba zaměněna za odměrný válec, kterým greenkeeper disponoval a nabídl ho k měření. Odměrný válec byl pak využit i v Hodkovičkách. Tato měření tak byla prováděna přesněji (přesnost 0,01 l). Je nutné zmínit, že měření probíhala až po měření na Zbraslavi a tak nebylo možné měřit na tomto hřišti také pomocí odměrného válce.

Obr. 19 Odměrné nádoby



6.4 Charakteristika žacích strojů

Experimenty probíhaly nejprve na nenabroušených a neseřízených větenech a následně na větenech nabroušených a seřízených. Byly prováděny ve druhé části až v závěru herní sezóny. Tento termín byl vybrán proto, aby bylo možné využít žací stroje, které jsou po velké části herní sezóny ve špatném technickém stavu a výsledky měření tak byly více markantní. Následné broušení a pokračování v měření mělo jen nepatrně ovlivnit jejich technický stav pro následující herní sezónu. Nemusely tak být zvyšovány náklady na broušení větěn, což bylo hlavní podmínkou hřišť pro svolení s prováděním experimentů.

Ve Zbraslavi bylo sečení prováděno pomocí žacího stroje Jacobsen LF3400 (obr. 9), který měl naježděno cca 2500 motohodin. Tento údaj však může být chybný, neboť při zkušebních měřeních bylo zjištěno, že počítadlo motohodin nefunguje a muselo být opraveno. I z tohoto důvodu byl žací stroj v nejhorším technickém stavu ze všech, se kterými bylo měření prováděno.

Na Černém Mostě bylo měření prováděno pomocí stejného typu žacích strojů tedy Jacobsen LF3400 (obr. 20). Pro účely měření byly stroje označeny na stroje 1 a 2. Stroj 1 měl naježděno 1100 motohodin, stroj 2 měl 450 motohodin. Lze konstatovat, že tyto stroje byly ve všeobecně lepším vizuálním a technickém stavu než stroj na Zbraslavi.

Obr. 20 Žací stroj Jacobsen LF3400 (Černý Most)



Žací stroje v Hodkovičkách tvořil pár strojů Jacobsen GP400 (obr. 21). Stroje byly rozděleny na stroj pro jamkoviště, který měl najeto 2100 motohodin (stroj 1) a stroj pro odpaliště s najetými 2600 motohodinami (stroj 2).

Obr. 21 Žací stroj Jacobsen GP400 (Hodkovičky)



Zdroj: ittec.cz

6.5 Metodika měření přírůstku

Při každém experimentu byl prováděn sběr odstříhých stébel trav. Tato stébla byla následně vždy v počtu 10 kusů přeměřována pomocí pravítka s přesností na milimetry a z výsledných hodnot byl vypočten průměr, který byl následně zaznamenán a poté zpracován. Vyhodnocení bylo prováděno formou fotografií ústřížků s vizuálním posouzením

stavu trávy. Tato metoda byla zvolena proto, že nebylo primárním cílem práce sledovat kvalitu travního porostu.

Měření nebylo prováděno na odpalištích a jamkovištích, neboť tam stébla dosahují jen velmi nepatrné délky, poněvadž k sečení dochází každý den a jedná se typově o úplně odlišný travní druh.

6.6 Metodika měření ostatních veličin

Spolu s měřením spotřeby PHM a délky odstříhých stébel trav docházelo i k zaznamenávání dalších údajů. Vedle data měření to byla venkovní teplota, počasí, doba sečení a ve Zbraslavi i ujetá vzdálenost. Na Černém Mostě se pak rozlišovala střídající se obsluha stroje a také intervaly mezi sečením.

Měření teploty

Měření teploty bylo prováděno vždy v době sečení. Hodnoty byly odečítány z venkovního teploměru, který byl umístěn v místě sečení.

Doba sečení

Na zbraslavském hřišti byla doba sečení odečítána podle softwarového programu Endomondo, který zároveň sloužil k zaznamenávání GPS trajektorie sečení. Doba sečení byla následně zaokrouhlována na celé minuty.

Na Černém Mostě bylo využito počítadla motohodin a měření bylo s ohledem na délku trvání zaokrouhlováno na celé motohodiny. Obdobně bylo měření prováděno i v Hodkovičkách, kde s ohledem na dobu sečení, bylo odečítáno na desetiny motohodin.

Měření ujeté vzdálenosti

Protože na zbraslavském hřišti byla sečena pouze jedna dráha, bylo možné pro analýzu výsledků využít i záznam trajektorie sečení. K tomu sloužil mobilní telefon Huawei G600 s modulem GPS a software Endomondo. Pro ostatní plochy toto měření nebylo možné. Na Černém Mostě z důvodu nedostatečné kapacity baterie mobilního telefonu a v Hodkovičkách s ohledem na přesnost měření.

Obsluha žacího stroje, tak vždy měla tento přístroj u sebe a sečení prováděla s ním. Výstupem daného softwaru jsou pak informace o ujeté vzdálenosti, době sečení, průměrné rychlosti a převýšení. Pro naše potřeby byly odečítány hodnoty doby provozu a ujeté vzdálenosti.

7 Výsledky a vyhodnocení

V této kapitole jsou uvedeny výsledky prováděných experimentů a jejich vyhodnocení. Pro lepší orientaci čtenáře jsou rozděleny podle toho, na kterém hřišti byly prováděny a dále podle jednotlivých strojů. Nejprve je vždy uveden stav před broušením vřeten a následně jsou prezentovány hodnoty s vřeteny nabroušenými. Je také posuzován vizuální stav travních ústřížků před a po broušení.

Konzultant diplomové práce stanovil s ohledem na charakteristiku experimentů a podmínky jejich provádění minimální počet 3 měření. Pokud to bylo možné a dané hřiště souhlasilo s rozšířením měření, byla snaha tento počet maximálně navýšit.

Jednotlivé soubory dat byly testovány programem Statistica. Vzhledem k malému počtu dat základního souboru byl použit Tukeyův test. Hodnoty p nižší než stanovená hodnota hladiny významnosti $\alpha = 0,05$ ukazují na statistický významný rozdíl mezi danou dvojicí průměrů (LOUDA, 2004). Pro snadné vyhodnocení jsou vizuálně křížkem označeny shodné skupiny variant měření, mezi kterými je/není statisticky významný rozdíl.

Další podmínka pro použití analýzy rozptylu je, že sledovaný soubor vykazuje stejnorodost dat. Tento test se také nazývá kontrola homogenity rozptylu a zjistí se pomocí Cochranova - Bartlettova testu. Podmínka homogenity rozptylu je splněna, pokud menší z vypočítaných hodnot p pro daný soubor dat je vyšší, než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ (KÁBA, 2006).

7.1 Golf klub Zbraslav

První měření prováděné na golfovém hřišti ve Zbraslavi mělo za cíl simulovat do nejvyšší možné míry laboratorní podmínky. Bylo to dáno tím, že byla sečena pouze jedna dráha. Měření tak mohlo odstranit vnější faktory, které mají vliv na spotřebu PHM. Tímto opatřením lze rozdíly ve spotřebě PHM přisuzovat pouze vlivu broušení vřeten.

Ze sledovaných hodnot žacích strojů s nenabroušenými vřeteny (tab. 3) je patrné, že naměřená data jsou téměř konstantní. Toto tvrzení dokazuje tab. 2. Jelikož je hladina významnosti $p = 0,368757$ vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o homogenitě rozptylů, rozptyly tedy můžeme považovat za neprůkazně rozdílné. Výsledek analýzy rozptylu není zatížen chybou, která by byla způsobena nehomogenitou rozptylů.

Výjimku v datech tvoří den 6.8., kdy byly naměřené hodnoty nejvyšší. Je to z toho důvodu, že bylo sečení dráhy prováděno po delší době než je obvyklé (nemoc greenkeepera).

Greenkeeper obtížně určoval hranici mezi dráhou a semirafem, což mělo negativní vliv na sledované hodnoty. Vliv na spotřebu PHM lze také přisuzovat výšce trávy, kterou greenkeeper označil za značně přerostlou. Ovšem i tyto hodnoty přestože byly vyšší, lze statisticky vyhodnocovat, protože splňují test homogenity rozptylu.

Tab. 2 Test homogenity rozptylu Zbraslav

	Testy homogenity rozptylu				
	Hartley. F-max	Cochran. C	Bartl. Chí-kv.	SV	p
Spotřeba [l]	3.160000	0.759615	0.807850	1	0.368757

Tab. 3 Hodnoty u nenabroušených vřeten Zbraslav

Datum	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba sečení [min]	Vzdálenost [km]	Délka ústřížků [mm]	Spotřeba [l]
6.8.	zataženo	18	2453,3	2453,6	20	1,56	11,6	1,65
7.8.	jasno	19	2456,1	2456,4	16	1,47	8,9	1,30
10.8.	jasno	21	2463,2	2463,5	19	1,35	10,1	1,50
11.8.	děšť	22	2463,7	2464	19	1,42	9,4	1,40
Průměr		20			18,5	1,45	10	1,46
S.odchylka		1,58			1,50	0,08	1,02	0,13

Při pohledu do tab. 4 naměřených hodnot žacíh strojů s vřeteny nabroušenými je zřejmé, že došlo ke snížení všech sledovaných hodnot. Toto snížení lze přikládat vlivu broušení vřeten. Můžeme konstatovat, že broušení má pozitivní vliv na ujetou vzdálenost žacího stroje, neboť greenkeeper lépe rozeznával hranice mezi posečeným a neposečeným pásem trávy. To se následně odráží ve spotřebě PHM a době sečení.

Růst směrodatné odchylky teploty je zapříčiněn tím, že k měření docházelo v pozdějších srpnových termínech. Důvodem byl probíhající golfový turnaj, který způsobil nemožnost uvolnění obsluhy pro provádění experimentů a ty tak musely být na čas přerušeny.

Tab. 4 Hodnoty u nabroušených vřeten Zbraslav

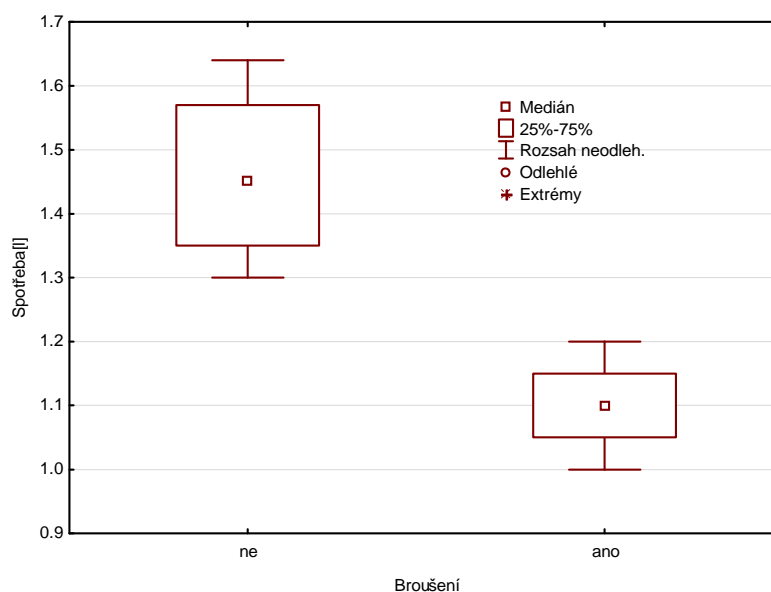
Datum	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [min]	Vzdálenost [km]	Délka ústřížků [mm]	Spotřeba [l]
14.8.	zataženo	21	2469,5	2469,7	15	1,29	8,6	1,20
15.8.	jasno	16	2470,4	2470,6	13	1,33	8,8	1,10
28.8.	jasno	12	2499,2	2499,4	13	1,27	9	1,00
1.9.	zataženo	8	2507,4	2507,6	13	1,31	9,2	1,10
Průměr		14,25			13,5	1,3	8,9	1,10
S.odchylka		4,82			0,87	0,02	0,22	0,07

Tab. 5 Tukeyův test Zbraslav

Tukeyův HSD test; proměnná Spotřeba			
Homogenní skupiny, alfa = .05000			
Chyba: meziskup. PČ = .01387, sv = 6.0000			
Broušení vřeten	Spotřeba [l] Průměr	1	2
ano	1.10	****	
ne	1.46		****

Provedený Tukeyův test (tab. 5) potvrzuje, že průměry spotřeby PHM se významně statisticky odlišují. Pokud porovnáme spotřebu PHM žacího stroje s nenabroušenými a nabroušenými vřeteny (graf 1) zjistíme, že při všech měřeních byla spotřeba stroje s ostrými vřeteny nižší. Graf 1 také uvádí další důležité vizuální informace o charakteristice dat.

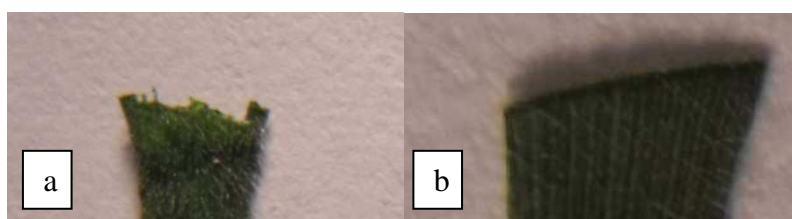
Graf 1 Krabicový graf Zbraslav



Na obr. 22 je vidět vizuální porovnání ústřížků stébel trav. Můžeme pozorovat, že stéblo, které je ustříženo pomocí nenabroušených větven trpí vysokou deformací konce. Tento projev se velice negativně projevuje na zdraví travního porostu a zapříčiňuje vyšší náchylnost trávníku k chorobám a také jeho obtížnější regeneraci. Oproti tomu stéblo, které bylo ustříženo větvenem nabroušeným tímto negativním projevem netrpí a stříh je optimálně provedený.

Obr. 22 Porovnání stébel trav Zbraslav

(a - stříh pomocí nenabroušeného větene, b - stříh pomocí nabroušeného větene)



Závěr:

Prvotní měření, které bylo prováděno na golfovém hřišti ve Zbraslavi mělo za cíl ověřit správnost navržené metodiky. Tohoto úkolu bylo dosaženo. Při následné analýze dat bylo zjištěno, že došlo k výraznému snížení spotřeby PHM a stroj tak pracoval efektivněji. Při porovnání průměrné spotřeby činí úspora PHM 25 %. Tento údaj je statisticky významný. Vliv kvality broušení na spotřebu PHM je tak jednoznačně prokazatelný. Z vizuálního posouzení travních odstřížků je patrný markantní nárůst kvality stříhu.

7.2 Golf klub Černý Most

Měření probíhalo na celé ploše golfového hřiště (18 drah). Dané hřiště disponuje dvěma žacími stroji, a proto bylo měření prováděno tak, že prvním strojem byly sečeny jamky č. 1 - 9 a druhým 10 - 18. Při dalším měření byly stroje zaměněny, aby bylo každým strojem hřiště dosečeno. Tato varianta byla časově velmi efektivní a mohla do měření zahrnout více parametrů. Jako nejdůležitější se jeví vliv obsluhy na spotřebu PHM. Na stroji 1 byla obsluha po celou dobu shodná a lze poznamenat, že byla vybrána tak, aby sečení prováděla nejzkušenější obsluha, kterou hřiště disponovalo. Na stroji 2 se obsluha pravidelně střídala dle směn.

7.2.1 Černý Most stroj 1

Z provedeného testu homogenity rozptylu (tab. 6) vyplývá, že je hladina významnosti $p = 0,732668$ vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o homogenitě rozptylů, rozptyly tedy můžeme považovat za neprůkazně rozdílné. Výsledek analýzy rozptylu není zatížen chybou, která by byla způsobena nehomogenitou rozptylů.

Tab. 6 Test homogenity rozptylu Černý most stroj 1

	Testy homogenity rozptylu				
	Hartley. F-max	Cochran. C	Bartl. Chí-kv.	SV	p
Spotřeba [l]	1.780531	0.640356	0.116676	1	0.732668

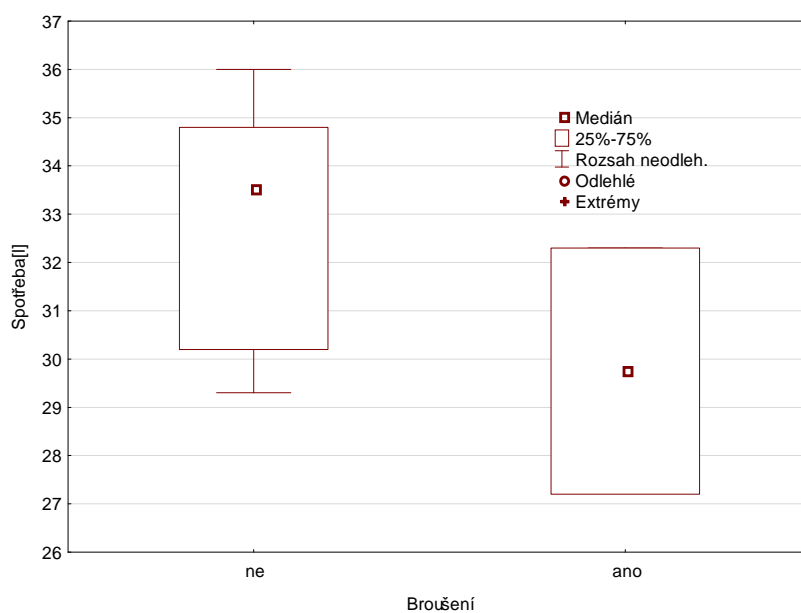
V tab. 7 lze sledovat rozdíly ve spotřebě, které jsou nejvíce ovlivněny dobou provozu stroje v důsledku prostojů, ke kterým docházelo ve chvílích, kdy se na drahách pohybovali hráči a obsluha vyčkávala než hru dokončí. Nejvyšší spotřeba, která je tvořena součty dnů 30.9. a 3.10, je vysoká z toho důvodu, že bylo na hřišti více golfistů (vlivem příznivého počasí a vyšších teplot), než je obvyklé a sečení probíhalo z důvodu čekání na uvolnění dráhy déle než byl sledovaný průměr.

Tab. 7 Hodnoty u nenabroušených vřeten Černý Most stroj 1

Datum	Interval [dny]	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [h]	Délka ústřížků [mm]	Spotřeba [l]
22.8.	4	polojasno	10	432	435	3	8,4	34,8
26.8.	4	děšť	14	435	439	4	10,3	
29.8.	3	polojasno	12	439	443	4	7,9	34,6
2.9.	5	děšť	14	443	446	3	7,9	
5.9.	3	mlha	14	446	450	4	7,8	29,3
9.9.	4	zataženo	14	450	454	4	8,7	
15.9.	6	zataženo	15	454	457	3	7,8	30,2
19.9.	4	polojasno	15	457	461	4	9,0	
23.9.	4	polojasno	12	461	465	4	7,4	32,5
26.9.	3	polojasno	17	465	468	3	8,4	
30.9.	4	polojasno	20	468	473	5	7,5	36,0
3.10	3	polojasno	17	473	477	4	8,3	
Průměr	3,91		16,5			4	7,9	32,9
S.odchylka	0,86		2,87			0,71	0,45	1,75

Při pohledu na hodnoty stroje 1 s nabroušenými vřeteny (tab. 8) je zřejmý pokles spotřeby PHM. Tento údaj lze brát objektivně, neboť sečení prováděla tatáž obsluha stroje. Statistické vyhodnocení pomocí Tukeyova testu (tab. 9) ovšem neprokazuje, že se průměry spotřeby PHM významně statisticky odlišují. Toto tvrzení je zřejmé také z pohledu na graf 2, který zobrazuje vizuální informace o charakteristice dat.

Graf 2 Krabicový graf Černý Most stroj 1



Tab. 8 Hodnoty u nabroušených vřeten Černý Most stroj 1

Datum	Inte- val [dny]	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [h]	Délka ústřížků [mm]	Spotřeba [l]
7.10	4	polojasno	10	477	481	4	8,5	32,3
10.10	3	mlha	10	481	484	3	7,9	
15.10	5	zataženo	15	484	488	4	8,6	27,2
17.10	2	zataženo	14	488	491	3	8,3	
22.10	5	zataženo	6	491	495	4	9,3	28,3
29.10.	7	polojasno	9	498	501	3	8,7	
Průměr	4,33		11			3,5	8,73	29,8
S.odchylnka	1,60		3,67			0,50	0,36	0,55

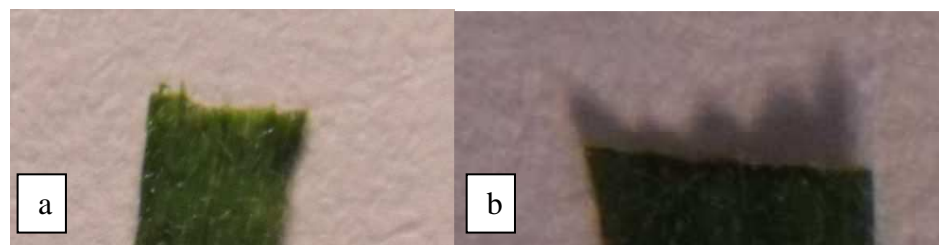
Tab. 9 Tukeyův test Černý Most stroj 1

Tukeyův HSD test; proměnná Spotřeba [l] Homogenní skupiny, alfa = .05000 Chyba: meziskup. PČ = 8.2542, sv = 6.0000		
Broušení	Spotřeba [l] Průměr	1
ano	29.75	****
ne	32.90	****

Na obr. 23 jsou zobrazeny stébla trav. Opět lze pozorovat rozdíly v kvalitě stříhu. Tyto rozdíly nejsou tak výrazné jako tomu bylo u pozorování na Zbraslavi. Lze tak konstatovat, že broušením vřeten došlo k růstu kvality stříhu, ale rozdíl mezi ostrostí a kvalitou vřeten nebyl tak výrazný jako v předešlém případě.

Obr. 23 Porovnání stébel trav Černý Most stroj 1

(a - stříh pomocí nenabroušeného vřetene, b - stříh pomocí nabroušeného vřetene)



Závěr:

Na stroji 1 lze sledovat snížení průměrně spotřeby PHM vlivem broušení. Můžeme uvést i snížení průměrné doby sečení o 0,5 h. Údaj snížení spotřeby PHM ovšem nelze považovat za statisticky významný, neboť ho nepotvrzuje Tukeyův test. Oproti měření na Zbraslavi jsou data zkreslena prostoji při čekání na uvolnění drah a také přejezdy mezi jednotlivými drahami. Broušení včetně se pozitivně podepsalo na kvalitě stříhu. Z obr. 23 je patrné, že rozdíl v kvalitě stříhu stroje 1 před a po broušení pozorovat lze, není ale tak výrazný jako u stroje na Zbraslavi. Z tab. 7 a 8 lze sledovat prodloužení intervalu sečení a s ním spojené kosení vyšší trávy. Tento faktor negativně ovlivňuje spotřebu PHM.

7.2.2 Černý Most stroj 2

Z provedeného testu homogenity rozptylu (tab. 10) stroje 2 vyplývá, že je hladina významnosti $p = 0,445436$ vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o homogenitě rozptylů, rozptyly tedy můžeme považovat za neprůkazně rozdílné. Výsledek analýzy rozptylu není zatížen chybou, která by byla způsobena nehomogenitou rozptylů.

Tab. 10 Test homogenity rozptylu Černý most stroj 2

	Testy homogenity rozptylu				
	Hartley. F-max	Cochran. C	Bartl. Chí-kv.	SV	p
Spotřeba [l]	3.370795	0.771209	0.582239	1	0.445436

Pokud porovnáme hodnoty z tab. 11, která předkládá výsledky měření u stroje 2 s nenabroušenými včetně, se strojem 1 (tab. 7), lze pozorovat téměř totožné hodnoty veličin jako u stroje 1, vyjma sloupce spotřeby. Zde je zřejmý výrazný rozdíl mezi hodnotami, které se pohybují skokově mezi cca. 26 a 30 litry. Tento rozdíl můžeme přisoudit vlivu střídající se obsluhy stroje.

Tab. 11 Hodnoty u nenabroušených vřeten Černý Most stroj 2

Datum	Interval [dny]	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [h]	Délka ústřížků [mm]	Obsluha	Spotřeba [l]
22.8.	4	polojasno	10	1070	1073	3	9,1	A	26,1
26.8.	4	děšť	14	1073	1077	4	9,6		
29.8.	3	polojasno	12	1077	1081	4	7,9	B	30,1
2.9.	5	děšť	14	1081	1085	4	7,9		
5.9.	3	mlha	14	1085	1090	5	7,9	A	26,0
9.9.	4	zataženo	14	1090	1095	5	8,0		
15.9.	6	zataženo	15	1095	1099	4	7,7	B	32,8
19.9.	4	polojasno	15	1099	1104	5	7,5		
23.9.	4	polojasno	12	1104	1109	5	8,0	A	26,8
26.9.	3	polojasno	17	1109	1113	4	8,1		
30.9.	4	polojasno	20	1113	1118	5	7,6	B	30,4
3.10.	3	polojasno	17	1118	1122	4	8,1		
Průměr	3,91		16,5			4,5	7,95		28,6
S.odchylka	0,86		2,87			0,50	0,21		1,80

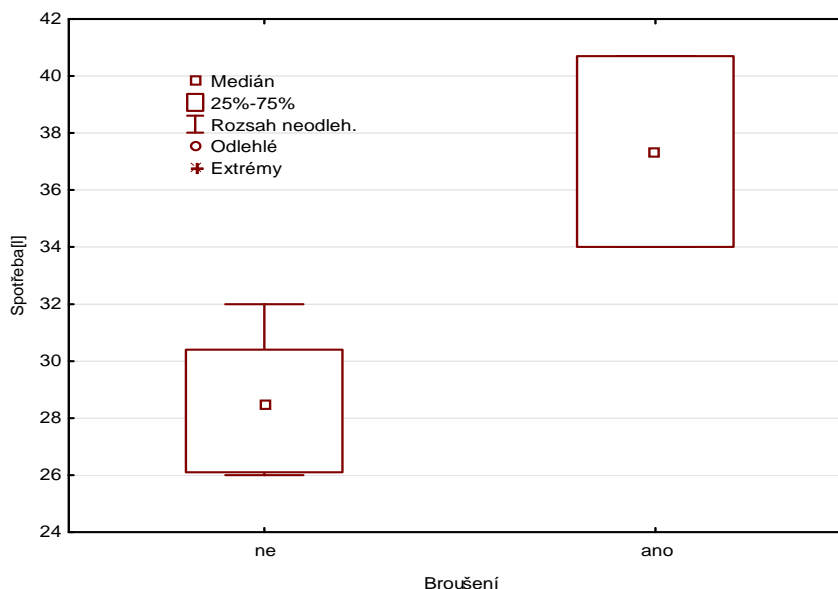
Tab. 12 uvádí hodnoty stroje 2 s nabroušenými vřeteny. Jako zásadní se jeví hodnota průměrné spotřeby PHM, která je vyšší než u nenabroušených vřeten. Tento údaj je tak v rozporu s předchozími výsledky, kdy tomuto bylo naopak. Toto tvrzení je také dobře patrné z grafu 3. Vliv obsluhy stroje na spotřebu PHM se zde velice negativně projevuje. Hodnoty nejvíce ovlivňuje měření ze 7.10, kdy byla zaznamenána vůbec nejdelší doba sečení 7 hodin. Tato hodnota je vysoká proto, že na hřišti probíhal firemní turnaj a sečení drah hřiště bylo velmi obtížné a obsluha byla zatěžována častými prostopi stroje. Obsluha ponechávala stroj na volnoběhu místo jeho vypínání a spotřeba PHM zákonitě narostla.

Z tab. 12 lze také sledovat prodloužení intervalu sečení a s ním spojené kosení vyšší trávy. Tento faktor negativně ovlivňuje spotřebu PHM.

Tab. 12 Hodnoty u nabroušených vřeten Černý Most stroj 2

Datum	Inte- val [dny]	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [h]	Délka ústřížků [mm]	Ob- sluha	Spotřeba [l]
7.10	4	polojasno	10	1122	1129	7	8,0	B	40,7
10.10	3	mlha	10	1129	1133	4	7,8		
15.10	5	zataženo	15	1133	1139	6	9,7	A	34,0
17.10	2	zataženo	14	1139	1143	4	9,3		
22.10	5	zataženo	6	1143	1149	6	8,4	B	37,9
29.10.	7	zataženo	9	1149	1153	4	9,1		
Průměr	4,33		11			5	9,13		37,4
S.odchylka	1,60		3,67			1,00	0,47		1,95

Graf 3 Krabicový graf Černý Most stroj 2



Provedený Tukeyův test (tab. 13) potvrzuje, že průměry spotřeby PHM se významně statisticky odlišují. Pokud porovnáme průměrnou spotřebu PHM žacího stroje s nenabroušenými a nabroušenými vřeteny zjistíme, že odlišnost činí 23 %. Protože se statistická data významně odlišují musíme konstatovat, že obsluha stroje má výrazný vliv na spotřebu PHM a to dokonce vyšší než, lze přikládat vlivu broušení vřeten.

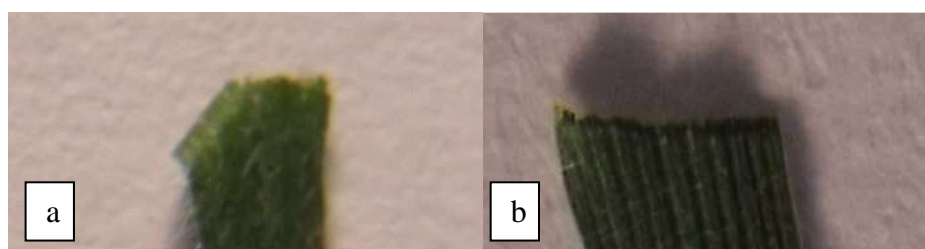
Tab. 13 Tukeyův test Černý Most stroj 2

Tukeyův HSD test; proměnná Spotřeba [l] Homogenní skupiny, alfa = .05000 Chyba: meziskup. PČ = 9.2897, sv = 6.0000			
Broušení	Spotřeba [l] Průměr	1	2
ne	28.57	****	
ano	37.35		****

Na obr. 24 lze sledovat porovnání stříhu stébel trav. Jako u stroje 1 můžeme pozorovat zlepšení stříhu vlivem broušení vřeten. Toto zlepšení je obdobné se strojem 1.

Obr. 24 Porovnání stébel trav Černý Most stroj 2

(a - stříh pomocí nenabroušeného vřetene, b - stříh pomocí nabroušeného vřetene)



Závěr:

Prováděná měření na stroji 2, na kterém se měnila obsluha, zaznamenaly výsledky v opačném směru. Byl sledován negativní růst spotřeby PHM na stroji s nabroušenými vřeteny. Růst spotřeby PHM lze přikládat nezkušené obsluze, která nepoužívá kroky vedoucí k úspoře paliva jako např. vypínání stroje. Obsluha také stroj zbytečně vytáčela do vysokých otáček, ve kterých je spotřeba PHM vyšší. Ovlivnění spotřeby PHM je dále způsobeno vlivem delších intervalů sečení a kosení vyšší trávy. Z vizuálního posouzení stavu ústřížků stébel trávy před a po broušení lze konstatovat, že broušení má pozitivní vliv na jejich kvalitu. Pozorované rozdíly v kvalitě stříhu jsou obdobné jako u stroje 1.

7.3 Golf klub Hodkovičky

Na golfovém hřišti v Praze Hodkovičkách bylo měření zaměřeno na žací stroje pro odpaliště a jamkoviště. Tyto stroje jsou konstrukčně odlišné a vliv broušení vřeten na spotřebu PHM u nich může být hůře prokazatelný, neboť k jejich broušení dochází pravidelně cca. jedenkrát za 14 dní a nikoliv jednou za sezonu jako u žacích strojů drah.

7.3.1 Hodkovičky stroj 1

Z provedeného testu homogenity rozptylu (tab. 14) stroje 1 vyplývá, že je hladina významnosti $p = 0,477087$ vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o homogenitě rozptylů, rozptyly tedy můžeme považovat za neprůkazně rozdílné. Výsledek analýzy rozptylu není zatížen chybou, která by byla způsobena nehomogenitou rozptylů.

Tab. 14 Test homogenity rozptylu Hodkovičky stroj 1

	Testy homogenity rozptylu				
	Hartley. F-max	Cochran. C	Bartl. Chí-kv.	SV	p
Spotřeba [l]	3.170854	0.760241	0.505514	1	0.477087

V tab. 15 je uveden souhrn naměřených hodnot stroje 1 s nenabroušenými vřeteny. Pokud tyto hodnoty porovnáme s hodnotami v tab. 16, ve které jsou hodnoty stroje s vřeteny nabroušenými zjistíme, že vliv broušení vřeten na spotřebu PHM u žacích strojů pro jamkoviště není zcela jistě prokazatelný. Toto tvrzení prokazuje Tukeyův test (tab. 17).

Lze pouze konstatovat, že broušení vřeten má vliv na průměrnou dobu sečení, kterou nepatrně snižuje. Ovšem i toto tvrzení není jednoznačně prokazatelné, protože je do značné míry ovlivněno velmi krátkou dobou sečení z 19.9. (tab. 16). Graf 4 pak uvádí další důležité vizuální informace o charakteristice dat.

Tab. 15 Hodnoty u nenabroušených vřeten Hodkovičky stroj 1

Datum	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [min]	Spotřeba [l]
14.9.	děšť	18	2067,7	2069,5	108	4,85
16.9	zataženo	17	2069,5	2071,8	138	5,72
22.9.	polojasno	16	2078,8	2080,8	120	5,30
Průměr		17			122	5,29
S.odchylka		0,82			12,33	0,36

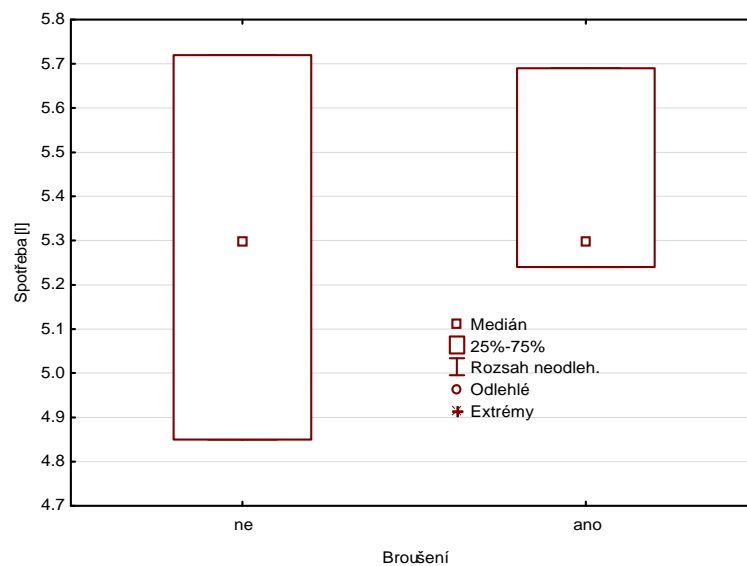
Tab. 16 Hodnoty u nabroušených vřeten Hodkovičky stroj 1

Datum	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [min]	Spotřeba [l]
11.9.	zataženo	15	2063,7	2065,8	126	5,44
13.9	zataženo	16	2065,8	2067,7	114	5,69
18.9	slunečno	14	2071,8	2073,9	126	5,30
19.9	polojasno	15	2073,9	2075,4	90	3,66
Průměr		15			114	5,41
S.odchylka		0,71			14,70	0,78

Tab. 17 Tukeyův test Hodkovičky stroj 1

Tukeyův HSD test; proměnná Spotřeba [l]		
Homogenní skupiny, alfa = .05000		
Chyba: meziskup. PČ = .12450, sv = 4.0000		
Broušení	Spotřeba [l] Průměr	1
ne	5.29	****
ano	5.41	****

Graf 4 Krabicový graf Hodkovičky stroj 1



Závěr:

Měření prováděná na žacím stroji jamkovišť ukazují, že kvalita vřeten je na vysoké úrovni po celou dobu sečení a nemá vliv na spotřebu PHM. Hodnoty jsou dle Tukeyova testu statisticky neprokazatelně rozdílné. Můžeme konstatovat, že sledování vlivu ostrosti vřetenového žacího ústrojí na spotřebu PHM u žacích strojů pro jamkoviště nemá význam.

7.3.2 Hodkovičky stroj 2

Výsledky měření prováděné na odpalištích jsou uvedeny v tab. 19 a 20. V tab. 19 pro nenabroušená vřetena a tab. 20 pro vřetena nabroušená. Z provedeného testu homogenity rozptylu (tab. 18) stroje 2 vyplývá, že je hladina významnosti $p = 0,998321$ vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o homogenitě rozptylů, rozptyly tedy můžeme považovat za neprůkazně rozdílné. Výsledek analýzy rozptylu není zatížen chybou, která by byla způsobena nehomogenitou rozptylů.

I v tomto případě, je vliv broušení vřeten na spotřebu PHM nejednoznačný, jak dokazuje tab. 21. Ta dokonce uvádí průměrnou spotřebu PHM vyšší. Tato tvrzení jsou patrná z Grafu 5, který uvádí další důležité vizuální informace o charakteristice dat.

Tab. 18 Test homogenity rozptylu Hodkovičky stroj 2

	Testy homogenity rozptylu				
	Hartley. F-max	Cochran. C	Bartl. Chí-kv.	SV	p
Spotřeba [l]	1.003333	0.500832	0.000004	1	0.998321

Tab. 19 Hodnoty u nenabroušených vřeten Hodkovičky stroj 2

Datum	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [min]	Spotřeba [l]
10.9.	polojasno	12	2606,9	2609,7	190	4,35
12.9.	děšť	19	2609,7	2612,5	180	4,90
15.9.	zataženo	18	2612,5	2615,4	205	3,90
Průměr		16,33			191,67	4,38
S.odchylka		3,09			10,27	0,41

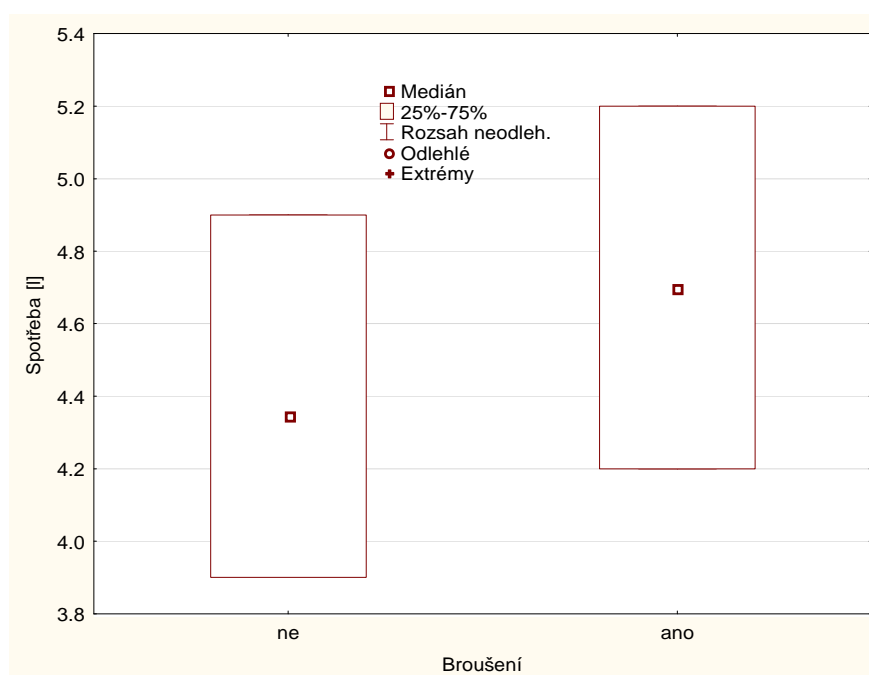
Tab. 20 Hodnoty u nabroušených vřeten Hodkovičky stroj 2

Datum	Počasí	Teplota [°C]	Motohod. zač. [h]	Motohod. kon. [h]	Doba seč. [min]	Spotřeba [l]
17.9.	polojasno	15	2615,6	2618,5	185	5,20
19.9.	polojasno	16	2618,5	2621,2	190	4,20
22.9.	zataženo	12	2621,2	2623,9	185	4,70
Průměr		14,33			186,67	4,7
S.odchylka		1,70			2,36	0,41

Tab. 21 Tukeyův test Hodkovičky stroj 2

Tukeyův HSD test; proměnná Spotřeba [l]		
Homogenní skupiny, alfa = .05000		
Chyba: meziskup. PČ = .25042, sv = 4.0000		
Broušení	Spotřeba [l] Průměr	1
ne	4.38	****
ano	4.70	****

Graf 5 Krabicový graf Hodkovičky stroj 2



Závěr:

Po konzultaci výsledků s hlavním greenkeeperem hřiště můžeme konstatovat, že nejednoznačnost výsledků je způsobena tím, že žací stroje jsou ve vynikajících podmínkách a vřetena a celé žací ústrojí obecně jsou po celou herní sezónu pečlivě

kontrolována a seřizována. To je dáno filosofií golfového sportu, kdy je nejvyšší důraz kladen na kvalitu jamkovišť a odpališť. Stroje tak musí splňovat nejpřísnější požadavky jakosti a být v nejlepším možném stavu. Sledování vlivu ostrosti vřetenového ústrojí na spotřebu PHM je tak nevýznamné.

8 Předpoklady dalšího vývoje

Z kap. 7 je patrné, že výrazné úspory spotřeby PHM lze dosáhnout kombinací více faktorů. Mezi tyto faktory řadíme důkladnou servisní péči o žací stroje s důrazem na broušení vřeten a dále pak odbornou kvalifikaci obsluhy těchto strojů. Protože je vliv obsluhy na spotřebu PHM výrazný, snaží se jej firmy, které se žacími stroji věnují eliminovat.

Jako vhodné technické řešení, které je v současné době ve stádiu testování a pomalého uvádění do provozu, se jeví využívání žacích strojů, které jsou ovládány počítačem, a které ke svému provozu nepotřebují obsluhu. Nejdále je v tomto směru firma Mamiya - OP, která ve spolupráci s firmou Jacobsen plánuje žací stroj drah na tomto principu uvést do provozu v letošním roce. Stroj (obr. 25) je schopen posekat až 5 drah a jeho princip spočívá v kombinaci žacího stroje Jacobsen a integrovaného GPS modulu. Pomocí GPS, třech gyroskopů a senzorů se robot může pohybovat po předem stanovené trase rychlostí do 10 km/h. Nepřesnost sečení je 3 - 5 cm. Ve chvíli, kdy je robot spuštěn na okraj dráhy, začne vytvářet trajektorii sečení (obr. 26) a následně dráhu poseká.

Obr. 25 Robotický žací stroj pro sečení drah



Zdroj: <http://techon.nikkeibp.co.jp>

Robot je schopen detekovat jak velké překážky jako jsou hráči, tak i malé jako např. golfový míček. Toto umožňují senzory, které jsou umístěny na přední a zadní straně žacího stroje (SHINDOU, 2014).

Obr. 26 Tvorba trajektorie sečení



Zdroj: <http://techon.nikkeibp.co.jp>

Obdobná je situace na poli žacích strojů pro jamkoviště. Zde je trend již nějaký čas udáván žacím strojem Precise Path's RG3 (obr. 27). Jeho velikost je srovnatelná s ručně vedenými žacími stroji, ovšem odlišuje čistě elektrickým pohonem. Předností stroje je, že může zároveň sloužit i jako válec jamkovišť. Mezi jeho další výhodu řadíme funkci sledování terénu při které si stroj zapamatuje členitost terénu a jeho stříh. Následně je stroj schopen i sečení za tmy.

Obr. 27 Robotický žací stroj pro sečení jamkovišť



Zdroj: <http://singularityhub.com>

Součástí žacího stroje je sofistikovaný software, který dovoluje obsluze určit směr a trajektorii sečení. Tento software je zajímavý tím, že umožňuje stříh travních ploch podle předem zadaných obrazců. Je tak možné trávník sekat do tvaru reklam. Tato funkce v sobě skrývá velký finanční potenciál. Velká golfová hřiště daný stroj využívají během turnajů vysílaných v televizi pro zvýšení svých zisků (SAENZ, 2010).

Hlavní nevýhodou stroje je schopnost posekat na jedno nabití pouze 4 - 5 jamkovišť. Na celé hřiště jsou tedy potřeba 3 - 4 žací stroje. Další nevýhodou je nutnost obsluhy, která musí stroj na určené jamkoviště umístit a spustit. Jeden greenkeeper může současně obsluhovat 2 stroje. Pokud chceme zároveň posekat všechna jamkoviště, nedochází k úspoře personálu oproti ručně vedeným strojům. Úsporu lze hledat pouze v nákladech na PHM. Poslední nezanedbatelnou nevýhodou tvoří výrazně vyšší pořizovací cena stroje.

9 Závěr

Předložená diplomová práce je zaměřena na sledování provozních parametrů vřetenových žacích strojů pro golfová hřiště. Snahou bylo zpracovat literární rešerši, jejíž součástí byl rozbor hlavních parametrů ovlivňující spotřebu PHM. Na základě tohoto rozboru byla vytvořena metodika dílčích experimentů a provedeno měření s důrazem na vliv broušení vřeten žacích strojů.

Experimenty byly prováděny postupně na golfových hřištích Zbraslav, Černý Most a Hodkovičky. Na Zbraslavi a Černém Mostě byly analyzovány žací stroje sloužící pro sečení drah (Jacobsen LF3400). V Hodkovičkách pak žací stroje pro sečení odpališť a jamkovišť (Jacobsen GP400). Byla vyslovena hypotéza, že vliv broušení a seřízení vřeten má vliv na spotřebu PHM. Cílem prováděných experimentů bylo toto tvrzení potvrdit, a nebo vyvrátit.

U každého stroje byly sledovány tyto hodnoty: venkovní teplota, počasí, doba sečení a spotřeba PHM. Navíc byla na Zbraslavi sledována ujetá vzdálenost a spolu s Černým Mostem délka travního odstřížku. Také byla na drahách vizuálně posuzována stébla trávy před a po broušení. Zde nás zajímala kvalita stříhu. Pro snadnou orientaci ve výsledcích byla naměřená data statisticky vyhodnocena. A to formou průměrů, směrodatných odchylek, Tukeyova testu a Cochranova - Bartlettova testu. Hodnoty byly následně vyneseny pro přehlednost čtenáře do krabicových grafů.

Na Zbraslavi měření probíhalo za podmínek co nejvíce se blížících laboratoři. Z tohoto důvodu měření probíhalo pouze na jedné dráze. Vyslovená hypotéza byla jednoznačně potvrzena. Vlivem broušení vřeten žacího stroje došlo k poklesu průměrné spotřeby PHM o 25%. Vedlejším efektem bylo snížení doby práce a ujeté vzdálenosti žacího stroje. Bylo toho dosaženo proto, že obsluha stroje mohla snáze rozeznávat hranici mezi posečenou a neposečenou travní plochou. Tím omezila travní pruh, který sekala při otáče stroje podruhé na minimální.

Na Černém Mostě probíhalo měření na celém golfovém hřišti. Protože hřiště disponuje dvěma žacími stroji drah, bylo měření rozšířeno o porovnání vlivu střídající se obsluhy na spotřebu PHM. Experimenty tak byly rozděleny na žací stroj, na kterém se obsluha nestřídala, a který obsluhoval nejzkušenější greenkeeper hřiště. S druhým strojem bylo sečení prováděno podle toho, kdo ze zaměstnanců v danou chvíli na golfovém hřišti byl. Pokud se zaměříme na výsledky žacího stroje se shodnou obsluhou, vyslovená hypotéza nemůže být potvrzena, neboť nebyl v hodnotách prokázán statistický rozdíl. Oproti tomu u stroje, na kterém docházelo k výměně obsluhy i přes broušení vřeten k úspoře PHM nedošlo. Naopak

byl sledován průměrný nárůst spotřeby PHM o cca. 23 %. Tento rozdíl je statisticky významný. Nárůst spotřeby PHM je dán vlivem jízdy obsluhy, ponechávání stroje na volnoběh namísto jeho vypínání a vytáčení stroje do vysokých otáček.

V Hodkovičkách bylo měření prováděno na odlišném typu žacích strojů. Vlivem požadavků násobně vyšší kvality sečení dochází u těchto strojů k mnohem častějšímu broušení vřeten. Z toho důvodu bylo očekáváno, že úspora PHM (pokud se prokáže) bude řádově nižší. Naměřená data žacího stroje jamkovišť statisticky neprokázala úsporu PHM vlivem broušení vřeten.. Totéž lze konstatovat i u žacího stroje odpališť.

Z naměřených hodnot vyplynulo, že vliv broušení vřeten spotřebu PHM ovlivňuje. Mnohem vyšší prostor pro úspory PHM se ovšem nabízí v oblasti obsluhy stroje. Z výsledků prováděných experimentů je patrné, že má nedostatečně proškolená obsluha stroje se špatnými návyky velice negativní vliv na spotřebu PHM. Je tak otázkou, jakým směrem se greenkeeperi vydají a zdali budou ochotni investovat finanční prostředky do možných školení pro obsluhu žacích strojů, a nebo budou vliv obsluhy přehlížet. Jako vhodné se jeví vytvořit "manuál obsluhy a provozu žacího stroje", aby byl co nejvíce eliminován vliv nezkušené obsluhy. Možným řešením je také zakoupení robotických žacích strojů, které budou již brzy v nabídce, a které vliv obsluhy na spotřebu PHM eliminují.

Bylo zjištěno, že vliv na spotřebu tvoří spolu s broušením vřeten jejich správné seřízení. Udržování stroje ve skvělé kondici tak všeobecně prospívá ke snížení spotřeby PHM. Z fotografií stébel trávy bylo prokázáno, že broušení vřeten má pozitivní vliv na kvalitu stříhu. Stébla jsou pak méně náchylná na nemoci a lépe po sečení regenerují.

Pokud to golfové hřiště umožňovalo, byl počet měření rozšířen na co nejvyšší možný. Zde se nalézají prostor pro pokračování této diplomové práce. Nabízeným řešením je tvorba experimentálních ploch, které by nebyly zatěžovány vnějšími faktory ovlivňujícími spotřebu PHM.

Použitá literatura

BEARD, J. *Turf management for golf courses*. 2nd ed. Chelsea, MI: Ann Arbor Press, 2002, xviii, 793 p. ISBN 1575040921..

BELL, B. *Ransomes: Sims & Jefferies*. Ipswich. Old Pond Publishing. c2001. 192s. ISBN 1-903366-15-1

BERNHARD. *An Introduction & Guide to Grinding, with testimonials from the experts* [online]. 2014 [Citace: 02. 2. 2015].

<http://www.bernhard.co.uk/aboutus/newsfacebook/introduction-and-guide-grinding-and-testimonial-experts/>

CAPLE, M. *A Pilot Study Into The Use Of Fossil Fuels In Golf Course Maintenance Operations Under Swedish Conditions*. Cranfield University, 2008. Cranfield University. Vedoucí práce M. Dufour.

CHRISTIANS, E. *Fundamentals of turfgrass management*. 4th ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2011, ix, 398 p., [16] p. of plates. ISBN 0470587318.

COOPER, J. *Refining Your Putting Green Topdressing Program. Turffiles - Turfgrass information for North Carolina* [online]. 2004 [Citace: 3. 2. 2015].

http://www.turffiles.ncsu.edu/PDFFiles/000630/Refining_Your_Putting_Green_Topdressing_Program.pdf

CZGREEN. *Základní fakta o hnojení greenů* [online]. 2007 [Citace: 30. 11 .2014].

<http://www.czgreen.com/clanek/zakladni-fakta-o-hnojeni-greenu>

HAMATA, M - PROCHÁZKA, D. *Výstavba golfového hřiště. Zahrada-park-krajina*[online]. 2009 [Citace: 3.2.2015].

http://www.zahrada-park-krajina.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=144:vystavba-golfoveho-hit&catid=61:zakladani-a-udrba-zelen&Itemid=122

HRABĚ, F. *Trávníky pro zahradu, krajinu a sport*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan, c2009, 335 s. ISBN 9788087091074.

HRDINA, P. *S chirurgickou přesností*. GREEN, III. čtvrtletí 2012, roč. 12, č. 3, s. 24 - 25. ISSN1804-8323

- HRDINA, P. *Ano impaktnímu broušení*. GREEN [online]. 2009 [Citace: 05. 2. 2015].
<http://www.casopis-green.cz/articles/view/1036-ano-impaktnimu-brouseni>
- HRDINA, P. *Kolik vřeten máš, tolikrát jsi....* GREEN [online]. 2008 [Citace: 09. 11. 2014].
<http://www.casopis-green.cz/articles/view/351-kolik-vreten-mas-tolikrat-jsi>
- HRDINA, P. *Podzimní údržba golfového hřiště*. GREEN [online]. 2008 [Citace: 08. 11. 2014].
<http://www.casopis-green.cz/articles/view/610-podzimni-udrzba-golfoveho-hriste>
- HRDINA, P. *Výhody hybridního pohonu*. GREEN [online]. 2008 [Citace: 07. 12. 2014].
<http://www.casopis-green.cz/articles/view/637-vyhody-hybridniho-pohonu>
- IRIMON. *Golfová hřiště: Způsob závlahy* [online]. 2012 [Citace: 13. 1. 2015].
http://zavlahy.irimon.cz/clanek_golf_1
- ITTEC. Firemní literatura.
- KÁBA, B. - SVATOŠOVÁ, L.. *Matematická statistika I*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2006, 110 s. ISBN 80-213-1439-7.
- KOKEŠ, J. *Válcování greenů*. GREEN [online]. 2007 [Citace: 10. 12. 2014].
<http://www.casopis-green.cz/articles/view/134-valcovani-greenu>
- LOUDA, Z. *Řešené příklady v systému Statistica*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2004, 100 s. ISBN 978-80-213-1239-5.
- ONDŘEJ, J. *Trávník - základ zahrady*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1997, 115 s. Česká zahrada. ISBN 80-7169-478-9.
- PAGGIO, I. *Statistiky 2014 – ČR má 56 438 registrovaných golfistů a 102 hřišť* [online]. 2015 [Citace: 02. 1. 2015].
<http://www.golf.cz/novinky/statistiky-2014-cr-ma-56438-golfistu-a-102-hrist/>
- PFEIFER, T. *Pozitivní vliv hospodárné jízdy na bezpečnost a hospodárnost provozu*. Pardubice, 2014. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. David Šourek, Ph.D.

- SAENZ, A. *Lawnmower Robots Get Millions in Funding, Head Towards the Golf Green* [online]. 2010 [Citace: 13. 3. 2015].
<http://singularityhub.com/2010/08/18/lawnmower-robots-get-millions-in-funding-heading-towards-the-golfing-green-video/>
- SAJDL, J. *Silika* [online]. 2013 [Citace: 04. 2. 2015].
<http://cs.autolexicon.net/articles/silika/>
- SAJDL, J. *Studený start* [online]. 2012 [Citace: 02. 2. 2015].
<http://cs.autolexicon.net/articles/studeney-start/>
- SCHOCK, H. *Why is the fuel economy of an automobile worse in the winter than in the summer?* [online]. 2004 [Citace: 25. 2. 2015].
<http://www.scientificamerican.com/article/why-is-the-fuel-economy-o/>
- SHINDOU, T. *GPS-controlled Robot Mower Developed for Golf Courses* [online]. 2014 [Citace: 7. 3 2015].
http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20141210/393619/
- SKLÁDANKA, J. *Trávníkářství - multimediální učební texty* [online]. 2009 [Citace: 13. 11. 2014].
http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/index.php?N=6&I=1
- SMILEY, R.- DERNOEDEN,P. - CLARKE, B. *Compendium of turfgrass diseases*. 3rd ed. St. Paul, Minn.: APS Press, 2005, vi, 167 p. Disease compendium series. ISBN 0890543305.
- SOBOTOVÁ, H. *Důležitost Turf Groomingu*. GREEN, IV. čtvrtletí 2008, roč. 8, č. 4. s 40-41. ISSN1804-8323
- ŠIKL, P. *Valivý odpor pneumatik je nepřítel spotřeby* [online]. 2009 [Citace: 02. 2. 2015].
<http://www.tipcars.com/magazin-valivy-odpor-pneumatik-je-nepritel-spotreby-4382.html>
- TORO. Firemní literatura.
- VÁCLAVÍČKOVÁ, I. *Úloha motorového oleje při úspoře pohonných hmot* [online]. 2012 [Citace: 02. 2. 2015].
<http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-32011/uloha-motoroveho-oleje-pri-uspore-pohonnych-hmot.html>

Seznam obrázků

Obr. 1 Kalifornská metoda	3
Obr. 2 Metoda americké golfové asociace	4
Obr. 3 Krajinná orientace hřišť	5
Obr. 4 Vodní plocha	5
Obr. 5 Velikost míčku vzhledem k trávě	8
Obr. 6 Regenerace trávníku	11
Obr. 7 Broušení s podbrusem	13
Obr. 8 Impaktní broušení	14
Obr. 9 Čerpací stanice PHM	15
Obr. 10 Žací stroje jamkovišť	17
Obr. 11 Konstrukce 5 a 7 vřetenového žacího stroje	19
Obr. 12 Vliv délky praxe na průměrnou spotřebu PHM	20
Obr. 13 Vliv obsluhy na parametry sečení	21
Obr. 14 Porovnání kvality stříhu stébla trávy	23
Obr. 15 Sečená plocha Zbraslav	29
Obr. 16 Sečená plocha Černý Most	29
Obr. 17 Sečená plocha Hodkovičky	30
Obr. 18 Indikace hladiny PHM	31
Obr. 19 Odměrné nádoby	32
Obr. 20 Žací stroj Jacobsen LF3400 (Černý Most)	33
Obr. 21 Žací stroj Jacobsen GP400 (Hodkovičky)	33
Obr. 22 Porovnání stébel trav Zbraslav	38
Obr. 23 Porovnání stébel trav Černý Most stroj 1	41
Obr. 24 Porovnání stébel trav Černý Most stroj 2	45
Obr. 25 Robotický žací stroj pro sečení drah	51
Obr. 26 Tvorba trajektorie sečení	52
Obr. 27 Robotický žací stroj pro sečení jamkovišť	52

Seznam tabulek

Tab. 1 Teplotní roztažnost benzínu a motorové nafty	27
Tab. 2 Test homogenity rozptylu Zbraslav	36
Tab. 3 Hodnoty u nenabroušených vřeten Zbraslav	36
Tab. 4 Hodnoty u nabroušených vřeten Zbraslav	37
Tab. 5 Tukeyův test Zbraslav	37
Tab. 6 Test homogenity rozptylu Černý most stroj 1	39
Tab. 7 Hodnoty u nenabroušených vřeten Černý Most stroj 1	40
Tab. 8 Hodnoty u nabroušených vřeten Černý Most stroj 1	41
Tab. 9 Tukeyův test Černý Most stroj 1	41
Tab. 10 Test homogenity rozptylu Černý most stroj 2	42

Tab. 11 Hodnoty u nenabroušených vřeten Černý Most stroj 2.....	43
Tab. 12 Hodnoty u nabroušených vřeten Černý Most stroj 2.....	44
Tab. 13 Tukeyův test Černý Most stroj 2	45
Tab. 14 Test homogenity rozptylu Hodkovičky stroj 1	46
Tab. 15 Hodnoty u nenabroušených vřeten Hodkovičky stroj 1	46
Tab. 16 Hodnoty u nabroušených vřeten Hodkovičky stroj 1	47
Tab. 17 Tukeyův test Hodkovičky stroj 1	47
Tab. 18 Test homogenity rozptylu Hodkovičky stroj 2.....	48
Tab. 19 Hodnoty u nenabroušených vřeten Hodkovičky stroj 2	48
Tab. 20 Hodnoty u nabroušených vřeten Hodkovičky stroj 2.....	49
Tab. 21 Tukeyův test Hodkovičky stroj 2	49

Seznam grafů

Graf 1 Krabicový graf Zbraslav.....	38
Graf 2 Krabicový graf Černý Most stroj 1	40
Graf 3 Krabicový graf Černý Most stroj 2	44
Graf 4 Krabicový graf Hodkovičky stroj 1.....	47
Graf 5 Krabicový graf Hodkovičky stroj 2.....	49

Seznam zkratk

FOC - Frequency of clip

GPS - Global position system

PHM - Pohonné hmoty a maziva