

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Zahradnická fakulta



**Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu údržby okrasných
porostů a parkových ploch při využití malé mechanizace**

DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor: Ing. Mašán Vladimír

Školitel: prof. Ing. Zemánek Pavel, Ph.D

Školitel specialista: doc. Ing. Burg Patrik, Ph.D

Lednice 2016



ZADÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

- Zpracovatel : **Ing. Vladimír Mašán**
- Studijní program: Zahradnické inženýrství
- Obor: Zahradnictví
- Konzultant: doc. Ing. Patrik Burg, Ph.D
- Název tématu: **Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu údržby okrasných porostů a parkových ploch při využití malé mechanizace**
- Rozsah práce: 120

Zásady pro vypracování:

1. V literární části pojednejte o problematice údržbových operací u okrasných porostů a parkových ploch, charakterizujte současný stav využívání technických prostředků s důrazem na stroje v kategorii malé mechanizace
2. V experimentální části připravte, realizujte a vyhodnoťte souborné sledování strojů v různých podmínkách z hlediska výkonnosti, spotřeby PHM, kvality práce a náročnosti na obsluhu
3. Soubory sledovaných hodnot zpracujte pro jejich využití při modelování nákladů na pracovní operace a analyzujte vliv vybraných faktorů na výkonnost u jednotlivých skupin strojů.
4. Pro praktické uplatnění výsledků vypracujte soubor utříděných výstupů využitelných při plánování i zajištění údržby okrasných porostů a parkových ploch


Seznam odborné literatury:

1. CELJAK, I. *Malá farmářská, zahradní a komunální mechanizace : interní učební text . I.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2000. 221 s.
2. JELÍNEK, A. – KRUPÍČKA, J. – PLÍVA, P. *Malá mechanizace.* 1. vyd. Praha: Agrospoj, 2000. 267 s.
3. ZEMÁNEK, P. – VEVERKA, V. *Malá mechanizace-perspektivní technika pro hospodaření na malých farmách v novém tisíciletí.* In *Zemědělská technika a energetika na prahu nového tisíciletí.* 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita – Katedra zemědělské techniky, 2001, s. 101–105. ISBN 80-7040-495-7.
4. ZEMÁNEK, P. – VEVERKA, V. *Speciální mechanizace : Malá mechanizace v zahradnictví.* 1. vyd. Brno: MZLU, 2001. 99 s. ISBN 80-7157-511-9.
5. ŠTASTNÝ, M. *Zemědělská technika pro malou výrobu : Malá mechanizace.* Praha: ÚVTIZ, 1991. 74 s. Studijní informace, Zemědělská technika.
6. BETHGE, A. *Kommunale Fahrzeuge-Maschinen-Geraete-Anlagen-Zubehoer.* Villingen: Hermann Kuhn, 2005. 430 s.
7. BURG, P. – ZEMÁNEK, P. *Vinohradnická mechanizace (ekonomika pěstitelských systémů).* MZLU v Brně: VÚZT Praha – Ruzyně, 2006. 63 s. ISBN 80-7375-018-X.

Datum zadání disertační práce: srpen 2012

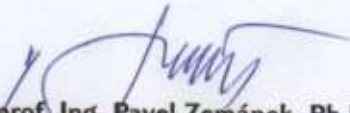
Termín odevzdání disertační práce: srpen 2016


L. S.


Ing. Vladimír Mašán
Autor práce


doc. Ing. Patrik Burg, Ph.D.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Pavel Zemánek, Ph.D.
Vedoucí práce


prof. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

Prohlašuji, že jsem tuto práci:

Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu údržby okrasných porostů a parkových ploch při využití malé mechanizace vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici, dne 25. července 2016

.....
Ing. Vladimír Mašán

Rád by som sa poďakoval svojmu školiteľovi prof. Ing. Pavlovi Zemánkovi, Ph.D. za odborné vedenie mojej dizertačnej práce, za všetky podklady, pripomienky, rady a skúsenosti, ktoré mi pomohli. Taktiež by som sa rád poďakoval všetkým kolegom Ústavu zahradníckej techniky za podporu pri štúdiu i vytvorenie podmienok vedúcich k predloženiu tejto práce.

Motto

V záujme úspory prostriedkov môže niekto tvrdiť, že k strihaniu živého plota, alebo k obsluhu kosačky na trávnu nepotrebujete vyškolený personál. Takýto prístup sa však v konečnom dôsledku môže ukázať ako veľmi nákladný. Vedomosti a skúsenosti sú kľúčom k úspechu a pri práci so špeciálnou mechanizáciou minimalizujú náklady.

ABSTRAKT

MAŠÁN, V. Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu údržby okrasných porostů a parkových ploch při využití malé mechanizace. Disertační práce, Lednice, Mendelova univerzita, 2016, 142 str.

Dizertačná práca *Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu údržby okrasných porostů a parkových ploch při využití malé mechanizace* sa venuje téme vyhodnotenia vplyvu faktorov, ktoré určujú výkonnosť a spotrebu energie techniky nasadzovanej pri údržbe zelene. Pri hodnotení výkonnosti žacích strojov, krovinorezov a plotostrihov boli posúdené vplyvy členitosti a svahovitosti lokality, charakteru, rastlinného druhu a veľkostných parametrov porastov i technického stavu a prevedenia strojov.

Vypracované metódy hodnotenia porastov v 5 stupňoch predstavujú originálny spôsob posudzovania vplyvu každého sledovaného faktoru na výkonnosť daného druhu stroja ich kvantifikáciou. Výsledné koeficienty sú prehľadne zoradené tak, aby ich použitie v bežných podmienkach údržby zelene bolo jednoduché a praktické, sú spracované pre použitie žacích malotraktorov, riderov, ručne vedených žacích strojov, plotostrihov, plotostrižných nástavcov a krovinorezov.

Zistené a overené koeficienty umožňujú v reálnom území vyhodnotiť vplyv vybraných faktorov a stanoviť skutočne dosahovanú výkonnosť. V rámci manažmentu údržby zelene je ich použitie vhodné pri korekcií výkonnosti použitých strojov pre presnejšie ekonomické kalkulácie cien údržbových prác i nasadenia techniky a personálu.

Výsledky práce sú využiteľné i v oblasti navrhovania a realizácie záhradných (parkových, sadovníckych) úprav, kde môžu vymedzovať rozmiestnenie vegetačných a stavebných prvkov s ohľadom na dosahovanú výkonnosť strojov pri údržbe.

Kľúčové slová: parkové plochy, efektivita údržby zelene, výkonnosť mechanizácie, faktory údržby, plotostrih, žací stroj, krovinorez

ABSTRACT

MAŠÁN, V. Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu údržby okrasných porostů a parkových ploch při využití malé mechanizace. Disertační práce, Lednice, Mendelova univerzita, 2016, 142 str.

The thesis titled Analysis of factors affecting the efficiency of the maintenance of ornamental vegetation and park areas using small machinery is addressing the issue of evaluation of effects of the factors which determine the performance of deployed equipment. In evaluating the performance of cutting machines, bush cutters, and hedge trimmers we have considered the effects of terrain segmentation and steepness in the locality, the character, plant species, and size parameters of the growths as well as the technical condition and design of machinery. The processed results then became the basis for the calculation of coefficients expressing the effect of each monitored factor on the performance of a given type of machine. Developed methods for 5-level evaluation of growths represent an original way of assessment of diverse factors on the performance of the machines by quantifying them. The proposed coefficients are clearly grouped so as their use under normal conditions of green areas maintenance is simple and practical.

These coefficients are developed for the use of lawn tractors, riders, hand held mowers, hedge trimmers, hedge trimmer attachments, and brush cutters, and have been tested in practice.

The identified and verified coefficients permit to evaluate the effects of selected factors under real-area conditions and determine the actually achieved performance. In the framework of the management of green areas maintenance their use is appropriate for the correction of performance of used machinery for more precise economic calculation of prices of maintenance works and deployment of equipment and personnel.

The results of the work are also useful in garden, park, and landscape design and implementation where they can define the spatial distribution of vegetation elements with respect to the effective movement of machinery during maintenance.

Key words: park areas, effectiveness of vegetation maintenance, machinery performance, maintenance factors, hedge trimmer, mower, brush cutter

Obsah

1	ÚVOD.....	12
2	CIELE PRÁCE.....	14
3	LITERÁRNY PREHĽAD.....	15
3.1	História a vývoj údržby zelene.....	15
3.2	Mestská a prímestská zeleň, pojmy, legislatíva.....	18
3.3	Vymedzenie pojmov a použité skratky v oblasti starostlivosti o zeleň.....	19
3.4	Funkcie okrasnej zelene.....	20
3.5	Súčasný stav okrasnej zelene s ohľadom na jej údržbu.....	23
3.6	Nástroje správy a údržby zelene.....	31
3.7	Mechanizačné prostriedky pre údržbu krovitých a trávnatých porastov.....	33
3.7.1	Technické prostriedky pre údržbu krovitých porastov.....	34
3.7.2	Technické prostriedky pre údržbu trávnikov.....	38
3.8	Sledovanie technicko-ekonomických parametrov nasadzovaných strojov.....	45
3.9	Faktory ovplyvňujúce údržbu zelene.....	47
4	METODIKA.....	54
4.1	Sledované operácie.....	54
4.2	Sledované stroje.....	54
4.3	Sledované faktory.....	58
4.4	Postup meraní výkonností a stanovenie koeficientov.....	60
4.4.1	Stanovenie koeficientov ovplyvňujúcich žacie stroje.....	61
4.4.2	Stanovenie koeficientov ovplyvňujúcich plotostrihy.....	67
4.4.3	Stanovenie koeficientov ovplyvňujúcich krovinorezy.....	72
4.5	Štatistické vyhodnotenie a použitie výsledkov.....	74
4.6	Overenie a využitie koeficientov.....	74
5	VÝSLEDKY.....	76
5.1	Stanovenie produktívnych výkonností (W_{04}) žacích strojov a koeficientov podľa faktorov.....	77
5.1.1	Faktor svahovitosti terénu (K_{ZS}).....	77
5.1.2	Faktor členitosti pozemku ($K_{ZČ}$).....	79
5.1.3	Faktor charakteru porastu (K_{ZC}).....	82
5.1.4	Faktor technického stavu stroja (K_{ZT}).....	84

5.1.5	Spotreba pohonných hmôt pri rôznej svahovitosti terénu (K_{ZP}).....	87
5.1.6	Porovnanie kosenia so zberom a mulčovania	89
5.2	Využitie koeficientov údržby trávnatých plôch žacími strojmi	92
5.4	Stanovenie produktívnych výkonností (W_{04}) plotostrihov a koeficientov podľa faktorov	94
5.4.1	Faktor veľkostných parametrov tvarovaného živého plota (steny) (K_{PV})	94
5.4.2	Faktor rastlinného druhu tvarovaného živého plota (steny) (K_{PR}).....	96
5.4.3	Faktor charakteru porastu tvarovaného živého plota (steny) (K_{PC})	98
5.4.4	Spotreba pohonných hmôt pri rôznom charaktere porastu (K_{PP}).....	100
5.4.5	Možnosti nasadenia rôznych technických vyhotovení plotostrihov	102
5.5	Využitie koeficientov údržby tvarovaných živých plotov a stien plotostrihmi	106
5.6	Stanovenie produktívnych výkonností (W_{04}) krovinorezov a koeficientov podľa faktorov.....	108
5.6.1	Faktor svahovitosti terénu (K_{KS}).....	108
5.6.2	Faktor charakteru porastu (K_{KC})	110
5.7	Využitie koeficientov údržby trávnatých plôch krovinorezmi.....	112
5.8	Overenie koeficientov	114
5.8.1	Overenie koeficientov žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch	114
5.8.2	Overenie koeficientov krovinorezov pri údržbe trávnatých plôch	116
5.8.3	Overenie koeficientov plotostrihov pri údržbe tvarovaných živých plotov.. ..	117
6	DISKUSIA	120
7	ZÁVERY PRE PRAX.....	125
7.1	Zásady návrhu trávnatých porastov	125
7.2	Zásady návrhu tvarovaných živých plotov a stien	126
7.3	Uplatnenie výsledkov práce v prevádzkovej praxi	127
8	ZÁVER.....	128
9	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A ZDROJOV	130
10	PRÍLOHY	145
10.1	Obrazová dokumentácia.....	145

ZOZNAM GRAFOV

- Graf 1: Vývoj financovania údržby zelene a rozvoj plôch zelene v meste Frankfurt n/M v rozmedzí rokov 1993 až 2005.
- Graf 2: Vývoj rekreačných oblastí v Nemeckých spolkových krajinách v rozmedzí rokov 2006 až 2012.
- Graf 3: Celkové hodnotenie priestorových štruktúr z hľadiska nákladov údržby 1 ha územia.
- Graf 4: Výmera a náklady na údržbu vegetačných prvkov v systémoch zelene.
- Graf 5: Výmera a náklady na údržbu jednotlivých funkčných typov.
- Graf 6: Priemerné zastúpenie jednotlivých vegetačných prvkov v systéme zelene.
- Graf 7: Vhodnosť technológií pre podmienky stanoviska.
- Graf 8: Zníženie výkonnosti, zvýšenie spotreby pohonných hmôt a zvýšenie nákladov na opravy a údržbu oproti svahovitosti do 15 %.
- Graf 9–14: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov na konkrétnej svahovitosti terénu.
- Graf 15–19: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov na konkrétnej členitosti pozemku.
- Graf 20–23: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov pre konkrétny charakter porastu.
- Graf 24 a 25: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov pre konkrétny technický stav stroja.
- Graf 26–31: Spotreba pohonných hmôt jednotlivých žacích strojov na konkrétnej svahovitosti terénu.
- Graf 32: Dosiahnuté výkonnosti strojov pri údržbe trávnatých plôch.
- Graf 33–35: Výkonnosť jednotlivých plotostrihov pre konkrétne veľkostné parametre.
- Graf 36–38: Výkonnosť jednotlivých plotostrihov pre konkrétny rastlinný druh.
- Graf 39–41: Výkonnosť jednotlivých plotostrihov pre konkrétny charakter porastu.
- Graf 42–44: Spotreba pohonných hmôt jednotlivých plotostrihov pre konkrétny charakter porastu.
- Graf 45: Dosahované výkonnosti použitých lišt
- Graf 46: Porovnanie dosahovaných výkonností rôznych technických vyhotovení pri strihu živého plotu rôznej výšky
- Graf 47–50: Výkonnosť jednotlivých krovinorezov na konkrétnej svahovitosti terénu.
- Graf 51–54: Výkonnosť jednotlivých krovinorezov pre konkrétny stupeň charakteru porastu.

ZOZNAM TABULIEK

- Tab.1: Nákladové položky údržby tvarovaného živého plota (ŠIMEK, 2002).
- Tab.2: Zmena výkonnosti strojov vplyvom svahovitosti pozemku.
- Tab.3: Zmena spotreby nafty strojov vplyvom svahovitosti pozemku.
- Tab.4: Stroje zaradené do meraní
- Tab.5: Rozdelenie svahovitosti pozemku
- Tab.6: Rozdelenie členitosti pozemku.
- Tab.7: Rozdelenie charakteru porastu.
- Tab.8: Rozdelenie technického stavu stroja.
- Tab.9: Rozdelenie spotreby pohonných hmôt na základe svahovitosti pozemku.
- Tab.10: Rozdelenie veľkostných parametrov tvarovaného živého plota (steny).
- Tab.11: Rozdelenie tvarovaného živého plota podľa rastlinného druhu.
- Tab.12: Rozdelenie charakteru porastu.
- Tab.13: Rozdelenie spotreby pohonných hmôt na základe charakteru porastu.
- Tab.14: Rozdelenie svahovitosti pozemku.
- Tab.15: Rozdelenie charakteru porastu.
- Tab.16: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.
- Tab.17: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.
- Tab.18: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa členitosti pozemku.
- Tab.19: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa členitosti pozemku.
- Tab.20: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.21: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.22: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa technického stavu stroja.
- Tab.23: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa technického stavu stroja.
- Tab.24: Hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.

- Tab.25: Výsledné hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.
- Tab.26: Dosiachnuté výkonnosti strojov pri údržbe trávnatých plôch
- Tab.27: Modelový príklad kalkulácie prevádzkových nákladov žacieho stroja a mulčovača.
- Tab.28: Hodnoty koeficientov pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa veľkostných parametrov.
- Tab.29: Výsledné hodnoty koeficientov plotostrihov podľa stupňa veľkostných parametrov.
- Tab.30: Hodnoty koeficientov pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa rastlinného druhu.
- Tab.31: Výsledné hodnoty koeficientov plotostrihov podľa stupňa rastlinného druhu.
- Tab.32: Hodnoty koeficientov pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.33: Výsledné hodnoty koeficientov plotostrihov podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.34: Hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.35: Výsledné hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt plotostrihov podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.36: Dosiachnuté výkonnosti strojov pri údržbe tvarovaných živých plotov rôznej výšky
- Tab.37: Hodnoty koeficientov pri sledovaných krovinorezoch podľa stupňa svahovitosti terénu.
- Tab.38: Výsledné hodnoty koeficientov krovinorezov podľa stupňa svahovitosti terénu.
- Tab.39: Hodnoty koeficientov pri sledovaných krovinorezoch podľa stupňa charakteru koseného porastu.
- Tab.40: Výsledné hodnoty koeficientov krovinorezov podľa stupňa charakteru porastu.
- Tab.41: Hodnotenie kosenej plochy a technického stavu stroja pomocou koeficientov.
- Tab.42: Stanovenie skutočnej výkonnosti žacieho stroja na danej ploche.
- Tab.43: Zhodnotenie kosenej plochy pomocou koeficientov.
- Tab.44: Stanovenie skutočnej výkonnosti krovinorezu na danej ploche
- Tab.45: Zhodnotenie tvarovaného živého plotu pomocou koeficientov
- Tab.46: Stanovenie skutočnej výkonnosti plotostrihu na danom poraste.

ZOZNAM OBRÁZKOV

- Obr.1: Život v záhrobí, obraz zo Sennedžemovej hrobky v Egyptskom Dér el-Bahrí, 13. storočie p. n. l. (pravdepodobný autor Sennedžem).
- Obr.2: Diel zo série štyroch obrazov sezónnych prác, jar medzi rokmi 1622-35 (autor Pieter Brueghel the Younger).
- Obr.3: Výrez z alegórie mesiaca apríla (autor Dutch-Flemish, 16 stor.)
- Obr.4: Oblasti použitia druhov rezných nástrojov krovinorezov (NERUDA, ČERNÝ, 2006).
- Obr.5: Konvertibilný žací stroj značky DR Versa-Pro Z-Mower (www.drpower.com).
- Obr.6 a Obr.7: Porovnanie veľkosti a umiestnenia vyhladzovacieho otvoru ISEKI SXG 323HL a STARJET AJ102-22H (foto autor).
- Obr.8: Nomogram pre stanovenie výkonnosti žacieho stroja.
- Obr.9: Nomogram pre stanovenie výkonnosti plotostrihu.
- Obr.10: Nomogram pre stanovenie výkonnosti krovinorezu.
- Obr.11 a Obr.12: Členitosť plôch rodinnej záhrady (foto autor).
- Obr.13: Plocha trávniku na poľnej ceste (foto autor).
- Obr.14 a Obr.15: Tvarovaný živý plot (foto autor).

1 ÚVOD

Už od nepamäti je človek spätý s prírodou, ktorá mu v jeho vývoji poskytovala obživu, materiál na príbytok, či stavbu prostriedkov na podmanenie si sveta. V neskoršom období ľudia začali prírodu prenášať k svojim obydliam. Stavali záhrady, parky, upravené námestia s vegetáciou a stromoradiami, veľkolepé vodné plochy, či dokonca pretvárali obrovské plochy krajiny k svojmu obrazu. V dnešnej dobe toto puto pretrváva vo svojej pozmenenej podobe. Najmä zeleň poskytuje útočisko. Nie však pred predátormi, ale pred hektickým životným tempom. Zmenila sa z plodnej oázy plnej ovocia v oázu pokoja v centrách miest. Jej úžitok nespočíva len v poskytovaní psychickej pohody. Zeleň spríjemňuje mikroklimu obytných zón, zhodnocuje nehnuteľnosti v okolí, poskytuje priestor pre hry detí, ktoré nie sú zviazané prefabrikovanými stavebnicami a normami bezpečnosti.

Dnes zeleným plochám možno viac dávame ako z nich berieme. Ich založenie podlieha prepracovanému systému návrhov zohľadňujúcich prírodné, ale i technické podmienky okolia pod dohľadom odborníkov v jednotlivých profesiách. Od architektov, ako nositeľov vízií stvárnenia budúceho priestoru, cez realizátorov znalých charakteru rastu drevín, technických požiadavok konštrukcií, až po záhradníkov odhodlaných udržiavať dielo záhradnej architektúry pre ďalšie generácie. Práca každého pracovníka musí podliehať nielen odborným vedomostiam a zručnostiam, ale v dnešnej dobe čím ďalej viac i ekonomike a dlhodobej udržateľnosti. Pri predstave životnosti záhradno-architektonického diela v rozmedzí storočí hrá kľúčovú úlohu údržba.

Súčasná úroveň techniky dnes poskytuje technologicky vyspelé stroje, mechanizáciu, pre kvalitné realizovanie údržbových prác, pri súčasnom znížení ľudskej námahy. Ekonomickú efektívnosť ale ovplyvňuje mnoho faktorov. Od finančných, ako hodnota peňazí v priebehu času, cez prírodné, ktoré sme schopný ovplyvniť len v obmedzenej miere, po technické napríklad v podobe návrhu vegetačných prvkov tak, aby ich údržba bola jednoduchšia, pri zachovaní estetického zámeru architekta.

V ekonomickej situácii mnohých samospráv sa neustále hľadajú nové spôsoby a postupy, ktoré by údržbu verejných plôch zefektívnili. Znížením prostriedkov na údržbu sa ale zákonite a rýchlo prejaví na zhoršenom stave porastov. Limity minimálnej starostlivosti, pri ktorej sa zeleň dokáže ešte kvalitne rozvíjať sú nesmierne variabilné. Finančné kalkulácie trhovej ekonomiky, na zisk zamerané podnikanie firiem a technické možnosti údržby ohraničujú objem finančných prostriedkov na údržbu zelene. Technické

prostriedky využívané pri údržbe zelene sú nazadzované v rozdielnych podmienkach, ktoré ovplyvňujú pracnosť údržby a tým aj nákladovosť.

Predložená dizertačná práca sa snaží odpovedať na otázky, ktoré faktory a v akej miere ovplyvňujú ekonomickú náročnosť údržby zelene. Odpovede na tieto otázky môžu prispieť k objektívnemu stanoveniu nákladov na príslušný zásah a faktor, a dopomôžu k zlepšeniu stavu zelene v našom okolí vďaka kvalitnejšej údržbe pri súčasnom hospodárnom vynakladaní finančných prostriedkov.

2 CIELE PRÁCE

Cieľom práce je analyzovať faktory, ktoré ovplyvňujú výkonnosť a spotrebu energie vybraných kategórií strojov využívaných pri údržbe zelene.

Ďalším cieľom je kvantifikovať vplyv vybraných faktorov na nákladovosť údržbových operácií vykonávaných v rôznych podmienkach a spracovať podklady prakticky využiteľné pre ekonomické hodnotenie údržbových zásahov.

3 LITERÁRNY PREHĽAD

3.1 História a vývoj údržby zelene

Od okamihu, keď človek vysial prvé osivo na poli, či presadil prvú kvitnúcu rastlinu vystala preňho potreba dopestovať produkt svojou starostlivosťou, zveľadiť krásu rastliny a obohatiť tak vlastný život. Mnohé zásady údržby siahajú ďaleko do histórie, ešte pred ich popisáním niektorým zo záhradníkov a niektoré zovšeobecnil tak, že popisovať ich nie je potrebné. História starostlivosti o zeleň je dlhá a nie je účelom tejto kapitoly detailne sa venovať jej vývoju, ale vybrať niektoré udalosti a súvislosti zásadnejšieho významu.

Predstavu údržbových prác v záhradách staroveku je možné dohľadať len v obmedzenej miere z malieb a archeologických vykopávok v podobe základného náradia (LOGAN, 1998). Toto obdobie bolo charakteristické tvrdou prácou otrokov či poddaných, využívajúcich základné ručné náradie a pomôcky ako rýle, motyky, nože a podobne, ktoré dokladuje Obr. 1.



Obr.1: Život v záhrobí, obraz zo Sennedžemovej hrobky v Egyptskom Dér el-Bahrí, 13. storočie p. n. l. (pravdepodobný autor Sennedžem).

Pracujúci v záhradách vládcov si nadobudnuté informácie odovzdávali ústne z generácie na generáciu (OTRUBA, 2000 a 2002).

Knižné pramene popisujúce starostlivosť a údržbu záhrad i používané nástroje sa objavujú až s búrlivým rozvojom šľachtických záhrad v období renesancie. Príkladom sú knihy *Mesnage des champs* (Oliviera de Serre, 1603), *Kniha o záhradníctve* (Leonard Mascalla, 1572), alebo *La théorie et la Pratique du Jardinage* (Dézallier d'Argenville študent slávneho Le Notre). Pre renesanciu bolo charakteristické znižovanie námahy pracujúcich zdokonaľovaním existujúcich nástrojov, využívanie konskej sily i dômyselných riešení umožňujúcim údržbu vegetačných prvkov záhradnej architektúry (ŠIMEK, 2002).



Obr.2: Diel zo série štyroch obrazov sezónnych prác, jar medzi rokmi 1622-35 (autor Pieter Brueghel the Younger).

Obr. 2 Mal'ba znázorňuje jarné práce v okrasnej záhrade. Okraje záhonov sú spevňované, pripravuje sa pôda na výsadbu a v zadnej časti je možné vidieť údržbu už vysadených záhon a rez popínavých rastlín. Obr. 3 približuje jarné práce na záhrade, výsadbu, starostlivosť a transport stromov v nádobách.



Obr.3: Výřez z alegórie mesiaca apríla (autor Dutch-Flemish, 16 stor.)

Ako uvádza ŠAFÁŘOVÁ (2010) pohľad na monumentálnosť najmä barokových záhrad sa začal meniť pod rôznymi filozofickými a výtvarnými smermi, ale aj krízami v podobe finančnej vyčerpanosti vlastníkov záhrad napr. Versailles. Trend znižovania náročnosti údržby zelene je historicky najviditeľnejší v 18. storočí, kedy prichádza k prestavbám parkov francúzskeho štýlu na nový anglický prírodne krajinársky štýl. Nový štýl mal nižšiu potrebu pracovnej sily a nižšiu náročnosť údržby (ALLAIN, CHRISTIANY, 2006).

Míľnikom v údržbe trávnikov sa stal rok 1830, kedy Edwin Beard Budding (1796–1846) získal patent na prvý žací stroj (US RE 8560). Mnohonásobne tak uľahčil namáhavú údržbu trávnikov, ktoré sa vo svojej nízko kosenej podobe vtedy nachádzali len v blízkom okolí budov a ostatné plochy parkov tvorili lúky.

Začiatky 20. storočia sú charakteristické veľmi jednoduchými a jasne členenými, geometrickými záhradami, ktoré vo svete predstavuje Holanďanka Mien Ruys. Pri výsadbách je zjavná snaha úpravou obmedziť nároky na údržbu, čo je vnímané v súvislosti s modernou architektúrou ako veľký prínos (BROWN, 2000). V tridsiatych rokoch 20. storočia sa objavujú prvé kosačky s rotačným žacím ústrojenstvom, ktoré dokázali pokosiť aj dlhší porast a na rozdiel od vretenových žacích strojov boli konštrukčne jednoduchšie a efektívnejšie.

Naopak zeleň v našom regióne bola poznačená v povojnovom období masívnou výstavbou nových obytných súborov a v oblasti záhradno-architektonickej projekcie a realizácie bolo možné sledovať niekoľko trendov (KROUPA, 2004). Došlo k zásadnej zmene mierky, mnohonásobne sa zväčšili projektované a zakladané plochy zelene a s

nimi narástli plochy vyžadujúce údržbu. Reakciou bolo zjednodušenie foriem vegetácie, vedúce k značnej unifikácii až monotónnosti celkového prostredia. Charakteristické pre obdobie socializmu bolo časté zapájanie brigádnikov, ktorí nahrádzali chýbajúce odborné sily. Výsledky ich nekonceptnej, neodbornej a neusmerňovanej činnosti mali často na zeleň sídlisk veľmi negatívni dopad, ktorý pretrval do dnešnej doby (MAGNI, 2013).

NOVÁK (2001) a HURYCH (2011) uvádzajú, že v dnešnej dobe je možné sa v historických záhradách a parkoch stretnúť s úpravami, ktoré sú čiastočne pôvodným dielom a čiastočne úpravami vykonanými počas rôznych období. Dôvodom môže byť podľa autorov taktiež spôsob údržby, ktorý môže významne prispieť k zmenám pôvodného diela, môže meniť niektoré rysy, dokonca i prvky záhrad, alebo môže prispieť k ich zachovaniu.

3.2 Mestská a prímestská zeleň, pojmy, legislatíva

Mestské prostredie je výsledkom úprav prírodného prostredia za účelom uspokojovania potrieb svojho obyvateľstva (SREETHERAN *et al.*, 2010). S podobnou myšlienkou sa stotožňujú i KUČERA (2014), KOUTNÝ *et al.* (2010), ŠIMEK (2001), (ČSN) 83 9001 (1999), ktorí označujú mestskou zeleňou tie plochy, ktoré slúžia ako náhrada za stratené pôvodné prostredie a ako zázemie pre odpočinok a rekreačné aktivity. Tieto plochy sa môžu vyskytovať v urbanizovanom území i vo voľnej krajine, nadväzujúcej na územie aglomerácie. Systém zelene je tvorený jednak plochami sídelnej zelene (parky, reprezentatívne zelené plochy, športoviská, sídlisková zeleň) a plochami zelene, ktorá je súčasťou prírodných a krajinných celkov prenikajúcich do štruktúry mesta a napojujúca mesto na prímestskú zeleň (aleje, sprievodná zeleň komunikácií, vetrolamy, zeleň zakrývajúca výrobnú sféru periférií miest).

Podrobne sa zaoberala problematikou zakotvenia mestskej zelene v legislatívnych dokumentoch POLÁČKOVÁ (2011). Na jej zistenia nadväzujú ďalší autori.

Ochrana zelene je v súčasnosti (aj keď bez komplexného prístupu k riešeniu systému sídelnej zelene) zabezpečovaná na území obcí územne plánovacou dokumentáciou. Územný plán stanovuje základnú koncepciu rozvoja územia obce, usporiadanie okolitej krajiny, zastavané, zastaviteľné plochy, územné rezervy a pod. (zákon č. 183/2006 Sb., o územní plánoch a stavebním ráde). Na území mesta je tak územný plán najdôležitejším právnym dokumentom riešiacim mestskú zeleň.

Zeleň, ako funkčná zložka je súčasťou všetkých plôch s rozdielnym spôsobom využitia, ako je definovaná vo vyhláske č. 501/2006 Sb., o obecných požiadavkách na využívaní územi (STRÁNSKÝ, 2009; STRÁNSKÝ, MYŠKOVÁ, 2009).

Stavebný zákon prostredníctvom prílohy č. 7. k vyhláske č. 500/2006 Sb. (o územne analytických podkladoch, územne plánovací dokumentaci a spôsobu evidence územne plánovací činnosti) vymedzuje systém zelene a požiadavky na jej koncepciu (ŠILHÁNKOVÁ *et al.*, 2010).

Zákon o ochrane prírody a krajiny (zákon č. 114/1992 Sb.) vymedzuje mestskú zeleň len okrajovo formou územného systému ekologickej stability (ÚSES) a významného krajinného prvku, ktorým prislúcha náležitá ochrana.

ŠTEFLÍČEK (2001) poukazuje na nepatrnú pozornosť, ktorá je zeleni v súčasnej stavebnej a územno-plánovacej legislatíve venovaná, ale na základe poznatkov z praxe konštatuje, že územne plánovacia dokumentácia sa napriek tomu zeleňou zaoberá.

Ak majú plochy zelene plniť svoju funkciu musia byť vedome koncipovanou sústavou (MARHOLD, 1996). Mozaika plôch musí byť priestorovo a funkčne previazaná, či už kompozične, ale najmä prevádzkovo pri údržba zelene (ŠIMEK, 2001). Rozvoj plôch je závislý na stanovení kompozičného, pestovateľského a údržbového cieľa mestským odborom správy zelene. Plochy sú podľa svojho významu a polohy v sídle pravidelne udržiavané záhradníckymi, alebo krajinárskymi metódami (KOUTNÝ *et al.*, 2010).

Mestskú zeleň dnes špecifikujú a ohraničujú mnohé legislatívne pramene, ale i odborné normy, ktoré majú za cieľ vymedziť funkčnosť, bezpečnosť a zabezpečiť rozvoj zelene. Medzi najdôležitejšie patria normy ČSN a zahraničné normy, ktoré dopĺňajú Štandardy péče.

3.3 Vymedzenie pojmov a použité skratky v oblasti starostlivosti o zeleň

Pre zjednotenie vyjadrenia pojmov v tejto oblasti je zavedený ucelený systém skratiek (ŠIMEK, 2003). Pre potreby tejto práce sú uvedené najdôležitejšie z nich.

FT – funkčný typ zelene je oborový termín používaný pre spresnenie hlavnej funkcie základnej plochy zelene na základe prevládajúcich procesov a javov, ktoré súvisia s jej využitím.

VP – vegetačný prvok je základná priestorovotvorná zložka diela záhradnej či krajinárskej tvorby. Je určený fyziognómiou (vzhľadom), priestorovým usporiadaním rastlín a spôsobom pestovania ŠIMEK (2006).

GIS – geografický informačný systém, ktorý NEUMANN (1996) definuje ako súbor počítačového vybavenia, geografických dát a personálu určený k zberu, uchovaniu, údržbe, manipulácii, analýze a zobrazeniu geograficky súvzťažných informácií, ku konkrétnemu miestu na povrchu zeme.

Dokončovacia starostlivosť - starostlivosť o rastliny, alebo porasty po výsadbe, alebo výseve. Zahŕňa súbor prác potrebných k dosiahnutiu stavu, pri ktorom sú výsadby, trávnik, alebo objekt zelene schopné odovzdania do užívania (ČSN 83 9001).

Rozvojová starostlivosť - slúži k dosiahnutiu funkčného stavu; nadväzuje na dokončovaciu starostlivosť (ČSN 83 9051).

Udržiavacia starostlivosť - starostlivosť, ktorá zahŕňa súbor pestovateľských opatrení nutných k zachovaniu plnej funkčnej účinnosti rastlín, alebo porastov, nasleduje po rozvojovej starostlivosti (ČSN 83 9001). Slúži k zachovaniu funkčného stavu (ČSN 83 9051).

Existujú 3 úrovne starostlivosti, *optimálna*, ktorá zabezpečuje rozvoj zelene, *štandardná*, ktorá udržiava zeleň, prípadne predpokladá zlepšenie stavu, *úroveň technologického minima*, ktorá nezabezpečuje ani zachovanie stavu zelene, dochádza k jeho zhoršovaniu.

IT – Intenzívna trieda údržby, stanovuje druh, mieru a frekvenciu pracovných operácií. Údržba zelene je rozdelená do troch intenzívnych tried údržby vyjadrujúcich počet a kvalitu údržbových prác. Intenzita udržiavacej starostlivosti odráža predovšetkým význam plochy v systéme zelene obce.

3.4 Funkcie okrasnej zelene

V mestskom prostredí plní zeleň viacero rôznorodých funkcií:

Mikroklimatická funkcia okrasnej zelene súvisí so znižovaním teplotných rozdielov medzi zastavanou aglomeráciou a prírodou, zvlhčovaním ovzdušia a zadržiavaním vody v meste, znižovaním prúdenia vzduchu.

Z hľadiska **hygienickej** funkcie produkuje zeleň O₂ a redukuje prašnosť a hlučnosť. Zeleň má vplyv i na psychiku človeka. K najdôležitejším faktorom patrí ukludňujúci a rekreačný účinok zelene. Človek sa rekreuje v prostredí s hladinou hluku pod 35dB, prírodné farby tento efekt dopĺňajú (WAGNER, 1970).

Ekologická (resp. biotická) funkcia okrasnej zelene zabezpečuje prežitie rôznorodých organizmov, a ich rozvoj. Podporuje väzby vegetácie na vlastnosti, stavy a hodnoty prvkov živej prírody a jej organizmov na úrovni flóry, fauny, ale aj mikrobiologického prostredia (SUPUKA, 2011).

Zeleň v meste môže mať i funkcie, ktoré sa navzájom prelínajú, ako **ochrannú** (ochrana pred poveternostnými vplyvmi), **úžitkovo-produkčnú** vďaka použitiu ovocných druhov, či budovaniu zeleninových záhonov, **esteticko-kompozičnú** v podobe smerovania pohľadov na prírodné, či umelé dominanty krajiny a **technickú** v podobe živých plotov, strešných záhrad, vertikálnych stien a pod. (ŠIMEK, 2001; KUČERA, 2004; KOUTNÝ *et al.*, 2010; SREETHERAN *et al.*, 2010).

Hodnotenie zelene sa následne vykonáva s ohľadom na plnenie niektorej z týchto uvedených funkcií, alebo súboru funkcií.

V súčasnej dobe existuje niekoľko metodík pre hodnotenie zelene z rôznych hľadísk. Východiskom mnohých je metodika podľa MACHOVCA (1982) Sadovnícka inventarizace a klasifikace dřevin a jejich porostů. Podľa citovaného autora je systém inventarizácie a klasifikácie drevín veľmi významný a môže slúžiť k objektívnemu hodnoteniu akýchkoľvek porastov v parkoch, v intravilánoch miest i vo voľnej krajine. V rámci hodnotenia drevín sa detailne popisuje hodnotenie zdravotného stavu, vitality a sadovníckej hodnoty drevín. Je tak možné konkrétneho jedinca zhodnotiť komplexne.

Metodika podľa MACHOVEC (1982) vystihuje názor, že „Aby bolo možné do priestoru odborne zasahovať, je potrebné tento priestor dokonale poznať“.

Jednotlivé plochy obytnej zelene hodnotí DOBRUCKÁ (2009), ktorá navrhla metodiku k hodnoteniu vegetačných plôch na podporu systému obytnej zelene a nový prístup k tvorbe generelu zelene. Zeleň je hodnotená po stránke kvalitatívnej i kvantitatívnej s ohľadom na jej trvalú udržateľnosť. Veľmi podobnú metodiku vypracoval BULIŘ (1987), ktorý sa zaoberal inventarizáciou, evidenciou a pasportizáciou nelesnej vegetácie.

ŠIMEK (2009) vyhodnocuje stabilitu plôch zelene na základe hodnotenia vhodnosti druhového zloženia, priestorovej štruktúry, zdravotného a pestovateľského stavu drevín a vybavenosti jednotlivých plôch zelene (funkčných typov zelene).

SUPUKA, FERIANCOVÁ *et al.* (2008) sa v ich hodnotení zelene zaoberali napríklad podielom vegetácie na území mesta, originalnosťou vegetácie, vrstevnatostí porastu, priestorovou štruktúrou a pod. Zeleň v urbanizovanom prostredí by mala

vytvoriť ucelený systém plôch navzájom prepojených tak, aby boli naplnené trendy rozvoja miest. Podiel zelene v sídlach by nemal klesnúť pod 40 % v porovnaní so zastavanými plochami. Pestrosť druhov, farebný prejav a obohatenie priestoru o rôzne vegetačné poschodia (stromy, kry, byliny) pozitívne ovplyvní výraz zeleného priestoru v mestách.

Hodnotením zelene na základe druhového zloženia sa zaoberali v mestských častiach Bratislavy ŘEHÁČKOVÁ, PAUDITŠOVÁ (2006), pričom zistili výskyt stále sa opakujúcich druhov, čo priestoru neprospieva.

ŠTEFL (2014) vo svojej práci navrhuje súbor univerzálne použiteľných indikátorov a spôsob hodnotenia, ktoré vypovedajú o kvalite mestskej zelene s prihliadnutím na rôzne úrovne skladobnej štruktúry. Metodiku pre hodnotenie úrovne údržby zelene jednotlivých plôch (funkčných typov zelene) tvoriacich systém zelene miest vypracoval ŠIMEK (2010). Stanovil vhodné ukazovatele pre posudzovanie úrovne údržby zelene a vytvoril „koeficient údržby zelene“, ktorý stanovuje úroveň údržby. Bolo preukázané, že sledované funkčné typy zelene a vegetačné prvky sa v úrovni údržby líšia. ŠTEFL *et al.* (2013) porovnával vplyv udržiavacej starostlivosti o tieto prvky či plochy a ich kvalitu.

Hodnotením trávnikových plôch sa zaoberali TOMAŠKIN, TOMAŠKINOVÁ (2011) pričom plochám prideliли body a zaradili ich do intenzívnych tried. Následne zhodnotili stupeň kvality trávniku a stanovili opatrenia vedúce k zlepšeniu kvality trávnatých plôch.

Väčšina zo spomínaných prác hodnotí stav plôch zelene, doporučuje opatrenia k zlepšeniu kvality, prípadne hodnotí vzťah medzi kvalitou zelene a kvalitou vykonanej údržby. Hodnotenie aspektov kvality udržiavacej starostlivosti však vo väčšine prípadov neexistuje. Nie je tak možné definovať faktory, ktoré ovplyvňujú kvalitu údržby. Mnohí autori sa obmedzujú len na konštatovanie, že faktory, napríklad podmienky lokality a stav porastov ovplyvňujú údržbu (ŠIMEK, 2002). ALTMANN *et al.* (2007), MIMRA *et al.* (2007; 2009; 2010), KOLLÁROVA *et al.* (2007), MAREŠOVÁ, KOLLÁROVÁ (2009) považujú za dôležité faktory reliéf terénu, svahovitosť, veľkosť pozemku ovplyvňujúce údržbu.

Je zrejmé, že nedostatok finančných prostriedkov zásadne limituje kvalitné vykonanie údržbových prác. Na to, ktoré faktory a v akej miere ovplyvňujú nákladovosť údržby nie je zhodný názor. Cenníky prác sú v tejto oblasti taktiež nedostatočné, nakoľko popisujú len obmedzené množstvo prác vykonávaných v záhradníckej praxi a aj tieto

práce príliš zovšeobecňujú, alebo rozlišujú do nepostačujúceho množstva tried (MAŠÁN, 2014). Mnohí autori ako napríklad HAMATA (2013) navyše spochybňujú hodnoty uvádzané cenníkmi, alebo ich označujú minimálne za nepresné. Rozdiely odôvodňujú potrebou postihnúť najextrémnejšie hodnoty, zastaranosťou vstupných údajov, či ich monotónnym povyšovaním len o hodnoty inflácie a pod.

3.5 Súčasný stav okrasnej zelene s ohľadom na jej údržbu

Súčasnú priestorovú úspôsobnosť zelene a prevažnú časť výsadiel miest v ČR a SR vznikla v 2. pol. 20. storočia. Politicky nastolený funkcionalizmus podporený masívnou výstavbou založený na segregácii zón bývania, výroby a rekreácie vzájomne prepojený dopravnou infraštruktúrou pretrval v našich regiónoch až do začiatku 90. rokov 20. storočia. To sa negatívne prejavilo vo veľkom rozsahu uniformných súborov, neujasnenosti funkcií plôch zelene, nedostatkom kvalitného a najmä rôznorodého sadbového materiálu (MAGNI, 2013). Problémy pretrvávajú dodnes a sú často dôvodom zlého stavu zelene (SOJKOVÁ, HRUBÁ, KIRSCHNER, 2006). Výsledky výskumu autorov odhalili nepriaznivý stav prostredia panelových sídlisk a ich zelene. V 25 % sledovaných sídlisk sú nutné čiastočné zmeny koncepcie voľných plôch, zásadná alebo celková zmena je nutná v 65 % sledovaných sídlisk. Sídlisková zeleň má nevhodnú skladbu sortimentu až na 86 % sledovaných plochách. Napriek faktu, že sídliská predstavujú miesto odpočinku pre väčšinu obyvateľov miest a majú najhustejšie osídlenie, kvalita plôch zelene nezodpovedala ich dôležitosti. Výsledky sledovania (SOJKOVÁ, HRUBÁ, KIRSCHNER, 2006) ukázali, že 39 % sídlisk bolo bez pravidelnej údržby, 49 % s čiastočnou údržbou a len 12 % sídlisk s dobrou údržbou.

Podobné výsledky prezentovali i neskoršie príspevky hodnotiace zeleň obytných súborov mesta Prahy, kde bol pestovateľský stav neuspokojivý takmer pri polovici hodnotených drevín (SOJKOVÁ, KNOTKOVÁ, 2008). Autorky odôvodnili stav najmä absenciou pravidelnej údržby a problematickou koncepciou plôch. Hodnotením a vhodnou nápravou stavu zelene na sídliskách sa zaoberal i PEJCHAL (2006). Stanovil použitie rastlín vo vzťahu k problémom sídlisk, nevhodnému urbanistickému riešeniu, nízkej kvalite domov a nízkej kvalite voľných plôch (parterov a zelene).

Kvalitu zelene s ohľadom na úroveň udržiavacej starostlivosti v troch štatutárnych mestách hodnotil ŠIMEK (2010). Výsledky poukázali na rozdielnu úroveň údržby pri jednotlivých typoch VP. ŠTEFL *et al.* (2013), ŠTEFL, MATIOVÁ, (2013) a

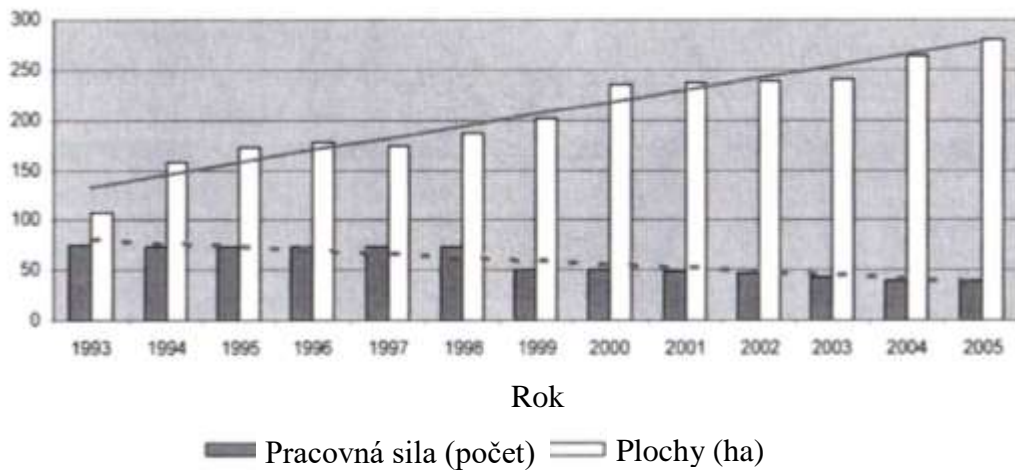
ŠTEFL (2014) upozorňujú na štatisticky významný vzťah medzi kvalitou jednotlivých vegetačných prvkov a kvalitou ich udržiavacej starostlivosti. Ich závery poukazujú, že až 61,15 % vegetačných prvkov malo priemernú, alebo podpriemernú kvalitu udržiavacej starostlivosti, čo sa prejavilo v ich zhoršenom zdravotnom stave i v znížení estetickej hodnoty.

MATIOVÁ (2013) využila pre hodnotenie úrovne údržby „koeficient údržby zeleně“. Podľa dosahovanej úrovne údržby vyhodnotila najlepšie zeleň cintorínov, kvetinové záhony a podobne, čiže reprezentatívnu zeleň. Naopak najhoršie hodnotila zeleň na okraji záujmu, ako vegetácia svahov a zeleň vodných tokov.

Vplyvom kvality dokončovacej, rozvojovej a udržiavacej starostlivosti na zdravotný stav drevín sa zaoberal ŠTEFL (2014). Autor vyhodnotil najčastejšie príčiny poškodenia drevín v mestskom prostredí vo vzťahu k starostlivosti o dreviny. Z výskumu vyplýva, že najčastejšou príčinou poškodenia mladých výsadiet stromov je mechanické poškodenie kmeňa pri údržbe trávnatých plôch v ich okolí. Častou príčinou poškodenia starších drevín sú negatívne následky nevykonaných pestovateľských opatrení, absencia prebierok a ďalších zásahov, ktoré autor zhrnul ako nedostatočnú a nekvalitnú údržbu.

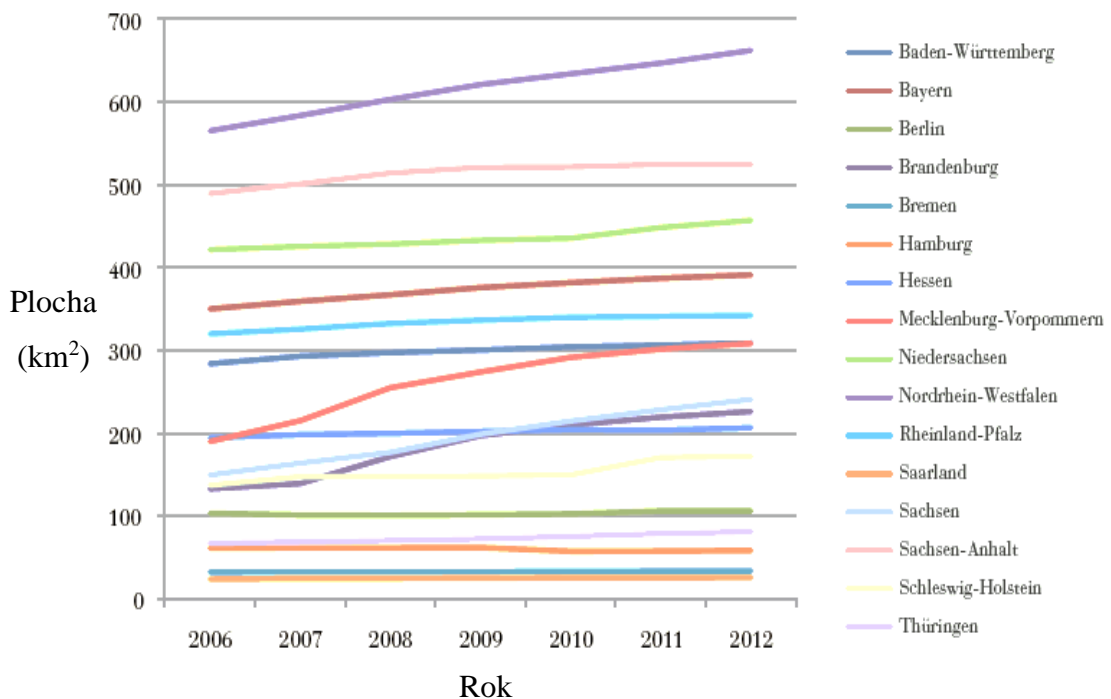
Tieto a ďalšie práce potvrdzujú, že stav vegetačných prvkov a plôch verejnej zelene je výrazne ovplyvnený kvalitou udržiavacej starostlivosti. Taktiež je zrejmé, že prvky s najhoršou kvalitou údržby sú tie, ktorých údržba je odborne a finančne najzložitejšia, napríklad tvarované živé ploty, alebo zeleň zdravotníckych zariadení. Naopak najlepšie hodnotená je údržba solitérnych stromov, alebo zeleň cintorínov a kultúrnych zariadení.

BECKER (1994) poukazuje, že kvalitu udržiavacej starostlivosti negatívne ovplyvňuje trend rozširovania plôch zelene bez potrebného finančného zabezpečenia ich údržby. Na príklade mesta Essen uvádza skutočnosť neustáleho budovania nových plôch zelene, ktoré je politicky podporované a súčasné znižovanie množstva financií vyčlenených na ich údržbu až o tri štvrtiny. Podobne NIESEL a BRELOER (2006) poukazujú na príklade mesta Frankfurt n/M v rozpätí rokov 1993 až 2005 na trend konštantného znižovania pracovnej sily až o 50 %, so súčasným znižovaním objemu finančných prostriedkov na údržbu o 45 %, pričom v danom období vzrástli plochy zelene o 150 % (Graf 1).



Graf 1: Vývoj financovania údržby zelene a rozvoj plôch zelene v meste Frankfurt n/M v rozmedzí rokov 1993 až 2005 (NIESEL, BRELOER, 2006).

Podobný rozvoj rekreačných plôch zelene naprieč všetkými Nemeckými spolkovými krajinami uvádza i Nemecký štatistický úrad (Graf. 2).

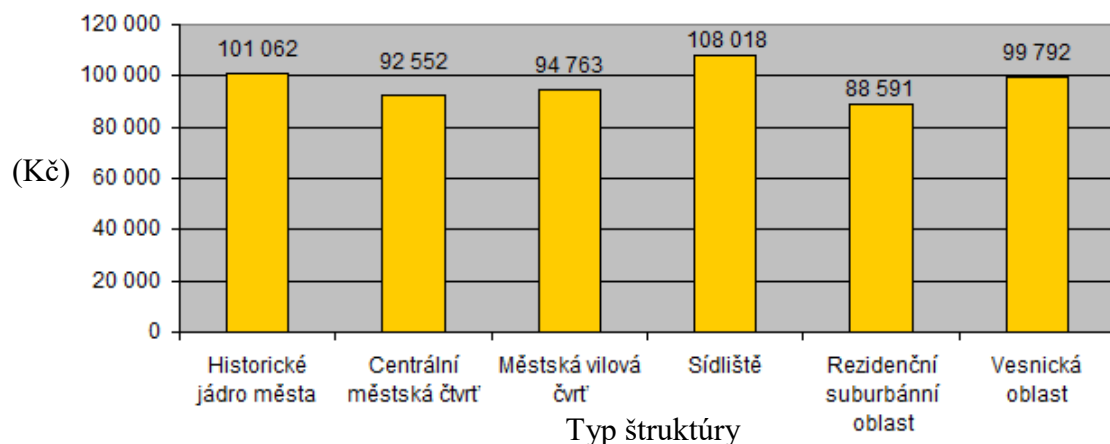


Graf 2: Vývoj rekreačných oblastí v Nemeckých spolkových krajinách v rozmedzí rokov 2006 až 2012 (Statistisches Bundesamt, 2014).

HEITMANN (1998) vo svojom príspevku kritizuje neustále šetrenie na starostlivosti o zeleň. Poukazuje na dopady takýchto krokov na plochách, ktorých údržba sa obmedzila len na opatrenia plynúce s bezpečnosťou prevádzky. Poukazuje i na enormne

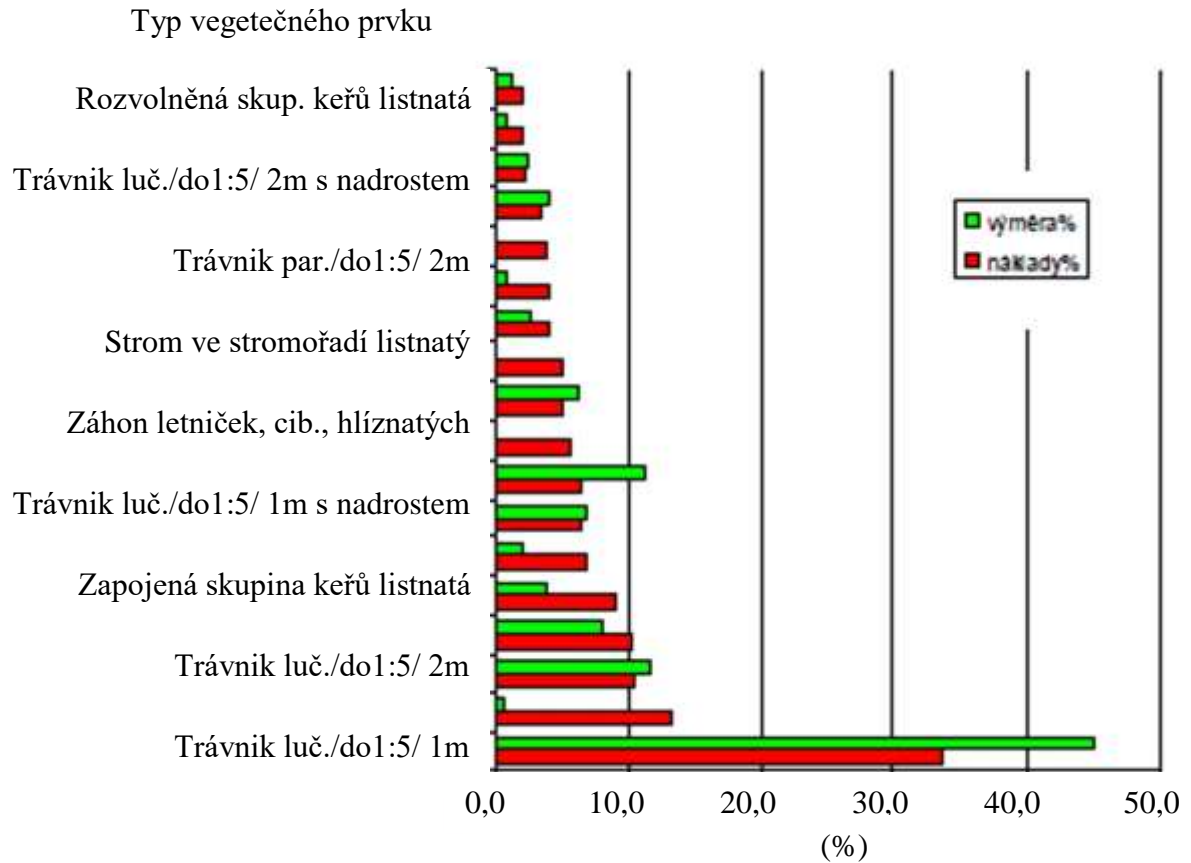
nákladnú obnovu, ktorú si dlhodobo neudržiavané plochy následne vyžadujú. Obnovu vyčísluje na 100 DM (cca 80 €) za m², pričom náklady údržbu odhaduje aj v najvyšších triedach údržby na 10 DM (8 €) za m².

KUPČÍKOVÁ (2012) vo svojej práci hodnotila nákladovosť údržby zelene rôznych priestorových štruktúr mesta Hradec Králové (historické jadro, centrálna štvrť, mestská vilová štvrť, sídlisko, rezidenčná prímestská oblasť, dedinská oblasť). Jej zistenia korešpondujú s výsledkami podobných štúdií zo zahraničia, pričom k ekonomicky najnáročnejším typom priestorových štruktúr (pri vzťahnutí nákladov na jednotku plochy) patrí sídlisko a historické jadro mesta. Autorka uvádza i „územný paradox“ kedy pri zohľadnení hustoty osídlenia (vzťahnutí nákladov na údržbu na počet obyvateľov) vychádza priestorová štruktúra sídlisko naopak najvýhodnejšie.



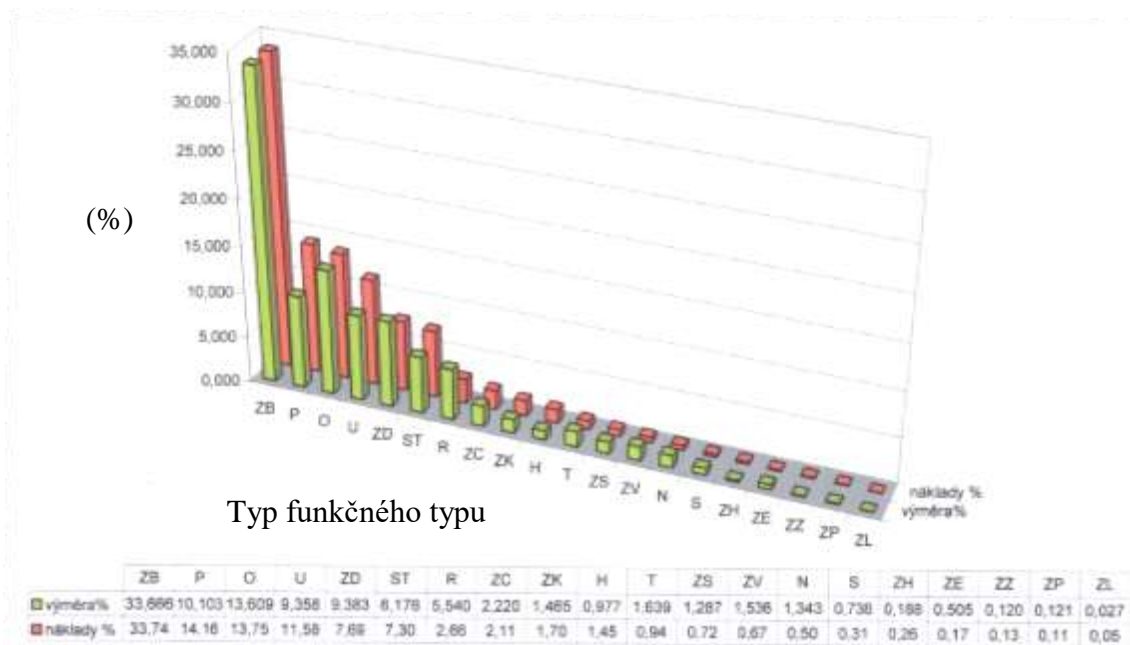
Graf 3: Celkové hodnotenie priestorových štruktúr z hľadiska nákladov údržby 1 ha územia (KUPČÍKOVÁ, 2012).

ŠIMEK (2002) vo svojej práci vyhodnotil nákladovosť na údržbu s ohľadom na jednotlivé vegetačné prvky a ich výmery, ako uvádza Graf 4.



Graf 4: Výmery a náklady na údržbu vegetačných prvkov v systémoch zelene.

Z Grafu 4 a z výsledkov práce je zřejmé, že všetky typy trávnikov predstavujú dominantný vegetačný prvok a pracovné náklady na udržiavaciu starostlivosť tvoria v priemere 56 % celkových nákladov na údržbu všetkej zelene. Druhou najpočetnejšou skupinou sú krovité skupiny v rámci ktorých sa nachádzajú i tvarované živé ploty, ktorých náklady tvoria 6,6 % všetkých nákladov na údržbu. Medzi výsledky autora patrí i porovnanie výmery a nákladov na údržbu jednotlivých funkčných typov (Graf 5). Najnákladnejším funkčným typom je zeleň obytných súborov, čo potvrdzujú i vyššie spomenutí autori. Zaujímavým je vzájomné porovnanie nákladov a výmery medzi funkčnými typmi park a parkovo upravenou zeleňou (pomer v prospech výmery) a naopak medzi funkčnými typmi zeleň dopravných stavieb a rekreačnou zeleňou (pomer v neprospech výmery).



Graf 5: Výmera a náklady na údržbu jednotlivých funkčných typov.

KNACK (2009) a RIZZO (2012) popisujú dopad hospodárskeho útlmu vplyvom ekonomickej krízy od r. 2008 na stav parkov a verejných priestranstiev v USA. Zaznamenali významné zníženie finančných prostriedkov na bežnú údržbu parkov, i obmedzenie či zrušenie budovania nových zelených plôch. Podľa autorov prišlo čiastočne k zefektívneniu prevádzky parkov, mnohé finančné škrty ale mali negatívny vplyv na parky, čo sa prejavilo najmä na kvalite zelene. Autori spomenuli i prípady, kedy neprišlo k prehodnoteniu veľkoryso poňatých, predkrízových projektov (napr.: park v Orange County), ktoré budú zaťažovať obecné rozpočty po mnoho rokov. Naopak uvádzajú možnosti znižovania nákladov prevádzky zelených plôch, ako napríklad inovačné znižovanie nákladov použitím moderných technológií, osádzanie nízko údržbových spoločenstiev (KIRCHER, 2003; BOUILLON, 2005; ČERNOCH, 2012), druhov vhodnejších k danej lokalite a klíme, či malé komunitné projekty, akými sú strešné, balkónové a bylinkové záhradky, ktorých údržba by prešla na obyvateľov, prípadne prenájmy plôch (SCHOOP *et al.*, 2011). Spomenuté opatrenia by väčšinou bolo možné implementovať i do našich podmienok a na väčšinu projektov či existujúcich zelených plochách.

Výsledky prieskumu z oblasti manažmentu stromov v 53 obciach Valónska poukázali na skutočnosť že 70 % obcí nemalo zriadenú, alebo zazmluvnenú žiadnu službu venujúcu sa údržbe stromov. V 11 % bola údržba a správa stromov v obciach

v kompetencií komunálnych služieb. Hodnotenie ďalej preukázalo, že len 15 % obcí malo kompletný súpis stromov, ale až 95 % nemalo vypracovaný žiaden právny text popisujúci postupy riadenia zelene na území obce (CAMPANELLA, 2008).

Zlú situáciu manažmentu zelene z regiónu potvrdzuje i SOJKOVÁ *et al.* (2006). Až 40 % obcí nebolo schopných poskytnúť ani základný údaj o výmere verejnej zelene a 66 % obcí nedisponovalo údajmi o jej štruktúre (pasport zelene). Autorka hodnotí, že tematika zelene v územne plánovacej dokumentácii nepresahuje zákonné minimum a len 3 obce mali vypracovaný koncepčný dokument zameraný na podporu zelene.

Z uvedených skutočností je zrejmé, že financovanie oblasti údržby zelene nezodpovedá doloženým výpočtom nákladovosti ani potrebám jej udržateľnosti (BAUMGARTEN, 2013). Obce nedisponujú dostatočnými informáciami o kvalite existujúcej zelene, či nemajú vypracované ani štandardy a postupy údržby zelene. Nastáva tak situácia kedy nové plochy zelene nemajú zabezpečené financovanie svojho rozvoja (GORGOL, 2007; SCHNUR, 2014). Obce pri svojich finančných možnostiach často zvládajú vykonávať len základnú údržbu zelene. Používané technológie zeleň sotva udržiavajú vo funkčnom stave, nezlepšujú jej kvalitu, nepodporujú rozvoj (SOJKOVÁ, HRUBÁ, KIRSCHNER, 2006). Absencia znalostí budúcich nákladov na údržbu už v štádiu projektovania a schvaľovania projektov je podľa spomenutých autorov dôvodom postupného znižovania kvality záhradno-architektonického diela vplyvom nedostatočnej udržiavacej starostlivosti (nedostatočný rozsah, či kvalita).

K podobnému výsledku pri spracovávaní štúdie zameranej na starostlivosť o zeleň dospel i LINDHOLST (2008), ktorý popisuje stav k roku 2004 v Dánsku, kedy sa trend znižovania cien v oblasti údržby zelene stabilizoval, ceny sú o 34 % nižšie v porovnaní s rokom 1998, dodávatelia sú vplyvom konkurenčného boja s cenami na minime a ďalší trend znižovania sa tak neočakáva. Autor upozorňuje, že pod vplyvom znižovania cien sa objavili problémy s kvalitou a rozsahom vykonávaných prác. Z tohto dôvodu autor predkladá rámec pre návrh a správu zmlúv na údržbu zelene. Ten má za cieľ pomôcť správcom mestskej zelene pripraviť návrhy zmlúv a postupov riadenia pre firmy zaoberajúcimi sa jej údržbou.

V našich podmienkach sa na popud viacerých odborníkov (HAMATA, 2013; IVÁNEK, 2013), ktorí apelujú na zlepšenie kvalitatívnej úrovne sadovníckych realizácií a údržby v rátane stanovenia primeranej úrovne cien zaoberal problematikou i ŠIMEK (2013). Vypracoval doporučovaný štandard Svazu pro zakládání a údržbu zeleně, ktorým sa stala Dokumentace pro výběr dodavatele na údržbu zeleně, riešiacia starostlivosť o

mestskú zeleň a výberové konania na jej zabezpečenie. Obsahuje doporučenia pre zadávaciu dokumentáciu pre výber dodávateľa, i doporučenia štandardov udržiavacej starostlivosti a ponukových cien.

ŠIMEK (2002) na základe množstva publikácií, najmä zahraničných, venujúcich sa tejto téme pokladá za dôležitú problematiku evidencie a správy zelene s využitím odborných znalostí i praktických skúseností z terénu a odvoláva sa na využívanie GIS systémov ako účinného nástroja správy zelene.

Na konkrétnu inventarizáciu stavu zelene miest musí neodmysliteľne nadväzovať stanovenie nákladov na údržbové práce pre konkrétnu intenzívnu triedu danej plochy s vytýčením cieľov, ktoré majú byť údržbou dosiahnuté. Je tak možné na základe požiadaviek na kvalitu zelene stanoviť objem finančných prostriedkov na jej dosiahnutie. Na základe týchto rozhodnutí je následne možné vypracovať projekt režimu starostlivosti.

RICHTERKOVÁ (1994) a mnohí ďalší autori sa v rôznej miere zaoberali racionálnym usporiadaním mestskej zelene vo vzťahu k efektívite údržby. Z výsledkov je možné vyvodit' všeobecne platné zásady tvorby mestskej zelene, ktoré umožňujú čo najracionálnejšiu údržbu.

Zahranční autori ako SREETHERAN *et al.* (2010), KRINSKY, SIMONET (2011), WHITE (2013), ale i domáci ako MILBACHROVÁ (2012) popisujú ekonomické prínosy zelene pre mestá. Ekonomické analýzy dlhodobo vykazujú pozitívny pomer prínosov a nákladov zelene, a to nielen z dôvodu ochrany životného prostredia, zmierňovanie negatívnych dôsledkov zmeny klímy, predovšetkým extrémnych vln horúčav a prudkých a výdatných zrážok, ale i pozitívny efekt na cenu nehnuteľností a pozemkov. Preto aj napriek vysokým počiatočným nákladom na výsadbu a údržbu, apelujú na podporu zelene i jej kvalitnej správy v mestách.

Z radu uvedených názorov vyplýva, že návrh vegetačných prvkov a stav existujúcej zelene je základným východiskom pre posúdenie budúcej náročnosti a nákladovosti údržbového zásahu.

3.6 Nástroje správy a údržby zelene

Základným predpokladom pre dobre fungujúcu správu zelene je bezpodmienečná existencia vzájomne previazaných (logicky vytvorených a aktuálnych) nástrojov pre výkon správy zelene (ŠIMEK, ŠTEFL, 2014). V dnešnej dobe vychádza správna starostlivosť o zeleň predovšetkým z územne technických podkladov, ktoré sú sústavne doplňované údajmi charakterizujúcimi stav a podmienky spravovaného územia v podobe inventarizácie plôch a vegetačných prvkov (ŠIMEK, 2002).

Oborové podklady, by mali byť vypracované pre plánovanie, zakladanie a starostlivosť o zeleň. Z tohto dôvodu rozpoznáva ŠIMEK (2003) tri skupiny oborovej dokumentácie: územno-plánovacia, technicko-prevádzková a koncepčné nástroje.

Pasport zelene patrí medzi základné oborové nástroje. ČSN 83 9001 definuje pasport zelene v podobe textového a grafického (dnes digitálne dáta vo formátoch vhodných pre GIS) záznamu základných údajov o objekte alebo viacerých objektoch zelene, skladbe a množstve zastúpených prvkov zelene k určitému dátumu. SEDLÁŘ (1998) uvádza, že vďaka pasportu zelene je možné získať údaje o výmerách plôch (trávniky, kvetinové záhony, živé ploty, detské ihriská a pod.) i o počtoch jednotlivých prvkov (stromy, kry, mobiliár a pod.). Podľa BULÍŘ (1987) bol pasport zelene okrem iného od začiatku chápaný ako podklad pre lepšiu organizáciu údržbových prác a je komplexným podkladom pre vyčíslenie nákladov na údržbu verejnej zelene.

Dendrologický prieskum sa zaoberá využiteľnosťou existujúcich drevitých vegetačných prvkov a posudzuje ich stabilitu v cieľovej kompozícii, je základným podkladom pre projekt pestovateľských opatrení (MATIOVÁ, 2013).

Projekt pestovateľských opatrení rieši prevažne jednorazové úkony a pracovné operácie, ktoré sa týkajú konkrétneho vegetačného prvku, jedná sa o rôzne typy pestovateľských zásahov: rezy, ozdravné, stabilizačné, podporné, likvidačné a preventívne opatrenia.

Projekt režimu starostlivosti špecifikuje opatrenia, ktoré zabezpečia trvalý rozvoj vegetačných prvkov v súlade so zásadami (priestorové, kompozičné, účelové) stanovenými pre danú plochu (ŠIMEK, 2004).

PEJCHAL (2003) pokladá za nesmierne dôležitý *Projekt údržby*, ktorý by mal byť spracovaný pre všetky plochy zelene a ktorý vychádza z analýzy súčasného stavu zelene a existujúcej údržby. Projekt popisuje technológiu udržiavacej starostlivosti o

zeleň, vrátane doporučení a nákladovosti pre konkrétny prvok. Projekt údržby je súčasťou projektu režimu starostlivosti (ŠIMEK, 2003).

Na prelome milénia apeloval LEDERER (1996) pre potreby manažmentu zelene na využívanie všetkých legislatívnych, organizačných, ekonomických, správnych a ideologických nástrojov, a na vytváranie nových.

Podobne ako v oblasti precízneho poľnohospodárstva, či stavebníctva sa aj do údržby a správy zelene premietajú nové trendy a systémy. ŠIMEK (2003), NIESEL a BRELOER (2006), WANG *et al.* (2010) a ďalší uvádzajú ako moderné nástroje spracovania získaných podkladov digitálne technologické systémy GIS (nemecky GRID), ktoré sú prepojené s rôznymi databázami (napr.: štatistické údaje, priestorové rozloženie plôch, letecké fotografovanie a pod.) a dokážu súbor informácií vziať na konkrétne miesto daného územia zeme v rátane súvislostí. Je tak možné získať ucelený prehľad o stave zelene, intenzite jej údržby, potrebe pracovných síl, techniky, časovej náročnosti a podobne (ŠIMEK, 2002).

Potrebné je si ale uvedomiť dynamiku vývoja zelene z ktorej vyplýva, že manažment a údržba zelene sa napriek výhodám informačných technológií nedá vykonávať z pohodlia kancelárie (WEINFURTER, 2004), naopak sú potrebné pravidelné obchôdzky a prehliadky stavu porastov odborne kvalifikovanou osobou.

Do systému starostlivosti o zeleň sa v dnešnej dobe čoraz viac zaraďujú metódy posudzovania stavu porastov (s rôznym deštruktívnym účinkom na porast). Prístrojové metódy umožňujú najmä u stromov odhaliť defekty kmeňa a konárov, prípadne zistiť pravdepodobnosť zlomu, alebo vývratu. Mimo termovízie, radarových a akustických metód, alebo značne invazívnych ako pentrometria sa vo veľkej miere využíva nedeštruktívna metóda, ťahová skúška. Umožňuje posúdiť náchylnosť stromu na vývrat i na zlom kmeňa. Ťahová skúška umožňuje posúdiť i intenzitu nápravných opatrení, ako napr. zníženie ťažiska koruny, zosadenie koruny, zníženie náporovej plochy koruny a pod., ktoré majú za cieľ zlepšiť odolnosť konkrétneho jedinca (SEBERA *et al.*, 2014). Využitím spomínaných metód a cielených údržbových zásahov je možné zabezpečiť prevádzkovú bezpečnosť a splniť estetické, pestovateľské a historické požiadavky na konkrétne stromy.

3.7 Mechanizačné prostriedky pre údržbu krovitých a trávnatých porastov

Oblasť záhradne-architektonickej praxe historicky a dlhodobo využívala metódy založené na ručnej práci. Podiel takto ručne udržiavaných plôch v obytných súboroch sa podľa SOUČEK (1981) v nie tak dávnej histórii pohyboval od 17 do 56 %, a to v dôsledku nepriaznivej plošnej štruktúry, nevhodného reliéfu i nedostupnosti maloparcelnej mechanizácie. BURG, ZEMÁNEK (2006) konštatujú, že výsadba a údržba zelene sa v dnešnej dobe nezaobíde bez špeciálnej malej mechanizácie. Výraznejšiemu nasadzovaniu techniky prispieva i jej zvyšujúca sa dostupnosť, poskytovaný komfort, ale hlavne produktivita práce (ZEMÁNEK, VEVERKA, 2001). Dnes sa výrazne posunula i ekologicnosť prevádzky strojov dodržiavaním prísnych noriem a štandardov ochrany životného prostredia.

Vývojom rozsahu plôch, počtom realizovaných zásahov i náročnosťou operácií je oblasť zakladania a údržby zelene predurčená k zvyšujúcemu sa uplatneniu mechanizácie (ZEMÁNEK, BURG, 2005).

Pre súkromných užívateľov v oblasti údržby rodinných záhrad sú určené stroje z kategórie HOBBY. Tie vynikajú dostupnou cenou, ľahkým vyhotovením a jednoduchšou konštrukciou. Nevýhodou je spravidla ich nižší výkon, nie príliš robustné vyhotovenie a použitie lacnejších materiálov čo znižuje ich životnosť najmä pri dlhodobejšom preťažovaní.

Stroje z FARMÁRSKEJ kategórie sú určené do náročnejšej a dlhodobejšej prevádzky v podmienkach malopestovateľov, väčších plôch údržby zelene, prípadne ťažších podmienok. Ich cena je štandardne o 20 % vyššia v porovnaní s kategóriou HOBBY. Objavujú sa náročnejšie technické riešenia i použitie kvalitnejších materiálov.

PROFI kategória strojov je určená do najnáročnejšej a dennej prevádzky v oblasti komunálnej údržby a služieb s kvalifikovanou obsluhou. Ich cena je štandardne o 20–50 % vyššia v porovnaní s kategóriou HOBBY. Tomu zodpovedajú náročné konštrukčné riešenia, použitie špičkových materiálov, výkonnosť a ďalšie aspekty (JELÍNEK *et al.*, 2000; ZEMÁNEK, VEVERKA, 2001).

Súčasná ponuka strojov na trhu je široká a užívateľ má možnosť voľby podľa cenovej dostupnosti, technického vyhotovenia, dostupnosti servisu, ale i možnosti

agregovateľnosti, multifunkčnosti, prípadne výhľadových a technologických zámerov do budúcnosti (KRAUS, 1996; CELJAK, 2000).

V nasledujúcich podkapitolách je popísaná technika a technologické vyhotovenia strojov najčastejšie využívaných pri údržbe tvarovaných krovitých porastov a trávnikov v oblasti komunálnych služieb, súkromných záhrad, parkov a zelene líniových stavieb a komunikácií, ktoré sa nachádzajú v intraviláne, alebo prislúchajúcom extraviláne miest.

3.7.1 Technické prostriedky pre údržbu krovitých porastov

ŠIMEK (2002) rozdeľuje krovité porasty na Skupiny krov, ktoré sú charakteristické vzájomným ovplyvňovaním sa jedincov vo výsadbe. Výsadba má ucelený zápoj, prípadne sa vyskytujú len malé prieluky (hlúčky jedincov). Najčastejšia funkcia výsadby je izolačná (pohľadová clona, oddelenie častí zelene s rôznou funkciou a pod.).

Živé ploty a steny autor charakterizuje ako líniovú výsadbu drevín. Základným kritériom vegetačného prvku je dokonalý horizontálny a vertikálny zápoj vytvorený pomocou výchovného rezu, rezom (pravidelnou redukciou) zarovnané kontúry a vytvorenie dokonalého povrchu do požadovaného tvaru.

Tvarované varianty živých plotov a stien predstavujú v rámci údržby zelene jeden z najnáročnejších vegetačných prvkov pri pomere nákladov údržby k výmere i v rámci nákladovosti samotného rezu (Tab. 1).

Tab.1: Nákladové položky údržby tvarovaného živého plota (ŠIMEK, 2002).

Živý plot tvarovaný								
Pracovná operácia (p.o)	CÚ 2002	Počet opakovaní v IT			Cena (Kč.m ⁻²) na opakovanie p.o. v IT			Poz
		1.IT	2.IT	3.IT	1.IT	2.IT	3.IT	
Okopávka s odburinéním	31,2	2	1	0	62,4	31,2	0,0	
Odpichnutie okrajov	1,4	2	1	0	2,8	1,4	0,0	
Hnojenie min. hnojivom	0,2	1	1	1	0,2	0,2	0,2	1)
Rez tvarovací	79,5	3	2	1	238,4	159,0	79,5	
Zálievka	3,3	2	0	0	6,5	0,0	0,0	
Celkom					310,3	191,7	79,7	
Poznámka: 1) 70g.m ⁻²								

Rozvoľnené, alebo zapojené okrasné kry, živé ploty a steny tvoria neodmysliteľnú súčasť zelene mestského prostredia, ale aj kultúrnej krajiny. Údržbové operácie zahŕňujú najmä pravidelný rez (tvarovací, výchovný, spätný a pod.) doplnený čistením, hnojením, dosadbou a vyžínaním porastu pod krami. Jedná sa o súbor relatívne pracných operácií, pre ktoré sa v poslednej dobe objavuje stále väčšia ponuka vhodnej mechanizácie.

Mechanizácia používaná pri údržbe krovitých porastov predstavuje krovinořezy, plotostrihy a lišty.

Krovinořezy (motorové kopy)

Jedná sa o stroje využívané najmä ku koseniu a vyžínaniu trávnatých plôch nepravidelných tvarov, nepokosených okrajov a okolia prekážok, na svahoch, ale aj k likvidácii neudržiavaných plôch, divoko rastúcich krovitých porastov, k údržbe lesných porastov a pod. Krovinořez sa z konštrukčného hľadiska skladá z ľahkej motorovej jednotky, umožňujúcej prácu v rôznych náklonoch, časti prevodovej a hnacej tvorenej hriadeľom a uhlovým prevodom, časti s pracovným orgánom a časti nosnej a ovládacej tvorenej ergonomickou rukoväťou a závesom v PROFI kategórii s kvalitným antivibračným ústrojenstvom. Krovinořez dopĺňajú ochranné kryty podľa druhu náradia, závesné popruhy a ochranné prvky pre obsluhu spĺňajúce požiadavky na bezpečnosť ochrany zdravia pri práci. Podľa koncepcie sa krovinořezy delia na ručné, nesené pracovníkom na boku a nesené na chrbte. Druhá varianta sa využíva najmä pri údržbe svahov, vďaka lepšej stabilite a mobilnosti pracovníka.

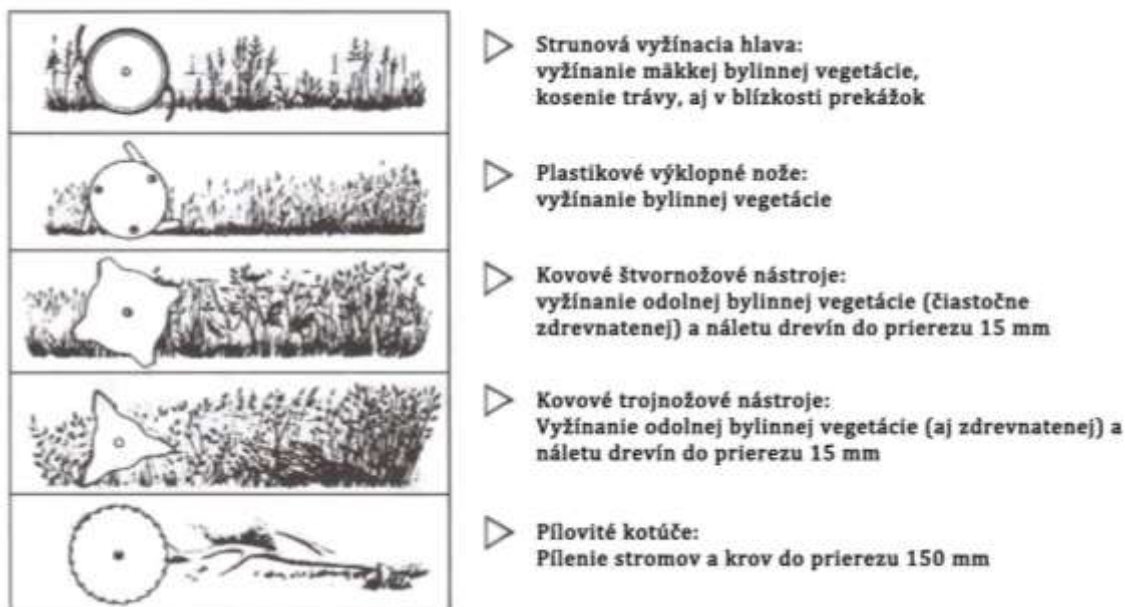
Stroje využívajú zotrvačnosti stebiel trávy, vystavené úderu kruhovo sa otáčajúcej nylonovej struny, alebo noža. Nylonová struna priemeru 1,2–3,0 mm je navinutá vo vnútri rotujúceho disku. Dva konce o dĺžke 200–500 mm sú protiľahlo z disku bočne vyvedené. Struna rotuje s otáčkami 8 000–12 000 min⁻¹ (JELÍNEK *et al.*, 2000).

Upínacia hlava umožňuje montáž rôzneho pracovného náradia. Popísanej strunovej vyžínacej hlavy, ale aj ocelového, trojcípeho, vyžínacieho noža a rezného píloveho kotúča (Obr. 4). Rezné orgány sú svojimi pripojovacími rozmermi unifikované v súlade s medzinárodnou normou ISO 7113/1991 „Lesné stroje – prenosné krovinořezy – pílové kotúče“. Je tak možné, pri zohľadnení veľkostí stredového otvoru a maximálnych otáčok kombinovať rezné orgány naprieč výrobcami (NERUDA, ČERNÝ, 2006).

Pri adaptéroch ku krovinorezom, už ale panuje medzi výrobcami konkurencia a väčšinou nie je možné kombinovať hnaciu časť a adaptér rôznych výrobcov. V kombinácií hnacej jednotky a nástavca v podobe reťazovej píly, alebo plotostrižného adaptéru je možné rozšíriť využiteľnosť stroja k vyvetvovaniu a strihu vzrastlejšej zelene. Je potrebné ale prihliadať k nižšiemu komfortu práce, nakoľko sa jedná o kompromisné riešenie. Bežne sa dosah pohybuje do 2,5 m od zeme. Pri možnosti predĺženia hnacieho hriadeľa sa dosah mierne zvýši (NERUDA, ČERNÝ, 2006).

V súčasnosti sa na trhu objavujú univerzálne hnacie jednotky kombinovateľné s hriadeľmi o rôznej dĺžke a pracovnými adaptérmi. Jedná sa o tzv. multifunkčné varianty poskytujúce väčšiu univerzálnosť využitia jednej hnacej jednotky, dostatočný komfort práce s rôznymi adaptérmi a dosah aj 5,0 m. Pri výbere je ale potrebné zohľadniť vyššie finančné nároky v porovnaní s jednoúčelovou variantou. Ďalším parametrom výberu stroja je ovládanie a rukoväť. Profesionálnejšie krovinorezy sú opatrené dvojitou rukoväťou, ktorá umožňuje presnejšie nastavenie pre konkrétnu obsluhu a vďaka antivibračnému systému poskytuje pohodlie i pri dlhšej práci. Naopak na krovinorezy z kategórie HOBBY a na multifunkčné zariadenia výrobcovia montujú jednoduchú rukoväť (ZEMÁNEK, BURG, 2005).

Na trhu sa objavujú aj adaptéry pre špeciálne práce umožňujúce napríklad ochranu kmienkov pri obkásaní (kryt tvaru S), prípadne chrániace pracovný orgán pri práci pozdĺž pevných okrajov (systém SAFTOR), alebo ako uvádza NERUDA, ČERNÝ (2006) adaptéry umožňujúce dávkovanie herbicídnych látok priamo na pracovný orgán, ktoré majú za cieľ zabrániť tvorbe nových výmladkov (adaptér m/TT).



Obr.4: Oblasti použitia druhov rezných nástrojov krovinořezov (NERUDA, ČERNÝ, 2006).

Plotostrihy

Konštrukčné riešenie predstavuje spojenie motorovej jednotky a pohonu s vlastnou lištou. Stroje sú vybavené spaľovacími motormi výkonu 0,6–1,5 kW, polohovateľnou rukoväťou pre strihanie horných a bočných plôch. Lišta je riešená ako prstová (pohyblivá je len jedna časť), alebo ako dvojité (dve protibežné lišty). Dôležitým parametrom je rozteč prstov, ktorá udáva maximálny priemer strihaných vetví a zabraňuje preťaženiu motora. Postačujúcim štandardom je rozteč 22 mm. Väčšia rozteč prstov je vhodná do náročnejších podmienok (hrubšie vetvy), nedosahuje ale čistý a vyrovnaný strih (CELJAK, 2000).

Príslušenstvo k plotostrihom ponúka zníženie námahy a zjednodušenie údržby. Kolektory montované priamo na lištu umožňujú odvádzať bokom odrezky, prípadne ich priamo zbierať. Nedochádza tak k ich zapadnutiu do porastu a tvorbe nevzhľadných zaschnutých častí povrchu živého plotu. V komunálnej oblasti, pri práci s ťažšími plotostrihmi nachádza uplatnenie nosný záves na chrbát, ktorý výrazným spôsobom redukuje námahu pracovníka súvisiacu s nesením stroja v rukách. Najmä pri strihu vyšších živých plotov sa hmotnosť stroja vďaka konštrukcii prenáša na chrbát obsluhy (JELÍNEK *et al.*, 2000).

Pri údržbe vegetačných prvkov typu tvarovaný živý plot a stena sa využívajú i tyčové varianty plotostrihov. V obmedzenej miere rôzne vyhotovenia nadstavcov na

krovinorezy (HAMATA, 2000; ZEMÁNEK, VEVERKA, 2001). Údržba vzrastlejších tvarovaných živých plotov a stien sa navyše nezaobíde bez použitia plošín.

Orezávacie lišty

Orezávacie lišty predstavujú samostatnú skupinu strojov pre formovanie krovitých výsadiel v parkoch, ale najmä pozdĺž ciest a pozemných komunikácií, pri ktorých účel rezu prevyšuje požiadavky na jeho kvalitu. Lišty sú konštruované ako traktorové nesené, prevažne čelne, ktoré umožňujú dokonalú kontrolu obsluhou, presné navádzanie a nastavenie roviny rezu. Orezávacia lišta pozostáva z nosného rámu uchyteného na stĺpe či konzole (čelné, alebo bočné pripojenie k traktoru). Nosný rám je výškovo i stranovo staviteľný a sú na ňom uložené rotory s držiakmi nožov a s pohonmi.

Pracovným orgánom môžu byť:

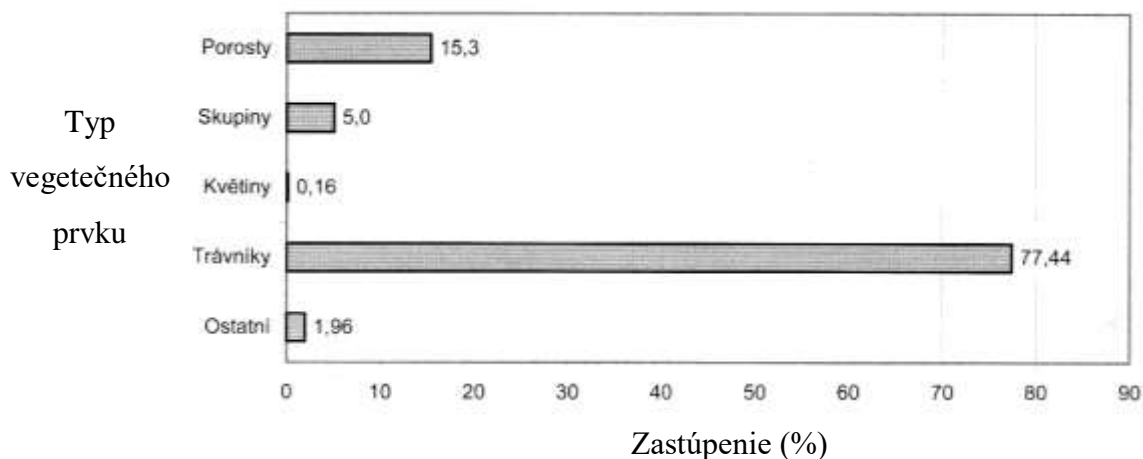
protibežné žacie lišty, charakteristické väčším presahom (dĺžkou zdvihu) a väčšou roztečou prstov než klasické žacie lišty trávne. Výhoda spočíva vo vysokej kvalite rezu, kedy nedochádza k rozstrapateniu koncov.

pílovité kotúče, o priemere 250–400 mm, ktoré sa vzájomne prekrývajú. Kotúče sú uložené na zvislom nosníku nesenom na hydraulicky nastaviteľnom ramene, ktoré umožňuje nastaviť pracovný orgán do zvislej, alebo vodorovnej roviny. Toto riešenie umožňuje rez aj hrubších vetví, ktorých konce sú ale značne rozstrapatené (ZEMÁNEK, BURG, 2005).

3.7.2 Technické prostriedky pre údržbu trávnikov

Trávnik je jedným z najdôležitejších prvkov sadovníckych úprav parkov, záhrad, rekreačných a ďalších plôch, preto je potrebné venovať náležitú pozornosť jeho údržbe a to z hľadiska biologického, technického i ekonomického.

Plošný trávnik je taktiež dominantný prvok vo verejnej zeleni (ŠIMEK, 2003 a 2006; NIESEL, BRELOER, 2006). Trávniky tvoria až 77 % všetkých plôch zelene.



Graf. 6. Priemerné zastúpenie jednotlivých vegetačných prvkov v systéme zelene (ŠIMEK, 2006).

Trávník je rastlinné spoločenstvo zložené prevažne z tráv, vytvárajúce dokonale zapojený povrch (HRABĚ, 2007 a 2009). Jednotlivé typy trávnikov doplnené o funkčné využitie uvádza ČSN 83 9031. Podľa zistení ŠIMKA (2002), väčšina trávnatých plôch nezodpovedá uvedeným štandardom a sám autor označuje tieto plochy ako trávník neštandard. Zdôvodnením je prítomnosť väčšieho množstva dvojdeložných rastlín, nezodpovedajúca pokryvnosť, či nedostatočné úžitkové vlastnosti.

Údržba trávniku predstavuje ucelený súbor operácií, pri ktorých sa trávník udržuje v požadovanom estetickom vzhľade a v biologicky aktívnom stave, tak aby plnil všetky požiadavky naň kladené. Najdôležitejšou a najpočetnejšou operáciou je kosenie (ČSN 83 9051), ktorému sa zo súboru operácií vykonávaných pri údržbe trávnikov táto práca venuje. Z hľadiska potreby času a energie predstavuje kosenie najvýznamnejšiu položku, cca 40–45 % všetkých prác (HRABĚ, 2007).

Podľa druhu trávniku a tomu odpovedajúcej intenzite údržby sa kosba vykonáva 2–20 krát za rok. Oddelenie nadzemnej zelenej hmoty kolmým hladkým rezom v požadovanej výške (10–70 mm) je vykonané pomocou žacích strojov, prípadne mulčovačov (HAMATA, 2000).

Žacie stroje sú podľa žacieho ústrojenstva riešené *s oporou* (dochádza k takmer ideálnemu, kolmému a hladkému rezu) a *bez opory* (steblo je preseknuté dynamickým účinkom rýchlo rotujúceho noža). Podľa princípu žacieho ústrojenstva sa žacie stroje ďalej delia na *lišťové*, *rotačné* so *zvislou* osou rotácie a *rotačné* s *vodorovnou* osou rotácie. Lišťové žacie stroje sa v komunálnej oblasti prakticky nevyužívajú, sú určené na údržbu trvalých trávnych porastov, lúk a pasienkov. Do týchto podmienok sú vhodné i

stroje s bubnovým prípadne diskovým žacím ústrojenstvom. Naopak bežne používaným typom žacích strojov v komunálnej oblasti a oblasti údržby súkromných trávnikov sú rotačné stroje so zvislou osou rotácie, ktoré sú v dnešnom období dopĺňané rotačnými žacími strojmi s vodorovnou osou rotácie a mulčovačmi (JELÍNEK *et al.*, 2000).

Rotačné žacie stroje

V súčasnosti predstavujú najrozšírenejšiu skupinu strojov určených ku koseniu trávnatých plôch, najmä vďaka univerzálnosti použitia.

Žacie ústrojenstvo *so zvislou osou rotácie* - nožové sa používa ako viacrotorové v trávnikových traktoroch a malotraktorov, alebo ako jednorotorové v ručne vedených motorových žacích strojoch. Pracovným nástrojom je rotujúci nôž, ktorého obvodová rýchlosť sa pohybuje v rozmedzí 60–90 m.s⁻¹, pri otáčkach 2 000–2 500 min⁻¹. Tieto stroje využívajú princíp rezu bez opory. Predpokladom kvalitnej práce je pravidelné brúsenie rezných hrán nožov a ich vyváženie. Celé ústrojenstvo je chránené krytom proti poškodeniu a úletu hmoty. Kvalitou rezu (vznik zasychajúcich koncov stebiel vplyvom dynamického delenia) je toto ústrojenstvo vhodné pre údržbu trávnikov v parkoch, komunálnej oblasti a súkromných záhradách (HAMATA, 2000; ZEMÁNEK, VEVERKA, 2001).

Ďalšou skupinou strojov so zvislou osou rotácie noža sú ridery. Oproti skupine malotraktorov sa vyznačujú žacím ústrojenstvom umiestneným pred obsluhou, motorom a najčastejšie aj pred celou konštrukciou stroja. Ovládanie je u väčšiny strojov riešené brzdením jednej strany nápravy pákami, čo poskytuje nulový polomer otáčania. Toto vyhotovenie ponúka obsluhu lepšiu prehľad o kosenej ploche a umožňuje dostupnosť žacieho ústrojenstva i pod porasty krov a k okrajom pozemkov. Najväčšou výhodou ale je, že tráva pred žacím ústrojenstvom nepoľahne vplyvom prejazdu kolies. Nevýhodou konštrukčného vyhotovenia je absencia stredového dopravného tunela. Ridery sú tak riešené ako mulčovače, kedy je hmota podrvená a následne voľne a rovnomerne rozprestretá na pokosený povrch. Prípadne s bočným výhozom hmoty, ktorú je po doplnení ventilátorom (z dôvodu dlhej dopravnej vzdialenosti) možné následne dopravovať do zásobníka (CELJAK, 2000).

Novým trendom smerujúcim zo Severnej Ameriky sú samojazdné žacie stroje, za ktorými obsluha stojí. Vyvinuli sa z výkonných strojov, za ktorými je pridané stúpadlo pre obsluhu. Výhodou sú nižšie investičné náklady a lepšia dostupnosť pod vzrastlou vegetáciou, nevýhodou nižší komfort obsluhy najmä na svahoch (HRABĚ, 2007).

V dnešnej dobe sa objavujú i technické prevedenia umožňujúce kombináciu oboch spôsobov ovládania stroja obsluhou, prípadne jej kráčanie za strojom, tzv. konvertibilné žacie stroje (Obr. 5).



Obr.5: Konvertibilný žací stroj značky DR Versa-Pro Z-Mower (www.drpower.com).

Žacie ústrojenstvo s *vodorovnou osou rotácie* sa uplatňuje najmä u vretenových žacích strojov určených na údržbu profesionálnych hracích plôch, prípadne reprezentatívnych plôch. Vodorovne sa otáčajúci rotor so špirálovite postavenými nožmi priháňa stebľa k pevnému, rovnému nožu, fungujúcemu ako protiostrie. Princíp umožňuje veľmi kvalitný strih stebiel tráv pri dodržaní nízkej výšky porastu.

Do tejto skupiny sa radia aj cepové žacie stroje, ktoré sú v súčasnom období čoraz častejšie nasadzované i na údržbu komunálnych trávnatých plôch (BETHGE, 2005). Z hľadiska konštrukcie sú ťažšie, väčšinou nesené na traktore, prípadne pre menšie a členitejšie plochy sú riešené ako samojazdné. Pracovným nástrojom je horizontálne uložený hriadeľ s voľne uchytenými nožmi, ktoré sa pri rotácii hriadeľa vplyvom odstredivej sily dostanú do pracovnej polohy. Nože sú 20–40 mm široké ocelové pásky, rôzne tvarované (najčastejšie tvaru písmena „T;Y;L“), ktoré sú na rotujúcom hriadeľi uložené špirálovite, alebo šikmo v niekoľkých radoch. Pri vysokých otáčkach hriadeľa sa

prudkým úderom nožov kosí porast, ktorý sa následne ešte drví o kryt hriadeľa. Výška pokosu sa určuje zmenou polohy zadného operného valca. Rozdrvená rastlinná hmota u starších vyhotovení je väčšinou ponechaná na mieste ako mulčovacia vrstva. Tieto stroje sú vhodné ku koseniu menej často udržiavaných trávnatých porastov v extraviláne, v ktorých sa vyskytujú nálety drevín, alebo drevnatejúce buriny. Stroje modernej konštrukcie umožňujú pokosenú trávnu hmotu aj zbierať, pričom sa využíva skrutkovica dopravujúca hmotu do zásobníka s čiastočným pechovacím účinkom (ZEMÁNEK, VEVERKA, 2001).

V komunálnej oblasti a oblasti súkromných záhrad sa najčastejšie využívajú žacie stroje so zásobníkom na pokosenú trávnu hmotu. Tá je do koša dopravovaná pomocou ventilačného účinku, ktorý vytvára rotujúci nôž. Žacie ústrojenstvo, šasi ale i dopravný kanál musia byť vhodne tvarované pre dokonalý odvod pokosenej hmoty i v nepriaznivých podmienkach (vlhká, alebo prerastená tráva). Niektorí výrobcovia dopĺňajú stroje o rôzne vyhotovenia ventilátorov pre zlepšenie ventilačného účinku, prípadne kombinujú možnosti zväčšovania dopravného kanála a vyhotovenia zásobníka. Objem zásobníka je najčastejšie limitujúcim prvkom výkonnosti žacieho stroja, lebo určuje dobu práce stroja po jeho naplnenie. Spôsob výsypu zásobníka ďalej určuje čas potrebný na vyprázdnenie. Stroje v komunálnej oblasti sú často vybavené hydraulickým zásobníkom umožňujúcim dopravu pokosenej hmoty do výšky nad 1,5 m, a výsyp priamo na ložnú plochu dopravného prostriedku.

Širšie využite žacích strojov spočíva v jesennom zbere lístia, prípadne pri využití cepového žacieho ústrojenstva je možné pri súčasnom kosení, alebo zbieraní lístia vykonávať i vertikutáciu. Samotné stroje je väčšinou možné využiť i ako nosiče náradia a rozšíriť tak ich využiteľnosť.

Stroje vhodné do ťažkých podmienok zriedkavo udržiavaných trávnikov najmä na svahoch a pozdĺž ciest sú mulčovače. Jedná o stroje s horizontálne rotujúcimi nožmi, alebo kladivkami väčšinou voľne uchytenými na rotore (BETHGE, 2005). Kryt rotora je ale doplnený o protiostria, umožňujúce dokonalé rozdrvenie aj pevnejšej hmoty. Výškové nastavenie rotora je udržiavané pomocou oporných kolies, alebo oporného valca. Stroje sú konštruované ako traktorové, nesené na hydraulicky ovládanom ramene, ktoré umožňuje vysunutie mulčovača až do vzdialenosti 7,0 m a výšky 3,0 m. Rameno môže byť doplnené hmatačom, ktorý po nabehnutí na prekážku (kmeň stromu, dopravná značka a pod.) zaistí jeho okamžité vychýlenie do strany. Prípadne sú mulčovače agregované na komunálnom nosiči najčastejšie bez zásobníka (JELÍNEK *et al.*, 2000).

Moderné trendy údržby zelene pozdĺž komunikácií a likvidáciu náletových drevín pozdĺž líniových stavieb v podobe diaľkovo navádzaných samohybných mulčovačov prezentuje MORHARD (2011). Autor uvádza i nárast používania autonómnych žacích strojov pre údržbu plôch športovísk a súkromných trávnikov. Prezentuje i nárast automatizácie naprieč všetkými typmi používanej mechanizácie.

Pri údržbe vegetačného prvku typ trávnik sa v komunálnej oblasti a oblasti údržby súkromnej zelene najčastejšie používajú žacie stroje v podobe trávnikových malotraktorov a riderov, na menších plochách ručne vedené žacie stroje a v oblasti komunálnych služieb i univerzálne nosiče náradia (JEDICKE *et al.*, 1996, GERBER, 2005). Pre lokálne kosenie napríklad pod kríkovými spoločensťami, na svahoch, okrajoch komunikácií, pozdĺž oplotení, a prekážok sa využívajú krovinořezy (NERUDA, ČERNÝ, 2006).

Voľba techniky má nadväznosť na stav a členitosť výsadiieb zelene i požadovaného výsledku práce. Hlavnými trendmi racionalizácie zakladania a následnej údržby sa v období socializmu stala sústredenosť a zapojenosť výsadiieb. Kompozične sa jednalo o vytváranie celistvých a jednoducho udržiavateľných plôch a eventuálneho nasadenia širokozáberovej mechanizácie. Racionalizácia bola závislá na projekčnej fáze, ktorej kvalita bola znižovaná príčinami popísanými v kap. 3.1 História a vývoj údržby zelene a v praxi tak vznikali roztrieštené a drobné plochy zelene s nevhodnou druhovou skladbou nepodliehajúcou účelu. Táto prax zostala zachovaná až do 80. rokov a je popisovaná ako hlavná príčina zlého stavu zelene na dnešných sídliskách (MAGNI, 2013).

Racionálnym usporiadaním mestskej zelene vo vzťahu k údržbe sa zaoberala vo svojej diplomovej práci na ZF MENDELU aj RICHTERKOVÁ (1994). Analyzovala 3 objekty z hľadiska ich plošného a priestorového usporiadania a z hľadiska možnej racionálnej údržby. Vyhodnotila objekty s negatívnym vplyvom na racionálnosť údržby zelene a odvodila možnosti ich odstránenia a tým zefektívnenia údržby s následnou úsporou finančných prostriedkov. Z výsledkov vyvodila všeobecne platné zásady tvorby zelene v sídlach, ktoré umožňujú čo možno najracionálnejšiu údržbu a s ktorými sa stotožňujú i ďalší autori (SCHMIDT, 1996 a 1997; HRABĚ, 2007 a 2009; CAGAŠ, 2011). S ohľadom na zameranie tejto práce sú uvedené zásady pre trávniky, stromy a kry.

Všeobecné zásady pre trávniky: rozmery a tvarovanie trávnatých plôch vytvárať, tak aby vznikali súvislé, veľké plochy bez prekážok a delení trávnatých plôch. Technické

prvky (mobiár, ihriská, terasy, svahy a pod.) umiestňovať tak, aby neobmedzovali prejazdnosť žacích strojov, dosah žacích orgánov a celkovú náročnosť údržby.

Pri kríkových spoločenstvách vyberať dreviny tak, aby rýchlo a kvalitne zakryli plochu a zabránili prerastaniu burín. Vytvárať väčšie skupiny, alebo menšie skupiny navzájom prepájať. Dreviny vysádzať na miesta menej vhodné pre trávnik a využiť ich prirodzené prekorenenie na stabilizáciu svahov.

Z pohľadu racionalizácie vysádzať solitérne stromy a rozvoľnené skupiny v obmedzenej miere. Zamerať sa na zabezpečenie dostatočného priestoru pre pojazď mechanizácie. Využiť podsadbu krov, záhonov, alebo vrstvu mulču, ktoré zabezpečia ochranu bázy kmeňa pred poškodením pri dokášaní. Všeobecnými zásadami sú pravidelná údržba jednotlivých vegetačných prvkov, oprava technických prvkov a dosadba chýbajúcich jedincov.

Podobnou problematikou na konkrétnom modelovom území sa zaoberal i FATKA (2011). Hodnotil existujúci systém riadenia údržby verejnej zelene v mestskej zástavbe priemyselnej aglomerácie a navrhol racionálnejší spôsob údržby. Navrhol i systém riadenia údržby zelene s cieľom optimalizácie nákladov pri zaistení požadovanej kvality starostlivosti.

Podľa ŠIMKA (2002) rozhoduje o ekonomike údržby správne zostavená technológia údržby vegetačných prvkov i použitie správne dimenzovaných mechanizačných prostriedkov. S týmto názorom súhlasia i ZEMÁNEK, BURG, ALTMANN, MIMRA, ABRHÁM a ďalší, pričom ako možnosti porovnania rôznych technológií, či konkrétnej mechanizácie ponúkajú porovnania ekonomickej efektivity, vždy ale len pre konkrétny prípad (danú plochu, porast a pod.), ktoré sa nedajú plne zovšeobecniť. Skutočné podmienky prevádzkovateľov môžu natoľko ovplyvniť prevádzkové náklady, že ich posúdenie musí byť vždy individuálne a to najmä tam, kde výsledky majú byť podkladom pre stanovenie cenovej ponuky služieb. Napríklad BURG, ZEMÁNEK, (2006) uvádzajú efektívne ročné nasadenie u konkrétnych reťazových píl, plotostrihov a žacích strojov využívaných pri údržbe zelene. Hodnotia návratnosť investície medzi strojmi i v porovnaní s cenou služby na trhu. Podobne sa na Ústave zahradníckej techniky ZF MENDELU (2014) hodnotilo použitie troch plotostrihov pre rez tvarovaných živých plotov na základe ekonomického porovnania doby návratnosti investície a prevádzkových nákladov. Výsledkom boli doporučená pre voľbu plotostrihov.

Pre racionálne riadenie prevádzky a obnovy strojového parku je potrebné poznať viacero údajov o využití strojov, nákladoch na prevádzku a údržbu, ponuky na trhu i o technických a ekonomických parametroch. Obnova je často poznamenaná nedostatkom kvalitných informácií a je do značnej miery intuitívna. Pre podporu rozhodovania sú k dispozícii viaceré normatívy, zoznamy techniky, metodiky stanovovania nákladov, alebo ucelené expertné systémy pre modelovanie nákladov. Jedným z takýchto programov je i databázový modelovací program AGROTEKIS z VÚZT, v.v.i. v Prahe (ABRHAM, 2007). Prípadne obdobný nemecký MA Kost. Jedným z perspektívnych smerov je podľa ABRHAMA, KOVÁŘOVEJ (2008) práve vytváranie expertných systémov, ktoré umožnia pracovníkom praxe maximálne využiť výsledky výskumu a prispôbiť si ich podľa vlastných skúseností a lokálnych podmienok. Netreba zabúdať na sledovanie techniky v prevádzkových podmienkach s následným vyčíslením prevádzkových nákladov slúžiacim k overeniu a korekcii teoretických ukazovateľov (BURG, ZEMÁNEK, 2006; ABRHAM, HEROUT, 2013).

3.8 Sledovanie technicko-ekonomických parametrov nasadzovaných strojov

Už v začiatkoch súkromného podnikania po roku 1989 sa v podnikoch pri rozhodovaní o nákupe strojov prejavilo sledovanie ekonomického efektu. Rozhodujúce sa stali jednotkové náklady na prevádzku stroja, ktoré ale vychádzajú z nákupnej ceny, výkonnosti, prevádzkovej spoľahlivosti a ďalších exploatačných a technických parametrov (ABRHAM, 1998). Problematika rozhodovacieho procesu neustále narastá, nakoľko sa na trhu rozširuje portfólio značiek, sortiment tried zamerania strojov, technických riešení, ale i dostupnosť servisných stredísk a podobne.

Výsledky ekonomických analýz prevádzky strojov pri údržbe zelene môžu byť využité ako vodítko pre výber stroja, pri stanovení potrebného rozsahu jeho ročného nasadenia, zaistenia jeho efektívnej prevádzky a to nielen v podnikoch služieb, ale tiež u bežných užívateľov (ZEMÁNEK, BURG, 2006).

ABRHAM (1995) popisuje jednotlivé nákladové položky súvisiace s prevádzkou strojov, možnosti výpočtov konkrétnych hodnôt pre daný stroj i postupy získania relevantných informácií (náklady na opravy, spotrebný materiál a pod.).

ALTMANN *et al.* (2007); MIMRA *et al.* (2007) popisujú ekonomické rozdiely medzi nasadzovanou technikou a uvádzajú, že variabilita výsledných nákladov na

pracovnú operáciu je široká a je potrebné vždy detailne zvážiť nasadenie súpravy s prihliadnutím na vybavenosť podniku technikou a podľa okamžitých podmienok. Prax ukazuje, že odhadovať prevádzkové náklady z paušálnych sadzieb za 1 hodinu prevádzky podobných strojov je veľmi nepresné hneď z niekoľkých dôvodov. Tento spôsob nepostihuje výrazné rozdiely v podmienkach užívateľov a v úrovni či kvalite vykonanej operácie. Výpočet prevádzkových nákladov ďalej zahrňuje najmä náklady na pohonné hmoty, opravy a mzdové náklady, ktoré sú značne variabilné. Obmedzením výpočtu priebehu prevádzkových nákladov (návratnosti investície) je i skutočnosť, že stroje často pracujú aj po ukončení obdobia odpisovania, ktoré je hlavným parametrom výpočtov ekonomických analýz. To môže byť ovplyvnené situáciou, kedy sa stroje využívajú i na výrazne menších plochách, než sú ich ekonomicky zdôvodnené minimálne hodnoty (BURG, ZEMÁNEK, 2006).

Dôležité je si uvedomiť i súvislosti údržby zelene, ktorá má svoje práce lokalizované mimo podnik. Často sa jedná o plochy v rámci miest pri podnikoch venujúcich sa údržbe mestskej zelene. V prípadoch poskytovania služieb údržby zelene na súkromných záhradách, prípadne v extravilánoch miest (lesoparky, údržba pozdĺž komunikácií a podobne) sa ale už jedná o značné prepravné vzdialenosti. Je tak potrebné do ceny práce hlavného stroja často započítať i cenu práce pomocných strojov a mechanizačných prostriedkov súvisiacich s prepravou a manipuláciou strojov a materiálov. Tieto náklady sa pohybujú značne vysoko, priemerne na úrovni 40–50 % celkových priamych nákladov vynaložených na výrobu, alebo službu (SYROVÝ a PODPĚRA, 2009). Doprava tak tvorí významný faktor ovplyvňujúci ekonomiku údržby zelene, nakoľko ale nie je zameraním tejto práce obsiahnuť aj túto problematiku, je možné doporučiť publikácie viacerých autorov venujúcich sa danej téme. Na príklad ABRHAM (1996 a 1998), KAVKA *et al.* (2003), SYROVÝ *et al.* (2008 a 2009), KUBÍN, PEXA (2010), ALTMAN *et al.* (2010), GERNDTOVÁ, SYROVÝ (2011). Využitie viacerých geoinformačných systémov, riešiacich túto problematiku popisuje FRYČ (2010).

3.9 Faktory ovplyvňujúce údržbu zelene

Pri vykonávaní údržbových prác pomocou mechanizačných prostriedkov i mechanizovaného náradia je výkonnosť aj kvalita práce ovplyvňovaná radom rôznych faktorov, ktoré spravidla znižujú výkonnosť a zvyšujú energetickú náročnosť vykonávaného zásahu. Z obecného pohľadu je možné definovať faktory ovplyvňujúce náročnosti údržby okrasnej zelene ako faktory:

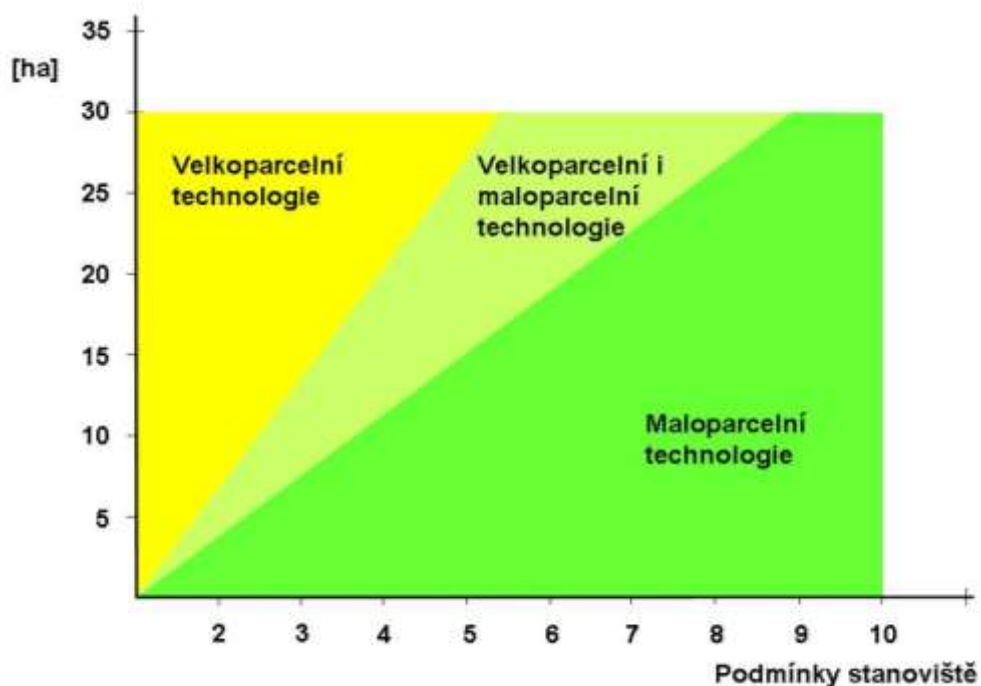
- **Estetické**, ako požiadavky plynúce z výtvarného zámeru architekta a nesúvisiace s kvalitou prevedenia prác, či racionalizačnými doporučeniami
- **Prírodné**, ako vlastnosti porastu, ktoré nie je možné ovplyvniť, je možné sa im len prispôbiť, ako napr.: vlhkosť, habitus, prerastenosť, zdrevnatenie porastu a pod.
- **Technické**, ktoré súvisia s konštrukčnou úrovňou stroja a s jeho prevádzkovými vlastnosťami, ako napr.: ostrie nožov, celkové opotrebenie, využitie záberu, rozsah pracovných rýchlostí, možnosti nastavenia a pod.
- **Lokality**, ktoré vyjadrujú charakteristické vlastnosti lokality, ako napr.: svahovitosť, členitosť, dostupnosť, pravidelnosť tvaru pozemku, výskyt prekážok a pod.

Experimentálne práce radu autorov, zamerané na hodnotenie výkonnosti a nákladovosti použitej techniky pri údržbe okrasnej zelene, prinášajú rôzne pohľady na analýzu faktorov, ktoré ovplyvňujú výkonnosť strojov, spotrebu pohonných hmôt, i kvalitu práce. Niektorí z nich sa rôznym spôsobom snažia kvantifikovať vplyv najdôležitejších faktorov predovšetkým na nákladovosť.

ALTMANN *et al.* (2007); MIMRA *et al.* (2007) vo svojich príspevkoch konštatujú, že výkonnosť súpravy je závislá na viacerých faktoroch akými sú reliéf terénu, svahovitosť, veľkosť pozemku a pod. a PLÍVA *et al.* (2007) poukazuje napríklad na zníženie výkonnosti mechanizačných prostriedkov v závislosti na zhoršených podmienkach lokality.

ZEMÁNEK, BURG (2008) podobne vyhodnotili faktory, ktoré ovplyvňujú údržbu trvalých trávnych porastov a je možné ich aplikovať i na zeleň parkov, lesoparkov a extravilánu miest. Hodnotili použiteľnosť rôznych technológií na základe podmienok danej lokality, konkrétnej veľkosti plochy, tvaru a členitosti pozemku, prekážok, terénnych podmienok a prístupnosti pre mechanizačné prostriedky. Podmienky

stanoviska sú vyjadrené sumou získaných bodov podľa jednotlivých kritérií. Výsledky zosumarizovali do podoby Grafu 7 vhodnosti stanoviska pre maloparcelnú, alebo veľkoparcelnú mechanizáciu.



Graf 7: Vhodnosť technológií pre podmienky stanoviska.

Graf 7 je rozdelený do 3 oblastí, ktoré orientačne vymedzujú vhodnosť stanoviska pre maloparcelnú, alebo veľkoparcelnú technológiu údržby TTP. Prechodová oblasť naznačuje, že pri určitých podmienkach je možné využiť obe technológie, a preto musí byť návrh posudzovaný podľa ďalších kritérií (ZEMÁNEK, BURG, 2008).

KROULÍK, *et al.* (2010), GUTU (2011) a CHYBA *et al.* (2013) skúmali možnosti optimalizácie pojazdov na pozemku tak, aby minimalizovali nepracovné pojazdy. Na záver konštatovali možnosť nasadenia automatických systémov pre navádzanie strojov na pozemkoch, ktoré by zohľadňovali nie len tvar, ale napríklad i svahovitosť prístupových ciest na pozemok a pod.

SYROVÝ *et al.* (2008) uvádza pri výpočtoch plošnej výkonnosti strojov pri obhospodarovaní trvalých trávnych porastov ako najdôležitejšie parametre pracovný záber B_z a pracovnú rýchlosť v_p (vzťah 1). Ďalej uvádza i nezanedbateľné vplyvy, ktoré vyčísluje nasledovne, súčiniteľ otáčania k_{ow} v rozmedzí (0,80–0,95), súčiniteľ svahu k_{sw} v rozmedzí (0,75–0,98). Popisuje i súčiniteľ využitia záberu ϵ_B , pri ktorom už ale dosahované hodnoty neuvádza, bežne ale dosahuje hodnôt 0,95.

Výkonnosť vypočítava podľa vzťahu:

$$W = B_z \cdot v_p \cdot k_{ow} \cdot k_{sw} \cdot \epsilon_B \quad (\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (1)$$

kde:

B_z – pracovný záber stroja (m)

v_p – pracovná rýchlosť stroja ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)

k_{ow} – súčiniteľ otáčania (–)

k_{sw} – súčiniteľ svahu (–)

ϵ_B – súčiniteľ využitia záberu (–)

CELJAK (2000, 2012, 2014) vo svojich prácach popisuje parametre ovplyvňujúce voľbu nasadeného žacieho stroja z oblasti malej mechanizácie a možnosti vyhodnotenia ich plošnej výkonnosti, ale aj objemovej výkonnosti, tj. množstvo pokosenej trávnej hmoty. Na základe meraní uvádza i zistenie, že skutočná výkonnosť sa od tej teoretickej môže líšiť až o 50 %, čo je významne ovplyvnené charakterom lokality. Preto vo výpočtoch plošnej výkonnosti (W) pracuje s opravnými koeficientmi (vplyvu faktorov), ktoré skutočnú výkonnosť priblížia výkonnosti reálne dosiahnuteľnej podľa vzťahu:

$$W = 3\,600 \cdot B_p \cdot v_p \cdot k_{ps} \cdot k_\xi \quad (\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (2)$$

kde:

B_p – pracovný záber stroja (m)

v_p – pracovná rýchlosť stroja ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

k_{ps} – súčiniteľ prekrytia stopy (vyžitia záberu) (–)

k_ξ – súčiniteľ časového využitia (vyžitia pracovného času) (–)

Jedným z koeficientov používaných autorom je koeficient nazvaný súčiniteľ prekrytia stopy, ktorý je udávaný v rozmedzí 0,95–0,98 a druhým súčiniteľ časového využitia, ktorý je udávaný v rozmedzí 0,65–0,90. Autor ďalej popisuje i faktory, ktoré ovplyvňujú najmä druhý spomenutý koeficient, ako napr.: členitosť plochy, záber stroja, nútené zastávky a pod., ale neuvádza miery, ktorými konkrétne faktory ovplyvnia výšku koeficientu.

TANASIĆ *et al.* (2008) popisuje možnosť optimalizovať výber stroja pomocou koeficientu výkonnosti (i), na základe empirického vzťahu vyjadrujúceho pomer medzi výkonom motora a jeho záberom:

$$i = \frac{P}{10 \cdot B} \quad (3)$$

kde:

P – výkon motora (kW)

B – pracovný záber stroja (m)

Stroje u ktorých dosahuje koeficient hodnôt $i < 0,9$ autor zaraďuje do kategórie strojov pre neprofesionálne využitie. Tieto stroje sú výkonnostne obmedzené výkonom motora, čo znamená že nedokážu plne využiť pracovný záber, alebo pracovnú rýchlosť. Sú tak vhodné do sektoru súkromných záhrad, odpovedajú kategórií HOBBY. Stroje dosahujúce hodnôt $i > 1,1$ sú vďaka predimenzovanému výkonu motora vhodné i do vysokej trávy a ťažších podmienok (svah, vlhká tráva a pod.). V bežnej komunálnej oblasti dokážu plne využiť pracovný záber i pracovnú rýchlosť, predimenzovanie výkonu znamená ale vyššie investičné a prevádzkové náklady.

Optimálnu hodnotu koeficienta autor uvádza medzi 0,9–1,1. Takéto stroje majú optimálne dimenzovaný výkon motora v kombinácii so žacím ústrojenstvom i pracovnou rýchlosťou, i dostatočnú výkonnostnú rezervu motora.

Využitie znalosti tohto koeficienta tak slúži k posúdeniu vhodnosti nasadenia konkrétneho stroja pre dané podmienky.

CELJAK, ŠÍSTKOVÁ (2013) sa zaoberali taktiež vplyvom vzájomnej závislosti doby kosenia, výkonnosti a dĺžky celkovej prejdenej vzdialenosti na šírke záberu pracovného adaptéra, pracovnej rýchlosti a veľkosti zberného koša, vzťahnuté na kosenú plochu. Dosiahnuté výsledky formulujú do týchto záverov:

- koeficient naplnenia koša sa vplyvom jeho veľkosti, využiteľným objemom, charakterom porastu pohybuje v rozsahu 0,76–0,96.
- koeficient charakteru porastu je definovaný najmä výškou kosenia, druhovým zložením, hustotou trávnej hmoty a prímiesami, pričom na komunálnych plochách je možné uvažovať s produkciou v rozmedzí 2,8–4,6 t.ha⁻¹.

- koeficient hmotnosti uloženej trávy je ovplyvnený vlastnosťami porastu a spôsobom ukladania trávy. Objemová hmotnosť uloženej trávy sa pohybovala v rozsahu 170–300 kg.m⁻³.
- sledované žacie stroje vykazovali súčiniteľ prekrytia stopy (využitia záberu) v rozsahu 0,94–0,98 a súčiniteľ využitia čas v rozsahu 0,62–0,83.
- pojazďová rýchlosť pri zhodnom stroji dosahovala bez pojazdu 2,62 km.h⁻¹ a s pojazdom 3,24 km.h⁻¹.

STONAWSKÁ (2010) dopĺňa už spomenuté faktory pri údržbe trávnatých plôch o faktor svahovitosti pozemku. Ten hodnotí pomocou koeficientu zníženia výkonnosti (k_s) podľa vzťahu:

$$k_s = \frac{W_o}{W_s} \quad (-) \quad (4)$$

kde:

W_o – výkonnosť stroja na rovine (ha.h⁻¹)

W_s – výkonnosť stroja na svahu (ha.h⁻¹)

Výsledky autorky sú zhrnuté v nasledujúcich tabuľkách a grafe.

Tab.2: Zmena výkonnosti strojov vplyvom svahovitosti pozemku.

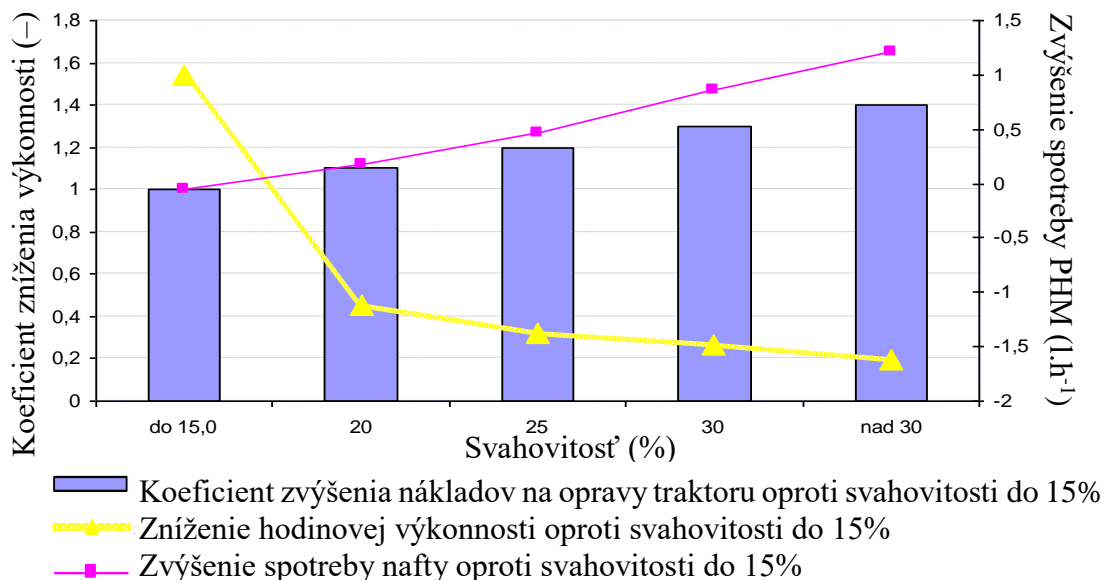
Svahovitosť pozemku (%)	Koeficient zníženia hodinovej výkonnosti (k_s)
do 15,0	1
15,1–20,0	1,12
20,1–25,0	1,29
25,1–30,0	1,48
nad 30	1,62

Z technického hľadiska je výpočet tohto koeficientu nelogický, nakoľko svahovitý terén výkonnosť znižuje. Táto skutočnosť ale opticky nekorešponduje s hodnotami koeficientov uvedenými v Tab. 2, ktoré sú $k > 1,0$.

Tab.3: Zmena spotreby nafty strojov vplyvom svahovitosti pozemku.

Svahovitost' pozemku (%)	Koeficient zvýšenia spotreby pohonných hmôt
do 15,0	1
15,1–20,0	1,12
20,1–25,0	1,27
25,1–30,0	1,47
nad 30	1,62

Autorka vo svojej práci vyhodnotila i vplyv svahovitosti pozemku na zvýšenie nákladov na opravy a servis (Graf 8).



Graf 8: Zníženie výkonnosti, zvýšenie spotreby pohonných hmôt a zvýšenie nákladov na opravy a údržbu oproti svahovitosti do 15 %.

Z vplyvu jednotlivých spomenutých faktorov je možné stanoviť najvyššie a najnižšie náklady mechanizácie na prevádzku, prípadne posúdiť vplyv rôznej výkonnosti na hodnotu nákladov pri zohľadnení širších podmienok.

Väčšina zelených plôch sa v komunálnej oblasti nachádza na rovine, prípadne miernom svahu, len okrajovo sa vyskytuje svahovitost' plochy nad 8,6° (15 %). Svahová dostupnosť bežných strojov je do 12° (20 %), čo pre spomenutú oblasť plne dostačuje. Svahové varianty dokážu pracovať i v náklonoch nad 20°, nad 30° je už nutné voliť horské modifikácie (HANDLER, WIPPL 2004). Napriek nižšiemu výskytu svahovitých

plôch, je podľa autorky tento faktor nezanedbateľný a to z dvoch dôvodov. Pri samotnej práci dochádza podľa GREČKA (1984 a 1994) k znižovaniu výkonnosti strojov vplyvom preklzovania kolies, nutnosti korigovať stranový posun, čiastočné nepohodlie obsluhy, v prípadoch keď kabína (sedadlo) nemá možnosť korekcie náklonu, obmedzení plynúcich z požiadaviek kosiť plochu po vrstevniciach (nepriaznivý tvar pozemku) a pod. Druhým dôvodom je vyššia spotreba pohonných hmôt, plynúca z požiadaviek vyššieho výkonu, prípadne potreby pohonu všetkých kolies.

4 METODIKA

Experimentálne práce boli realizované v rokoch 2012–2015 na pokusných lokalitách ZF MENDELU v Lednici, plochách zelene mesta Břeclav, zámockého parku Lednice, bylinkovej záhradky Valtice, pozemkoch technických uzáverov a kompresných staníc firmy EUSTREAM a poprípade v súkromných záhradách.

4.1 Sledované operácie

Pri experimentálnych prácach boli sledované nasledujúce operácie:

- kosenie trávnikov rotačnými žacími strojmi
- mulčovanie trávnych porastov
- vyžínanie a kosenie trávnikov krovinoresmi
- strih živých plotov a stien plotostrihmi a plotostrihovými nadstavcami za účelom zachovania tvaru živého plotu

Bol uplatnený strih živých plotov označovaný ako rez udržiavací (ŠONSKÝ, 1999), alebo tvarovací (PEJCHAL, 1995).

V rámci experimentov neboli sledované dopravné ani manipulačné operácie, ani operácie spojené so spracovaním vzniknutej biomoty, nakoľko efektívnosť týchto operácií je dobre spracovaná v iných publikáciách.

4.2 Sledované stroje

Pre možnosť čo najširšieho aplikovania výsledkov, boli sledované stroje v rôznych kategóriách. Od ručne vedených strojov až po profesionálne samojazdné stroje rôznych značiek a typov s odlišným ročným nasadením. Stroje boli sledované v bežných prevádzkových podmienkach. S ohľadom na využiteľnosť výsledkov v oblasti profesionálnej údržby zelene, neboli do sledovaní zaradené elektrické, alebo akumulátorové varianty strojov.

Tab.4: Stroje zaradené do meraní

Žacie stroje				
Výrobca Model	Typ	Technická špecifikácia		
		Pracovný záber (m)	Pojazd (áno/nie)	Výkon motora (kW)
KUBOTA G 23 H	Trávnikový malotraktor	1,22	áno	17,0
ISEKI SXG 323HL	Trávnikový malotraktor	1,22	áno (15 km.h ⁻¹)	15,0 (17,0)
ETESIA H100D BPHP	Trávnikový malotraktor	1,00	áno (16 km.h ⁻¹)	15,0
STARJET AJ102-22H	Trávnikový malotraktor	1,02	áno	16,0 (17,4)
STARJET UJ 102-22	Trávnikový malotraktor	1,02	áno	16,0 (17,4)
HONDA HRX 537	Ručne vedený žací stroj	0,53	áno (5,7 km.h ⁻¹)	3,2
VIKING MB 448 T	Ručne vedený žací stroj	0,46	áno (3,5 km.h ⁻¹)	3,7
Mulčovač				
Výrobca Model	Typ	Technická špecifikácia		
		Pracovný záber (m)	Pojazd (áno/nie)	Výkon motora (kW)
TORO Z MASTER COMMERCIAL 2000	Rider	1,22	áno (13 km.h ⁻¹)	15,0

Tab.4: Stroje zaradené do meraní - pokračovanie

Plotostrihy				
Výrobca Model	Lišta	Technická špecifikácia		
		Pracovná dĺžka lišty (m)	Rozteč zubov (mm)	Výkon motora (kW)
HUSQVARNA 325 HD 60 X	Protibežná	0,60	26	0,70
HONDA HHH25D60	Protibežná	0,58	32	0,72
STIHL HS 45	Prstová	0,60	22	0,75
STIHL HS 82 T	Protibežná	0,60	22	0,70
STIHL KM 100 R s plotostrižným nastavcom	Protibežná	0,50	26	1,05
STIHL FS 100 s plotostrižným nastavcom	Protibežná	0,50	26	1,05
Krovinorezy				
Výrobca Model	Možnosť výmeny pracovnej hlavy (struna/nôž/pilový kotúč)	Technická špecifikácia		
		Hmotnosť (kg)	Výkon motora (kW)	
HITACHI CG 40EYA(TP)	struna/nôž/pilový kotúč	8,3	1,25	
STIHL FS 100	struna/nôž	5,8	1,05	
STIHL FS 360 C-E	struna/nôž/pilový kotúč	8,5	1,70	
HUSQVARNA 545 FX	struna/nôž/pilový kotúč	8,1	2,2	
ABG 432 HB	struna/nôž	7,6	1,5	

Sledované boli stroje, ktoré vykonávajú najčastejšie práce v rámci údržby zelene (početne i plošne) a to konkrétne žacie stroje a krovinorezy. Druhou skupinou boli plotostrihy, ktoré umožňujú efektívnejší rez krov v porovnaní s ručným rezom. Údržbové práce, na ktoré sa stroje nasadzujú sú realizované pravidelne v priebehu roka. Neboli sledované stroje s okrajovým nasadením (napr. rozmetadlá hnojív).

Stroje v pokusoch i v overovaniach boli volené optimálne podľa plôch, tak aby ich nevhodné nasadenie (vplyvom nedostatočného záberu, výkonnosti a pod.) neovplyvňovali merania. Boli volené podľa doporučení výrobcov, skúseností obsluhy i pracovníka vykonávajúceho merania. Okrem meraní, v ktorých sa hodnotil vplyv faktora opotrebenia, boli stroje v priebehu meraní v dobrom technickom stave zodpovedajúcem bežnému opotrebovaniu a používaniu. Na strojoch sa v priebehu meraní nevyskytli žiadne závažné technické poruchy. Pre účely meraní vplyvu opotrebenia, neboli stroje žiadnym dodatočným spôsobom upravované a nastavované, vykonala sa iba predsezónna kontrola.

Pre hodnotenie exploatačných ukazovateľov bola použitá Metodika měření časových snímků (ČSN 47 0120). Z nameraných hodnôt bola vypočítaná dosahovaná produktívna výkonnosť W_{04} ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$; $\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}$) jednotlivých strojov pri rozdielnych podmienkach. Ak z kontextu viet, alebo označenia priamo nevyplýva inak, sú všetkými výkonnosťami myslené produktívne výkonnosti s označením W_{04} . Vo výslednej spotrebe času žacích strojov sú zahrnuté časy prejazdov na miesta výsyvu trávy i čas pre vyprázdnenie zberného koša, doplnenie pohonných hmôt, odstránenie prekážok pre kosenie a pod.. Nie sú zahrnuté časy, ktoré nesúvisia s vplyvom faktora ako čas transportu, nastavenie a prvé uvedenie stroja do prevádzky a eventuálne odstránenie porúch. Vo výslednej spotrebe času krovínorezov a plotostrihov sú zahrnuté časy kosenia, doplnenie pohonných hmôt a spotrebných materiálov (struna). Pri hodnotení neboli zahrnuté časy, ktoré nesúvisia s vplyvom faktora ako čas transportu, nastavenie a prvé uvedenie stroja do prevádzky a odstránenie porúch pri práci.

Spotreba paliva sa merala metódou dolievania do nádrže pomocou normovaných odmerných valcov.

4.3 Sledované faktory

Všeobecne je možné medzi faktory ovplyvňujúce techniku zaradiť svahovitosť, členitosť pozemku, technický stav stroja, charakter porastu, veľkostné parametre porastu a ďalšie. Tieto faktory ale nie je možné vždy hodnotiť u všetkých skupín strojov, ale pre každú hodnotenú skupinu boli vybrané faktory s najväčším vplyvom.

I. Faktory sledované pri prevádzke žacích strojov:

- svahovitosť terénu
- členitosť pozemku
- charakter porastu (veľkostné a kvalitatívne parametre koseného porastu)
- technický stav stroja
- spotreba pohonných hmôt pri rôznej svahovitosti terénu

V rámci meraní bolo vykonané i porovnanie kosenia so zberom a mulčovaním.

II. Faktory sledované pri prevádzke plotostrihov:

- veľkostné parametre tvarovaného živého plota (steny) (výška, šírka)
- rastlinný druh tvarovaného živého plota
- charakter porastu (veľkostné a kvalitatívne parametre strihaného porastu)
- spotreba pohonných hmôt pri rôznom charaktere porastu

V rámci meraní bolo vykonané i porovnanie možnosti nasadenia rôznych technických vyhotovení plotostrihov.

III. Faktory sledované pri prevádzke krovinorezov:

- svahovitosť terénu
- charakter porastu (veľkostné a kvalitatívne parametre koseného porastu)

Pri hodnotení sa vychádzalo z hypotézy, že každé zhoršenie práce stroja vplyvom konkrétneho faktora sa prejaví navýšením spotreby času pre vykonanie rovnakého množstva práce oproti optimálnym podmienkam pri dodržaní stanovenej kvality práce. Ďalším predpokladom bolo, že každý faktor sa prejavuje rôzne u rôznych strojov. Pre kvantifikáciu vplyvu faktora bola zvolená metóda výpočtu koeficientu pre každý sledovaný faktor. Obecne je potom hodnota koeficientu stanovená podielom výkonnosti ovplyvnenej sledovaným faktorom a výkonnosti v ideálnych podmienkach.

Ako kontrola bola zvolená vždy optimálna varianta k danému faktora, napr. pre faktor svahovitosť terénu sa jednalo o kosenie na rovinatej ploche. Táto optimálna varianta je vždy uvedená v tabuľkách koeficientov ako prvá (stupeň 1) s hodnotou koeficientu 1,00. Kontrola bola vyhodnotená pre každý z použitých strojov samostatne. Každý ďalší stupeň (2 až 5) predstavoval postupné zhoršenie podmienok vplyvom sledovaného faktora.

V prvej fáze experimentu boli vyhodnotené jednotlivé faktory samostatne, tak aby bolo možné kvantifikovať ich vplyv. V druhej fáze experimentu bol overovaný vplyv faktora na inej lokalite. Výsledky vplyvu rôznych faktorov z niekoľkých lokalít sa potom vzájomne kombinovali. Takýto postup umožnil stanovenie rozsahu vplyvu konkrétneho faktora v rôznych stupňoch. Každý stupeň miery vplyvu faktora sa overoval v najmenej 3 opakovaníach.

Pre praktické využitie výsledkov je dôležitá i možnosť využitia kombinácie viacerých faktorov s rôznou mierou vplyvu podľa podmienok konkrétnej plochy. Pri využití koeficientov je potom možné súčasný vplyv viacerých faktorov vyhodnotiť jednoducho a rýchlo.

4.4 Postup meraní výkonností a stanovenie koeficientov

Konkrétny koeficient bol vždy stanovený na základe súboru meraní výkonnosti daného stroja pri rôznom stupni ovplyvnenia sledovaným faktorom. Každý faktor bol hodnotený v 5 stupňoch. Jednotlivé stupne boli volené s ohľadom na rovnomernosť ich rozdelenia i rozsah v rámci štandardného využívania sledovaných strojov.

Výkonnosti strojov (W_{04} ; ${}_xW_{04}$) boli stanovené na základe získaných časových snímkov podľa Metodiky měření časových snímků (ČSN 47 0120) zo vzťahu:

$${}_xW_{04} = \frac{S}{{}_xT_{04}} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}; \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (5)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – výkonnosť sledovaného stroja pri vplyve x-tého stupňa faktora

S – množstvo vykonanej práce u sledovanej operácie (ha; m²) u živých plotov (bm)

${}_xT_{04}$ – čas (produktívny) na vykonanie operácie pri vplyve x-tého stupňa faktora zistený z časových snímkov (h)

Hodnota výkonnosti (W_{04}) bola stanovená z časových snímkov pri nasadení stroja v optimálnych podmienkach.

Pre konkrétny faktor bol stupeň miery vplyvu hodnotený pomocou koeficientu vplyvu daného faktora (obecne K_n) na základe vzťahu:

$$K_n = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (6)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pri vplyve x-tého stupňa faktora (ha.h⁻¹; m².h⁻¹)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja v ideálnych podmienkach (ha.h⁻¹; m².h⁻¹)

Výkonnosť každého z použitých strojov bola stanovená v každom stupni faktora v troch opakovaníach. Pre stanovenie vplyvu faktora v rôznom stupni boli využité korelačné analýzy a získané lineárne závislosti pre stanovenie koeficientov. Výsledný koeficient je priemerom získaných hodnôt.

Z dôvodu veľkej početnosti meraní a snahy minimalizovať vonkajšie vplyvy, bola pri tvorbe koeficientov použitá produktívna výkonnosť (W_{04}). Pre bežnú prax sa predpokladá použitie prevádzkovej výkonnosti (W_{07}), s ohľadom na skutočnosť, že zmena bude vždy priamo úmerná.

Systém označovania koeficientov je zostavený pomocou dvoch písmen, prvé určuje typ stroja (z – žací stroj, k – krovinorez, p – plotostrih) pre ktorý je koeficient určený, druhé druh faktora (napr. s – svahovitosť, č – členitosť pozemku, t – technický stav stroja a pod.).

4.4.1 Stanovenie koeficientov ovplyvňujúcich žacie stroje

Pri žacích strojoch boli hodnotené vplyvy týchto faktorov:

- svahovitosť terénu
- členitosť pozemku
- charakter porastu (veľkostné a kvalitatívne parametre koseného porastu)
- technický stav stroja
- spotreba pohonných hmôt pri rôznej svahovitosti terénu

Svahovitosť

Svahovitosť pozemku vo vyšších stupňoch ovplyvňuje stabilitu stroja, sklz kolies a stroja po svahu, komfort obsluhy i potrebu precíznejšieho dokášania plôch na ktorých prechádza svah do roviny, čím dochádza k zníženiu výkonnosti. Rozdelenie svahovitosti pozemku do 5 stupňov uvádza Tab. 5. Rozdelenie je odvodené od ZEMÁNEK, BURG (2008), PASTOREK, SYROVÝ (2009), STONAWSKÁ (2010) a zohľadňuje svahovitosť plôch v oblasti údržby zelene.

Svahovitosť (sklon pracovného terénu) bola meraná pomocou dvoch vodováh. Prvou o dĺžke 1,0 m sa merala rovina a pomocou meradla na druhej (vertikálnej) sa zisťoval výškový rozdiel terénu. Výškový rozdiel terénu sa merala minimálne 3x a následne sa spriemeroval. Z nameraných hodnôt bola určená svahovitosť.

Tab.5: Rozdelenie svahovitosti pozemku

Stupeň	Svah (°)	Svah (%)	Dosiahnutá výkonnosť (${}_xW_{04}$)	Koeficient svahovitosti (K_{ZS})
1	0,0–5,7	0,0–10,0	W_{04}	1,00
2	5,8–8,5	10,1–15,0	${}_2W_{04}$	
3	8,6–11,4	15,1–20,0	${}_3W_{04}$	
4	11,5–14,4	20,1–25,0	${}_4W_{04}$	
5	od 14,5	od 25,1	${}_5W_{04}$	

Koeficient svahovitosti (K_{ZS}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{ZS} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (7)$$

kde:

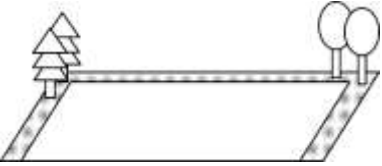
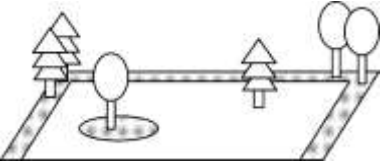
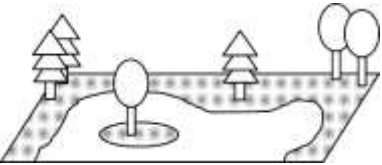


${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny stupeň svahovitosti ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja na rovine ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

Členitosť pozemku

Členitejšie pozemky znižujú výkonnosť žacích strojov problematickejším rozvrhnutím optimálnych pojazdov mechanizácie i potrebou dokášania menších nepokosených plôch. Rozdelenie členitosti pozemku do 5 stupňov uvádza Tab. 6. Rozdelenie zohľadňuje kategorizáciu pre trávnaté plochy od viacerých autorov napr. RICHTERKOVÁ (1994), ZEMÁNEK, BURG (2008), HRABĚ (2007 a 2009), PASTOREK, SYROVÝ (2009) a ďalší.

Tab.6: Rozdelenie členitosti pozemku.

Stupeň	Členitosti pozemku (slovne)	Členitosti pozemku (graficky)	Dosiahnutá výkonnosť ($\times W_{04}$)	Koeficient členitosti pozemku (K _{ZČ})
1	Ideálne podmienky pre prevádzku strojov, pozemok bez prekážok s dostatočným miestom pre otáčanie (veľké plochy, futbalové ihrisko)		W_{04}	1,00
2	Pozemok bez prekážok so solitérnymi drevinami, alebo ucelenými ostrovmi zelene (parkový trávnik)		$2W_{04}$	
3	Členitejší pozemok s početnejšími skupinami solitér, alebo záhonov, a členitejšími okrajmi (súkromné záhrady)		$3W_{04}$	
4	Pozemok rozdelený na menšie trávnaté plochy s obmedzeným priestorom pre prevádzku stroja a členitými okrajmi (sídliisko)		$4W_{04}$	
5	Ornamentálne okraje trávniku, mnoho prekážok, malé a roztrieštené plochy trávniku (kvetinovo-trávnikový parter)		$5W_{04}$	

Koeficient členitosti pozemku ($K_{Z\check{c}}$) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{Z\check{c}} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (8)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétnu členitosť pozemku ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja na pozemku pravidelného tvaru, bez prekážok ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

Charakter porastu

Charakter porastu zohľadňuje pravidelnosť predchádzajúcej údržby (prerastenosť trávy, výskyt drevnatejúcich burín, výskyt nezozbieranej trávnej hmoty z predošlého kosenia a pod.), i kvalitu založenia trávniku (nerovnosti terénu, možný výskyt cudzorodých prímiesí) Rozdelenie charakteru porastu do 5 stupňov uvádza Tab. 7. Rozdelenie zohľadňuje napr. výsledky meraní údržby trávnatých plôch autorov CELJAK, ŠÍSTKOVÁ (2013).

Tab.7: Rozdelenie charakteru porastu.

Stupeň	Charakter porastu	Dosiahnutá výkonnosť (${}_xW_{04}$)	Koeficient charakteru porastu ($K_{Z\check{c}}$)
1	Kosenie pravidelne udržiavaných trávnikov (min. 12x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	W_{04}	1,00
2	Kosenie neravidelne udržiavaných trávnikov (min. 8x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	${}_2W_{04}$	
3	Kosenie neravidelne udržiavaných trávnikov (min. 5x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	${}_3W_{04}$	
4	Kosenie neravidelne udržiavaných trávnikov (min. 3x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	${}_4W_{04}$	
5	Kosenie neravidelne udržiavaných trávnikov (min. 2x ročne) s výskytom drevnatejúcich burín, alebo nerovnosťami terénu (významný počet krtičincov, prepadnutý terén a pod.)	${}_5W_{04}$	

Koeficient charakteru porastu (K_{ZC}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{ZC} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (9)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny charakter porastu ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja na pravidelne udržiavanom kvalitnom trávniku ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

Technický stav stroja

Kvalita a pravidelnosť servisných zásahov, pred- alebo posezónnej údržby i produktivnosť odstránenia porúch v priebehu práce, najmä ale amortizácia ovplyvňujú výkonnosť žacích strojov. Problematiku vplyvu technického stavu stroja čiastočne zhodnotili autori CELJAK, ŠÍSTKOVÁ (2013). Rozdelenie technického stavu stroja do 5 stupňov uvádza Tab. 8.

Tab.8: Rozdelenie technického stavu stroja.

Stupeň	Technický stav žacieho stroja	Technický stav žacieho noža	Dosiahnutá výkonnosť (${}_xW_{04}$)	Koeficient technického stavu stroja (K_{ZT})
1	Nový stroj, alebo stroj po generálnej oprave	Nový	W_{04}	1,00
2	Stroj po sezónnom nastavení v prvých dvoch rokoch používania	Mierne otupené ostrie	${}_2W_{04}$	
3	Stroj v priebehu sezóny v prvých dvoch rokoch používania	Použitý, bez vylomených častí ostria	${}_3W_{04}$	
4	Viacročný stroj v priebehu sezónneho používania s pravidelnou údržbou	Použitý, otupené ostrie s vylomenými časťami ostria	${}_4W_{04}$	
5	Viacročný stroj značne opotrebený, s obmedzenými servisnými intervalmi ku koncu sezónneho používania	Značne opotrebený, nevyvážený, odtrhnuté strižné poistky	${}_5W_{04}$	

Koeficient technického stavu stroja (K_{ZT}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{ZT} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (10)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny stupeň technického stavu stroja ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$; $\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja v dokonalom tech. stave ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$; $\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}$)

Spotreba pohonných hmôt pri rôznej svahovitosti pozemku

Navýšenie pracovného času nasadeného žacieho stroja na svahu ovplyvňuje i zvýšenie spotreby pohonných hmôt. Rozdelenie spotreby pohonných hmôt do 5 stupňov (Tab. 9) na základe svahovitosti pozemku korešponduje s rozdelením STONAWSKÁ (2010), ktorá sa zaoberala vplyvom svahovitosti na spotrebu pohonných hmôt pri údržbe trvalých trávnatých plôch.

Tab.9: Rozdelenie spotreby pohonných hmôt na základe svahovitosti pozemku.

Stupeň	Svah (°)	Svah (%)	Dosiahnutá spotreba (${}_xV_{04}$)	Koeficient navýšenia spotreby PHM (K_{ZP})
1	0,0–5,7	0,0–10,0	V_{04}	1,00
2	5,8–8,5	10,1–15,0	${}_2V_{04}$	
3	8,6–11,4	15,1–20,0	${}_3V_{04}$	
4	11,5–14,4	20,1–25,0	${}_4V_{04}$	
5	od 14,5	od 25,1	${}_5V_{04}$	

Koeficient spotreby pohonných hmôt (K_{ZP}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{ZP} = \frac{{}_xV_{04}}{V_{04}} \quad (-) \quad (11)$$

kde:

${}_xV_{04}$ – skutočná spotreba pohonných hmôt pre konkrétny stupeň svahovitosti ($\text{l}\cdot\text{h}^{-1}$)

V_{04} – spotreba rovnakého stroja na rovine ($\text{l}\cdot\text{h}^{-1}$)

4.4.2 Stanovenie koeficientov ovplyvňujúcich plotostrihy

Pri plotostrihoch boli hodnotené vplyvy týchto faktorov:

- veľkostné parametre tvarovaného živého plotu (steny) (výška, šírka)
- rastlinný druh tvarovaného živého plotu
- charakter porastu (veľkostné a kvalitatívne parametre strihaného porastu)
- spotreba pohonných hmôt pri rôznom charaktere porastu

Veľkostné parametre tvarovaného živého plotu (steny)

Výkonnosť dosahovaná pri práci plotostrihov je zásadným spôsobom ovplyvňovaná výškou a šírkou steny. Štandardne je pri výške 0,8–1,4 m a pri šírke 0,6–0,8 m dosahovaná najvyššia výkonnosť s ohľadom na ideálny postoj obsluhy a dostupnosť porastu. Výšky a šírky mimo uvedeného rozpätia vyžadujú vyššie nároky na obsluhu, prípadne ďalšie technické vybavenie.

Rozdelenie veľkostných parametrov tvarovaného živého plotu (steny) do 5 stupňov uvádza Tab. 10. Rozdelenie zohľadňuje napr. klasifikáciu podľa ŠONSKÝ (1999), KOLB (2008) a je doplnené o jeden stupeň.

Tab.10: Rozdelenie veľkostných parametrov tvarovaného živého plotu (steny).

Stupeň	Výška (m)	Šírka (m)	Doporučenia technického vybavenia	Dosiahnutá výkonnosť (xW_{04})	Koeficient veľkostného parametru (K_{PV})
1	0,8–1,4	0,6–0,8		W_{04}	1,00
2	1,4–2,0	0,8–1,0		$2W_{04}$	
3	2,0–2,5 a nízke do 0,7	1,0–1,2		$3W_{04}$	
4	2,5–3,5	nad 1,2		$4W_{04}$	
5	nad 3,5 (steny)	nad 1,2		$5W_{04}$	

Koeficient veľkostného parametru (K_{PV}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{PV} = \frac{xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (12)$$

kde:

xW_{04} – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny stupeň veľkostných parametrov tvarovaného živého plotu (steny) ($m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja pri habituse tvarovaného živého plotu (steny) výšky 1,0 m a šírky 0,5 m ($m^2 \cdot h^{-1}$)

Rastlinný druh tvarovaného živého plotu

Rastlinný druh ovplyvňuje prácu plotostrihu napr. tvrdosťou dreva, veľkosťou prírastkov a hustotou porastu na vonkajšom plášti, prácu obsluhy ovplyvňuje prašnosťou, diskomfortom pri druhoch s trnmi a pod.

Rozdelenie zohľadňuje klasifikáciu druhov vhodných pre tvarované živé ploty, ktoré bolo spracované od rôznych autorov. Napríklad MACHOVEC (1982), PEJCHAL (2008 a 2011) hodnotili najmä vlastnosti drevín (rýchlosť rastu, textúra a štruktúra) a SPĚVÁČKOVÁ (2013) posudzovala vhodnosť k tvarovaniu ovplyvňujúce strih. Pri využití takto spracovanej klasifikácie a zohľadnení problematiky mechanizovaného strihu bolo pre účel tejto práce navrhnuté rozdelenie tvarovaného živého plotu do 5 stupňov, ktoré uvádza Tab. 11.

Tab.11: Rozdelenie tvarovaného živého plota podľa rastlinného druhu.

Stupeň	Rastlinný druh	Odôvodnenie	Dosiahnutá výkonnosť (${}_xW_{04}$)	Koeficient rastlinného druhu (K_{PR})
1	<i>Carpinus</i> <i>Ulmus</i>	Krátke letorasty, riedky porast, málo odpadnej biohmoty	W_{04}	1,00
2	<i>Cornus</i> <i>Deutzia</i> <i>Fagus</i> <i>Forsythia</i> <i>Prunus laurocerasus</i> <i>Weigela</i>	Tenké ale dlhé letorasty, málo listnatej biohmoty	${}_2W_{04}$	
3	<i>Cotoneaster</i> <i>Euonymus</i> <i>Chamaecyparis</i> <i>Ligustrum</i> <i>Spiraea</i> <i>Thuja</i>	Priemerne hustý porast, s bežným priemerom letorastov	${}_3W_{04}$	
4	<i>Acer</i> <i>Crataegus</i> <i>Chaenomeles</i>	Hustý porast, ale bez výraznejších prekážok strihu	${}_4W_{04}$	
5	<i>Berberis</i> <i>Buxus</i> <i>Ilex</i> <i>Rosa</i> <i>Syringa</i>	Hustý porast, obsahuje trne, láka bodavý hmyz, tvrdé húževnaté letorasty	${}_5W_{04}$	

Koeficient rastlinného druhu tvarovaného živého plota (K_{PR}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{PR} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (13)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny rastlinný druh ($m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja pre najjednoduchšie udržiavaný rastlinný druh ($m^2 \cdot h^{-1}$)

Charakter porastu tvarovaného živého plota (steny)

Faktor vplyvu charakteru porastu sa prejavuje prerastenosťou živého plotu, kvalitou a pravidelnosťou predchádzajúcej údržby, prekážkami v poraste a pod. Rozdelenie charakteru porastu do 5 stupňov, ktoré uvádza Tab. 12. zohľadňuje tieto súvislosti i odporúčania MACHOVEC (1982), WAGNER (1990) a SPĚVÁČKOVÁ (2013).

Tab.12: Rozdelenie charakteru porastu.

Stupeň	Charakter porastu	Dosiahnutá výkonnosť (${}_xW_{04}$)	Koeficient charakteru porastu (K_{PC})
1	Neprerastený porast s pravidelným zápojom a strihom, s optimálnym tvarom, bez náletov	W_{04}	1,00
2	Neprerastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s optimálnym tvarom a so zriedkavým výskytom náletov	$2W_{04}$	
3	Neprerastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov	$3W_{04}$	
4	Prerastený porast (výskyt viacročných výhonov) s nepravidelným zápojom, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov, prípadne prekážok	$4W_{04}$	
5	Neuspokojivý pestovateľský stav živého plota, prípadne výskyt figurálny prvkov náročných na strih	$5W_{04}$	

Koeficient charakteru porastu (K_{PC}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{PC} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (14)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny charakter porastu ($m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja v nenáročnom, neprerastenom poraste s pravidelným strihom a optimálnym tvarom živého plota ($m^2 \cdot h^{-1}$)

Spotreba pohonných hmôt pri rôznom charaktere porastu

Spotreba pohonných hmôt je pri údržbe tvarovaného živého plotu (steny) je ovplyvňovaná najmä prerastenosťou živého plotu, kvalitou a pravidelnosťou predchádzajúcej údržby, prekážkami v poraste a pod. Rozdelenie spotreby pohonných hmôt do 5 stupňov na základe charakteru porastu uvádza Tab. 13.

Tab.13: Rozdelenie spotreby pohonných hmôt na základe charakteru porastu.

Stupeň	Charakteru porastu	Dosiahnutá spotreba (${}_xV_{04}$)	Koeficient navýšenia spotreby PHM (K_{PP})
1	Neprerastený porast s pravidelným zápojom a strihom, s optimálnym tvarom, bez náletov	V_{04}	1,00
2	Neprerastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s optimálnym tvarom a so zriedkavým výskytom náletov	${}_2V_{04}$	
3	Neprerastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov	${}_3V_{04}$	
4	Prerastený porast (výskyt viacročných výhonov) s nepravidelným zápojom, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov	${}_4V_{04}$	
5	Neuspokojivý pestovateľský stav živého plotu, prípadne výskyt figurálny prvkov náročných na strih	${}_5V_{04}$	

Koeficient spotreby pohonných hmôt (K_{PP}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{PP} = \frac{{}_xV_{04}}{V_{04}} \quad (-) \quad (15)$$

kde:

${}_xV_{04}$ – skutočná spotreba pohonných hmôt stroja pre konkrétny stupeň charakteru porastu ($l \cdot h^{-1}$)

V_{04} – spotreba rovnakého stroja v nenáročnom, neprerastenom poraste s pravidelným strihom a optimálnym tvarom živého plotu ($l \cdot h^{-1}$)

4.4.3 Stanovenie koeficientov ovplyvňujúcich krovinorezy

Pri hodnotení krovinorezov bol sledovaný vplyvy týchto faktorov:

- svahovitosť terénu
- charakter porastu (veľkostné a kvalitatívne parametre koseného porastu)

Svahovitosť

Práca s krovinorezom na svahu má výrazne vyššie nároky na obsluhu (fyzická námaha, ergonómia, prístupnosť). Tieto obecné známe skutočnosti potvrdzujú napr. NERUDA, ČERNÝ (2006). Rozdelenie svahovitosti pozemku do 5 stupňov uvádza Tab. 14. Rozdelenie je rovnaké ako pri žacích strojoch z dôvodu porovnateľnosti výsledkov.

Tab.14: Rozdelenie svahovitosti pozemku.

Stupeň	Svah (°)	Svah (%)	Dosiahnutá výkonnosť (${}_xW_{04}$)	Koeficient svahovitosti (K_{KS})
1	0,0–5,7	0,0–10,0	W_{04}	1,00
2	5,8–8,5	10,1–15,0	${}_2W_{04}$	
3	8,6–11,4	15,1–20,0	${}_3W_{04}$	
4	11,5–14,4	20,1–25,0	${}_4W_{04}$	
5	od 14,5	od 25,1	${}_5W_{04}$	

Koeficient svahovitosti (K_{KS}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{KS} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (16)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny stupeň svahovitosti ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja na rovine ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

Charakter porastu

Faktor vplyvu charakteru porastu sa prejavuje dostupnosťou a prerastenosťou porastu, prekážkami (bioodpad, cudzorodé predmety a pod.), množstvom a druhom podrastu, taktiež kvalitou a pravidelnosťou predošlej údržby a pod. Tieto skutočnosti môžu výrazne znížiť dosiahnutú výkonnosť. Rozdelenie charakteru porastu do 5 stupňov uvádza Tab. 15. Rozdelenie je obdobné ako pri hodnotení žacích strojov z dôvodu

porovnateľnosti výsledkov a súčasne zohľadňuje výsledky, ktoré uvádzajú napr. NERUDA, ČERNÝ (2006), CELJAK, ŠÍSTKOVÁ (2013).

Tab.15: Rozdelenie charakteru porastu.

Stupeň	Charakter porastu	Dosiahnutá výkonnosť ^x (${}_xW_{04}$)	Koeficient charakteru porastu (K_{KC})
1	Kosenie okrajov udržiavaných trávnikov, kosenie pozdĺž oplotenia, chodníkov a malých členitých plôch nevhodných pre žacie stroje	W_{04}	1,00
2	Kosenie nepravidelných okrajov udržiavaných trávnikov, kosenie okolo prekážok, pod krovinami	${}_2W_{04}$	
3	Kosenie nepravidelne udržiavaných trávnikov (kosených 3–5x ročne) (doporučuje sa použitie žacieho noža)	${}_3W_{04}$	
4	Kosenie bujného porastu (koseného 1–3x ročne), drevnatejúcich burín (nutnosť použitia žacieho noža)	${}_4W_{04}$	
5	Kosenie bujného porastu (koseného menej než 1x ročne) s náletovými drevinami (nutnosť použitia žacieho prípadne pílového noža)	${}_5W_{04}$	

Koeficient charakteru porastu (K_{KC}) pre daný stupeň bol stanovený na základe vzťahu:

$$K_{KC} = \frac{{}_xW_{04}}{W_{04}} \quad (-) \quad (17)$$

kde:

${}_xW_{04}$ – skutočná výkonnosť stroja pre konkrétny charakter porastu ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

W_{04} – výkonnosť (produktívna) rovnakého stroja na pravidelne udržiavanom kvalitnom trávniku ($ha \cdot h^{-1}$; $m^2 \cdot h^{-1}$)

4.5 Štatistické vyhodnotenie a použitie výsledkov

Meranie časových snímok bolo vykonané pomocou vzoru časového snímku (Záznam o měření), ktorý je prílohou normy ČSN 47 0120 s miernymi úpravami, ktoré zohľadnili potrebu merania produktívneho času (T_{04}). Vyhodnotenie časových snímok a nameraných dát bolo vykonané pomocou programov Microsoft Office Excel verzia 2010 a Štatistica verzia 12.

Pre stanovenie mier vplyvu faktorov bola využitá korelačná analýza. S jej pomocou boli získané lineárne závislosti pre stanovenie miery vplyvu faktorov vo forme koeficientov. Boli taktiež stanovené výsledné koeficienty pre konkrétny faktor ako priemerné hodnoty.

4.6 Overenie a využitie koeficientov

Využitie koeficientov pre jednotlivé druhy strojov má praktický význam pre predbežné stanovenie výkonnosti na konkrétnom pozemku po vyhodnotení stupňa vplyvu každého z faktorov. Aj keď môže byť vyhodnotenie vplyvu faktorov zaťažené istou mierou subjektivity, sú takto zistené predpokladané výkonnosti reálnym podkladom pre plánovanie spotreby času a nákladovosti pri údržbe rozdielnych lokalít popísanými druhmi strojov.

Pre potreby tejto práce sa pracuje s produktívnou výkonnosťou W_{04} , ktorá vyjadruje množstvo práce vykonanej za produktívny čas (T_{04}) v ktorom je zahrnuté vedľa doby aktívne vykonávanej činnosti, taktiež čas pomocných činností (dolievanie nádrže), čas vedľajších činností (čistenie, údržba) a čas na odstránenie porúch.

Obecne je možné použiť vzťah pre výpočet výkonnosti:

$$W_{04} = W_0 \cdot \prod_{j=1}^n K_j \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1} ; \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (18)$$

kde:

$K_j \in (0 ; 1)$ – obecne hodnota j-tého faktoru

W_0 – výkonnosť konkrétneho stroja v optimálnych podmienkach ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1} ; \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)

Pre konkrétny druh stroja je možné stanoviť výkonnosť ovplyvnenú príslušnými faktormi podľa nasledujúcich vzťahov:

Pre žací stroj:

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{ZS} \cdot K_{Z\check{c}} \cdot K_{ZC} \cdot K_{ZT} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1} ; \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (19)$$

Pre plotostrih:

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{PV} \cdot K_{PR} \cdot K_{PC} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1} ; \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (20)$$

Pre krovinorez:

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{KS} \cdot K_{KC} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1} ; \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (21)$$

Koeficient navýšenia spotreby pohonných hmôt je možné využiť obdobne.

Overovanie vytvorených koeficientov prebiehalo v súlade s ich plánovaným využitím pre prax. Pre konkrétny stroj pri ktorom poznáme výkonnosť v optimálnych podmienkach (ozn. W_0 , v podstate sa jedná o výkonnosť W_{04} dosiahnutú v optimálnych podmienkach nasadenia.) stanovíme predpokladanú výkonnosť na reálnom pozemku s daným stupňom svahovitosti, členitosti a charakteru porastu pomocou zistených faktorov.

Popísanými metódami zmeriame výkonnosť stroja na reálnom pozemku a dosiahnutú výkonnosť porovnáваме s predpokladanou výkonnosťou. Pokiaľ boli koeficienty stanovené správne a reálne, nemali by výkonnosti vykazovať zásadné rozdiely.

Pre rýchle a jednoduché využitie koeficientov pre stanovenie predpokladanej výkonnosti v reálnej lokalite je vhodné vypracovať monogramy, buď pre vybraný stroj (konkrétny typ), alebo pre priemerné hodnoty platné pre skupinu strojov.

5 VÝSLEDKY

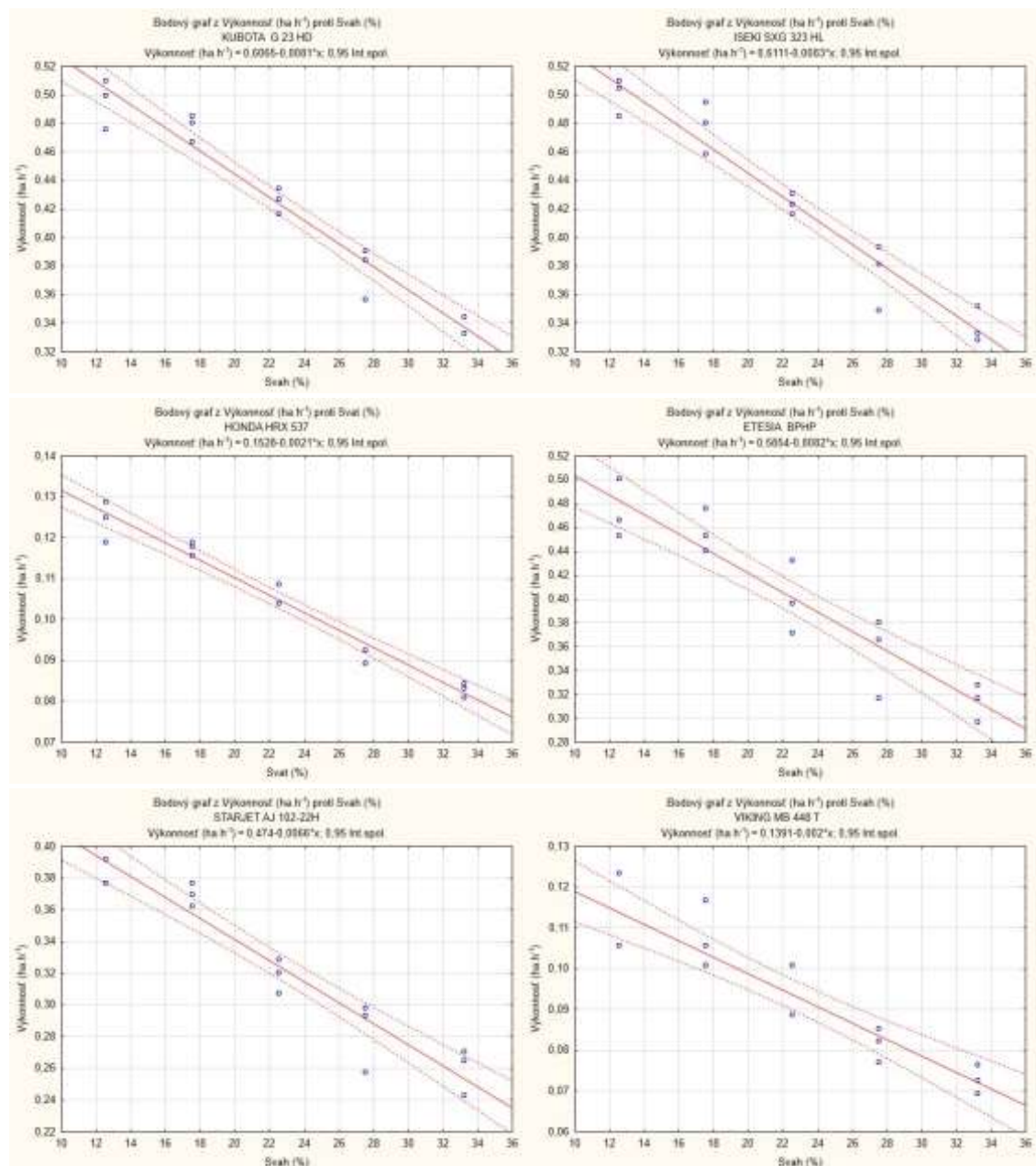
Merania prebiehali v rokoch 2012–2015 na pokusných lokalitách ZF MENDELU v Lednici, plochách zelene mesta Břeclav, zámockého parku Lednice, bylinkovej záhradky Valtice, pozemkoch technických uzáverov a kompresných staníc firmy EUSTREAM a viacerých súkromných záhradách. Údržbu realizovali firmy a odborníci zaoberajúci sa údržbou zelene, prípadne boli realizované priamo autorom. Rozsah meraní, veľkosti udržiavaných plôch a počet použitých strojov umožnili postihnúť značné množstvo faktorov, ktoré ovplyvňujú kosenie a vyžínanie trávnatých plôch a strih živých plotov a kvantifikovať ich vplyv.

Štatistické výsledky sú vypracované v podobe Grafov 9–54 a Tabuliek 16–46. Jednotlivé koeficienty sú z dôvodu lepšej interpretačnej schopnosti spracované graficky a slovne. Z dôvodu jednoduchšieho využitia v praxi sú výsledky spracované do podoby nomogramov Obr. 8–10.

5.1 Stanovenie produktívnych výkonností (W_{04}) žacích strojov a koeficientov podľa faktorov

5.1.1 Faktor svahovitosti terénu (K_z)

Grafy 9–14 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 9–14: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov na konkrétnej svahovitosti terénu.

Pri porovnaní grafu 11 (HONDA HRX 537) a grafu 14 (VIKING MB 448 T) s ďalšími grafmi je zrejmé, že pri ručne vedených strojoch nenastával až taký výrazný

zníženie výkonnosti so zvyšujúcim sa stupňom svahovitosti terénu. Je to spôsobené nižšou hmotnosťou a lepšou možnosťou navádzania stroja.

Tab. 16 uvádza hodnoty K_{zs} pre jednotlivé stroje a stupne svahovitosti a Tab. 17 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.16: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.

Stupeň	Sledovaný stroj						Priemer
	KUBOTA G 23 H	ISEKI SXG 323HL	HONDA HRX 537	ETESIA H100 DBPHP	STARJET AJ102- 22H	VIKING MB 448 T	
	Koeficient vplyvu svahovitosti terénu - K_{zs} (-)						
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,94	0,92	0,94	0,92	0,91	0,93	0,93
3	0,84	0,84	0,84	0,84	0,86	0,85	0,85
4	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,76
5	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,66

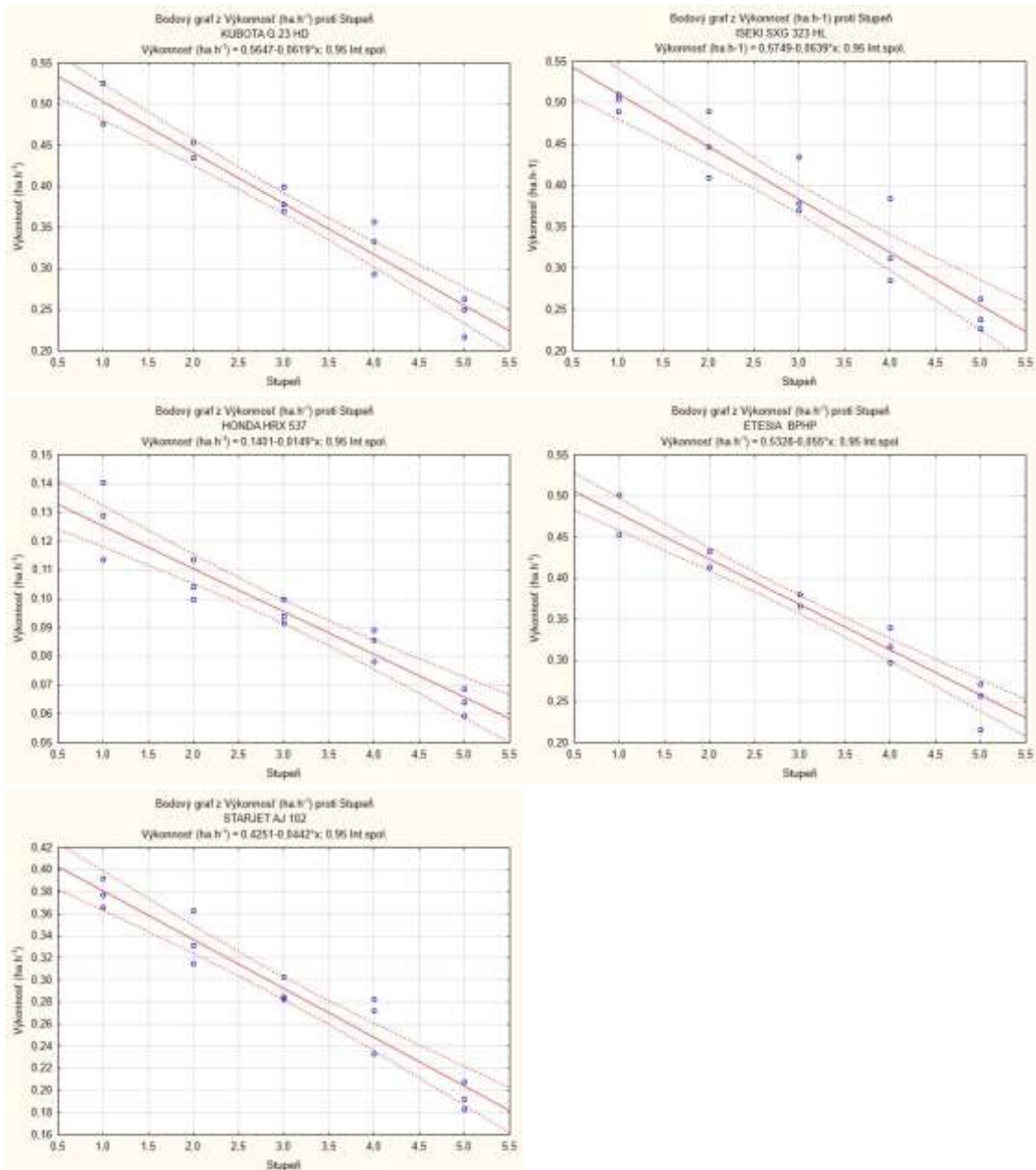
Tab.17: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.

Stupeň	Svah (°)	Svah (%)	Koeficient svahovitosti (K_{zs})
1	0,0–5,7	0,0–10,0	1,00
2	5,8–8,5	10,1–15,0	0,93
3	8,6–11,4	15,1–20,0	0,85
4	11,5–14,4	20,1–25,0	0,76
5	od 14,5	od 25,1	0,66

Zníženie výkonnosti žacích strojov na svahu stupňa 3 až 5 bolo spôsobené horšou stabilitou stroja, preklzom kolies, ktorých dezén (tzv. trávnikový) nie je určený na takéto svahy a zvýšenými nárokmi na výkon motoru. Nezistil sa prípad, pri ktorom by boli stroje na hranici svojej bočnej stability a obsluha bola nútená voliť nižšiu jazdovú rýchlosť, ako uvádza SYROVÝ *et al.*, (2009). Pri overovaniach sa najčastejšie koeficient svahovitosti terénu nepoužíval (hodnota 1,0), nakoľko technika jazdila na rovine. Len minimálny rozsah plôch sa nachádzal na svahoch do 12° a aj tieto plochy boli lokálneho charakteru.

5.1.2 Faktor členitosti pozemku (Kzč)

Grafy 15–19 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 15–19: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov na konkrétnej členitosti pozemku.

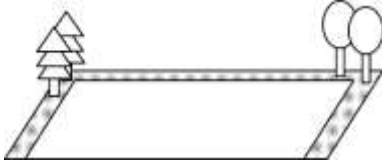
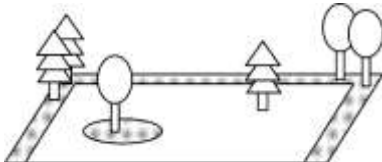
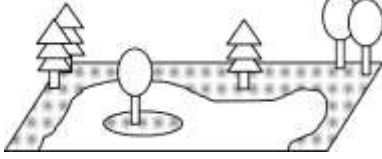


Pri porovnaní dosahovaných výkonností s pracovným záberom žacích strojov je patrný vplyv širšieho pracovného záberu na zníženie výkonnosti najmä pri členitejšom pozemku (najširší pracovný záber má stroj ISEKI SXG 323HL).

Tab. 18 uvádza hodnoty $K_{Z\check{c}}$ pre jednotlivé stroje a členitosti pozemku, Tab. 19 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.18: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa členitosti pozemku.

Stupeň	Sledovaný stroj					Priemer
	KUBOTA G 23 H	ISEKI SXG 323HL	HONDA HRX 537	ETESIA H100 DBPHP	STARJET AJ102-22H	
	Koeficient vplyvu členitosti pozemku – $K_{Z\check{c}}$ (–)					
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,88	0,90	0,88	0,90	0,86	0,88
3	0,76	0,76	0,76	0,78	0,75	0,76
4	0,64	0,64	0,64	0,67	0,65	0,65
5	0,50	0,50	0,52	0,55	0,55	0,52

Tab.19: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa členitosti pozemku.

Stupeň	Členitosti pozemku (slovne)	Členitosti pozemku (graficky)	Koeficient členitosti pozemku (K _{ZČ})
1	Ideálne podmienky pre prevádzku strojov, pozemok bez prekážok s dostatočným miestom pre otáčanie (futbalové ihrisko)		1,00
2	Pozemok bez prekážok so solitérnymi drevinami, alebo ucelenými ostrovmi zelene (parkový trávnik)		0,88
3	Členitejší pozemok s početnejšími skupinami solitér, alebo záhonov, a členitejšími okrajmi (súkromné záhrady)		0,76
4	Pozemok rozdelený na menšie trávnaté plochy s obmedzeným priestorom pre prevádzku stroja a členitými okrajmi (sídliisko)		0,65
5	Ornamentálne okraje trávniku, mnoho prekážok, malé a roztrieštené plochy trávniku (kvetinovo-trávnikový parter)		0,52

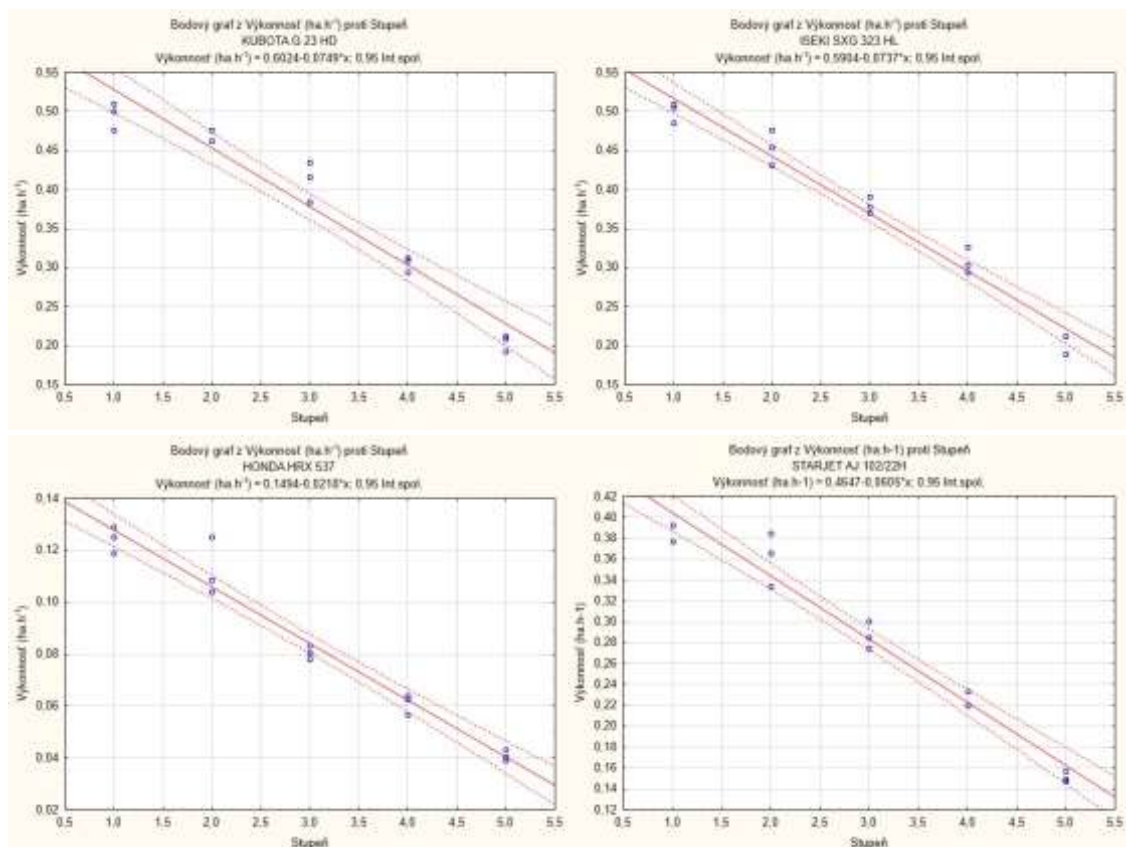
Výrazný vplyv na zníženie výkonnosti malo dokášanie malých plôch, ktoré vznikli pri kopírovaní nerovných okrajov trávniku a ku ktorým sa musela obsluha opakovane vracat'. Komplikovaná členitosť zaťažovala obsluhu i nemožnosťou optimálneho rozvrhnutia kosenej plochy. Na zníženie výkonnosti mali vplyv i dlhšie

odvozové trasy, ktoré v členitom prostredí neboli priame a pri ktorých musela obsluha obchádzať nepokosené časti trávniku.

Rozdiely v rámci techniky boli minimálne nakoľko technické špecifikácie (rozchod, rázvor, polomer otáčania, pracovný záber a pod.) boli podobné. Ručne vedené stroje vykazovali lepšiu možnosť navádzania v najčlenitejšom teréne a umožňovali obsluhu lepšie dokášať. Na rovnejších úsekoch ale vykazovali nižšiu výkonnosť vplyvom nižšej pojazdovej rýchlosti. Túto skutočnosť potvrdzuje i CELJAK (2000, 2012)

5.1.3 Faktor charakteru porastu (K_{zc})

Grafy 20–23 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 20–23: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov pre konkrétny charakter porastu.

Pri porovnaní grafu 22 (HONDA HRX 537) s ďalšími je možné potvrdiť, že s horšími podmienkami porastu sa lepšie vyrovnávajú stroje ručne vedené a stroje užšieho záberu.

Tab. 20 uvádza hodnoty K_{ZC} pre jednotlivé stroje a stupne charakteru porastu, Tab. 21 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.20: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa charakteru porastu.

Stupeň	Sledovaný stroj				Priemer
	KUBOTA G 23 H	ISEKI SXG 323HL	HONDA HRX 537	STARJET AJ102-22H	
	Koeficient vplyvu charakteru porastu - K_{ZC} (-)				
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,90	0,86	0,84	0,90	0,87
3	0,76	0,74	0,68	0,73	0,73
4	0,60	0,6	0,48	0,57	0,56
5	0,46	0,44	0,32	0,42	0,41

Tab.21: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa charakteru porastu.

Stupeň	Charakter porastu	Koeficient charakteru porastu (K_{ZC})
1	Kosenie pravidelne udržovaných trávnikov (min. 12x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	1,00
2	Kosenie neravidelne udržovaných trávnikov (min. 8x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	0,87
3	Kosenie neravidelne udržovaných trávnikov (min. 5x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	0,73
4	Kosenie neravidelne udržovaných trávnikov (min. 3x ročne), bez významných nerovností terénu a výskytu drevnatejúcich burín	0,56
5	Kosenie neravidelne udržovaných trávnikov (min. 2x ročne) s výskytom drevnatejúcich burín, alebo nerovnosťami terénu (významný počet krtičincov, prepadnutý terén a pod.)	0,41

Zhoršený charakter porastu sa výraznejšie prejavil u poloprofesionálnych variant trávnikových malotraktorov. Dôvodom môže byť výkonová rezerva profesionálnych variant osadených výkonnejším motorom pri zhodnom pracovnom

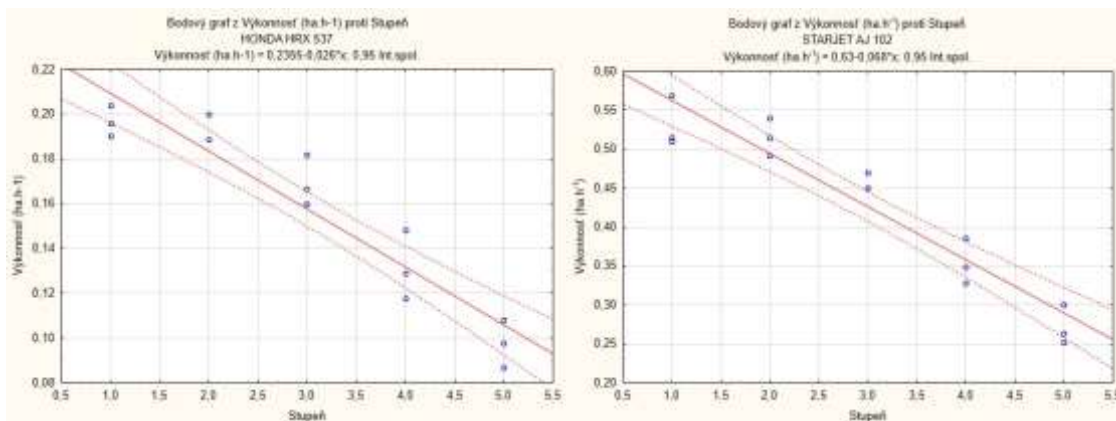
zábere. K podobnému záveru dospel i TANASIĆ *et al.* (2008). I lepšie konštrukčné prevedenie napr. tvarovanie žacieho bubna a vyhladzovacieho otvoru, ktorý demonštruje Obr. 6 a Obr. 7.



Obr.6 a Obr.7: Porovnanie veľkosti a umiestnenia vyhladzovacieho otvoru ISEKI SXG 323HL a STARJET AJ102-22H (foto autor).

5.1.4 Faktor technického stavu stroja (K_{ZT})

Grafy 24 a 25 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 24 a 25: Výkonnosť jednotlivých žacích strojov pre konkrétny technický stav stroja.

Tab. 22 uvádza hodnoty K_{ZT} pre jednotlivé stroje a stupne technického stavu stroja, Tab. 23 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.22: Hodnoty koeficientov pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa technického stavu stroja.

Stupeň	Sledovaný stroj		Priemer
	HONDA HRX 537	STARJET AJ102-22H a UJ 102-22	
	Koeficient vplyvu technického stavu stroja – K_{ZT} (-)		
1	1,00	1,00	1,00
2	0,93	0,91	0,92
3	0,80	0,79	0,79
4	0,65	0,67	0,66
5	0,55	0,54	0,54

Tab.23: Výsledné hodnoty koeficientov žacích strojov podľa stupňa technického stavu stroja.

Stupeň	Technický stav žacieho stroja	Technický stav žacieho noža	Koeficient technického stavu stroja (K_{ZT})
1	Nový stroj, alebo stroj po generálnej oprave	Nový	1,00
2	Stroj po sezónnom nastavení v prvých dvoch rokoch používania	Mierne otupené ostrie	0,92
3	Stroj v priebehu sezóny v prvých dvoch rokoch používania	Použitý, bez vylomených častí ostria	0,79
4	Viacročný stroj v priebehu sezónneho používania s pravidelnou údržbou	Použitý, otupené ostrie s vylomenými časťami ostria	0,66
5	Viacročný stroj značne opotrebený, s obmedzenými servisnými intervalmi ku koncu sezónneho používania	Značne opotrebený, nevyvážený, odtrhnuté strižné poistky	0,54

Pre zhodnotenie vplyvu faktora opotrebenia stroja sa podarilo porovnať stroje rovnakého typu v rôznom štádiu životnosti (HONDA HRX 537 nový a tri roky plne využívaný stroj) a s rôznym rokom výroby (STARJET AJ102-22H r.v. 2011 a UJ 102–22 r.v. 2014).

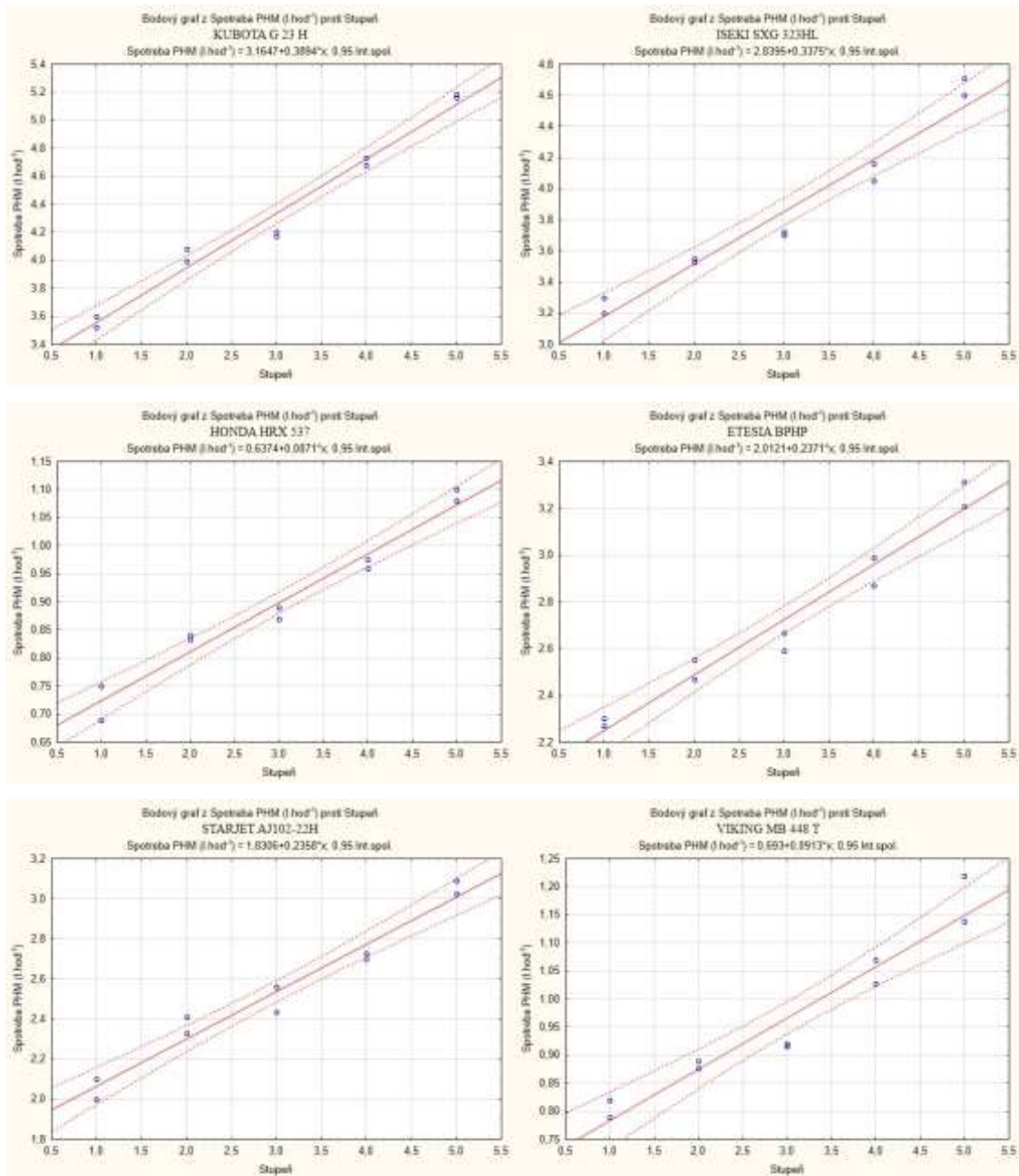
Pri meraniach mal na zníženie kvality práce a zníženie výkonnosti väčší vplyv technický stav noža (kvalita a celistvosť ostria, celistvosť strižných poistiek). Zistenie je významné najmä pri porovnaní nákladov na odstránenie zlého technického stavu noža (naostrenie, výmena strižných poistiek, alebo celého noža) v porovnaní so servisom malotraktora (motorová jednotka, pojazd, hydropohon, hnací mechanizmus a pod.). Zníženie výkonnosti bolo v niektorých prípadoch spôsobené i nedostatočnou dokončovacou starostlivosťou. Najmä sa jednalo o vyrovnanie povrchu po výkopových prácach, zarovnanie vpustí a technických otvorov na úroveň pôdy a pod.

Pri použití konkrétneho stupňa opotrebenia sa prihliada k technicky viac opotrebovanej časti stroja.

V priebehu overovaní sa priemerne upravoval faktor o hodnotu koeficientu 0,92. Stroje boli v bežnej prevádzke v dobrom technickom stave. Prípadné poškodenia vzniknuté v priebehu práce (odstrihnutie strižných poistiek, ohnutie noža) sa odstraňovali na mieste. Časy potrebné na odstránenie porúch neboli do meraní zohľadnené, z dôvodu neskresľovania výsledkov.

5.1.5 Spotreba pohonných hmôt pri rôznej svahovitosti terénu (KzP)

Grafy 26–31 znázorňujú hodnoty spotreby pohonných hmôt žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 26–31: Spotreba pohonných hmôt jednotlivých žacích strojov na konkrétnej svahovitosti terénu.

Rozdiely medzi profesionálnymi a poloprofesionálnymi variantami strojov sa výraznejšie neprejavili. Najmenšie navýšenie spotreby vplyvom zvyšujúcej sa svahovitosti terénu zaznamenal stroj STARJET AJ102-22H.

Tab. 24 uvádza hodnoty K_{ZP} pre jednotlivé stroje a stupne svahovitosti a Tab. 25 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.24: Hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt pri sledovaných žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.

Stupeň	Sledovaný stroj						Priemer
	KUBOTA G 23 H	ISEKI SXG 323HL	HONDA HRX 537	ETESIA H100 DBPHP	STARJET AJ102- 22H	VIKING MB 448 T	
	Koeficient vplyvu spotreby pohonných hmôt pri rôznej svahovitosti terénu – K_{ZP} (-)						
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,12	1,11	1,12	1,09	1,13	1,12	1,11
3	1,16	1,16	1,17	1,14	1,19	1,16	1,17
4	1,31	1,28	1,29	1,27	1,29	1,33	1,30
5	1,44	1,45	1,45	1,42	1,46	1,49	1,45

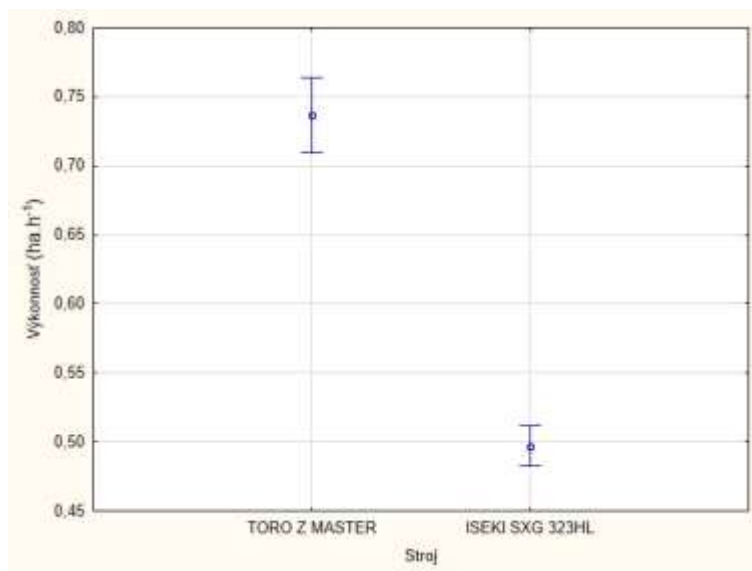
Tab.25: Výsledné hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt žacích strojov podľa stupňa svahovitosti terénu.

Stupeň	Svah (°)	Svah (%)	Koeficient navýšenia spotreby PHM (K_{ZP})
1	0,0–5,7	0,0–10,0	1,00
2	5,8–8,5	10,1–15,0	1,11
3	8,6–11,4	15,1–20,0	1,17
4	11,5–14,4	20,1–25,0	1,30
5	od 14,5	od 25,1	1,45

Vyhodnotenie koeficientu spotreby pohonných hmôt na svahu je ovplyvnený doporučeniami výrobcov techniky využívať na svahoch plný výkon techniky i samotným navýšením času potrebného na vykonanie zásahu vplyvom zhoršených podmienok a vyššej plošnej výmery. Navýšenie času potrebného na doplnenie pohonných hmôt vplyvom vyššej spotreby bolo minimálne a je možné ho zhrnúť do štatistickej odchýlky. Výsledné koeficienty navýšenia spotreby pohonných hmôt je možné využiť pri kalkuláciách spotreby prevádzky strojov.

5.1.6 Porovnanie kosenia so zberom a mulčovania

Graf 32 znázorňuje hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) žacieho stroja ISEKI SXG 323HL a mulčovača TORO Z MASTER COMMERCIAL 2000 pri údržbe trávnatých plôch.



Graf 32: Dosažené výkonnosti strojov pri údržbe trávnatých plôch.

Tab.26: Dosažené výkonnosti strojov pri údržbe trávnatých plôch

	ISEKI SXG 323HL	TORO Z MASTER COMMERCIAL 2000
Opakovanie	Dosažená výkonnosť (ha.h ⁻¹)	Dosažená výkonnosť (ha.h ⁻¹)
1	0,47	0,79
2	0,52	0,70
3	0,50	0,72
Priemer	0,50	0,74

Mulčovač TORO Z MASTER COMMERCIAL 2000 dosahoval v porovnaní s žacím malotraktorom ISEKI SXG 323HL v priemere o 48 % vyššiu výkonnosť. Pri bežnej údržbe je ale potrebné trávnik mulčovať pravidelnejšie ako pri kosení so zberom. Dôvodom je lepšie rozmulčovanie porastu a lepšie zapadnutie biomasy cez steblá tráv na povrch pôdy. Bežne sa trávnik v komunálnej oblasti kosí 10–12krát do roka, pri mulčovaní by to bolo 15–18krát do roka. Z tohto dôvodu je potrebné počítať s vyšším

nasadením mulčovača v rámci ročnej údržby trávniku. Efektivita sa tak zníži približne o 50 %. Z toho pohľadu ale celkový efekt nespočíva v dosiahnutí výkonnosti o 48 % vyššej, ale len o 24 % vyššej. Ďalej je potrebné si uvedomiť intenzitu rastu trávniku najmä v jarnom období, kedy sa kosba realizuje v intervale 7–10 dní. Pri zohľadnení správnych agrotechnických požiadaviek na mulčovanie, by mulčovač musel byť nasadzovaný v intervale 3–5 dní, čo z pohľadu pracovnej sily často nie je možné. Reálne nasadenie mulčovačov nastáva v letných a suchších mesiacoch roka, kedy prírastky trávniku nie sú tak významné a je možné dodržať agrotechnické požiadavky na mulčovanie trávniku. Pri zohľadnení nákupných cien mulčovačov, obmedzeného ročného využitia a navýšenia pracovného času obsluhy je potrebné ich nákup dostatočne ekonomicky zvážiť.

Pri zohľadnení vyššie popísaných skutočností je možné doporučiť využívať pre celoročnú údržbu trávnikov žacie stroje so zberom. Nasadenie mulčovačov je možné doporučiť len príležitostne pričom ich ekonomický efekt nie je výrazný.

Modelový príklad kalkulácie a porovnania prevádzkových nákladov žacieho stroja a mulčovača je popísaný v Tab. 27 (HRUBÝ, 2015).

Tab.27: Modelový príklad kalkulácie prevádzkových nákladov žacieho stroja a mulčovača (HRUBÝ, 2015).

	Mulčovač SCAG (záber 1,22m)	Trávnikový malotraktor (záber 1,22m)
Nákupná cena (Kč)	325 000	410 000
Priemerný plošný výkon (m ² .hod ⁻¹)	2500	1600
Personálne náklady (Kč.hod ⁻¹)	250	250
Spotreba PHM (l.hod ⁻¹)	3,3	2,5
Spotreba PHM (Kč.hod ⁻¹)	96	70
Servisné náklady (Kč.hod ⁻¹)	68	71
Amortizácia (Kč.hod ⁻¹) kalkulovaná na 2 000 Mth	163	205
Náklady celkom (Kč.hod ⁻¹)	577	596
Náklady na odpad (Kč.m ²)	0	0,228
Náklady na zvoz odpadu (Kč.m ²)	0	0,045
Prevádzkové náklady (Kč.m ²)	0,23	0,65
Priemerná plocha (ha)	10	10
Počet zásahov	10	5
Plocha celkom (ha)	100	50
Počet hodín za rok	400	313
Celkové náklady za rok (Kč)	230 000	325 000
Celková úspora (Kč)	95 000	

5.2 Využitie koeficientov údržby trávnatých plôch žacími strojmi

Využitie koeficientov umožní stanoviť skutočnú (reálnu) výkonnosť žacích strojov v hodnotenom území (teréne). Táto výkonnosť sa stanoví podľa vzťahu:

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{ZS} \cdot K_{Z\check{c}} \cdot K_{ZC} \cdot K_{ZT} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (22)$$
$$(W_{07} = W_0' \cdot K_{ZS} \cdot K_{Z\check{c}} \cdot K_{ZC} \cdot K_{ZT})$$

kde:

W_0 a W_0' – výkonnosť konkrétneho stroja v ideálnych podmienkach ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$)

K_{ZS} – koeficient vplyvu svahovitosti riešeného územia (–)

$K_{Z\check{c}}$ – koeficient vplyvu členitosti riešeného územia (–)

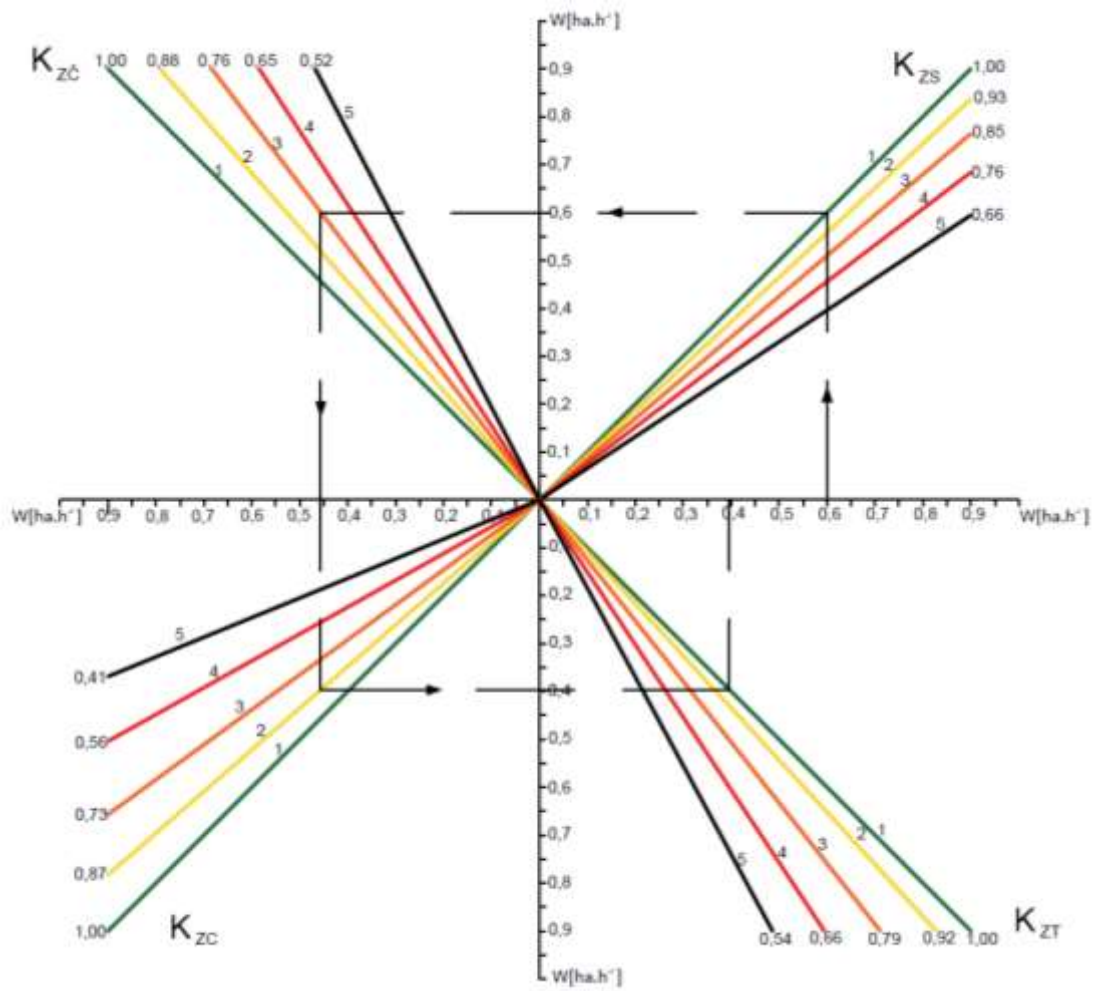
K_{ZC} – koeficient vplyvu charakteru porastu v riešenom území (–)

K_{ZT} – koeficient vplyvu technického stavu nasadeného stroja (–)

Najoptimálnejšie podmienky, v ktorých by žacie stroje mohli pracovať, by boli ohodnotené koeficientom 1,00. Naopak podmienky najmenej vhodné pre prácu strojov by boli ohodnotené koeficientom 0,08. Z praxe je možné predpokladať, že takýto stav takmer nenastáva. Najmä technický stav strojov je pravidelne kontrolovaný. Podmienky v ktorých stroje pracujú sa ťažko ovplyvňujú, je ale možné sa im prispôbiť napríklad frekvenciou kosby.

Pri overovaní sa najčastejšie výkonnosť žacích strojov upravovala koeficientom v intervale 0,76–0,69.

Pre rýchle a jednoduché vyhodnotenie vplyvu viacerých koeficientov na výkonnosť bol spracovaný nomogram (Obr. 8). Pre ilustráciu je v ňom naznačené jednoduché odčítanie výslednej výkonnosti žacieho stroja na základe stupňov a zodpovedajúcich hodnôt faktorov. Užívateľ vynáša známu hodnotu výkonnosti žacieho stroja v optimálnych podmienkach (pre príklad bola zvolená hodnota $0,6 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$). Následne vyberie stupeň konkrétneho faktoru (ktorý pozná) so uvedenou hodnotou koeficientu. V nomograme je vyznačené odčítanie vplyvu 4 faktorov (svahovitosť $K_{ZS} = 1,00$; členitosť pozemku $K_{Z\check{c}} = 0,76$; charakter porastu $K_{ZC} = 0,87$; technický stav stroja $K_{ZT} = 1,00$), na znižovanie výkonnosti až na hodnotu $0,4 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$, ktorá predstavuje produktívnu, alebo prevádzkovú výkonnosť.

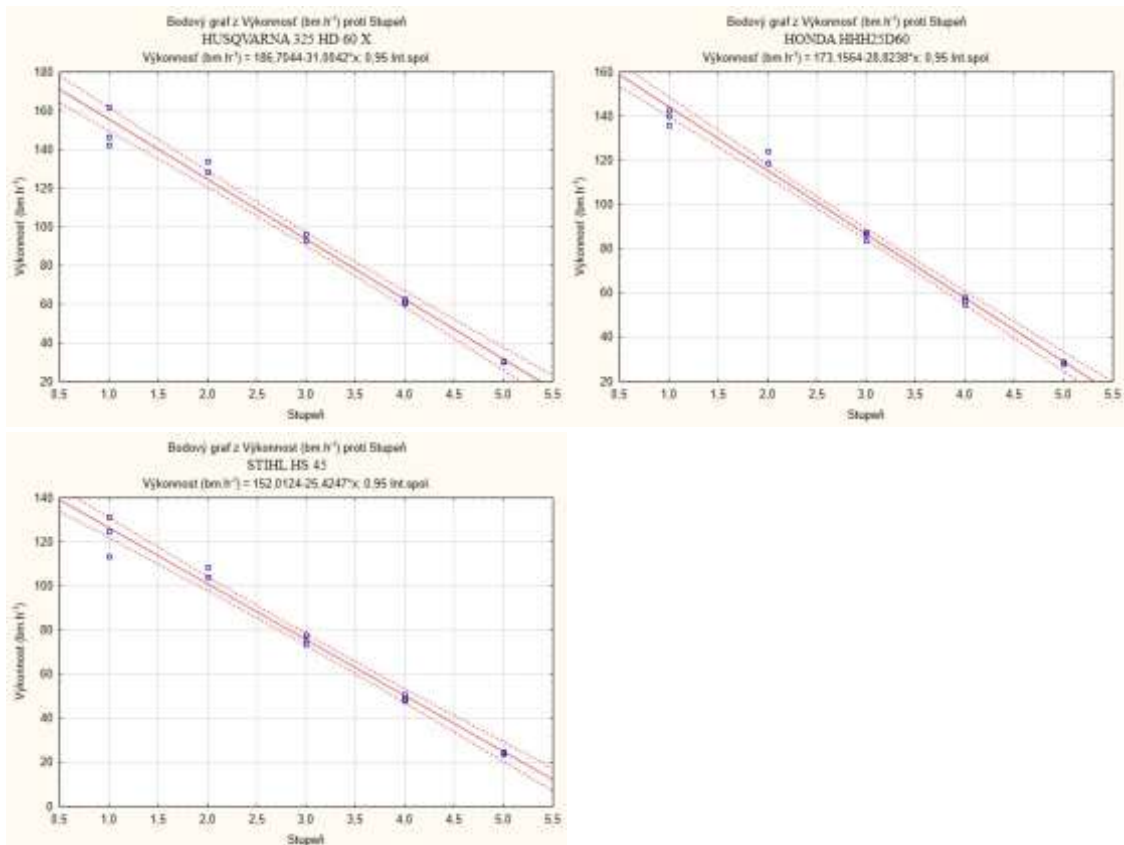


Obr.8: Nomogram pre stanovenie výkonnosti žacieho stroja.

5.4 Stanovenie produktívnych výkonností (W_{04}) plotostrihov a koeficientov podľa faktorov

5.4.1 Faktor veľkostných parametrov tvarovaného živého plotu (steny) (K_{PV})

Grafy 33–35 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) plotostrihov pri údržbe tvarovaných živých plotov (steny) s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 33–35: Výkonnosť jednotlivých plotostrihov pre konkrétne veľkostné parametre.

Plotostrih STIHL HS 45 vďaka svojej nižšej hmotnosti vykazoval nižšie ovplyvnenie dosahovanej výkonnosti v 4. a 5. stupni (vzrastnejšie živé ploty).

Tab. 28 uvádza hodnoty K_{PV} pre jednotlivé stroje a stupne veľkostných parametrov, Tab. 29 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.28: Hodnoty koeficientov pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa veľkostných parametrov.

Stupeň	Sledovaný stroj			Priemer
	HUSQVARNA 325 HD 60 X	HONDA HHH25D60	STIHL HS 45	
	Koeficient vplyvu veľkostných parametrov tvarovaného živého plota (steny) – K_{PV} (–)			
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,81	0,81	0,80	0,81
3	0,61	0,60	0,61	0,61
4	0,40	0,41	0,40	0,40
5	0,20	0,20	0,18	0,19

Tab.29: Výsledné hodnoty koeficientov plotostrihov podľa stupňa veľkostných parametrov.

Stupeň	Výška (m)	Šírka (m)	Doporučenia technického vybavenia	Koeficient veľkostného parametru (K_{PV})
1	0,8–1,3	0,6–0,8	–	1,00
2	1,4–1,9	0,8–1,0	–	0,81
3	2,0–2,5 a nízke do 0,7	1,0–1,2	Tyčové varianty	0,61
4	2,5–3,5	nad 1,2	Rebrík	0,40
5	nad 3,5 (steny)	nad 1,2	Plošina	0,19

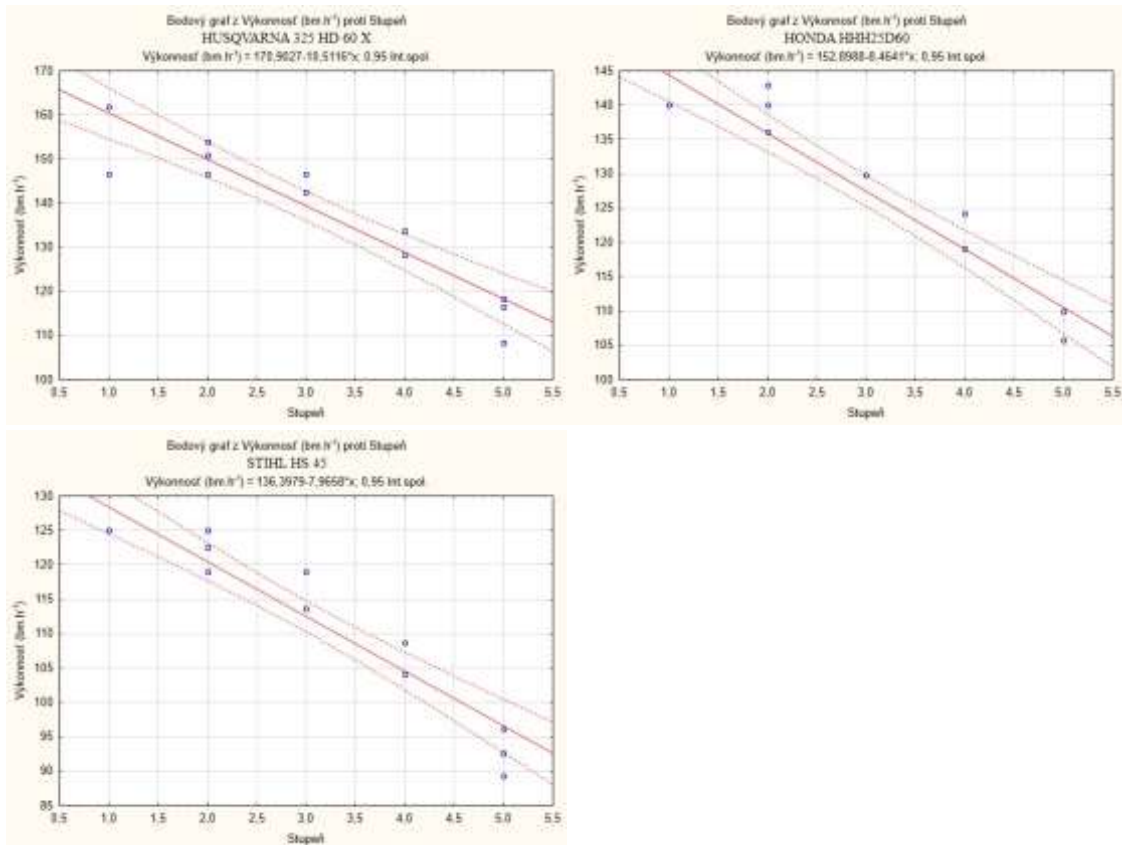
Významné zníženie výkonnosti je z výsledkov patrné už pri 2. stupni. V 3. stupni sú zahrnuté aj tvarované živé ploty do výšky 0,7m, ktoré napriek menšej obvodovej ploche zvyšovali námahu obsluhy pri práci. Jedná sa o živé ploty, ktoré tvoria súčasť ornamentálnych záhonov typických pre historické záhrady.

Rozdelenie do 5 (resp. 6) stupňov oproti trom uvádzaným napr. v cenníkoch URS prispeje k presnejším výsledkom a zrealneniu náročnosti údržby tvarovaných živých plotov. Výsledky prispievajú k riešeniu problému stanovenia ceny prác pomocou spomenutých cenníkov, ktorý kritizoval i HAMATA (2013).

Tab. 29 obsahuje i doporučenia pre použitie technického a strojného vybavenia pre efektívnejší strih. Doporučenia boli vyvedené z meraní rôznych technických prevedení strojov určených pre strih živých plotov a stien.

5.4.2 Faktor rastlinného druhu tvarovaného živého plotu (steny) (K_{PR})

Grafy 36–38 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) plotostrihov pri údržbe tvarovaných živých plotov (steny) s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 36–38: Výkonnosť jednotlivých plotostrihov pre konkrétny rastlinný druh.

Poloprofesionálny plotostrih STIHL HS 45 vykazoval výrazné zníženie výkonnosti najmä pri 5. stupni. Celkovo bol zistený vyšší rozptyl v porovnaní s ďalšími faktormi ovplyvňujúcimi prácu plotostrihov.

Tab. 30 uvádza hodnoty K_{PR} pre jednotlivé stroje a stupne rastlinného druhu, Tab. 31 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.30: Hodnoty koeficientov pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa rastlinného druhu.

Stupeň	Sledovaný stroj			Priemer
	HUSQVARNA 325 HD 60 X	HONDA HHH25D60	STIHL HS 45	
	Koeficient vplyvu rastlinného druhu tvarovaného živého plota (steny) – K_{PR} (-)			
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,98	0,95	0,96	0,96
3	0,91	0,90	0,90	0,90
4	0,83	0,83	0,83	0,83
5	0,77	0,78	0,78	0,77

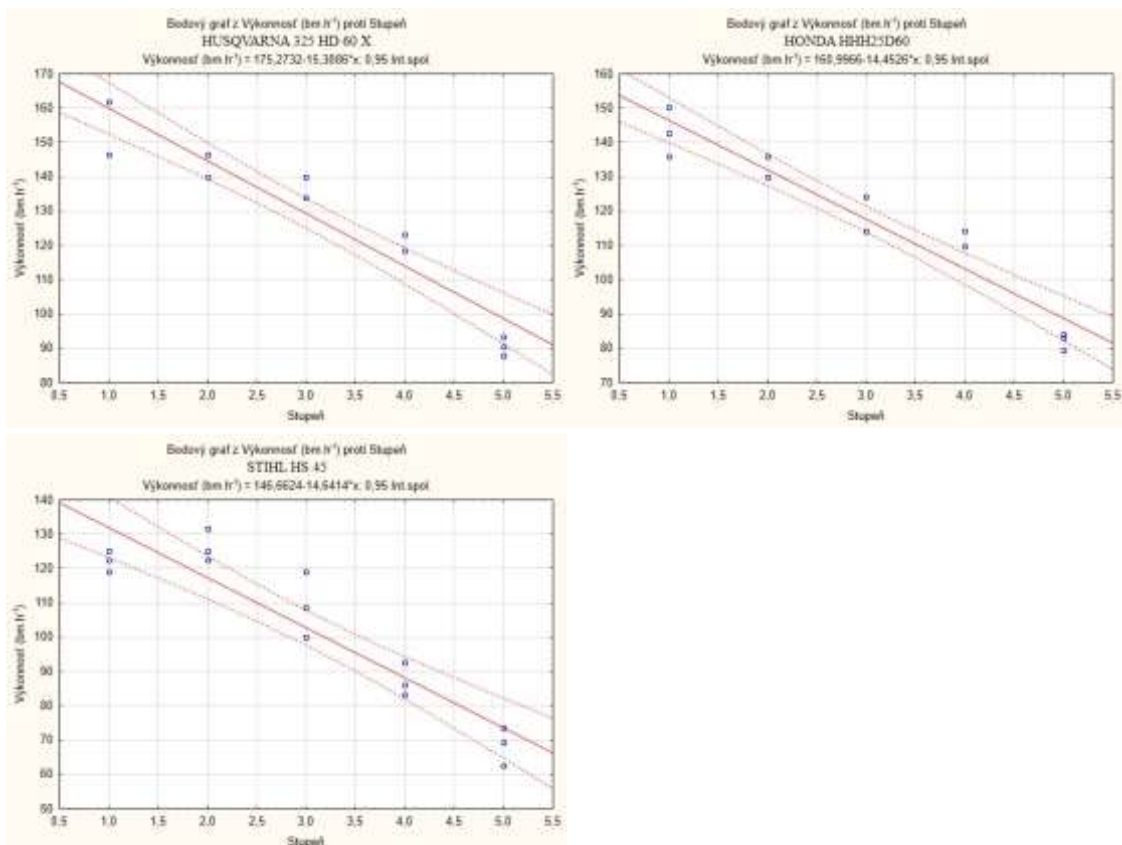
Tab.31: Výsledné hodnoty koeficientov plotostrihov podľa stupňa rastlinného druhu.

Stupeň	Rastlinný druh	Odôvodnenie	Koeficient rastlinného druhu (K_{PR})
1	<i>Carpinus</i> <i>Ulmus</i>	Krátke letorasty, riedky porast, málo odpadnej biohmoty	1,00
2	<i>Cornus</i> <i>Deutzia</i> <i>Fagus</i> <i>Forsythia</i> <i>Prunus laurocerasus</i> <i>Weigela</i>	Tenké ale dlhé letorasty, málo listnatej biohmoty	0,96
3	<i>Cotoneaster</i> <i>Euonymus</i> <i>Chamaecyparis</i> <i>Ligustrum</i> <i>Spiraea</i> <i>Thuja</i>	Priemerne hustý porast, s bežným priemerom letorastov	0,90
4	<i>Acer</i> <i>Crataegus</i> <i>Chaenomeles</i>	Hustý porast, ale bez výraznejších prekážok strihu	0,83
5	<i>Berberis</i> <i>Buxus</i> <i>Ilex</i> <i>Rosa</i> <i>Syringa</i>	Hustý porast, obsahuje trne, láka bodavý hmyz, tvrdé húževnaté letorasty	0,77

Výrazný vplyv na zníženie výkonnosti mali rastlinné druhy, ktoré mali na výhonoch, alebo listoch trne, ktorými obmedzovali prácu obsluhy. Ďalším negatívnym vplyvom boli pre bodavý hmyz lákavé kvetenstvá najmä pri druhoch dlhokvitnúcich, pri ktorých nie je možné rez odložiť do obdobia po odkvitnutí. Významný vplyv mala i hustota porastu. Typickým príkladom je *Cotoneaster* sp., pri ktorom sa prejaví každá nedokonalosť strihu a obsluha sa musela pravidelne vracieť k už ostrihanej časti a dorovnávať nerovnosti. Naopak výkonnosť výrazne neznižovali druhy s nižšou intenzitou rastu, riedkym porastom a tvorbou menšieho množstva hmoty.

5.4.3 Faktor charakteru porastu tvarovaného živého plotu (steny) (K_{PC})

Grafy 39–41 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) plotostrihov pri údržbe tvarovaných živých plotov (steny) s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 39–41: Výkonnosť jednotlivých plotostrihov pre konkrétny charakter porastu.

Plotostrih STIHL HS 45 vykazoval opäť väčší rozptyl dosahovaných výkonností naprieč všetkými stupňami.

Tab. 32 uvádza hodnoty K_{PR} pre jednotlivé stroje a stupne charakteru porastu, Tab. 33 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.32: Hodnoty koeficientov pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa charakteru porastu.

Stupeň	Sledovaný stroj			Priemer
	HUSQVARNA 325 HD 60 X	HONDA HHH25D60	STIHL HS 45	
	Koeficient vplyvu charakteru porastu tvarovaného živého plotu (steny) – K_{PC} (–)			
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,94	0,92	0,94	0,93
3	0,82	0,82	0,85	0,83
4	0,69	0,73	0,74	0,72
5	0,59	0,62	0,64	0,62

Tab.33: Výsledné hodnoty koeficientov plotostrihov podľa stupňa charakteru porastu.

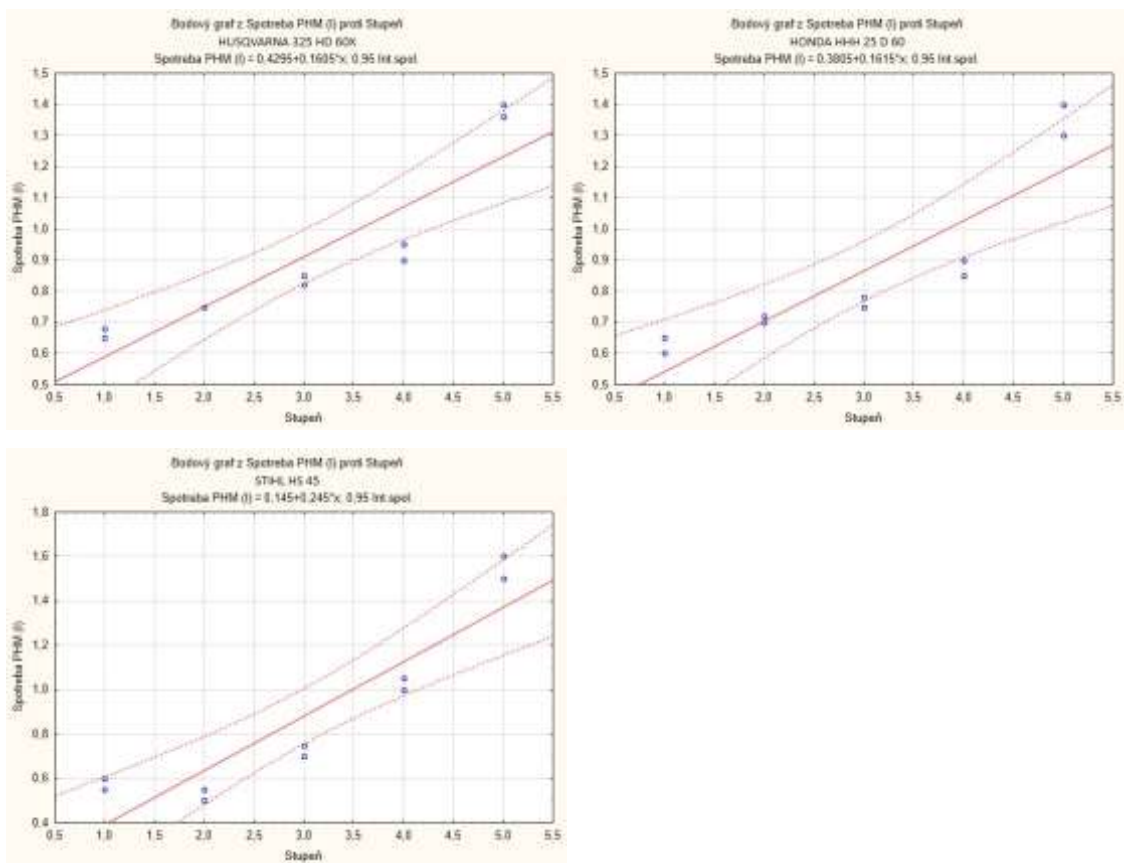
Stupeň	Charakter porastu	Koeficient charakteru porastu (K_{PC})
1	Nepreperastený porast s pravidelným zápojom a strihom, s optimálnym tvarom, bez náletov	1,00
2	Nepreperastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s optimálnym tvarom a so zriedkavým výskytom náletov	0,93
3	Nepreperastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov	0,83
4	Preperastený porast (výskyt viacročných výhonov) s nepravidelným zápojom, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov, prípadne prekážok	0,72
5	Neuspokojivý pestovateľský stav živého plotu, prípadne výskyt figurálnych prvkov náročných na strih	0,62

Merania potvrdili vplyv pravidelnej údržby na výkonnosť dosahovanú pri údržbe tvarovaného živého plotu. Porasty 1. stupňa strihané pravidelne počas vegetačnej sezóny s optimálnym tvarom živého plotu a bez výrazných prekážok v dráhe strihu (napr.: lampy pouličného osvetlenia, doprané značky) mali o 48 % nižšiu náročnosť údržby ako

živé ploty v 4. stupni charakteru porastu. 5. stupeň predstavuje porasty nedostatočne udržiavané viac rokov s narušeným tvaru, výpadkami v poraste, alebo s výrazným výskytom náletu. Tieto porasty sú vhodné k prevedeniu na rozvoľnený živý plot, prípadne viacročnej náročnej údržbe, ktorá prinavrátí porastu pôvodnú kvalitu. Samostatnou skupinou sú figurálne prvky, ktoré sa najmä v historických parkoch a záhradách môžu vyskytovať a predstavujú významný vplyv na zníženie výkonnosti strihu.

5.4.4 Spotreba pohonných hmôt pri rôznom charaktere porastu (K_{PP})

Grafy 42–44 znázorňujú hodnoty zistených spotrieb pohonných hmôt plotostrihov pri údržbe tvarovaných živých plotov (steny) s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 42–44: Spotreba pohonných hmôt jednotlivých plotostrihov pre konkrétny charakter porastu.

Tab. 34 uvádza hodnoty K_{PP} pre jednotlivé stroje a stupne charakteru porastu, Tab. 35 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.34: Hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt pri sledovaných plotostrihoch podľa stupňa charakteru porastu.

Stupeň	Sledovaný stroj			Priemer
	HUSQVARNA 325 HD 60 X	HONDA HHH25D60	STIHL HS 45	
	Koeficient vplyvu spotreby pohonných hmôt pri rôznom charaktere porastu – K_{PP} (–)			
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,15	1,08	1,13	1,12
3	1,38	1,23	1,29	1,30
4	1,66	1,46	1,57	1,56
5	1,91	1,70	1,97	1,86

Tab.35: Výsledné hodnoty koeficientov spotreby pohonných hmôt plotostrihov podľa stupňa charakteru porastu.

Stupeň	Charakter porastu	Koeficient charakteru porastu (K_{PP})
1	Neprerastený porast s pravidelným zápojom a strihom, s optimálnym tvarom, bez náletov	1,00
2	Neprerastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s optimálnym tvarom a so zriedkavým výskytom náletov	1,12
3	Neprerastený porast s nepravidelným zápojom, strihom min. 1x ročne, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov	1,30
4	Prerastený porast (výskyt viacročných výhonov) s nepravidelným zápojom, s poškodeným tvarom a s významným výskytom náletov	1,56
5	Neuspokojivý pestovateľský stav živého plota, prípadne výskyt figurálny prvkov náročných na strih	1,86

Napriek rôznym výkonom motorových jednotiek, a rôznej výkonnosti sú namerané spotreby palív približne rovnaké. Dôvodom môže byť lepšia hospodárnosť prevádzky u drahších (ale výkonnejších) plotostrihov, i zvýšená spotreba pohonných

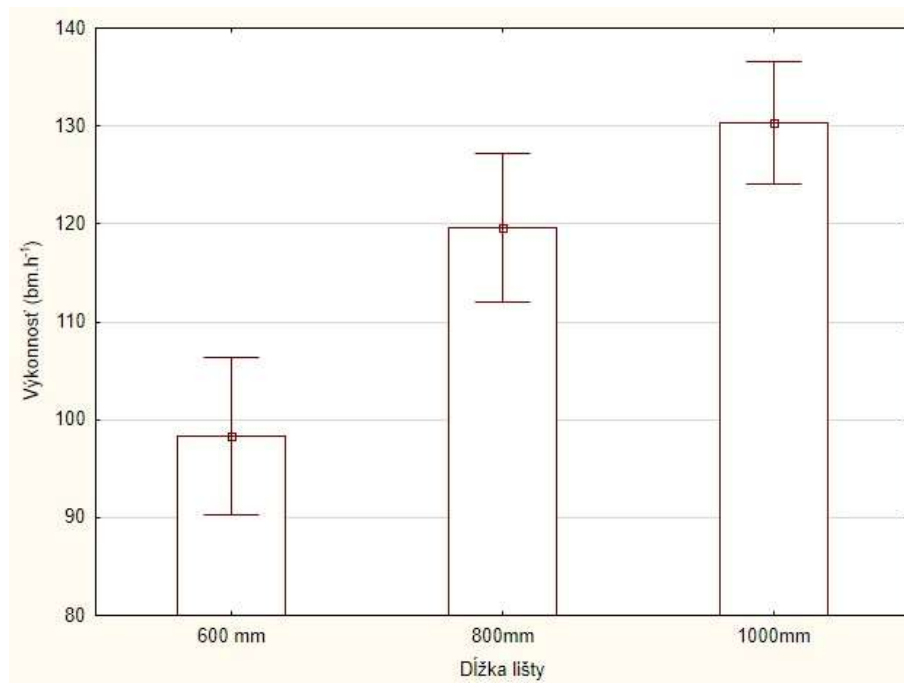
hmôt HOBBY variant pri náročných charakteroch porastov (4. a 5. stupeň). Výrazné navýšenie spotreby pohonných hmôt nastalo až v 5. stupni charakteru porastu, čo je odzrkadlené najmä časovou náročnosťou údržby výrazne zanedbaného porastu. 4. stupeň sa na spotrebe pohonných hmôt neprejavil tak výrazne, ako sa predpokladalo. Dôvodom je zrejme práca plotostrihu v plnom výkone i počas strihu tenších a mäkkších letorastov i hrubších čiastočne drevnatejších. Z tohto dôvodu by prispela k lepšej hospodárnosti prevádzky možnosť zníženia výkonu aretáciou páky plynu, ktorú ale výrobcovia neponúkajú. Dôvodom je zrejme konštrukčná náročnosť takéhoto prevedenia. Výraznejšie navýšenie nastalo len pri plotostrihu STIHL HS 45, ktorý je z kategórie HOBBY.

5.4.5 Možnosti nasadenia rôznych technických vyhotovení plotostrihov

V rámci meraní boli nasadené i rôzne konštrukčné prevedenia plotostrihu v podobe predĺžených líšt (štandardne 600 mm, predĺžená varianta 800 mm a 1000 mm) i varianty plotostrižných nastavcov na krovinorez, tyčových variant a kombinovaných variant na hnacom hriadeli. Účelom bolo vyhodnotenie prínosov na zníženie pracnosti strihu živých plotov pri väčších povrchoch (typicky živé steny) a vyššej vzrastlej výške živých plotov a stien (výškový dosah).

Vplyv dĺžky strižnej lišty na výkonnosť plotostrihu

Štandardným vybavením plotostrihov je strižná lišta dĺžky 600 mm. V meraniach boli použité i predĺžené varianty strižných líš (800 a 1000 mm), ktoré boli osadené na rovnakej hnacej jednotke. Jednalo sa o plotostrih STIHL HS 82 T. Graf 45 uvádza hodnoty dosahovaných výkonností pri použití jednotlivých líšt.



Graf 45: Dosahované výkonnosti použitých lišt

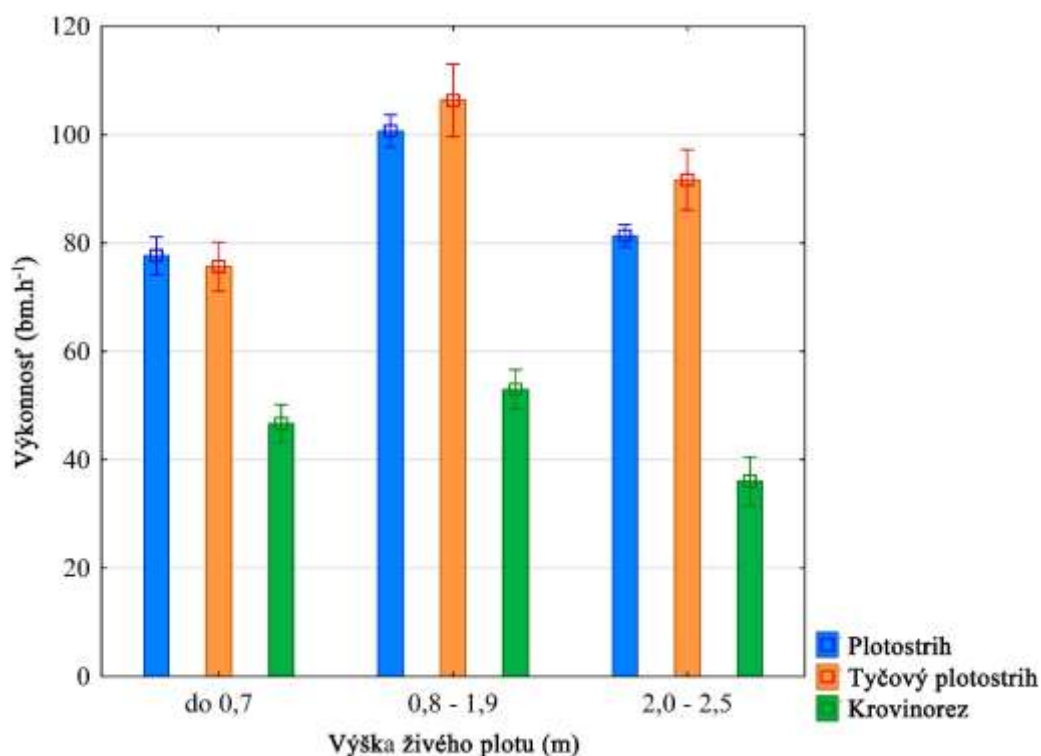
Nevýhoda, ktorá sa prejavila i vo vyhodnotení je vyššia hmotnosť plotostrihu s predĺženou variantou lišty i pre obsluhu komplikovanejšia manévrovateľnosť. Lišta dĺžky 1000mm nepriniesla požadovaný efekt v porovnaní s lištou 800 a 600 mm. Toto je spôsobené práve horšou manévrovateľnosťou, vyššou hmotnosťou, čo sa prejavovalo zhoršenou presnosťou navádzania lišty a potrebou pravidelnejšej kontroly kvality strihu. Pri použití na veľkých plochách tvarovaných stien mala výrazný vplyv na zvýšenie výkonnosti lišta 800mm oproti 600mm.

Vplyv technických vyhotovení na výkonnosť strihu živého plotu

Najmä pri vzrastenejších tvarovaných živých plotov je možné využiť rôzne technické vyhotovenie strojov pre strih. Okrem štandardného plotostrihu je možné využiť tyčové, alebo kombi varianty, ktoré sú charakteristické predĺženým hriadelom, motorovou jednotkou odvodenou od krovínorezov a plotostrižným nastavcom. Prípadne je možné využiť plotostrižné nastavce na bežné krovínorezy. Dosahované výkonnosti jednotlivých variant uvádza Tab. 36. a vzájomné porovnanie vyobrazuje Graf 46.

Tab.36: Dosažené výkonnosti strojov pri údržbe tvarovaných živých plotov rôznej výšky

Výška tvarovaného živého plotu (m)	Technická varianta	Výkonnosť (bm.h ⁻¹)		
do 0,7	Plotostrih	81	74	78
	Tyčový plotostrih	71	80	76
	Krovinorez	43	50	47
0,8 - 1,9	Plotostrih	100	104	98
	Tyčový plotostrih	112	99	108
	Krovinorez	56	49	54
2,0 - 2,5	Plotostrih	82	83	79
	Tyčový plotostrih	92	86	97
	Krovinorez	41	32	35



Graf 46: Porovnanie dosahovaných výkonností rôznych technických vyhotovení pri strihu živého plotu rôznej výšky

Z výsledkov je zrejмый nedostatočný výkon krovinorezu osadeného plotostrižným nastavcom z dôvodu zlej ovládateľnosti obsluhou. Táto varianta nie je vhodná ani na nízke, ani na vysoké živé ploty a to napriek tomu že nastavec je zhodný

z variantou tyčovou. Dôvodom je použitie ovládacích prvkov na riadidlách, ktoré je pre obsluhu neergonomické a navádzanie plotostrižného nadstavcu je veľmi nepresné.

Naopak použitie tyčovej varianty sa potvrdilo ako výkonnejšie pri vzrastenejších živých plotoch (2,0–2,5 m). Tyčová varianta vďaka svojej konštrukcii poskytuje dobrú ergonómiu ovládania v kombinácii so značným výškovým dosahom.

Rozdiely v skupine živých plotov nízkych (do 0,7 m) a priemernej výšky (0,8–1,9 m) medzi plotostrihom a tyčovým plotostrihom sú len v rámci štatistickej odchýlky a umožňujú odporučiť k použitiu obe varianty. S prihliadnutím na priemerné nákupné ceny týchto dvoch variant je možné doporučiť klasické technické prevedenie plotostrihu.

5.5 Využitie koeficientov údržby tvarovaných živých plotov a stien plotostrihmi

Využitie koeficientov umožní stanoviť skutočnú (reálnu) výkonnosť plotostrihov v hodnotenom poraste. Táto výkonnosť sa stanoví podľa vzťahu:

$$\begin{aligned} W_{04} &= W_O \cdot K_{PV} \cdot K_{PR} \cdot K_{PC} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}) & (23) \\ (W_{07} &= W_O' \cdot K_{PV} \cdot K_{PR} \cdot K_{PC}) \end{aligned}$$

kde:

W_O a W_O' – výkonnosť konkrétneho stroja v ideálnych podmienkach ($\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)

K_{PV} – koeficient vplyvu veľkostných parametrov tvarovaného živého plotu (steny) (–)

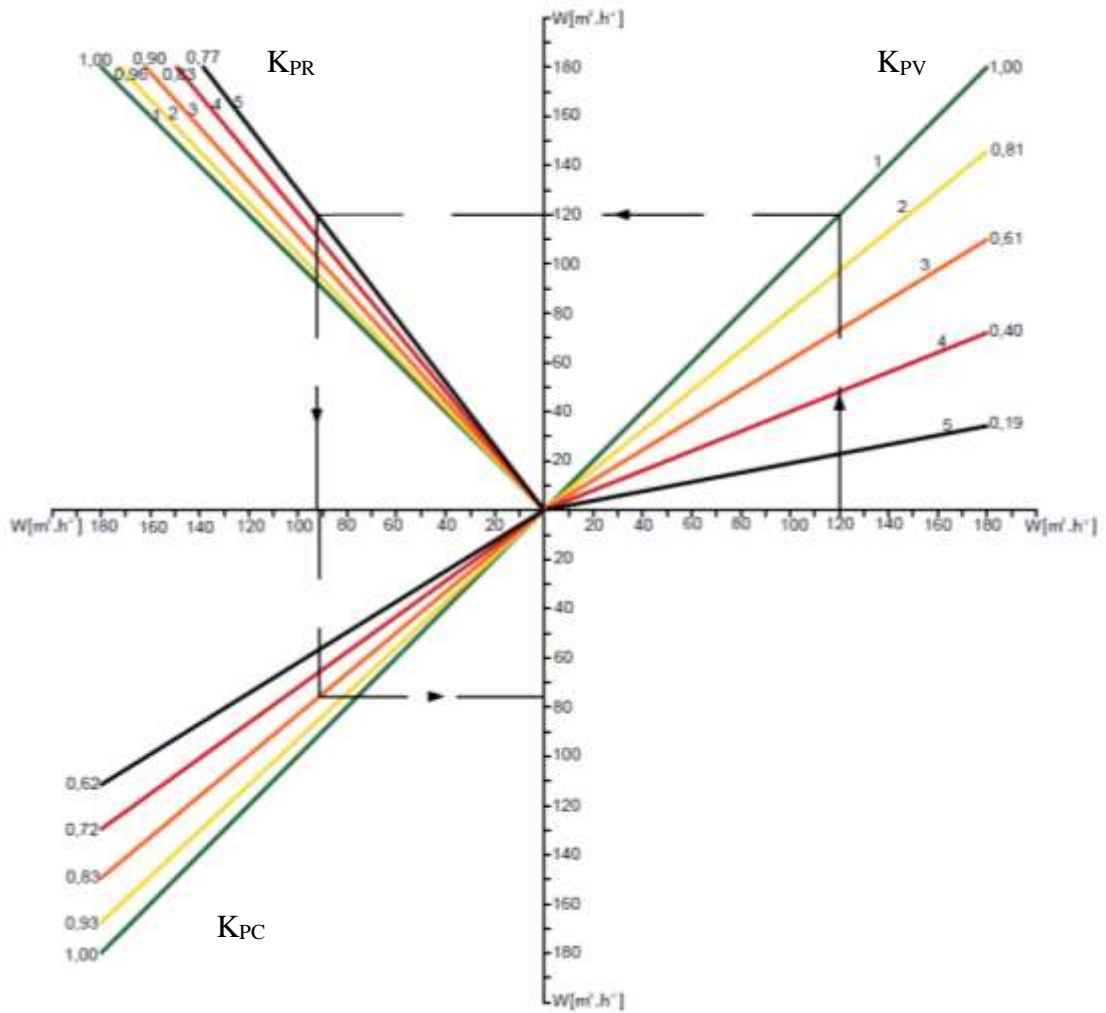
K_{PR} – koeficient vplyvu rastlinného druhu tvarovaného živého plotu (steny) (–)

K_{PC} – koeficient vplyvu charakteru porastu v riešenom území (–)

Vplyv vyššie popísaných faktorov na efektívnosť údržby bol preukázateľný. V praxi sa ale výsadby často nedajú upraviť podľa prezentovaných výsledkov, nakoľko je nad ekonomickú efektívnosť nadradená estetická funkcia. Výsledné koeficienty sú ale vhodné k zrealizácii nákladov údržby konkrétneho tvarovaného živého plotu.

Podmienky najmenej vhodné pre prácu plotostrihu by boli ohodnotené koeficientom 0,09. Pri overovaní sa najčastejšie výkonnosť upravovala koeficientom v intervale 0,84–0,90.

Pre rýchle a jednoduché vyhodnotenie vplyvu viacerých koeficientov na výkonnosť bol spracovaný nomogram (Obr. 9). Pre ilustráciu je v ňom naznačené jednoduché odčítanie výslednej výkonnosti plotostrihu na základe stupňov a zodpovedajúcich hodnôt faktorov ($K_{PV} = 1,00$; $K_{PR} = 0,77$; $K_{PC} = 0,83$)

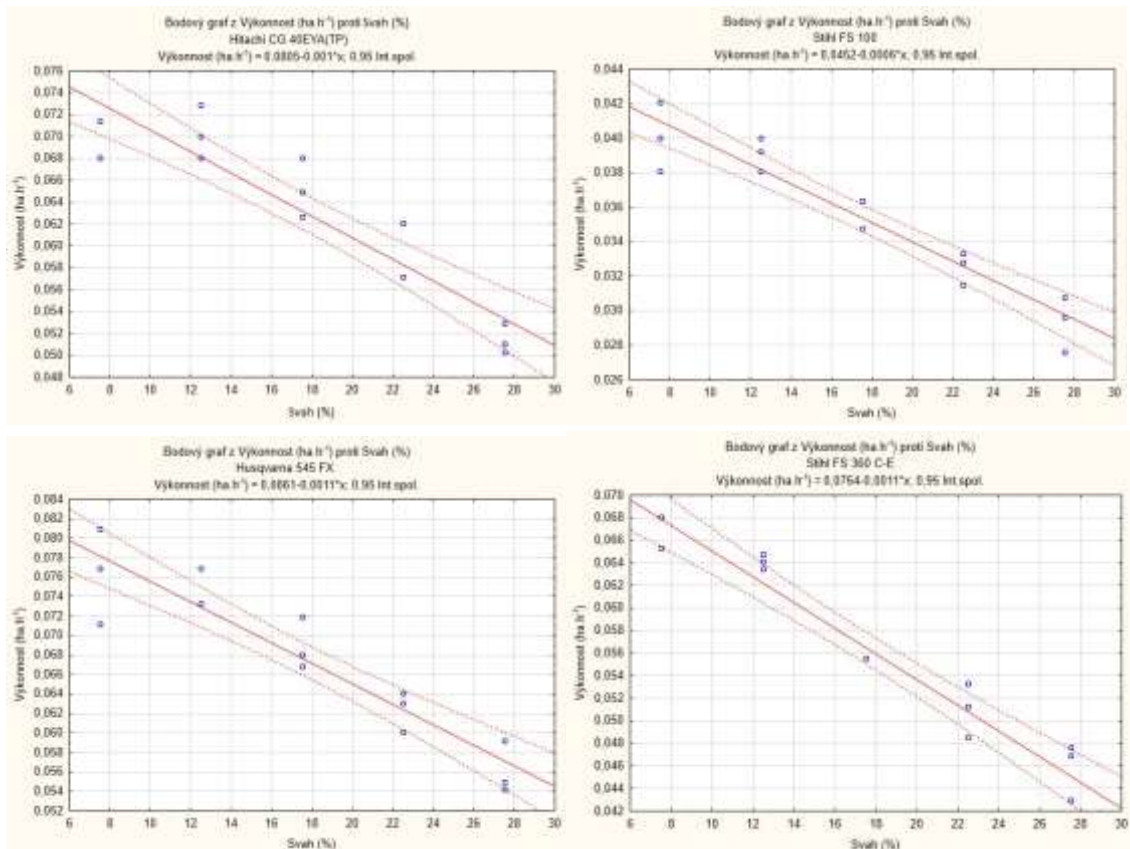


Obr.9: Nomogram pre stanovenie výkonnosti plotostrihu.

5.6 Stanovenie produktívnych výkonností (W_{04}) krovínorezov a koeficientov podľa faktorov

5.6.1 Faktor svahovitosti terénu (K_{KS})

Grafy 47–50 znázorňujú hodnoty zistených produktívnych výkonností (W_{04}) krovínorezov pri údržbe trávnatých plôch s doplnením lineárnej korelácie.



Graf 47–50: Výkonnosť jednotlivých krovínorezov na konkrétnej svahovitosti terénu.

Hodnoty rozptylu 1. stupňa svahovitosti (0,0–10,0 %) u grafov 47–49 sú ovplyvnené (v tretom opakovaní) charakterom porastu na konkrétnej lokalite (nerovnosti terénu). Z grafov je patrný celkový priebeh lineárnej závislosti i skutočnosť, že pri vyššom sklone terénu sa prejavil väčší rozptyl hodnôt výkonností.

Tab. 37 uvádza hodnoty koeficientu svahovitosti terénu K_{KS} pre jednotlivé stroje a stupne svahovitosti získané na základe lineárnej závislosti. Tab. 38 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.37: Hodnoty koeficientov pri sledovaných krovínorezoch podľa stupňa svahovitosti terénu.

Stupeň	Sledovaný stroj				Priemer
	HITACHI CG 40EYA(TP)	STIHL FS 100	HUSQVAR NA 545 FX	STIHL FS 360 C-E	
	Koeficient vplyvu svahovitosti terénu – $K_{KS}(-)$				
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00
2	0,952	0,950	0,949	0,930	0,95
3	0,882	0,875	0,884	0,840	0,87
4	0,812	0,825	0,819	0,765	0,81
5	0,742	0,750	0,741	0,675	0,73

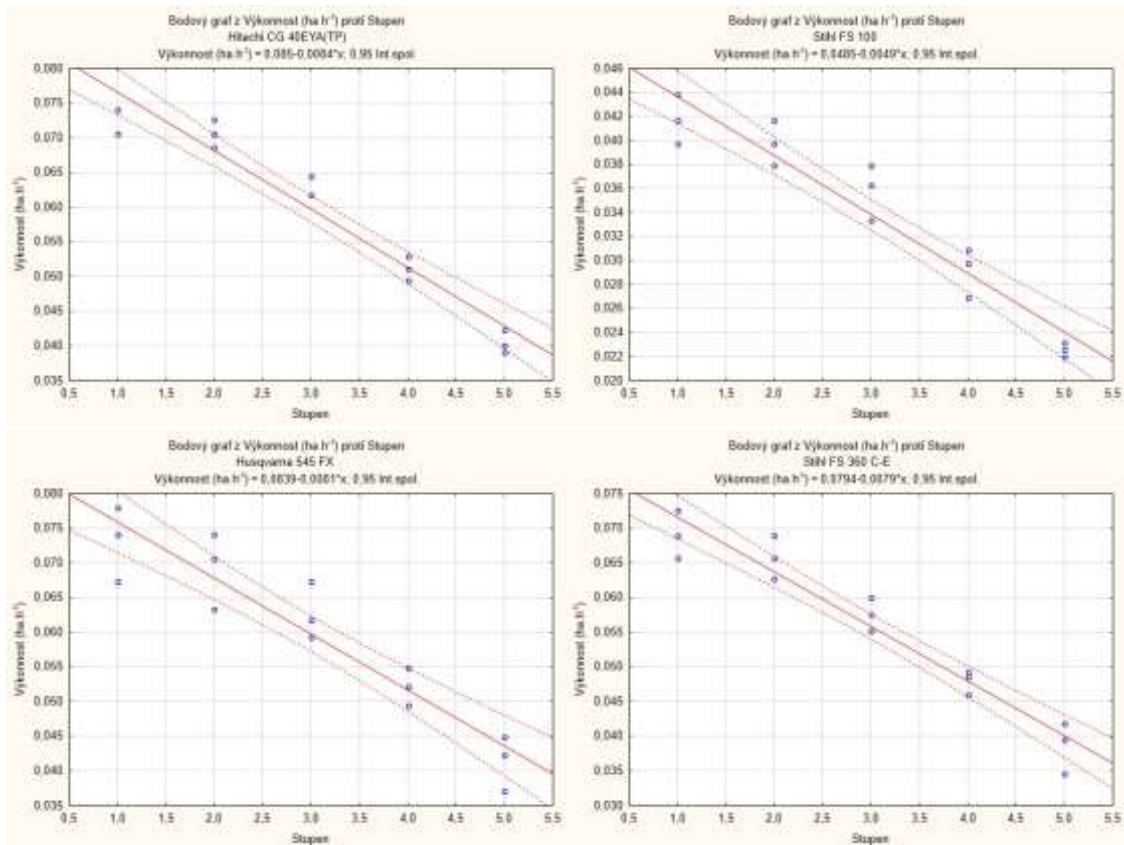
Tab.38: Výsledné hodnoty koeficientov krovínorezov podľa stupňa svahovitosti terénu.

Stupeň	Sklon pracovnej plochy (°)	Sklon pracovnej plochy (%)	Koeficient svahovitosti terénu (K_{KS})
1	0,0–5,7	0,0–10,0	1,00
2	5,8–8,5	10,1–15,0	0,95
3	8,6–11,4	15,1–20,0	0,87
4	11,5–14,4	20,1–25,0	0,81
5	od 14,5	od 25,1	0,73

Vplyv zvýšenej vlhkosti porastu, nerovností terénu a pod., umocňuje efekt zníženia výkonnosti krovínorezov najmä v 4. a 5. stupni svahovitosti terénu.

5.6.2 Faktor charakteru porastu (K_{KC})

V grafoch 51–54. sú uvedené výkonnosti jednotlivých krovínorezov získané z časových snímok v závislosti na stupni charakteru koseného porastu.



Graf 51–54: Výkonnosť jednotlivých krovínorezov pre konkrétny stupeň charakteru porastu.

Graf 52 charakterizuje menej výkonný krovínorez, ktorý pri kosení horšieho porastu (zdrevnatelé časti rastlín, nekosená tráva a pod.) vykazoval nižšiu výkonnosť, ako je hodnota lineárnej závislosti. Profesionálne krovínorezy (Graf 51., 53. a 54.) túto skutočnosť nevykazovali.

Tab. 39 uvádza zistené hodnoty koeficientov pre jednotlivé stroje a stupne charakteru koseného porastu. Tab. 40 uvádza výsledné hodnoty.

Tab.39: Hodnoty koeficientov pri sledovaných krovinořezoch podľa stupňa charakteru koseného porastu.

Stupeň	Sledovaný stroj				Priemer
	HITACHI CG 40EYA(TP)	STIHL FS 100	HUSQVARNA 545 FX	STIHL FS 360 C-E	
	Koeficient vplyvu charakteru porastu – K_{KC} (-)				
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00
2	0,911	0,936	0,918	0,914	0,92
3	0,810	0,816	0,810	0,812	0,81
4	0,695	0,696	0,702	0,689	0,70
5	0,581	0,576	0,581	0,580	0,58

Tab.40: Výsledné hodnoty koeficientov krovinořezov podľa stupňa charakteru porastu.

Stupeň	Popis	Koeficient charakteru porastu (K_{KC})
1	Kosenie okrajov udržiavaných trávnikov, kosenie pozdĺž oplotenia, chodníkov a malých členitých plôch nevhodných pre žacie stroje	1,00
2	Kosenie nepravidelných okrajov udržiavaných trávnikov, kosenie okolo prekážok, pod krovunami	0,92
3	Kosenie nepravidelne udržiavaných trávnikov (kosených 3–5x ročne) (doporučuje sa použitie žacieho noža)	0,81
4	Kosenie bujného porastu (koseného 1–3x ročne), drevnatejúcich burín (nutnosť použitia žacieho noža)	0,70
5	Kosenie bujného porastu (koseného menej než 1x ročne) s náletovými drevinami (nutnosť použitia žacieho prípadne pílového noža)	0,58

Výkonnosť krovinořezov je významne ovplyvňovaná ideálnou voľbou pracovného orgánu obsluhou stroja. Z tohto dôvodu sú v Tab. 40 popísané i doporučená pre nasadenie pracovného orgánu s ohľadom na charakteru porastu.

5.7 Využitie koeficientov údržby trávnatých plôch krovínorezmi

Využitie koeficientov umožní stanoviť skutočnú (reálnu) výkonnosť krovínorezov v území (teréne) kvalifikovanom podľa svahovitosti a podľa charakteru porastu. Táto výkonnosť sa stanoví podľa vzťahu:

$$\begin{aligned} W_{04} &= W_O \cdot K_{KS} \cdot K_{KC} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}) & (24) \\ (W_{07} &= W_O' \cdot K_{KS} \cdot K_{KC}) \end{aligned}$$

kde:

W_O a W_O' – výkonnosť konkrétneho stroja v ideálnych podmienkach ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$)

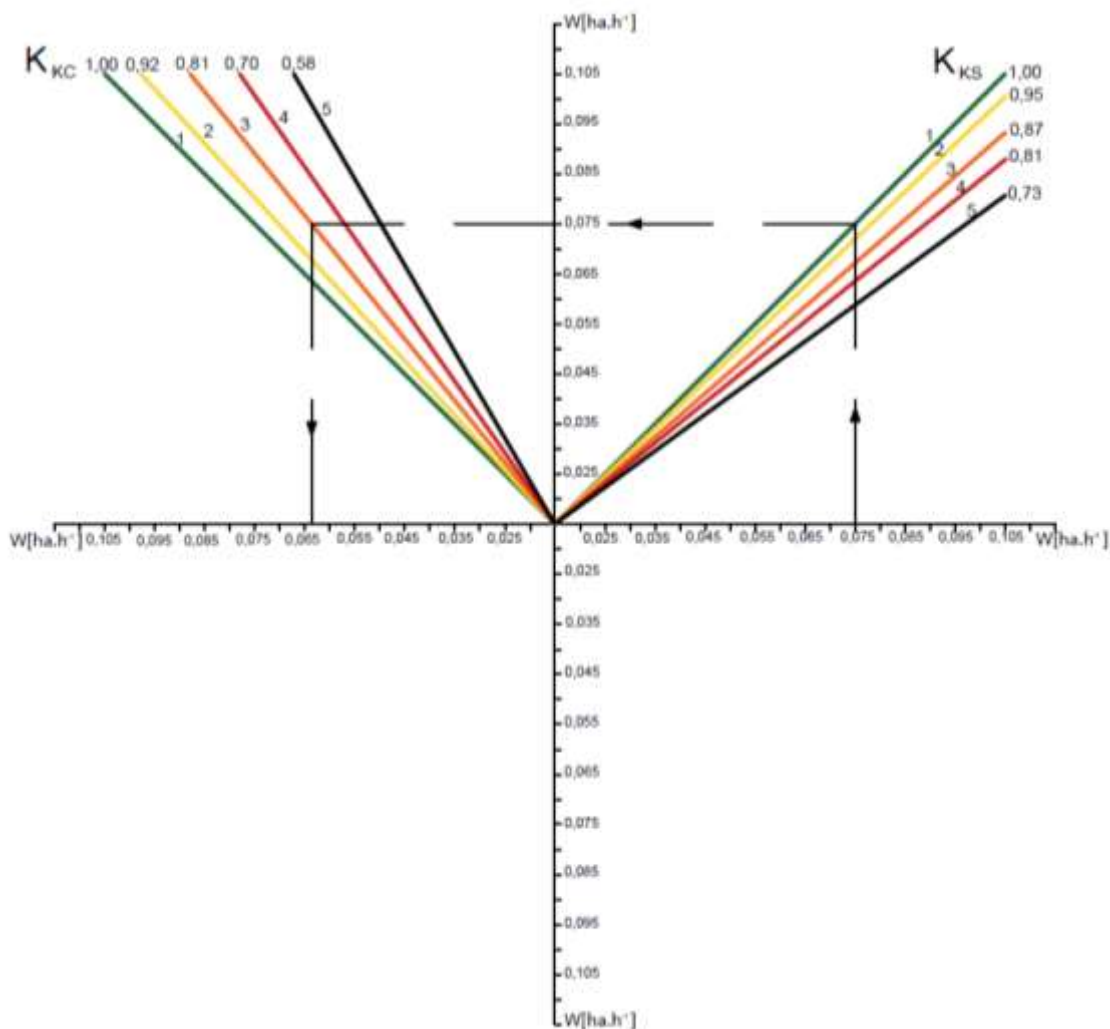
K_{KS} – koeficient vplyvu svahovitosti terénu (–)

K_{KC} – koeficient vplyvu charakteru porastu (–)

Podmienky najmenej vhodné pre prácu krovínorezov by boli ohodnotené koeficientom 0,42. Pri overovaní sa najčastejšie výkonnosť upravovala koeficientom v intervale 0,80–0,92.

Pri krovínorezoch sa spotreba pohonných hmôt merala obdobne ako pri žacích strojoch a plotostrihoch, vo výsledkoch ale nie je prezentovaná, nakoľko tieto stroje pracujú v priebehu celej práce v plných otáčkach a navýšenie vplyvom faktora je minimálne, prípadne je zohľadnené už v navýšení času práce stroja.

Pre rýchle a jednoduché vyhodnotenie vplyvu viacerých koeficientov na výkonnosť bol spracovaný nomogram (Obr. 10). Pre ilustráciu je v ňom naznačené jednoduché odčítanie výslednej výkonnosti krovínorezu na základe stupňov a zodpovedajúcich hodnôt faktorov ($K_{KS} = 1,00$; $K_{KC} = 0,81$)



Obr.10: Nomogram pre stanovenie výkonnosti krovínorezu.

Hodnoty koeficientov žacích strojov, krovínorezov a plotostrihov boli v obmedzenom rozsahu overené pri ďalších sledovaniach a je možné konštatovať, že veľmi presne vystihujú reálne podmienky práce strojov v hodnotených podmienkach.

V rámci rešerše súčasného stavu danej problematiky bola zistená i skutočnosť, že na rozdiel od údržby trávnikov, z ktorých bolo publikovaných viacero prác (viac či menej obsiahlych), na práce súvisiace so strihom živých plotov nebola zistená jediná publikácia, čo konfrontáciu samotného postupu meraní i výsledkov značne komplikuje. Na druhú stranu je možné prácu pokladať za unikátnu s možnosťou poskytnúť námet na ďalšie skúmanie.

5.8 Overenie koeficientov

K overeniu koeficientov boli vybrané dostupné plochy a porasty. Na každej ploche, bolo hodnotené spolupôsobenie viacerých faktorov systémom koeficientov. Cieľom bolo porovnanie predpokladanej výkonnosti (zaťaženej subjektívnym hodnotením porastu) a skutočne dosiahnutej výkonnosti na sledovanej ploche. Overenie bolo vykonané pre žací stroj, plotostrih aj krovinorez, kedy sa pracovalo s produktívnou výkonnosťou W_{04} , tá vyjadruje množstvo práce vykonanej za produktívny čas (T_{04}) v ktorom je zahrnuté vedľa doby aktívne vykonávanej činnosti, taktiež čas pomocných činností (dolievanie nádrže), čas vedľajších činností (čistenie, údržba) a čas na odstránenie porúch.

5.8.1 Overenie koeficientov žacích strojov pri údržbe trávnatých plôch

Kosenie trávniku na veľkej rodinnej záhrade ručne vedeným motorovým žacím strojom HONDA HRG 416 PK s pracovným záberom 0,41 m a výkonom motora 2,8 kW a výkonnosťou v ideálnych podmienkach $W_0=0,085 \text{ ha.h}^{-1}$. Jednalo sa o 2 ročný stroj v priebehu sezónneho používania s pravidelnou údržbou, bez poškodenia noža, ktorý bol len mierne otupený. Maximálna vzdialenosť k miestu výsypu pokosenej trávnej hmoty bola 130 m. Výška porastu bola 60–80 mm. Trávnatá plocha bola na rovine, pravidelne kosená, s priemerným prírastkom biohmoty. Plocha bola členená na 3 samostatné plochy, pričom jedna bola oddelená zvýšenými terasami. Okraje trávinatej plochy boli výrazne členité a v samotnej ploche sa nachádzalo viacero prekážok, ktoré ale nebránili prejazdu stroja (Obr. 11. a Obr. 12.).



Obr.11 a Obr.12: Členitosť plôch rodinnej záhrady (foto autor).

Tab.41: Hodnotenie kosenej plochy a technického stavu stroja pomocou koeficientov.

Faktor	Vyhodnotený stupeň	Koeficient	Hodnota
Svahovitost' terénu	1	K_{ZS}	1,00
Členitost' terénu	4	$K_{ZČ}$	0,65
Charakter porastu	1	K_{ZC}	1,00
Technický stav stroja	3	K_{ZT}	0,79

Výpočet výkonnosti žacieho stroja pomocou koeficientov

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{ZS} \cdot K_{ZČ} \cdot K_{ZC} \cdot K_{ZT} \quad (\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (25)$$

kde:

W_0 – výkonnosť konkrétneho stroja v ideálnych podmienkach ($0,085 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$)

K_{ZS} – koeficient vplyvu svahovitosti riešeného územia (–)

$K_{ZČ}$ – koeficient vplyvu členitosti riešeného územia (–)

K_{ZC} – koeficient vplyvu charakteru porastu v riešenom území (–)

K_{ZT} – koeficient vplyvu technického stavu nasadeného stroja (–)

$$W_{04} = 0,085 \cdot 1,00 \cdot 0,65 \cdot 1,00 \cdot 0,79$$

$$W_{04} = \mathbf{0,0440 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}} \quad (\mathbf{440 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}})$$

Tab.42: Stanovenie skutočnej výkonnosti žacieho stroja na danej ploche.

Kosená plocha	(ha)	(m^2)
	0,1125	1125
Čas T_1	(h)	(h)
	1,31	1,31
Čas T_2	(h)	(h)
	0,8	0,8
Čas T_3	(h)	(h)
	0,2	0,2
Čas T_4	(h)	(h)
	0,0	0,0
Čas T_{04}	(h)	(h)
	2,31	2,31
W_{04}	($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$)	($\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)
	0,0490	490

Skutočne nameraná produktívna výkonnosť žacieho stroja bola $490 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ v porovnaní s výkonnosťou vyhodnotenou pomocou koeficientov, ktorá bola $440 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$. Rozdiel predstavuje 5,9 % produktívnej výkonnosti. Výsledok ukazuje veľmi reálne zhodnotenie udržiavanej plochy.

5.8.2 Overenie koeficientov krovínorezov pri údržbe trávnatých plôch

Vykášanie vzrastlého trávniku na poľnej ceste motorovým krovínorezom ABG 432 HB s výkonom motora 1,5 kW, výkonnosťou v ideálnych podmienkach $W_0=0,05 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ a strunovou pracovnou hlavou. Jednalo sa o 3 ročný stroj v dobrom technickom stave zodpovedajúcom hobby užívaniu. Výška porastu bola 450–550 mm a jednalo sa o prvé kosenie v danom roku. Trávnatá plocha bola na miernom svahu (priečnom a pozdĺžnom). Plocha býva pravidelne kosená 3-krát ročne, v jarnom období s výrazným prírastkom biohmoty. Povrch bol členitý vplyvom pojazdu automobilov a poľnohospodárskej mechanizácie (Obr. 13.).



Obr.13: Plocha trávniku na poľnej ceste (foto autor).

Tab.43: Zhodnotenie kosenej plochy pomocou koeficientov.

Faktor	Vyhodnotený stupeň	Koeficient	Hodnota
Svahovitosť terénu	2	K_{KS}	0,95
Charakter porastu	3	K_{KC}	0,81

Výpočet výkonnosti žacieho stroja pomocou koeficientov

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{KS} \cdot K_{KC} \quad (\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}) \quad (26)$$

kde:

W_0 – výkonnosť stroja v ideálnych podmienkach ($0,05 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$)

K_{KS} – koeficient vplyvu svahovitosti terénu (–)

K_{KC} – koeficient vplyvu charakteru porastu (–)

$$W_{04} = 0,05 \cdot 0,95 \cdot 0,81$$

$$W_{04} = \mathbf{0,0390 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}} \quad (\mathbf{390 \text{ m}^2\cdot\text{h}^{-1}})$$

Tab.44: Stanovenie skutočnej výkonnosti krovinorezu na danej ploche

Kosená plocha	(ha)	(m ²)
	0,1050	1050
Čas T₁	(h)	(h)
	1,9	1,9
Čas T₂	(h)	(h)
	0,2	0,2
Čas T₃	(h)	(h)
	0,4	0,4
Čas T₄	(h)	(h)
	0,3	0,3
Čas T₀₄	(h)	(h)
	2,8	2,8
W₀₄	(ha.h⁻¹)	(m².h⁻¹)
	0,0375	375

Skutočná produktívna výkonnosť krovinorezu bola 375 m².h⁻¹. Pomocou koeficientov bola vyhodnotená výkonnosť 390 m².h⁻¹. Rozdiel predstavuje asi 3 % produktívnej výkonnosti a s ohľadom na charakter operácie je takmer zanedbateľný.

5.8.3 Overenie koeficientov plotostrihov pri údržbe tvarovaných živých plotov

Strih tvarovaného živého plotu bol vykonaný plotostrihom STIHL HS 45 s pracovnou dĺžkou lišty 0,60 m a výkonom motora 0,75 kW s výkonnosťou v ideálnych podmienkach $W_0 = 135 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$. Jednalo sa o 4 ročný stroj v priebehu sezónneho používania s pravidelnou údržbou, bez poškodenia lišty, ktorej nože boli len mierne otupené. Strih živého plotu bol vykonaný dňa 12.5.2014. Živý plot sa nachádzal na rovine, pri okraji pozemku, ktorý ale nebránil dostupnosti zo všetkých strán. Živý plot bol pravidelne udržiavaný, ale nezapojený s drobnými výpadkami na ploche, strihaný 1-krát ročne, výšky 2,2 m, rastlinného druhu *Thuja* sp., pravdepodobne semenáč. Tvar živého plotu bol pyramídálny a strihali sa len bočné strany (Obr. 14. a Obr. 15.).



Obr.14 a Obr.15: Tvarovaný živý plot (foto autor).

Tab.45: Zhodnotenie tvarovaného živého plotu pomocou koeficientov

Faktor	Vyhodnotený stupeň	Koeficient	Hodnota
Veľkostné parametre	3	K_{PV}	0,61
Rastlinný druh	3	K_{PR}	0,90
Charakter porastu	2	K_{PC}	0,93

Výpočet výkonnosti plotostrihu pomocou koeficientov

$$W_{04} = W_0 \cdot K_{PV} \cdot K_{PR} \cdot K_{PC} \quad (\text{bm} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (27)$$

kde:

W_0 – výkonnosť stroja v ideálnych podmienkach ($135 \text{ bm} \cdot \text{h}^{-1}$)

K_{PV} – koeficient vplyvu veľkostných parametrov tvarovaného živého plotu (steny) (–)

K_{PR} – koeficient vplyvu rastlinného druhu tvarovaného živého plotu (steny) (–)

K_{PC} – koeficient vplyvu charakteru porastu v riešenom území (–)

$$W_{04} = 135 \cdot 0,61 \cdot 0,90 \cdot 0,93$$

$$W_{04} = \mathbf{68,9 \text{ bm} \cdot \text{h}^{-1}}$$

Tab.46: Stanovenie skutočnej výkonnosti plotostrihu na danom poraste.

Dĺžka živého plotu	(bm)
	360
Čas T₁	(h)
	3,7
Čas T₂	(h)
	0,53
Čas T₃	(h)
	0,3
Čas T₄	(h)
	0,0
Čas T₀₄	(h)
	4,53
W₀₄	(bm.h⁻¹)
	79,5

Skutočne nameraná produktívna výkonnosť plotostrihu bola 79,5 bm.h⁻¹ v porovnaní s výkonnosťou vyhodnotenou pomocou koeficientov, ktorá bola 68,9 bm.h⁻¹. Rozdiel predstavuje 7,9 % produktívnej výkonnosti a ukazuje na reálnosť použitých koeficientov pre vyhodnotenie stavu živého plotu.

Uvedené príklady ilustrujú ako je možné pre udržiavanú lokalitu posúdiť plochy a vegetačné prvky, kvantifikovať ich vplyv pri korekciách výkonnosti použitých strojov a porovnaním so skutočne dosiahnutými výkonnosťami aj reálnosť stanovených koeficientov.

6 DISKUSIA

Predložená práca bola vypracovaná s cieľom posúdiť faktory ovplyvňujúce efektivitu vybraných operácií údržby okrasných porastov a parkových plôch. Práca nadväzuje na predchádzajúce práce Ústavu zahradníckej techniky a výskumné projekty ZF MENDELU a VÚZT Praha, ktoré boli zamerané na hodnotenie výkonnosti, spotreby pohonných hmôt, nákladovosti a efektivity pracovných operácií v produkčnom záhradníctve. Práca tak rozširuje tento výskum aj do oblasti okrasného záhradníctva pre hlbšie poznanie vplyvov stanoviska a porastov na údržbové operácie.

Nedostatky plynúce z neodbornosti, zlého výberu a prevádzky strojov, či nedostatku financií sú základom pre hromadenie problémov, ktoré ďalej prehlbuje rozdielnosť lokalít a rozdielnosť ich nárokov na údržbu. V našich podmienkach nie je reálne ani dofinancovanie údržby zelene zo súkromného sektora podobne ako to je vo vyspelých krajinách EU a USA (SCHOOP *et al.*, 2011 s RIZZO, 2012). ŠIMEK, ŠTEFL (2014) správne hodnotia ako nutný základ pre práce v oblasti údržby zelene vypracovanie nástrojov pre výkon správy zelene (pasport zelene a pod.) ako východisko pre hospodárne využívanie rozpočtu. Uvádzajú i potrebu poznania štruktúry a druhov nákladov na údržbu, ktorá môže prispieť k racionalizácii údržby. Ďalším príkladom nejednoznačnosti je porovnanie funkčných typov a príklad nákladového paradoxu, ktorý uviedla KUPČÍKOVÁ (2012).

HORÁK, SVOBODOVÁ (2014), upozorňujú i na zaraďovanie trávnikov sídlisk a detských ihrísk do strednej triedy údržby, ktoré plynú z náročnosti údržby trávnikov v takýchto funkčných typoch, ale je s ohľadom na dôležitosť plôch a koncentráciu obyvateľstva nedostatočné.

Je možné súhlasiť s autormi ŠTEFL *et al.* (2013), ŠIMEK, ŠTEFL (2014), ktorí poukazujú na to, že diferenciácia intenzity udržiavacej starostlivosti zelene na základe intenzívnych tried nie je vždy rešpektovaná. Dôvodom nerešpektovania je i súvislosť s nákladovosťou údržby takejto plochy. Chybou je, že nedostatok finančných prostriedkov pre zabezpečenie udržiavacej starostlivosti je bežným javom a východiskom správcov zelene je potom znižovanie počtu zásahov, prípadne ich kvality, bez analýzy dopadov ŠTEFL (2014).

Práve kvalita vykonávaných operácií je kritérium, ktoré sa ohýba pod potrebou zefektívňovania údržby zelene v obciach. Neprihliada sa k faktorom, ktoré zvyšujú náročnosť údržby, dobu prevádzky strojov a práce pracovníkov, ale často sa ako meradlo

výkonnosti berie v úvahu najvýhodnejší stav. Neprihliada sa k dynamickému vývoju zelene, charakteru porastu a lokality, ale kladú sa požiadavky na pracovníkov tak, aby dosahovali efektivity ako v ideálnych podmienkach i na plochách znevýhodnených. Maximalizácia zisku sa tak prejavuje na zhoršenej kvalite údržbových prác a nekvalitná údržba zelene sa prejavuje zhoršením jej stavu (ŠTEFL *et al.* 2013). Tento stav podľa ŠIMEK, ŠTEFL (2014) navyše zhoršuje nedôsledná kontrola zo strany obstarávateľov, či správcov a nekontrolovanie dodržiavania štandardov vykonávaných prác (ČSN 83 9011–61, alebo Standardy péče o prírodu a krajinu).

V takýchto podmienkach je možné tvrdiť, že zaradenie do intenzívnych tried nemôže postačovať k zachovaniu, či dokonca zlepšovaniu kvality zelene. Je tak možné usudzovať, že napriek prínosom tohto delenia, môže byť práve ono dôvodom stavu zelene v našich podmienkach. Z praxe je totiž zrejmé, že firmy vykonávajúce údržbu zelene, sú pri obmedzení finančných prostriedkov (konkurenčný boj a tlak na zníženie cien vo verejnom obstarávaní) nútené znižovať kvalitu (ŠIMEK, ŠTEFL, 2014).

Práce niektorých autorov sa zaoberali rozborom úrovne nákladov v rámci údržby konkrétneho vegetačného prvku. Väčšina autorov sa obmedzila na vegetačný prvok – trávnik (parkový, lúčny, TTP a pod.), kde sa snažili zrealizovať teoretické náklady na údržbu, prípadne stanoviť koeficienty negatívne ovplyvňujúce prácu strojov. Výber a množstvo identifikovaných faktorov ale nezodpovedá všetkým vplyvom, ktoré môžu ovplyvniť efektívnosť údržby.

Z hľadiska výsledných hodnôt vytvorených koeficientov, je možné ich porovnať s výsledkami ďalších autorov. SYROVÝ *et al.* (2009), uvádza, že vplyv svahovitosti pozemku na exploatačné, energetické a ekonomické ukazovatele sa prejavuje predovšetkým na sklonoch vyšších ako 10°. V bežnej komunálnej oblasti je výskyt takýchto plôch skôr ojedinelý a stroje sa pohybujú väčšinou na rovine, prípadne len na miernom svahu do 8,5° (15,0 %) (HANDLER, WIPPL, 2004).

Výsledky práce ukazujú výraznejší vplyv od sklonu 9,0°. Vplyv sklonu 12,0° (limitná hodnota pre bežnú techniku) vykazuje koeficient zníženia výkonnosti 0,76. Vplyv mierneho svahu do 8,5° (15,0 %) vykazuje koeficient zníženia výkonnosti 0,93.

Taktiež STONAWSKÁ (2010), hodnotila zníženie výkonnosti na svahu. Zistené koeficienty zníženia výkonnosti strojov uvádzané autorkou sú v porovnaní s výsledkami práce vyššie (autorkine výsledky výraznejšie ovplyvňujú výkonnosť). Napríklad svahovitosť do 25 % ohodnotila autorka koeficientom 0,20 v porovnaní s koeficientom uvedeným v práci 0,66. Táto skutočnosť je zrejme spôsobená podmienkami nasadenia

strojov, kedy autorka vyhodnocovala stroje na lúčnych porastoch, kde je predpoklad horšieho stavu terénu, vyššieho vzrastu a hustoty porastu i vyššej vlhkosti. Pri porovnaní koeficientov zvýšenia spotreby pohonných hmôt vplyvom svahovitosti pozemku sú výsledky opačné. Napríklad pri svahovitosti do 25 % ohodnotila táto autorka navýšenie spotreby pohonných hmôt pri kosení trávneho porastu koeficientom 1,30 v porovnaní s koeficientom uvedeným v práci 1,45. Rozdiel je zrejme spôsobený zameraním malej mechanizácie na prácu v optimálnych podmienkach (rovina).

Práca hodnotila aj faktor charakteru porastu, ktorý v praxi veľmi dobre ovplyvňuje kvalita založenia trávniku, ale najmä pravidelnosť údržby. Koeficienty vplyvu tohto faktoru zistené v práci dosahujú hodnôt v rozmedzí 1,00–0,41. CELJAK, ŠÍSTKOVÁ (2013) uvádzajú vplyv charakteru porastu odvodený od produkcie trávnej hmoty v rozsahu 2,8–4,6 t.ha⁻¹, čo pri jednoduchom percentuálnom prepočte predstavuje hodnotu koeficientu 1,00–0,61. Rozdiely môžu byť spôsobené termínom meraní autorov, ktorý neuvádzajú a ktorý môže najmä v letných mesiacoch, pozitívne ovplyvňovať produkciu trávnej hmoty.

V práci je zohľadnený aj trávnik extravilánu s veľmi nepravidelnou údržbou, ktorý bol hodnotený veľmi nepriaznivým koeficientom 0,41.

V komunálnej oblasti je najčastejšie riešeným faktor členitosti pozemku. SYROVÝ *et al.* (2008) uvádza súčiniteľ otáčania v rozmedzí 0,80–0,95. Tento koeficient reaguje na členitosť pozemku, prekážky v dráhe jazdy a pod. CELJAK (2000, 2012, 2014) vo svojich prácach popisuje súčiniteľ časového využitia stroja, ktorý je udávaný v rozmedzí 0,65–0,90 a opäť súvisí s pracovnými a nepracovnými pojazdami mechanizácie ovplyvnenými členitosťou pozemku. Výsledky práce uvádzajú hodnoty koeficientu členitosti pozemku v rozmedzí 1,00–0,52, čo veľmi dobre odpovedá výsledkom CELJAK (2000, 2012, 2014). Rozdiely v porovnaní s výsledkami SYROVÝ *et al.* (2008) sú spôsobené skutočnosťou, že autor hodnotil vplyv členitosti pozemku na trvalých trávnych porastoch, ktoré sú charakteristické nižšou členitosťou a väčšími plochami.

Výsledky práce, zamerané na koeficienty údržby tvarovaných živých plotov a stien, je možné napriek nedostatku literárnych zdrojov, porovnať napríklad s cenníkmi prác ÚRS (KROS). Koeficienty veľkostných parametrov boli v práci stanovené v rozmedzí 1,00–0,19. Tvarované živé ploty a steny spadajúce do stupňa 5 s hodnotou koeficientu 0,19 v cenníkoch ÚRS nefigurujú. Cenníky obsahujú 3 kategórie živých plotov, ktoré približne zodpovedajú stupňom 1–4 používaným v tejto práci s koeficientmi

v rozmedzí hodnôt 1,00–0,40. Pri porovnaní skladby ceny údržby v cenníkoch, je možné stanoviť použité koeficienty v rozmedzí 1,00–0,75. Rozdiely sú spôsobené práve väčšími rozpätiami jednotlivých kategórií v cenníkoch, ktoré dostatočne nereflektujú na zvýšenie objemu živých plotov a stien už pri malej zmene veľkostných parametroch. Túto skutočnosť kritizoval i HAMATA (2013) a bola popísaná i príspevku MAŠÁN (2013).

Výsledky práce predstavujú možný nástroj pre presnejšiu kalkuláciu nákladov v existujúcej, alebo plánovanej údržbe zelene. Využitím výsledkov predkladanej práce je možné pri vykonávaní údržby podľa intenzívnej triedy samotnú údržbu zelene racionalizovať.

- Prvou možnosťou je prispôbenie existujúceho vegetačného prvku (zmena tvaru, veľkosti, rastlinného druhu a pod.) napr.: znížiť vzrastlú výšku vysokého tvarovaného živého plota na výšku 1,0 m, ktorá je vzhľadom na efektivitu údržby najideálnejšia. Prípadne upraviť typ vegetačného prvku na základe kľúčových faktorov ovplyvňujúcich údržbu (dostupnosť, bujnosť rastu, svahovitosť terénu) zmenou zaradenia napr.: trávnik parkový na svahovitosti terénu 15 % zmeniť na trávnik lúčny (kvitnúcu lúku), v ktorom údržbové zásahy nie sú tak časté a svojím charakterom by určite spestril priestor.
- Využitie koeficientov náročnosti údržby už v štádiu návrhu zelene predstavuje druhú možnosť. Faktory umožňujú porovnať náročnosť údržby viacerých variant návrhov s relatívne presným vyčíslením nákladov. Je tak možné zvoliť variantu, ktorej údržbu obecný rozpočet pokryje, alebo určiť objekty, ktoré náročnosťou údržby prevyšujú možnosti obce vykonávať tieto práce.
- Tretou možnosťou je využiť koeficienty pre zrealnenie nákladov údržby existujúcej zelene. Potrebné je vyhodnotenie stavu udržiavanej zelene podľa koeficientov a údržbu plánovať i realizovať zodpovedajúcim spôsobom. Práve výsledky práce predstavujú možný spôsob vyhodnotenia stavu udržiavanej lokality a vyvodenie príslušných záverov.

Príkladom širšieho využitia výsledkov je aj porovnanie efektivity kosenia so zberom a mulčovaním. I keď technológia údržby v podobe mulčovania trávnikov je obecné považovaná za výhodnejšiu, pri bližšom skúmaní a najmä konečnom rozhodnutí o uplatnení technológie je potrebné zvážiť nasledovné obmedzenia. Mulčovaním je možné odoberať z porastu len minimálnu časť stebiel (bežne 20–40 mm ČSN 83 9051) tak, aby

bolo možné tieto steblá dokonale rozmulčovať z dôvodu ich prepadnutia cez trávnik na povrch pôdy. S touto podmienkou súvisí vhodnosť nasadenia mulčovačov len na suchšie obdobie počas vegetácie (ideálne letné obdobie), počas ktorého steblá tráv nedorastajú tak rýchlo ako v jarnom a jesennom období. Alebo nutnosť častejšieho vykonania operácie. Tým pádom, ale ekonomičnosť nasadenia mulčovača nie je tak jednoznačná. Výsledkom je, že stroj nájde využitie len v určitom ročnom období a jeho vyťaženosť zrejme nebude dostatočná, alebo zvýšením počtu zásahov potrebných na udržiavanie trávniku takouto technológiou nebude ekonomický efekt v podobe úspory tak priaznivý.

Vypracované metódy hodnotenia porastov v 5 stupňoch predstavujú originálny spôsob posudzovania vplyvu najrôznejších faktorov na výkonnosť a nákladovosť údržby zelene. Spracované nomogramy predstavuje koncentrovanú, názornú a prakticky dobre využiteľnú formu výsledkov práce. Užívateľ má možnosť pri znalosti konkrétnych podmienok údržby v danej lokalite a využití deskriptorov s veľkou presnosťou určiť možnú dosahovanú výkonnosť nasadzovanej techniky. V rámci manažmentu údržby zelene je ich použitie vhodné pri korekcií výkonnosti použitých strojov pre presnejšie ekonomické kalkulácie cien údržbových prác i nasadenia techniky a personálu.

Prínosom práce je i možnosť implementovania výsledkov do existujúcich systémov spravujúcich zeleň (GIS systémy napr.: Správa sídelní zeleně – Florart), alebo rozpočtovacích systémov (KROS, URS a pod.), ktoré tak budú môcť poskytnúť užívateľom ďalší benefit a umožnia uplatniť zásady precíznej starostlivosti i v podmienkach údržby a manažmentu zelene. Rozšírenie úrovne poznania o informácie náročnosti údržby (spotreby pracovného času) v kombinácii s potrebou pracovnej sily, technickej vybavenosti strojov, odbornej spôsobilosti pracovníkov sa tak stane podkladom pre plánovanie údržby založenej na efektívnom využívaní ľudského i technického potenciálu.

7 ZÁVERY PRE PRAX

Kvantifikovaný vplyv faktorov na procesy údržby zelene umožňujú formulovať zásady pri zakladaní zelene. Zásady vyjadrujú plánovitý prístup k zakladaniu s ohľadom na využitie mechanizačných prostriedkov pri jej budúcej údržbe tak, aby udržiavané porasty zodpovedali najnižším stupňom jednotlivých faktorov.

Z výsledkov práce vyplynul vedľa faktoru **vplyvu svahu** ako najvýznamnejší a najčastejšie riešený faktor **charakteru porastu**, a to pri všetkých sledovaných typoch mechanizačných prostriedkov (žacie stroje, plotostrihy aj krovinorezy).

Vo väčšine prípadov je miera vplyvu závislá od pravidelnosti a kvality predchádzajúcej údržby aj keď v niektorých prípadoch, najmä vplyvom poveternostných podmienok a oneskorenej údržby, jeho vplyv ďalej rastie.

S ohľadom na možnosti ovplyvnenia už v štádiu plánovania plôch je najlepšie riešiteľným faktorom pri žacích strojoch **členitosť pozemku** a pri tvarovaných živých plotoch a stenách faktor **veľkostných parametrov**.

Na základe výsledkov práce, ktorá uvádza vplyv jednotlivých faktorov na výkonnosť, spotrebu pohonných hmôt a na efektivitu údržby, je možné formulovať niektoré doporučenia pre návrh porastov s ohľadom na využívanie mechanizácie pri ich údržbe.

7.1 Zásady návrhu trávnatých porastov

Pri návrhu trávnikových plôch je potrebné zohľadňovať:

- prejazdnosť žacieho stroja (šírka stroja a šírka žacieho ústrojenstva), ktorá ovplyvní potrebnú šírku ciest, rozstupy medzi stromami, krami a pod. i vzdialenosť od okrajov
- manévrovaciu schopnosť malotraktora (polomer otáčania, svetlá výška podvozku, svahová dostupnosť)
- možnosti odvozu pokosenej hmoty (vybavenie malotraktora výklopným zásobníkom, prístupová cesta pre odvoz pokosenej hmoty i možnosti likvidácie biohmoty)

- zvažovať umiestnenie každej prekážky v trávniku (ostrovčeky krov, stromov, oplotenie, obrubníky, odpadkové koše, osvetlenie, kamene a pod.), ich vzájomné vzdialenosti, rozstupy
- pri návrhu stavebných doplnkov a mobiliáru zohľadňovať vznik možných bariér pre prístup a pohyb mechanizačných prostriedkov (napr. ich umiestňovanie na ostrovčeky so spevnenou plochou), využitie pojazdu pri ručne vedených žacích strojoch, možnosti prípadného mulčovania porastu s ponechaním hmoty na ploche
- stanovenie intenzity údržby trávniku na danom stanovišti (napr. charakter porastu ovplyvňuje pravidelnosť kosenia a výskyt drevnatejúcich burín)
- na svahovitých plochách zbytočne nezvyšovať členitosť kompozície návrhom ďalších prvkov
- technické riešenie ohraničenia trávnikov prispôbiť pohybu mechanizácie (napr. náhrada pravých uhlov, úprava rohov pozemkov, príliš členené okraje), súčasne pamätať na potrebu nájazdu žacích strojov na plochu (napr. riešením znížených obrubníkov, nájazdov, alebo nájazdových rámp)

7.2 Zásady návrhu tvarovaných živých plotov a stien

- Pri návrhu a údržbe tvarovaných živých plotov a stien je potrebné zohľadňovať:
- výber druhov drevín pre živý plot, najmä s ohľadom na výšku, priemery a charakter výhonov a drevnatejúcich častí (ovplyvní voľbu intenzity údržby a spôsobu zásahu, dĺžku nadstavcov a technického prevedenia strojov, nutnosť použitia plošín, rebríkov)
 - umiestnenie živých plotov v priestore najmä s ohľadom na prekážky a zaistenie dostupnosti k porastu (oplotenie, spadnuté konáre, nálety v poraste, pouličné osvetlenie, dopravné značenie, okraje komunikácií)
 - možnosti zberu a likvidácie ostrihanej hmoty (rozprestretie zbernej fólie, vyčistenie porastu, odvoz hmoty)
 - pri návrhu veľkostných parametrov živých plotov a stien uprednostňovať rozmery zodpovedajúce stupňu 1. (koeficient 1,00)

7.3 Uplatnenie výsledkov práce v prevádzkovej praxi

Pre udržiavanú lokalitu je potrebné posúdenie plochy i jednotlivých vegetačných prvkov v rámci manažmentu údržby zelene a ich vhodné použitie pri korekcií výkonnosti použitých strojov v duchu Kap. 5.8. Takto získané údaje poslúžia pre presnejšie ekonomické kalkulácie cien údržbových prác i nasadenia techniky a personálu.

Nevhodné umiestnenie prvkov, nedomyslené kompozície s využitím mobiliáru, zlé riešenie prístupu na udržiavané plochy, nekvalitné vykonanie stavebných alebo montážnych činností a pod., znamená vždy navýšenie stupňa vplyvu niektorého z faktorov. To sa vždy prejaví znížením výkonnosti so všetkými dôsledkami. Príklady nevhodných i doporučených riešení sú uvedené v Prílohe 10.1.

8 ZÁVER

Stav parkových plôch, plôch verejnej zelene, sídliskovej zelene a ďalších je vždy výrazne ovplyvnený kvalitou udržiavacej starostlivosti. Plánovanie rozsahu údržby a finančných prostriedkov na jej zaistenie, väčšinou vychádza z ich plošného rozsahu, bez akéhokoľvek rešpektovania charakteru porastu a podmienok v ktorých sa údržba realizuje. Pri plochách, ktorých údržba je odborne a finančne najzložitejšia, ako sú napríklad členité kompozície, doplnené skupinami krov a často tiež mobiliárom, alebo plochy s tvarovanými živými plotmi, sa potom stretávame s najhoršou kvalitou stavu porastov.

Dizertačná práca bola vypracovaná s cieľom analyzovať faktory, ktoré ovplyvňujú výkonnosť a spotrebu energie pri údržbe okrasných porastov a parkových plôch. V súlade s metodikou práce sú tu zhrnuté výsledky veľkého množstva experimentálnych sledovaní pri žacích strojoch, krovinorezoch a plotostrihoch, vykonávaných v rozdielnych podmienkach na rôznych lokalitách.

Celkovo bolo sledovaných 8 typov žacích strojov, jeden mulčovač, 6 plotostrihov, tyčových plotostrihov a plotostrižných nastavcov a 5 krovinorezov. Celkový počet sledovaných faktorov bol 13 a počet meraní presiahol 500.

Obecne je známe, že napríklad svahovité terény znižujú dosahovanú výkonnosť, alebo že členitosť kompozície zvyšuje náročnosť údržby a pod. Výsledky práce sa snažili tieto známe predpoklady presnejšie vymedziť a pre najdôležitejšie údržbové operácie vytvoriť prakticky využiteľný systém. S jeho pomocou je následne možné pri rešpektovaní charakteru porastu a ďalších podmienok dosiahnuť presného stanovenia výkonnosti, potreby času a nákladov. Vypracované metódy hodnotenia porastov v 5 stupňoch predstavujú originálny spôsob posudzovania vplyvu najrôznejších faktorov na výkonnosť a nákladovosť údržby zelene.

Pri žacích strojoch je vplyv svahovitosti na výkonnosť stále považovaný za najvýznamnejší. Z výsledkov práce je zrejmé, že hodnota koeficientu svahovitosti v stupni 1–4 bola vyčíslená na 1,00–0,76. Z ďalších výsledkov je možné uviesť hodnoty koeficientov vplyvu veľkostných parametrov živých plotov na výkonnosť plotostrihov, ktoré pre stupeň 1–5 nadobúdajú hodnôt 1,00–0,19. Pri krovinorezoch je dôležitým parametrom vplyv charakteru porastu. V práci je tento vplyv kvantifikovaný pre stupeň 1–5 hodnotou 1,00–0,58.

System hodnotenia faktorov, ktoré ovplyvňujú náročnosť mechanizovaných operácií, dovoľuje reálne vyjadriť nákladovosť údržby, je využiteľný i pri návrhoch aj realizáciách parkových a záhradných úprav, čo je napokon vyjadrené spracovaním záverov pre pax. System súčasne poskytuje informácie pre stanovenie budúcich nákladov údržby a pre ekonomické porovnanie rôznych variant údržby plôch.

Prínosom práce je i možnosť implementovania výsledkov do existujúcich systémov spravujúcich zeleň, ktoré tak umožnia uplatniť zásady precíznej starostlivosti i v podmienkach údržby a manažmentu zelene.

Súbor informácií o náročnosti údržby (spotreby pracovného času) v závislosti na lokálnych podmienkach sa tak stáva podkladom pre plánovanie údržby založenej na efektívnom využívaní ľudského i technického potenciálu.

9 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A ZDROJOV

1. ABRHAM, Z. 1995. *Stanovení a ekonomické hodnocení nákladů na mechanizované práce v zemědělství*. ÚZPI, Praha, 36 s. ISSN 0231-9470
2. ABRHAM, Z. 1996. *Náklady na provoz zemědělských strojů: Traktory a samojízdné stroje*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 42 s. Mechanizace. ISBN 80-7105-116-0
3. ABRHAM, Z. 1996. *Náklady na provoz zemědělských strojů: Přípojné mechanizační prostředky*. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 53 s. ISBN 80-7105-119-5
4. ABRHAM, Z. 1996. *Náklady na provoz zemědělských strojů: Mechanizační prostředky pro posklizňové operace, skladování, dopravu a manipulaci*. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 42 s. ISBN 80-7105-120-9
5. ABRHAM, Z. *et al.* 1998. *Náklady na provoz zemědělských strojů*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 56 s. Ekonomika. ISBN 80-7105-169-1
6. ABRHAM, Z. 2007. *Technické a technologické normativy pro zemědělskou výrobu: příručka pro praxi a poradenství*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 60 s. ISBN 978-80-86884-26-4
7. ABRHAM, Z. 2008. *Provozní a investiční náklady na stroje*. [Produktional and investment costs for machines]. In KAVKA, M. *et al.* *Výběr z normativů pro zemědělskou výrobu ČR pro rok 2008/2009*. Praha: ÚZPI, 224–252 s. ISBN 978-80-7271-198-7
8. ABRHAM, Z., KOVÁŘOVÁ, M. 2008. *Informační a expertní systém pro podporu rozhodování v oblasti technologických systémů rostlinné výroby*. [Informative and expert systems for support decision making in the technological systems crop production]. In *Využití zemědělské techniky pro trvale udržitelný rozvoj: sborník referátů z mezinárodn vědecké konference, 22.–23.5.2008 v Lednici*. Lednice: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 103–111 s. ISBN 978-80-7375-177-7

9. ABRHAM, Z. *et al.* 2010. *Provozní náklady zemědělských strojů*. [Produktion Costs of Farm Machines]. Internetový databázový program pro výpočet provozních nákladů zemědělských strojů. Program je přístupný na internetové stránce řešitele www.vuzt.cz v rubrice Expertní systémy, VÚZT v.v.i. Praha
10. ABRHAM, Z., HEROUT, M. 2013. Analýza využití a obnovy traktorového parku. [Analysis of usage and reproduction of tractor fleet]. In *Komunální technika*. VII(5):6, ISSN 1802-2391
11. ALLAIN, Y., M., CHRISTIAN, J. 2006. *L'art des jardins en Europe: de l'évolution des idées et des savoir-faire*. Paris: Citadelles & Mazenod. ISBN 9782850880872
12. ALTMANN, V., MIMRA, M., ANDRT, M. 2007. Ekonomika péče o trvalé travní porosty. In PLÍVA, P., JELÍNEK, A. *Údržba trvalých travních porostů v marginálních podmínkách*. Praha: VUZT Praha, s 39–43. ISBN 978-80-86884-22-6
13. ALTMANN, V., MIMRA, M., ANDRT, M. 2010. Stanovení objemového množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) pro řešení logistiky svozu. In *Biom.cz* [online]. 2005-09-21 [cit. 2016-01-07]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stanoveni-objemoveho-mnozstvi-biologicky-rozlozitelneho-komunalniho-odpadu-brko-pro-reseni-logistiky-svozu>>. ISSN: 1801-2655
14. BAUMGARTEN, H. 2013. Grünflächenmanagement – eine Kernaufgabe. Politische Diskussion zur Qualität und Organisation von Stadtgrün in Städten führen. In *Stadt und Grün*. 62(1):7–10. ISSN 0948-9770
15. BECKER, C. 1994. Das Problem der Folgekosten: Konsequenzen für die Planung von öffentlichen Grünflächen. In *Neue Landschaft*, č. 1994(4):764–771
16. BETHGE, A. 2005. *Kommunale Fahrzeuge-Maschinen-Geraete-Anlagen-Zubehoer*. Villingen: Hermann Kuhn, 430 p
17. BROWN, J. 2000. *The modern garden*. 1st ed. New York: Princeton Architectural Press. ISBN 9781568982380
18. BOUILLON, J. 2005. Staudenmatten – Neue Ansätze zur Gestaltung und Pflege urbaner Freiräume. In *Stadt und Grün*. 54(3):36–41. ISSN 0948-9770
19. BULIŘ, P. 1987. *Inventarizace, evidence a pasportizace rozptýlené zeleně*. Půhonice: OBIS Výzkumný a šlechtitelský ústav okrasného zahradnictví, s 13–55

20. BURG, P., ZEMÁNEK, P. 2006. Provozní náklady malé mechanizace využívané při údržbě okrasné zeleně. In *Inspirace* 2006(4):16–17
21. BURG, P., ZEMÁNEK, P. 2006. *Vinohradnická mechanizace: ekonomika pěstitelských systémů*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7375-018-X.
22. BURG, P., ZEMÁNEK, P. 2007. Modelování nákladů na mechanizační prostředky při údržbě trvalých travních porostů. In PLÍVA, P., JELÍNEK, A. *Údržba trvalých travních porostů v marginálních podmínkách*. Praha: VUZT Praha, 59–63 s. ISBN 978-80-86884-22-6
23. CAGAŠ, B. 2011. *Zakládání a ošetřování krajinných trávníků a travnatých ploch veřejné zeleně: certifikovaná metodika*. Vyd. 1. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 65 s. ISBN 978-80-254-9834-7
24. CAMPANELLA, B. *et al.* 2008. Urban tree management in walloon municipalities: overview of available means. In *Biotechnologie agronomie societe et environnement*. 12(3):239–244. ISSN: 1370-6233
25. CELJAK, I. 2000. *Malá farmářská, zahradní a komunální mechanizace: interní učební text*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 221 s
26. CELJAK, I. 2012. Podíl výkonnosti žacího stroje a provozních nákladů. In *Komunální technika*. 6(12):20–23. ISSN 1802-2391
27. CELJAK, I., ŠÍSTKOVÁ, M. 2013. Analýza parametrů komunálních žacích strojů. In *Komunální technika*. Vědecká příloha VII(5):54–57, ISSN 1802-2391
28. CELJAK, I. 2014. Výkonnost při údržbě travnatých ploch sečením. In *Komunální technika*. 8(5):18–21. ISSN 1802-2391
29. CLARK, J. R. *et al.* 1997. Model of Urban Forest Sustainability. In *Journal of Arboriculture*. 23(1):17–30
30. ČERNOCH, V. 2012. Ochrana životního prostředí a nízký rozpočet na ošetřování – dva důvody pro „low input“ trávníky In *Trávníky 2012: zakládání a ošetřování low-input trávníků, choroby a škůdci trav*. Hrdějovice: Agentura BONUS. 5–7 s. ISBN 978-80-86802-18-3
31. DOBNER, M. 1996. Betriebswirtschaftliche Steuerung der kommunalen Grünflächenpflege. In *Stadt und Grün*. 45(9):632-634. ISSN 0948-9770
32. FATKA, R. 2011. *Systém řízení údržby veřejné zeleně v městské zástavbě průmyslové aglomerace*. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

33. FRÝČ, J. 2010. Výzkum aplikací geoinformačních technologií v systémech nakládání s odpady Dizertační práce, Mendelova univerzita v Brně, Lednice, 105 s
34. GERBER, F. 2005. Spindel- Sichel- oder Schlegelmäher. Mit dem Schlegelmäher die Betriebskosten bei der Grünflächenpflege senken. In *Der Gartenbau*, 15/2005
35. GERNDTOVÁ, I., SYROVÝ, O. 2011. Perspektivy dopravy v zemědělství. In *Mechanizace zemědělství*, 61(6):52–58. ISSN 0373-6776
36. GORGOL, A. 2007. *Neighbourhood Improvement Districts. Mit dem BID-Konzept zur Aufwertung städtischer Wohnquartiere?* Diplomarbeit an der HafenCity Universität Hamburg
37. GREČENKO, A. 1994. *Vlastnosti terénních vozidel*. Vysoká škola zemědělská v Praze, Praha, 1994, 118 p
38. GREČENKO, A. 1984. Pohyb zemědělských vozidel na příkrých travnatých svazích. In *Zemědělská technika*. 30(6):50–58.
39. GUTU, D. *et al.* 2011. Výzkum technologie řízených přejezdů po pozemcích. In *Mechanizace zemědělství*, 2011, 61(8):46–50. ISSN: 0373-6776
40. HAMATA, M. 2000. *Zakládání a údržba zeleně I*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 135 s. ISBN 80-213-0585-1
41. HAMATA, M., 2013. Stanovení ceny zakázky zahradnických prací. In *Zahradnictví*. XII(8):64–67. ISSN 1213-7596
42. HANDLER, F., WIPPL, J. 2004. Special machinery for forage harvesting on steep slopes in alpine regions. In *Book of Abstracts, Part 1 "Engineering the Future" - AGENG Leuven (Belgium)*, 12–16
43. HEITMANN, G. 1998. Pflege und Unterhaltung der öffentlichen Grünanlagen Berlins. In *Stadt und Grün*. 47(8):581–584. ISSN 0948-9770
44. HRABĚ, F. 2007. *Vzdělávání v oblasti rozvoje a údržby zeleně: souborný studijní materiál*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 316 s. ISBN 978-80-7375-108-1
45. HRABĚ, F. 2009. *Trávníky pro zahradu, krajinu a sport*. Olomouc: Petr Baštan, 335 s. ISBN 978-80-87091-07-4
46. HRABĚ, F., KRAUSOVÁ, A. 2009. Effect of mulching on phytomass structure and grassland succession. In *Grassland Science in Europe: Alternative functions of Grassland*. 1. vyd. Brno: Organising Committee of the 15th European Grassland Federation Symposium 132–135. ISBN 978-80-86908-15-1

47. HRUBÝ, M. 2015. Ekonomika provozu profesionální žací techniky SCAG. In *Komunální technika*. IX(3):48–49, ISSN 1802-2391
48. HORÁK, J. SVOBODOVÁ, M. 2014. Trávníky veřejné městské zeleně v pražské - intenzita péče a závlaha. In *Trávníky 2014: trávníky ve městech*. Hrdějovice: Bonus, 7–9 s. ISBN 978-80-86802-19-0
49. HURYCH, V. et al. 2011. *Tvorba zeleně: sadovnictví - krajinářství*. Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola ve spolupráci s Grada Publishing. 22 s. ISBN 978-80-904782-0-6
50. CHYBA, J. et al. 2013. Proposals for field work rides and their optimization according to shape of land. In *Engineering For Rural Development 23.05.2013*, Jelgava. Jelgava: 111–114
51. IVÁNEK, R. 2013. Klesající kvalita realizací sadovnických děl je zbytečná?!. In *Inspirace 2013(1)*:13–14
52. JEDICKE VON, E. et al. 1996. *Praktische Landschaftspflege: Grundlagen und Maßnahmen; 62 Tabellen*. 2., verb. und erw. Aufl. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer. 310 s. ISBN 9783800141241
53. JELÍNEK, A. et al. 2000. *Malá mechanizace*. 1.vyd. Praha: Agrospoj, 267 s.
54. KAVKA, M. et al. 2003. *Normativy zemědělských výrobních technologií: pěstební a chovatelské technologie a normativní kalkulace (práce, materiál, energie, náklady, produkce, tržby, příspěvek na úhradu fixních nákladů)*. 4. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Ministerstvo zemědělství České republiky, 360 s. ISBN 80-7271-135-0
55. KAVKA, M. 2006. *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu: technologické, technické a ekonomické normativní ukazatele*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 400 s. ISBN 80-7271-163-6
56. KAVKA, M. 2007. *Návrh metodiky pro zjištění zvýšení základní sazby příspěvků LFA vlivem vysoké svahovitosti půdního bloku*. VÚZE Praha.
57. KIRCHER, W. 2003. Viel Platz für wenig Pflege – Ideen für das Stadtgrün im Zeitalter von Abrissflächen und geschröpften Grünflächenämtern. In *Stadt und Grün 2003(7)*:40–45. ISSN 0948-9770
58. KIRNBAUER, M. C. et al. 2009. A prototype decision support system for sustainable urban tree planting programs. In *Urban Forestry & Urban Greening*. 8(1):3–19. ISSN 1618-8667.

59. KNACK, R. E. 2009. Parks in Tough Times. In *Planning*. 75(10):22–27, Nov. 2009. ISSN 0001-2610
60. KOLB, W. 2008. Živé ploty a stěny: ochrana proti hluku a nežádoucím pohledům. 1. vyd. Praha: Grada, 148 s. ISBN 978-80-247-2514-7
61. KOLLÁROVA, M. *et al.* 2007. *Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007. 53 s. ISBN 978-80-86884-20-2
62. KOUTNÝ, J. 2010. Část C - Funkční složky: C. 5 Zeleň. In *Principy a pravidla územního plánování* [online]. Praha: Ústav územního rozvoje, [cit. 2015-09-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-a-pravidla-uzemniho-planovani/kapitolaC/C5-2013.pdf>>
63. KRAUS, Z. 1996. Malá zemědělská mechanizace. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1996. ISBN 80-7105-132-2
64. KROUPA, J. 2004. *Dějiny a teorie zahradního umění (History and theory of the art of gardening)*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita Brno, Filozofická fakulta, e-book 002
65. KRINSKY, J., SIMONET, M. 2011. Safeguarding Private Value in Public Spaces: The Neoliberalization of Public Service Work in New York City's Parks. In *Social Justice* 38(1/2):123–124. Social Justice/Global Options: 28–47
66. KROULÍK, M. *et al.* 2010. Omezení četnosti přejezdů mechanizačních prostředků po pozemcích. In *Mechanizace zemědělství*, 60(5):54–57. ISSN: 0373-6776.
67. KUBÍN, K., PEXA, M. 2010. Program pro výpočet ukazatelů dopravních operací. In *Mechanizace zemědělství*, 60(6):70–75. ISSN: 0373-6776
68. KUČERA, P. *et al.* 2004. *Zásady péče o urbánní prostředí. Předběžná zpráva*. MŽP Praha, 34 s., a přílohy.
69. KUČERA, P. a kol. 2014. *Úmluva o krajině: Landscape inconvenience: důsledky a rizika nedodržování Evropské úmluvy o krajině*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 183 s. ISBN 978-80-7375-967-4

70. KUPČÍKOVÁ, Z. 2012. Vyhodnocení charakteru hustoty zástavby a jejího vlivu na místní ekonomiku (provozní a investiční náklady). In *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*. 2012(1). ISSN 1805-3246. [online] 2012, [cit. 2015-12-06]. Dostupné z: <<http://www.regionálnírozvoj.eu/201201/vyhodnoceni-charakteru-hustoty-zastavby-jejeho-vlivu-na-místni-ekonomiku-provozni-investicni>>
71. LEDERER, J. 1996. Současné problémy správ zeleně. In *Luhačovice 1996: Voda, normy, projektová dokumentace, správa zeleně*. Luhačovice: SZKT, s. 28–30.
72. LINDHOLST, A., C. 2008. Improving contract design and management for urban green-space maintenance through action research. In *Urban Forestry & Urban Greening*. 7(2):77–91, Environment Complete, EBSCOhost, viewed 22 November 2015
73. LOGAN, W., B. 1998. *Das grosse Buch der Gartengeräte*. Köln: Könemann. ISBN 9783829004473
74. MAGNI, A. 2013. Obytné soubory 1945-1989: prostor pro nové postupy a technologie v zahradně architektonické praxi. In *Acta Pruhoniciana*. 104:59–69. ISSN 0374-5651. [online] 2013, [cit. 2015-09-18]. Dostupné z: <http://www.vukoz.cz/acta/dokumenty/acta_104/Acta-104_komplet-cz.pdf>
75. MACHOVEC, J. 1982. *Sadovnická denrologie*, PRAHA: Státní pedagogické nakladatelství, 246 p
76. MAREŠOVÁ, K., KOLLÁROVÁ, M. 2009. Obhospodařování TTP a realizačních opatření v rámci ÚSES. [Management of permanent grasslands and implementation measures within the Territorial System of Environmental Stability]. In *Mechanizace zemědělství*, 59(3):62–66
77. MARHOLD, K. 1996. *Sídla – urbanistická typologie II*. 2. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT. 231 s. ISBN 80-01-01467-3
78. MAŠÁN, V. 2013. Analýza prevádzkových nákladov plotostrihov a faktorov ovplyvňujúcich ich prevádzku pri reze a tvarovaní živých plotov. In *KAŠŠÁK, P., VOJTÍŠKOVÁ, J., PEŇÁZOVÁ, E. Konference studentů doktorských programů Zahradnické fakulty*. 1. vyd. Brno: Mendelova Univerzita v Brně, s. 35–42. ISBN 978-80-7375-896-7.
79. MAŠÁN, V., LUDÍN, D. 2014. Provozní náklady malé mechanizace pro údržbu tvarovaných živých dřevin. In *Zahradnictví*. 8(2):52–54. ISSN 1213-7596

80. MAŠÁN, V., ZEMÁNEK, P. 2014. Vliv habitu tvarovaných živých plotů na náročnost jejich údržby. In *Nové trendy v návrhu a využití strojů v agropotravinářském komplexu a odpadovém hospodářství*. 1. vyd. Praha: Culs, 209–214 s. ISSN 1802-2391
81. MAŠÁN, V., ZEMÁNEK, P. 2015. Vybrané faktory ovlivňují provoz strojů při údržbě travnatých ploch. In JEDLIČKA, J. *ZÁHRADNÍCTVO 2015*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015, 180–187 s. ISBN 978-80-552-1349-1
82. MATIOVÁ, S. 2013. *Hodnocení kvality udržovací péče o vegetační prvky a plochy veřejné zeleně*. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Lednice
83. MILBACHROVÁ, L. 2012. Vliv kvality životního prostředí na ceny nemovitostí. In *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*. 2012(1). ISSN 1805-3246. [online] 2012, [cit. 2015-12-06]. Dostupné z: <<http://www.regionálnírozvoj.eu/201201/vliv-kvality-zivotniho-prostredi-na-ceny-nemovitosti>>
84. MIMRA, M., ALTMANN, V., KOLLÁROVÁ, M. 2007. Využití strojů pro údržbu trvalých travních porostů. [Utilisation of machines for permanent grassland maintenance]. In *Zemědělská technika a biomasa 2007: sborník přednášek z mezinárodní odborné konference 21.11.2007 v Praze*. Praha: VÚZT, 4:120–123. ISBN 978-80-86884-24-0
85. MIMRA, M., ALTMANN, V., PLÍVA, P. 2009. *Ekonomická hodnocení doporučených postupů při zakládání a obhospodařování prvků ÚSES v zemědělské krajině se zaměřením na trvalé travní porosty*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 24 s. ISBN 978-80-86884-47-9
86. MIMRA, M., ALTMANN, V., PLÍVA, P. 2010. *Ekonomické hodnocení doporučených postupů při zakládání a obhospodařování prvků ÚSES v zemědělské krajině se zaměřením na trvalé travní porosty*. Uplatněná certifikovaná metodika, 41866/2009-17220, Ministerstvo zemědělství České republiky
87. MORHARD, J. 2011. Entwicklung und Stand der Rasenforschung in Deutschland und Österreich - Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik Selbstverlag des FLSF e.V., 57–64 s.
88. NERUDA, J., ČERNÝ, Z. 2006. Motorová řetězová pila a křovinořez. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 91 s. ISBN 80-7271-175-x (brož.)

89. NEUMANN, J. *Geografická informace – český výkladový a anglicko-český slovník*. Ministerstvo hospodářství ČR Praha 1996. 219 s
90. NIESEL, A., BRELOER, H. 2006. *Grünflächen-Pflegemanagement: dynamische Pflege von Grün*; 45 Tabellen. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, ISBN 3-8001-4948-6
91. NOVÁK, Z. 2001. Dřeviny na veřejných prostranstvích. In *Příloha časopisu Zprávy památkové péče*, 2001(61). Praha. 56 s
92. OTRUBA, I. 2000. *Zahradně architektonická tvorba*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 87 s. ISBN 80-7157-461-9
93. OTRUBA, I. 2002. *Zahradní architektura: tvorba zahrad a úarků*. 1.vyd. Brno: Era, 355 s. ISBN 80-86517-13-6
94. PASTOREK, Z., SYROVÝ, O. 2009. *Využití techniky a agronomických opatření při obhospodařování travních porostů v podmínkách horských oblastí LFA a svažitých chráněných krajinných oblastí*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky. ISBN 978-80-86884-50-9.
95. PEJCHAL, M. 2003. Udržovací péče vegetačních prvků – trendy a možnosti. In *Udržovací péče o zeleň*. 1. vyd. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, 2003, 33–35 s. ISBN 80-902910-5-8
96. PEJCHAL, M. 2006. Zásady použití rostlin v panelových sídlištích. In *Dny zahradní a krajinářské tvorby: město - zeleň a bydlení*. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, 15–16. ISBN 80-86950-00-X
97. PEJCHAL, M. 2008. *Arboristika: pro další vzdělávání v arboristice*. 1. vyd. Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a střední zahradnická škola, 168 s
98. PEJCHAL, M. 2011. *Tvarované vegetační prvky v zahradní a krajinářské architektuře*, Studijní materiál pro předmět „použití rostlin“ MENDELU v Brně, Ústav biotechniky zeleně v Lednici, 8 s
99. PEJCHAL, M. 1995. Biologické základy řezu stromů. In: *Životní prostředí a veřejná zeleň ve městech a obcích*, ročník 21. Klatovy: Městský úřad Klatovy, s 57–79
100. PLÍVA, P. et al. 2007. *Komplexní metodické zabezpečení údržby trvalých travních porostů pro zlepšení ekologické stability v zemědělské krajině se zaměřením na oblasti se specifickými podmínkami: periodická zpráva za rok 2007 o průběhu prací na projektu NAZV IG57004*. Praha: VÚZT, 2007, Z – 2486, 73 s

101. POLÁČKOVÁ, V. 2011. Metodické postřehy k tématu ""Zeleň v územních plánech"". In *Zeleň ve městě - město v zeleni: seminář AUÚP, 7.–8. října 2010, Praha-Troja*. 1. vyd. Brno: Ústav územního rozvoje, 66–69 s. ISBN 978-80-87318-18-8
102. RICHTERKOVÁ, D. 1994. *Racionální uspořádání sídelní zeleně ve vztahu k údržbě*. Diplomová práce. MZLU v Brně, Lednice
103. RIZZO, CH. 2012. Five Innovative Ideas for Funding Parks and Open Space. In *New York Zoning Law and Practice Report* 13(1):1–16 (July/August)
104. SEBERA, V. *et al.* 2014. Using optical full-field measurement based on digital image correlation to measure strain on a tree subjected to mechanical load. In *Trees - Structure and Function*. 28(4):1173–1184. ISSN 0931-1890
105. SEDLÁŘ, P. 1998. Digitální pasport zeleně. In *Konference k 20. Výročí trvání samostatného studijního oboru pro zahradní a krajinářskou tvorbu*. Brno: MZLU Zahradnická fakulta Lednice na Moravě, s 43–44
106. SCHMIDT, H. 1996. Pflegekonzepte der verschiedenen Grünflächentypen unter Berücksichtigung der Funktionserfüllung und der Darstellung der ökologischen und ökonomischen Konsequenzen. In *FLL – Symposium Anlage und Pflege von Grünflächen in der Stadt Bonn*. 7–19 p ISSN 0948-9770
107. SCHMIDT, H. 1997. Rasenpflege im öffentlichen Grün. In *Stadt und Grün*. 46(9):623–631. ISSN 0948-9770
108. SCHNUR, O. 2014. *Quartiersforschung: zwischen Theorie und Praxis*. 2. aktualisierte und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer VS, 394 s. ISBN 3531199625
109. SCHOOP, G., NIEDERMANN-MEIER, S. 2011. Ökosponsoring – mehr als eine neue Einnahmequelle? In *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*. 162(3):46–50.
110. SPĚVÁČKOVÁ, M. 2013. Hodnocení tvarovaných vegetačních prvků pro potřeby zahradní a krajinářské architektury. Diplomová práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), MZLU v Brně, Lednice, 113 s
111. SOJKOVA, E., ŠMIDOVA, Š. 2012. Východiska stanovení péče o složky systému zeleně malého sídla na příkladu benátek nad Jizerou. In *Acta Pruhonicensiana* 101:69–81, Průhonice, ISBN 978-80-85116-93-9
112. SOJKOVÁ, E., HRUBÁ, T., KIRSCHNER, V. 2006. *Ochrana, obnova a rozvoj zeleně malých měst*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 140 s., ISBN 80-86559-63-7

113. SOJKOVÁ, E., KNOTKOVÁ, I. 2008. Hodnocení zeleně obytných souborů. In *Acta Pruhoniana*, 90:35–42. ISBN 978-80-85116-64-9
114. SOUČEK, V. 1981. Terénní úpravy a racionalizace sadovnické tvorby. In *Záhradnictvo*. 6(7–8):322–326, 376–379
115. SREETHERAN, M., YAHYA, N., A., MOHD, NOOR, A., A. 2010. *Proceedings of the Urban Forestry Conference 2009: lessons for sustainable development : 17-19 November 2009, Kuching, Sarawak*. Selangor Darul Ehsan: Forest Research Institute Malaysia, 128 p. ISBN 9789675221392
116. STRÁNSKÝ, M., MYŠKOVÁ, M. 2009. *Zápis ze zasedání - Krajina v územním plánování*. Česká komora architektů, 4. 4. 2009., [online] 2009, [cit. 2015-09-18]. Dostupné z: <https://www.cka.cz/cs/cka/lide-v-cka/pracovni-skupiny/ps-pece-o-prirodu-a-krajinu/zapis_zasedani_4-4-2009>
117. STRÁNSKÝ, M. 2011. *Jsmo zodpovědní za krajinu, ke které jsme připoutáni (minulostí)?* 4. FÓRUM O KRAJINĚ, Ministerstvo kultury ČR – Nostický palác, Maltézské náměstí 2, Praha 1, 20.01.2011, Celnet.cz, [cit. 2015-09-18]. Dostupné z: <<http://slideplayer.cz/slide/2002846/>>
118. STONAWSKÁ, P. *et al.* 2010. Modelling of Land Slope Rate Impact on Cost of Cultivation Technologies. [Modelování vlivu svahovitosti pozemků na nákladovost pěstebních technologií]. In *Agritech Science*, 4(1):1–9. ISSN 1802-8942
119. SUPUKA, J., FERIANCOVÁ, Ľ. 2008. *Vegetačné štruktúry v sídlach: parky a záhrady*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 499 s. ISBN 978-80-552-0067-5
120. SUPUKA, J. 2011. Vegetation structures of settlements in context to continual changes. In *Životné prostredie*, 45(3):146–150
121. SYROVÝ, O., 2008. *Doprava v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4
122. SYROVÝ, O. *et al.* 2008. *Technologické systémy pro obhospodařování travních porostů v podmínkách horských oblastí LFA a svažitéch chráněných krajinných oblastí: metodická příručka*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 75 s. ISBN 978-80-86884-41-7
123. SYROVÝ, O., PODPĚRA, V. 2009. Program pro hodnocení dopravního procesu. [Programme for evaluation of transport process in agricultural enterprise]. In *Agritech Science*, 3(2):6–12. ISSN 1802-8942

124. ŠAFÁŘOVÁ, L. 2010. *Zhodnocení krajinářské architektury a zahradního umění v 19. století se zaměřením na městské parky*. Diplomová práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), MZLU v Brně, Lednice, 117 s
125. ŠILHÁNKOVÁ, V., KOUTNÝ, J., ČABLOVÁ, M. 2010. *Urbanismus a územní plánování*. Vyd. 2. Pardubice: Univerzita Pardubice, 126 s. ISBN 978-80-7395-310-2
126. ŠIMEK, P. 1999. Obecní rozpočet a péče o komunální zeleň. In *Město a zahrada. Mimořádné číslo Zahrada-park-krajina*. 9–10 s
127. ŠIMEK, P. 2001. Městská zeleň. In *ŠRYTR, P. et al. Městské inženýrství: [technický průvodce]. 2..* Praha: Academia, 398 s. ISBN 80-200-0440-8
128. ŠIMEK, P. 2002. *Vegetační prvky, udržovací péče a systém zeleně sídla*. Habilitačná práce. MZLU v Brně. 163 s
129. ŠIMEK, P. 2002. Veřejná zeleň a obecný rozpočet. In *Veřejná zeleň*. Liberec, 5–9 s
130. ŠIMEK, P. 2002. Náklady na údržbu trávníků v systémech zeleně sídel. In *Trávníky 2002*. Liberec: Agentura BONUS, 2002, s 25–32
131. ŠIMEK, P. 2003. Význam trávníků z hlediska ekonomiky údržby zeleně sídel. In *Trávníky 2003*. Lednice: Agentura Bonus, s 36–42
132. ŠIMEK, P. 2003. Zahradní charakteristika správy zeleně ve statutárních městech České republiky. In *Udržovací péče o zeleň*. 1. vyd. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, s 14–21, ISBN 80-902910-5-8
133. ŠIMEK, P. 2003. Systémové aspekty managementu péče o sídelní zeleň. In *Udržovací péče o zeleň: Luhačovice 2003*. [sborník vybraných přednášek ze semináře konaného v Luhačovicích v roce 2003 v rámci Dnů zahradní a krajinářské tvorby]. 1. vyd. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, s 7–13, ISBN 80-902910-5-8
134. ŠIMEK, P. et al. 2003. *Základní charakteristika správy zeleně ve statutárních městech České republiky*. In *Udržovací péče o zeleň: Luhačovice 2003*. [sborník vybraných přednášek ze semináře konaného v Luhačovicích v roce 2003 v rámci Dnů zahradní a krajinářské tvorby]. 1. vyd. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, s 7–13, ISBN 80-902910-5-8
135. ŠIMEK, P. 2004. Management sídelní zeleně. In *Dny zahradní a krajinářské tvorby: management sídelní zeleně*. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, s 7–13, ISBN 80-902910-7-4

136. ŠIMEK, P. 2006. Obytné soubory a funkční typy městské zeleně. In *Město-zeleně a bydlení*. Praha: SZKT, s 10–14. ISBN 80-86950-00-X.
137. ŠIMEK, P. 2010. Východiska pro posuzování úrovně údržby zeleně v systémech zeleně sídel. In *Acta horticultrae et regioteecturae*, 13:42–46, Special
138. ŠIMEK, P. 2013. *Dokumentace pro výběr dodavatele na údržbu zeleně: Doporučené principy*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 11 s
139. ŠIMEK, P., ŠTEFL, L. 2014. Kterých nejčastějších omylů se v péči o zeleň dopouštějí obce?. In *Moderní obec*. 2014(7):19–20. ISSN 1211-0507
140. ŠONSKÝ, D. 1999. *Živé ploty a tvarované dřeviny v zahradě*. 1. vyd. Praha: Grada, 90 s. ISBN 80-7169-823-7
141. ŠTEFL, L., BALTAZÁR, T., MATIOVÁ, S. 2013. Vliv udržovací péče na stav veřejné zeleně. In KAŠŠÁK, P., VOJTÍŠKOVÁ, J., PEŇÁZOVÁ, E. *Konference studentů doktorských programů Zahradnické fakulty*. 1. vyd. Brno: Mendelova Univerzita v Brně, 2013, 107–112 s. ISBN 978-80-7375-896-7
142. ŠTEFL, L., MATIOVÁ, S. 2013. Kvalitativní indikátory stavu a údržby sídelní zeleně. In *Zahradnictví*. 12(9):38–41. ISSN 1213-7596
143. ŠTEFL, L. 2014. *Návrh indikátorů kvality městského prostředí pro systémy zeleně sídel*. Diplomová práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), Mendelova univerzita v Brně, Lednice, 100 s
144. ŠTEFL, L., ŠIMEK, P. 2014. Příčiny poškození stromů v městském prostředí (ve vztahu k managementu sídelní zeleně) na příkladu města Ostravy. In *Acta Pruhoonica*. 106(1):27–33. ISSN 1805-921X.
145. ŠTEFLÍČEK, J. 2001. Zeleň v regulačních plánech. In *Město, venkovský prostor a krajina II*. Praha, VÚT Praha, 14.11.2001, s 75–77
146. TANASIĆ, R., BAJKIN, A., TANASIĆ, O., PONJIČAN, O. 2008. Kriterijumi za definisanje travokosilica prema nameni. In *Savremena poljoprivredna tehnika. Cont. Agr. Engng.* 34(3-4):188–191, ISSN 0350-2953, Novi Sad

147. US RE 8560, Passmore, Everett G., "Improvement in Lawn-Mowers", published 23 February 1869, issued 28 January 1879; see pg 1, col 2. For a copy, see Google Patents copy. This source indicates the patent number as "6,080". According to "British patent numbers 1617 - 1852 (old series)", the patent number was assigned sometime after 1852 and took the form of "6080/1830"
148. WAGNER, B. 1990. *Sadovnická tvorba. celost. vysokošk. učebnice pro vys. školy zeměd.* 1. vyd. Praha: SZN, 335 s. ISBN 80-209-0031-4
149. WANG, X., LIN, W., ZENG, W. 2010. Design and Key Technology of Gardening Information Management System Based on Data Center. *Journal of Geographic Information System*. 02(02):100-105. DOI: 10.4236/jgis.2010.22015. ISSN 2151-1950. [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: <<http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/jgis.2010.22015>>
150. WARNEKE, E. 1996. Anforderungen an Grünflächen-Informationssysteme aus betriebswirtschaftlicher Sicht. In *Stadt und Grün*. 45(6):436–440. ISSN 0948-9770
151. WEINFURTER, V. 2004. Městský podnik jako garant kvality sídelní zeleně. In *Dny zahradní a krajinářské tvorby: management sídelní zeleně*. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, s 55–58, ISBN 80-902910-7-4
152. WHITE, M. P., ALCOCK, I., WHEELER, B. W., DEPLEDGE, M. H. 2013. Would you be happier living in a greener urban area? A fixed-effects analysis of panel data. In *Psychological Science*, 24(6):920–928
153. ZEMÁNEK, P., BURG, P. 2005. *Speciální mechanizace: mechanizační prostředky pro zakládání a údržbu okrasných porostů*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 169 s. ISBN 80-7157-919-x.
154. ZEMÁNEK, P., BURG, P. 2006. Efektivita mechanizačních prostředků při údržbě veřejné zeleně (Efficiency of mechanization for servicing of public greenery). In SALAŠ, P., LITSCHMANN, T. *Trendy ve veřejné zeleni*. Zahradnická fakulta MZLU, Lednice 19- 20.9.2006, s 40–46, ISBN 80-7157-973-4.
155. ZEMÁNEK, P., BURG, P. 2006. Modelování nákladů na mechanizační prostředky při údržbě keřů a stromů. In *Management of production systems with support of information technologies and control engineering*. Nitra: SPÚ Nitra, s 343-347, ISBN 80-8069-743-4

156. ZEMÁNEK, P., BURG, P. 2008. *Zásady pro zpracování technologických postupů při údržbě TTP v ÚSES: metodika pro praxi*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 20 s. ISBN 978-80-7375-250-7.
157. ZEMÁNEK, P., VEVERKA, V. 2001. *Speciální mechanizace: malá mechanizace v zahradnictví*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 99 s. ISBN 80-7157-511-9

VYHLÁŠKY, NORMY, LEGISLATÍVNE DOKUMENTY, ŠTATISTIKY:

1. ČSN 83 9001. Sadovnictví a krajinářství – Terminologie – Základní odborné termíny a definice. Český normalizační institut, 1999. 35 p
2. ČSN 83 9011 Technologie vegetačních úprav v krajině - Práce s půdou. Český normalizační institut, 2006. 17 p
3. ČSN 83 9021 Technologie vegetačních úprav v krajině - Rostliny a jejich výsadba. Český normalizační institut, 2006. 12 p
4. ČSN 83 9031. Technologie vegetačních úprav v krajině – Trávníky a jejich zakládání. Český normalizační institut, 2006. 10 p
5. ČSN 83 9041 Technologie vegetačních úprav v krajině - Technicko-biologické způsoby stabilizace terénu - Stabilizace výsevy, výsadbami, konstrukcemi ze živých a neživých materiálů a stavebních prvků, kombinované konstrukce. Český normalizační institut, 2006. 25 p
6. ČSN 83 9051. Technologie vegetačních úprav v krajině – Rozvojová a udržovací péče o vegetační prvky. Český normalizační institut, 2006. 10 p
7. ČSN 83 9061 Technologie vegetačních úprav v krajině - Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích. Český normalizační institut, 2006. 8 p
8. Standardy péče o přírodu a krajinu. Arboristické standardy. Řada A. Řez stromů. SPPK A02 002:2013. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
9. Standardy péče o přírodu a krajinu. Arboristické standardy. Řada A. Výsadba a řez keřů a lián. SPPK A02 003:2014. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
10. Standardy péče o přírodu a krajinu. Arboristické standardy. Řada D. Obnova travních společenstev s využitím regionálních směsí. SPPK D02 001:2014. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
11. Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů
12. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů
13. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
14. Vyhláška č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti
15. Vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

16. BSI (2010): British Standard 3998:2010, BSI Standards Publication, London
17. EAC (2005): European Tree Pruning Guide, European Arboricultural Council, Hamburg
18. FLL (2008): ZTV Baumpflege, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau Bonn: FLL
19. FLL (2005): Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. Bonn: FLL 41 p
20. FLL (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 2: Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn: FLL 62 s. ISBN 978-3-940122-22-3
21. FLL. (2009): Empfehlungen für die Planung, Vergabe und Durchführung von Leistungen für das Management von Freianlagen: Freiflächenmanagement. 1. Aufl. Bonn: FLL. ISBN 978-3-940122-16-2
22. Statistisches Bundesamt 2014. Siedlungs- und Verkehrsfläche: Bundesländer, Stichtag, Nutzungsarten. Dostupné z WWW: <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [cit. 2014-04-11]

10 PRÍLOHY

10.1 Obrazová dokumentácia



Obr.1: Veľká svahovitosť terénu neumožňuje použiť bežnú žaciu techniku a výrazná členitosť okrajov trávniku zvyšuje náročnosť údržby (foto autor).



Obr.2: Príklad umeleckého prvku zvyšujúceho náročnosť údržby, pri prejazde žacieho stroja dochádza navyše i k poškodzovaniu povrchu vplyvom rotácie nožov (foto autor).



Obr.3: Umiestňovanie prekážok v trávniku zvyšuje náročnosť údržby a zvyšuje potrebu využitia ďalšej techniky v podobe krovínorezu (foto autor).



Obr.4: Vhodné umiestnenie mobiliáru na spevnenú plochu, na ktorej neprekáča pri údržbe trávniku (foto autor).



Obr.5: Príklad vhodného riešenia okrajov trávinatej plochy, vhodných pre pojazď mechanizácie (foto autor).



Obr.6: Príklad nedostatočnej dokončovacej starostlivosti i poškodzovania plôch pojazdom mechanizácie, ktorá následne spôsobuje problémy pri údržbe (foto autor).



Obr.7: Nedostatočná dokončovacia starostlivosť – závlahová hadica nad terénom trávniku (foto autor).



Obr.8: Nedostatočná dokončovacia starostlivosť – poklop závlahovej šachty nie je zarovnaný s povrchom trávniku (foto autor).



Obr.9: Konštrukcia brániaca správne
strihu a dostupnosti tvarovanej živej steny
(foto autor).



Obr.10: Nevhodná údržba tvarovanej živej
steny (foto autor).



Obr.11: Vytvorenie priestoru pre vjazd žacieho stroja na stredový trávnatý parter (foto autor).



Obr.12: Šírka tvarovaného živého plotu neumožňujúca vykonanie strihu po celej šírke hornej hrany (foto autor).



Obr.13: použitie predĺženej varianty lišty plotostrihu s dĺžkou 1,0 m (foto autor).



Obr.14: Použitie tyčovej varianty plotostrihu (kombi varianta) (foto autor).



Obr.15: Použitie plotostrižného nadstavca na krovínorez (foto autor).