

# ISHRANJENOST TRAVNJAKA U PARKOVNIM JAVNIM POVRŠINAMA GRADA ZAGREBA

## THE STATUS OF LAWN NUTRITION WITHIN URBAN PARKS IN PUBLIC AREAS OF THE CITY OF ZAGREB

Vid PRIVORA<sup>1</sup>, Mirjana HERAK ĆUSTIĆ<sup>2</sup>, Marko PETEK<sup>3</sup>, Ivan ŠIMIĆ<sup>4</sup>, Igor PALČIĆ<sup>5</sup>, Nikolina SABLJIĆ<sup>6</sup>

### Sažetak

Gradski parkovi imaju veliku ulogu u ekologiji ljudskog staništa jer pročišćuju zrak, proizvode kisik, pružaju skloništa i staništa za mnoge životinjske vrste, pogotovo ptice. Također, predstavljaju zelene oaze u kojima ljudi zbog stresnog i brzog ritma života traže mjesto za odmor, pružajući raznolike rekreacijske sadržaje za stanovnike gradova. Ovo istraživanje provedeno je s ciljem utvrđivanja količine makrohraniva (dušik, fosfor i kalij) u listovima trava kao i statusa hraniva u tlu na parkovnim javnim površinama, na temelju čega se preporučila optimalna prihrana travnjaka. Unutar rekreacijsko sportskih javnih objekata Grada Zagreba odabrani su Rekreacijsko športski centar (RŠC) Jarun i Park Bundek, koji uz Park Maksimir čine pluća Grada Zagreba. Uzorkovanje listova trava, kao i uzorkovanje tla provedeno je na oba travnjaka tri puta tijekom vegetacije. Na istraživanim lokalitetima najveći udio trava čini *Lolium perenne* L. sa 70% udjela, *Festuca rubra* Huds. sa 20%, a 10% udjela čine ostale biljne vrste. Utvrđeno je da su u oba travnjaka količine dušika uglavnom unutar granica koje sugeriraju literaturni navodi, za rod *Lolium* spp. L., dok su utvrđene nedostatne količine kalija i fosfora, posebice na RŠC Jarun. Prosječne vrijednosti hraniva u listovima trava kroz vegetaciju za RŠC Jarun iznose 3,14% N, 0,31% P i 2,78% K, a za Park Bundek 3,24% N, 0,41% P i 3,17% K, što ukazuje na općenito nešto bolju ishranjenost travnjaka u Parku Bundek u odnosu na Jarun. Slijedom navedenog, a kako bi održali barem postojeći status hraniva u tlu i biljci, predlažemo proljetnu gnojidbu sa 100 g m<sup>-2</sup> NPK 5-20-30 ili 7-14-21 uz dodatak 20 g m<sup>-2</sup> superfosfata. S obzirom na česte košnje tijekom vegetacije i na odnošenje dušika, potrebna je i prihrana dva puta tijekom vegetacije s po 10 g m<sup>-2</sup> KAN-a.

**KLJUČNE RIJEČI:** dušik, fosfor, kalij, parkovi, trava, travnjak.

### UVOD

#### INTRODUCTION

Zakon o prostornom uređenju RH (NN 153/13) navodi da su površine javne namjene sve one koje uključuju javne ceste, ulice, trgove, tržnice, igrališta, parkirališta, groblja, par-

kovne i zelene površine u naselju, rekreacijske površine i slično, čije je korištenje namijenjeno svima i pod jednakim uvjetima. Urbane šume ili park šume su ekosustavi koji su naslijeđeni iz okoline koja je ostala netaknuta prilikom ekspanzije gradova. One kao takve igraju veliku ulogu u ekologiji ljudskog staništa jer pročišćuju zrak, proizvode kisik,

<sup>1</sup> Vid Privora, dipl. ing. agr., Ustanova za upravljanje sportskim objektima, Trg K. Ćosića 11, 10000 Zagreb, vid.privora@zgh.hr

<sup>2</sup> Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić, Sveučilite u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, mcustic@agr.hr

<sup>3</sup> Dr. sc. Marko Petek, Albinijeva 8, 10000 Zagreb, Hrvatska, mpetek\_1999@yahoo.com

<sup>4</sup> Ivan Šimić, dipl. ing. agr., Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Arboretum Trsteno, Potok 20, 20235 Zaton Veliki, ivan.simic2@du.t-com.hr

<sup>5</sup> Igor Palčić, mag. ing. agr., Sveučilite u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, ipalcic@agr.hr

<sup>6</sup> Nikolina Sabljčić, Sveučilite u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, studentica, nina.sabljjc@gmail.com

pružaju skloništa i staništa za mnoge životinjske vrste, pogotovo ptice, predstavljaju zelene oaze u kojima ljudi zbog stresnog i brzog ritma života traže mjesto za odmor te pružaju raznolike rekreacijske sadržaje za stanovnike gradova. Osim navedenog imaju funkciju i ublažavanja vjetrova, pružanja sjenovitog boravišta te kao takve mogu biti ključne i za ekonomičnu potrošnju energenata.

Na objektima RŠC Jarun i Park Bundek, kojima upravlja Grad Zagreb, nalaze se parkovne pošumljene zelene površine koje su smještene u obalnom području rijeke Save.

Preduvjet korištenja, boravka, ali i želje za boravkom na travnjacima parkova je svakako njihov lijep i primamljiv izgled, što u širem smislu predstavlja i kvalitetu travnjaka. Visoka kvaliteta travnjaka postiže se redovitim i odgovarajućim korištenjem agrotehničkih zahvata i visokim intenzitetom održavanja, što uz redovitu košnju, podrazumijeva i optimalnu ishranu koja bi trebala imati značajnu ulogu tijekom vegetacije, a osobito su važna tri osnovna makrohraniva N, P i K (Mengel i Kirkby, 2001).

Dušik je važan za travnjake s obzirom da utječe na raznolikost boja, rast korijenja i izdanaka, otpornost na bolesti i abiotičke stresove, sposobnost oporavka i razne razvojne procese biljke. Sastavni je dio brojnih organskih molekula (amino kiselina, proteina, nukleinskih kiselina, klorofila i dr.) koje reguliraju metaboličke reakcije u biljci (Pessaraki 2008, Taiz i Zeiger 2002). Biljke iz tla mogu usvajati nitratni ( $\text{NO}_3^-$ ) i amonijski ( $\text{NH}_4^+$ ) oblik dušika (Bergmann 1992), a transformacijom iz mineralnog u organski oblik ugrađuju ga u organsku tvar (Ayodele 2002, Bergmann 1992, Petek 2009). Najčešći problem kod održavanja i njege travnjaka je manjak dovoljne količine dostupnog dušika. Nedovoljna količina dušika, osim na kvalitetu travnjaka, utječe i na vigor i zdravstveno stanje trava (Pessaraki 2008). Trave od svih hraniva najveću potrebu imaju za dušikom. Kako se povećava količina kojom se prihranjuju travnjaci, povećava se broj izbojaka i veličina listova trava (Wang i sur. 2009, Petek 2009). Optimalna otpornost na gaženje travnjaka hladnog tipa postiže se najbolje prihranom dušikom od 1,1 kg N 100 m<sup>-2</sup> u periodu rasta trave. Povećanje biomase i mekoće travnjaka moguće je postići povećanjem prihrane dušikom (Pessaraki 2008). Prihrana dušikom ponajprije rezultira pojačanim rastom korijenja i izdanaka te proizvodnjom rizoma. Optimalna prihrana dušikom poboljšava otpornost travnjaka na trošenje, no preobilna prihrana može umanjiti otpornost travnjaka na trošenje, vrućine, sušu i hladnoću te stres, bolesti i štetnike (Pessaraki 2008, Adams i Early 2008). Većina biljnih vrsta nedostatak dušika pokazuje klorozama listova, pogotovo starih listova bliže bazi biljke, jer se dušik mobilizira iz starijih u mlade listove. U slučaju duljeg nedostatka dušika listovi postaju potpuno žuti i potamne te na kraju otpadnu s biljke, što smanjuje gustoću travnjaka. Kloroze se pojavljuju zbog nedostatka i

degradacije klorofila (Taiz i Zeiger 2002, Adams i Early 2008).

Fosfor ulazi u sastav nukleotida (kao što je ATP) koji je važan za metabolizam energije u biljci, važan je sastavni dio RNK i DNK te fosfolipida koji stvaraju membranu biljke (Taiz i Zeiger 2002, Pessaraki 2008). Fosfor je drugi najvažniji biogeni element koji je važan za rast korijena trava, te djeluje na dozrijevanje i reprodukciju (Pessaraki 2008). Pessaraki (2008) također navodi različite potrebe za fosforom kod različitih vrsta trava. Tako je primjerice *Poa pratensis* L. za razliku od *Lolium perenne* L. i *Festuca rubra* L. spp. *commutata* (Gaudin) Markgr.-Dann. osjetljivija na nedostatak fosfora prilikom podizanja travnjaka. Izgrađeni travnjaci manje su osjetljivi na nedostatak fosfora za razliku od onih koji se tek podižu (Pessaraki 2008). Prilikom podizanja travnjaka s travama toplog tipa, prihrana fosforom u količini od 10 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> m<sup>-2</sup> poboljšat će razvoj korijenja i vlati trava. Travnjaci hladnog i toplog tipa trava prihranjuju se na godišnjoj bazi s fosforom u količinama od 0,25–0,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> m<sup>-2</sup> (Pessaraki 2008). S obzirom da je fosfor u biljci mobilan, prvi simptomi nedostatka javljaju se na starim listovima, a očituju se promjenom boje listova u tamno zeleno, mogu biti lagano deformirani i imati sitne točkice suhog tkiva, koja u konačnici prelazi u grimiznu boju. Na nedostatak fosfora u biljci utječu i niske temperature, što se manifestira slabim rastom mladih biljaka (Taiz i Zeiger 2002, Pessaraki 2008).

Kalij je također jedan od ključnih biogenih elemenata za rast i razvoj biljaka. Ima ulogu u sintezi i translokaciji ugljikohidrata, sintezi aminokiselina i proteina, djeluje kao enzimatski katalizator u brojnim metaboličkim reakcijama u biljci, regulira otvaranje i zatvaranje puči, djeluje na regulaciju osmotskog tlaka u stanici, te kontrolira unos pojedinih hraniva i respiraciju biljaka (Pessaraki 2008). Kalij je značajan u procesu rasta biljke i utječe na otpornost na stres iz okoliša (kao što su suša, vrućina i zima) u kojemu se biljka nalazi. Biljke ga usvajaju u obliku K<sup>+</sup> iona (Bergmann 1992). Kalij poboljšava otpornost travnjaka na gaženje i bolesti, te povećava estetsku kvalitetu (Pessaraki 2008). Oštećenje travnjaka u zimskim uvjetima smanjuje se nakon prihrane kalijem. Otpornost vrsta trava *Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack. i *Cynodon dactylon* (L.) Pers. pojačana je prihranom kalijem. Kod vrsta trava *Poa pratensis* L. i *Agrostis* spp. L. prihrana kalijem pojačava otpornost na sušu i vrućine. Kalij općenito kod trava ima važnu ulogu u razvijanju otpornosti na bolesti s obzirom da pojačava rast biljnog tkiva (Pessaraki 2008). Prihrana kalijem preporuča se u jesen, s obzirom da je to razdoblje kada se proteini i ugljikohidrati aktivno sintetiziraju, jer se biljke pripremaju za zimske uvjete. Za *Cynodon dactylon* (L.) Pers., ali isto tako i za ostale rizomske i stoloniferske trave, nedostatak kalija pojavljuje se sporije nego nedostatak dušika. Prihrana ka-

lijem i fosforom u količini od 100 kg ha<sup>-1</sup> godišnje uobičajeno je dovoljna. Tempiranje prihrane za kalij nije od presudne važnosti, dok je za dušik jako važno da se kod podizanja novih travnjaka tlo prihrani par dana prije sjetve (Pessarakli 2008). Simptomi nedostatka kalija očituju se na rubovima listova i na starim listovima koji se suše i izgledaju spaljeno te biljka ubrzano stari. Pri nedostatku kalija travnjaci su osjetljiviji na bolesti, hladnoću, vrućinu, sušu te ostale stresne situacije (Pessarakli 2008). Općenito za dobar izgled travnjaka potrebno je osigurati optimalne količine N, P i K. Tako Bergmann (1992) navodi za vrste *Lolium* spp. L. kao optimalno 3,00 – 4,20% N, 0,35 – 0,50% P i 2,50 – 3,50% K, a za *Festuca pratensis* Huds. 2,60 – 3,80% N, 0,30 – 0,50% P i 2,10 – 3,50% K.

U dostupnoj literaturi nisu pronađeni znanstveni radovi koji govore o važnosti utvrđivanja statusa hraniva u tlu i biljci s ciljem postizanja što boljeg vizualnog dojma u već izgrađenim parkovnim javnim površinama. Jedini pronađeni rad koji govori o sličnoj problematici je istraživanje Silvertown i sur. (2006). Istraživanje je započeto još davne 1856. (s drugim autorima) i trajalo sve do 2006. prateći utjecaj svojstava tla te stanja ishranjenosti različitih vrsta trava, kao i evolucijske prilagodbe istih na okolišne uvjete. Međutim, navedeno istraživanje nije locirano u već izgrađenom parku, već je koncipirano kao višegodišnje stacionarno istraživanje.

Zbog svega navedenog, a u svrhu dobivanja što atraktivnijeg travnjaka za rekreativne namjene, cilj ovog istraživanja je bio utvrditi status hraniva u tlu i biljci u travnjacima na parkovnim javnim površinama Grada Zagreba, te predložiti njihovu optimalnu gnojidbu.

## MATERIJAL I METODE

### MATERIAL AND METHODS

#### Istraživane lokacije – Investigated Locations

Lokacije na kojima je postavljen pokus i provedeno istraživanje su RŠC Jarun i Park Bundek u Gradu Zagrebu (slika 1).

RŠC Jarun je pošumljena (pretežno topolama) zelena javna površina koja se nalazi sjeverno od nasipa rijeke Save. Osim pošumljenog dijela, odlikuju ga livadni travnjaci, četiri jezera (Malo jezero, Veliko jezero, regatna staza i kajakaški kanal), te VOP – više-osjetilni park (namijenjen djeci s posebnim potrebama) u kojemu se nalazi travnjak na kojemu



Slika 1. Raspored istraživanih travnjaka u Gradu Zagrebu  
Figure 1. Layout of investigated lawns in the City of Zagreb



Slika 2. Područje RŠC Jarun obuhvaćeno istraživanjem (označeno crvenom bojom)

Figure 2. Investigated part of RŠC Jarun (highlighted in red)

je provedeno istraživanje (slika 2). Uz navedeno, RŠC Jarun opremljen je dječjim igralištima, asfaltiranom rolerskom stazom, popločenim i makadamskim šetnicama, te sportsko-rekreativnim igralištima i sadržajima.

Park Bundek je pošumljena (također pretežno topolama) zelena javna površina koja se nalazi južno od nasipa rijeke Save. U sklopu parka nalaze se pošumljene površine, livadni travnjaci i dva jezera: divlje jezero i jezero za kupanje s plažom pokraj kojega je odabran travnjak za provođenje istraživanja (slika 3). U parku se još nalaze dječja igrališta, asfaltirana rolerska staza i makadamske šetnice.



**Slika 3.** Područje Parka Bundek obuhvaćeno istraživanjem (označeno crvenom bojom)

**Figure 3.** Investigated part of Park Bundek (highlighted in red)

Prema dostupnim podacima, na istraživanim lokalitetima najveći udio trava čini *Lolium perenne* L. sa 70% udjela, *Festuca rubra* Huds. sa 20%, a 10% udjela čine ostale biljne vrste.

### Uzorkovanje i kemijska analiza listova trava i tla – Sampling and Chemical Analysis of Plant Material and Soil

Na odabranim lokacijama za potrebe ovog istraživanja uzeti su prosječni uzorci listova trava tri puta tijekom istraživanja (05.04., 10.05. i 15.06.2012.) prema sljedećoj shemi: 2 travnjaka (RŠC Jarun i Park Bundek) x 3 ponavljanja na svakoj lokaciji x 3 uzorkovanja u vegetaciji, što ukupno čini 18 uzoraka. Prosječan uzorak biljnog materijala činilo je 100 g nasumce uzetih listova trava sa 10 mjesta unutar svakog ponavljanja.

Osušeni na 105 °C, samljeveni i homogenizirani uzorci listova trava analizirani su prema sljedećim metodama:

- ukupni dušik po Kjeldahlu (AOAC 1995),
- fosfor, nakon digestije s koncentriranom  $\text{HNO}_3$ , spektrofotometrija (AOAC 1995),
- kalij, nakon digestije s koncentriranom  $\text{HNO}_3$ , plamenfotometrija (AOAC 1995).

Osim uzoraka listova trava uzeti su i uzorci tla 3 puta tijekom istraživanja (13.01., 10.05. i 15.06.2012.) prema shemi: 2 travnjaka x 3 ponavljanja na lokaciji x 3 uzorkovanja u vegetaciji što ukupno čini 18 uzoraka. Zrakosuhi, samljeveni i homogenizirani uzorci tla (pH, N, P i K) analizirani su prema sljedećim metodama:

- kakvoća tla – određivanje pH vrijednosti (pH), HRN ISO 10390:2005

- ukupni dušik (% N), HRN ISO 11261:2004
- fosfor ( $\text{mg P}_2\text{O}_5$  100  $\text{g}^{-1}$ ), AL-metoda, (Egner i sur. 1960)
- kalij ( $\text{mg K}_2\text{O}$  100  $\text{g}^{-1}$ ), AL-metoda, (Egner i sur. 1960)

### STATISTIČKE ANALIZE STATISTICAL ANALYSIS

Istraživanje je provedeno na dvije lokacije: RŠC Jarun i Park Bundek. Uzorkovanje je ponovljeno u tri navrata i to za listove trava: 5.4., 10.5. i 15.6.2012. i za tlo: 13.1., 10.5. i 15.6.2012. Svi prikupljeni podaci uzoraka listova trava i tla iz istraživanja obrađeni su linearnim modelom analize varijance (ANOVA), odnosno statističkim modelom koji je uključio ponovljena mjerenja. Tukeyev test višestrukih usporedbi (Tukey's HSD, Tukey's Honestly Significant Difference test) primijenio se za učinke lokacije i vremena uzorkovanja koje su u analizi varijance bile značajne. Sve analize provedene su uz pomoć statističkog programskog paketa SAS System for Win Ver. 9.1 (Copyright 2002-2003 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.).

### REZULTATI I RASPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

#### Analiza listova trava – Grass Leaves Analysis

Sve vrijednosti dušika u istraživanim travnjacima kretale su se od 2,90 do 3,38% N, neovisno o vremenu uzorkovanja i lokalitetu (tablica 1). Nisu utvrđene statistički značajne razlike prosječnih vrijednosti po lokalitetima neovisno o vremenu uzorkovanja. Također, nisu utvrđene statistički značajne razlike prosječnih vrijednosti između vremena uzorkovanja neovisno o lokaciji. Statistički veća količina dušika, u trećem uzorkovanju, utvrđena je u listovima trava na travnjaku Parka Bundek i iznosi 3,38% N u odnosu na RŠC Jarun (2,90% N). Bergmann (1992), Marschner (1995), Jones (1980) i Epstein (1972) navode da se odgovarajuće količine dušika u listovima trava kreću u rasponu od 2,60 – 4,20% N, a za vrste *Lolium* spp. L. koja je dominantna trava na istraživanim lokalitetima od 3,00 – 4,20% N.

Rezultati dobiveni u ovom istraživanju pokazuju da se količine dušika nalaze na donjoj granici literaturno navedenih vrijednosti za vrste *Lolium* spp. L. S obzirom da na travnjacima nakon košnje dolazi do djelomičnog skupljanja otkosa, porast količine dušika kroz vegetaciju može se objasniti na taj način da se određena količina dušika nakon mineralizacije vraća u travnjak (Koop i Guillard 2009), ali je teško odrediti točnu količinu. Isti autori također sugeriraju da je otkos poželjno ostavljati na dobro održavanim travnjacima, s obzirom da se na taj način određeni dio dušika vraća u tlo, a i smanjuje se količina biološkog otpada kojega je potrebno zbrinuti. Također, Heckman i sur. (2000) navode da se ostavljanjem otkosa na travnjacima godišnje vraća 97,60

**Tablica 1.** Količina dušika u listovima trava na travnjacima tijekom vegetacije**Table 1** Nitrogen content in grass leaves in lawns during vegetation period

% N				
travnjak <i>lawn</i>	1. uzorkovanje <i>1<sup>st</sup> sampling</i> 05.04.2012.	2. uzorkovanje <i>2<sup>nd</sup> sampling</i> 10.05.2012.	3. uzorkovanje <i>3<sup>rd</sup> sampling</i> 15.06.2012.	prosjek neovisno o vremenu uzorkovanja <i>average</i> regarding time samples
Jarun	3,18	3,35	2,90 b	3,14
Bundek	3,09	3,24	3,38 a	3,24
Fexp	1,44	0,37	22,25	0,76
Pr>F	0,3526	0,6048	0,0421	0,3973
prosjek neovisno o lokaciji <i>average</i> regarding lawns	3,14	3,29	3,14	
Fexp		0,92		
Pr>F		0,4247		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of  $p \leq 0,05$  according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

kg N ha<sup>-1</sup>, što iznosi polovicu od 195,20 kg N ha<sup>-1</sup> kojim se obično prihranjuju visoko održavani travnjaci.

Količine fosfora u vegetacijskom periodu u listovima trava na travnjacima Parka Bundek i RŠC Jarun prikazane su u tablici 2. Neovisno o vremenu uzorkovanja i lokaciji vrijednosti se kreću od 0,26 do 0,46% P. Usporede li se prosječne vrijednosti fosfora po lokacijama, utvrđena je statistički značajno veća količina na Bundeku (0,41% P) u odnosu na Jarun (0,31% P). Usporedbom srednjih vrijednosti po uzorkovanjima neovisno o lokaciji utvrđena je statistički značajno veća količina fosfora u drugom i trećem uzorkovanju (0,38 i 0,40% P) u odnosu na prvo uzorkovanje (0,29% P). Hull i Martin (2004) citirajući Jonesa (1980) navode poželjne količine fosfora u listovima trava u rasponu od 0,30 – 0,55% P, dok Bergmann (1992) navodi za vrste trava *Lolium* spp. L. 0,35 – 0,50% P. Utvrđene vrijednosti fosfora u našem istraživanju nalaze se, u većini slučajeva, ispod donje granice optimalnog prema navodima iz literature, a osobito na RŠC Jarun. Osobito niska vrijednost utvrđena je u prvom uzorkovanju, te iznosi 0,26% P, što je samo nešto više od 0,21% P za koju Nus i sur. (1993) navode da je najniža kritična količina fosfora u listovima trava. S obzirom na visok pH tla i relativno slabu opskrbljenost tla fosforom, bit će potrebna pojačana gnojidba fosforom.

**Tablica 2.** Količina fosfora u listovima trava na travnjacima tijekom vegetacije**Table 2** Phosphorus content in grass leaves in lawns during vegetation period

% P				
travnjak <i>lawn</i>	1. uzorkovanje <i>1<sup>st</sup> sampling</i> 05.04.2012.	2. uzorkovanje <i>2<sup>nd</sup> sampling</i> 10.05.2012.	3. uzorkovanje <i>3<sup>rd</sup> sampling</i> 15.06.2012.	prosjek neovisno o vremenu uzorkovanja <i>average</i> regarding time samples
Jarun	0,26	0,33	0,33	0,31b
Bundek	0,32	0,44	0,46	0,41a
Fexp	5,95	9,81	15,42	11,43
Pr>F	0,1348	0,0886	0,0591	0,0045
prosjek neovisno o lokaciji <i>average</i> regarding lawns	0,29 b	0,38 a	0,40 a	
Fexp		4,18		
Pr>F		0,0396		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of  $p \leq 0,05$  according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

**Tablica 3.** Količina kalija u listovima trava na travnjacima tijekom vegetacije**Table 3** Potassium content in grass leaves in lawns during vegetation period

% K				
travnjak <i>lawn</i>	1. uzorkovanje <i>1<sup>st</sup> sampling</i> 05.04.2012.	2. uzorkovanje <i>2<sup>nd</sup> sampling</i> 10.05.2012.	3. uzorkovanje <i>3<sup>rd</sup> sampling</i> 15.06.2012.	prosjek neovisno o vremenu uzorkovanja <i>average</i> regarding time samples
Jarun	2,10	2,39	3,86	2,78
Bundek	2,26	2,53	4,72	3,17
Fexp	1,14	0,41	9,51	0,55
Pr>F	0,3973	0,5855	0,0911	0,4699
prosjek neovisno o lokaciji <i>average</i> regarding lawns	2,18 b	2,46 b	4,29 a	
Fexp		50,29		
Pr>F		<0,0001		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of  $p \leq 0,05$  according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

Vrijednosti kalija u listovima trava na travnjacima RŠC Jarun i Parka Bundeka kreću se od 2,10 do 4,72% K (tablica 3). Količina kalija u sva tri uzorkovanja pokazuje da, iako ne postoji statistički značajna razlika u količini kalija u listovima trava na travnjacima Parka Bundek i RŠC Jarun, u sva tri uzorkovanja relativno je više kalija utvrđeno u listovima trava travnjaka u Parku Bundek (2,26, 2,53 i 4,72% K) nego u travama travnjaka RŠC Jarun (2,10, 2,39 i 3,86% K). Statistički značajna razlika nije utvrđena niti u prosječnim količinama kalija u listovima trava neovisno o vremenu uzorkovanja, iako je utvrđena relativno veća prosječna vrijednost kalija za travnjak u Parku Bundek 3,17% K, u odnosu na travnjak RŠC Jarun 2,78% K. Usporede li se vrijednosti kalija po uzorkovanjima neovisno o lokaciji, statistički značajno veća količina utvrđena je u trećem (4,29% K) u odnosu na prva dva uzorkovanja (2,18 i 2,46% K). Sukladno literaturnim navodima preporučene količine kalija u listovima trava (Marschner 1995, Jones 1980, Epstein 1972) nalaze se u rasponu od 1,00 – 2,50% K, dok Bergmann (1992) za vrste *Lolium* spp. L. navodi raspon od 2,50 – 3,50% K kao zadovoljavajući. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da se u prva dva uzorkovanja količine kalija u listovima trava, gdje dominiraju trave vrsta *Lolium* spp. L., nalaze ispod literaturnih navoda, dok su u trećem uzorkovanju izmjerene nešto veće količine.

Naime, kako većinu travnjaka čini vrsta *Lolium perenne* L. prosječne vrijednosti dušika (RŠC Jarun 3,14% N, Park Bundek 3,24% N) u listovima trava u ovom istraživanju nalaze se na donjoj granici u odnosu na literaturne preporuke (3,00 – 4,20% N). Važno je naglasiti da su utvrđene i niske prosječne vrijednosti fosfora (RŠC Jarun 0,31% P, Park Bundek 0,41% P) u odnosu na literaturne navode (0,35 – 0,50% P). Vrijednosti kalija također su niže u prvom i drugom uzorkovanju, dok su u trećem nešto bolje (3,86 i 4,72% K) u odnosu na literaturne navode (2,50 – 3,50% K).

### Analiza tla – Soil Analysis

Uz folijarne analize potrebno je provoditi i kemijske analize tla s ciljem kreiranja što optimalnijeg dizajna gnojidbe travnjaka. Kemijskom analizom tla utvrđen je biljno hranidbeni kapacitet tla koji predstavlja prvi korak za postizanje zadovoljavajućeg izgleda travnjaka, a u svrhu postizanja njegove maksimalne uporabne vrijednosti. Na temelju rezultata kemijskih analiza, vidljivo je da se na RŠC Jarun radi o tlima alkalne reakcije (prosjeak  $pH_{KCl}$  7,56), a na Parku Bundek o tlima neutralne reakcije (prosjeak  $pH_{KCl}$  7,11) (tablica 4).

Prosječne količine dušika u tlu neovisno o lokacijama i uzorkovanjima međusobno se ne razlikuju (tablica 5). Na RŠC Jarun je utvrđena prosječna vrijednost 0,12% N u tlu, a u Parku Bundek 0,11% N u tlu. Oba tla prema klasama opskrbljenosti dušikom svrstavaju se u umjereno opskrbljena tla.

**Tablica 4.** Reakcija tla na ispitivanim tlima

**Table 4** Soil reaction of investigated soils

travnjak <i>lawn</i>	$pH_{KCl}$			prosjeak neovisno o vremenu uzorkovanja average regarding time samples
	1. uzorkovanje <i>1<sup>st</sup> sampling</i> 05.04.2012.	2. uzorkovanje <i>2<sup>nd</sup> sampling</i> 10.05.2012.	3. uzorkovanje <i>3<sup>rd</sup> sampling</i> 15.06.2012.	
Jarun	7,42	7,65	7,61	7,56 a
Bundek	7,11	7,09	7,14	7,11 b
Fexp	13,29	4,86	6,24	26,15
Pr>F	0,0677	0,1583	0,1297	0,0003
prosjeak neovisno o lokaciji average regarding <i>lawns</i>	7,26	7,37	7,38	
Fexp		0,69		
Pr>F		0,5213		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of  $p \leq 0.05$  according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

**Tablica 5.** Količina dušika u tlu tijekom vegetacije

**Table 5** Nitrogen content in soil during vegetation period

travnjak <i>lawn</i>	%N			prosjeak neovisno o vremenu uzorkovanja average regarding time samples
	1. uzorkovanje <i>1<sup>st</sup> sampling</i> 05.04.2012.	2. uzorkovanje <i>2<sup>nd</sup> sampling</i> 10.05.2012.	3. uzorkovanje <i>3<sup>rd</sup> sampling</i> 15.06.2012.	
Jarun	0,12	0,12	0,13	0,12
Bundek	0,11	0,11	0,11	0,11
Fexp	0,23	1,00	0,84	3,13
Pr>F	0,6784	0,4226	0,4557	0,1022
prosjeak neovisno o lokaciji average regarding <i>lawns</i>	0,12	0,12	0,12	
Fexp		0,20		
Pr>F		0,8249		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of  $p \leq 0.05$  according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

Uspoređujući prosječne količine fiziološki aktivnog fosfora u tlu prema lokacijama, utvrđeno je da je RŠC Jarun neznatno bolje opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom u tlu, čiji je prosjek 5,43 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g<sup>-1</sup> od Parka Bundek, čiji je prosjek 2,13 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g<sup>-1</sup>, a neovisno o vremenu uzorkovanja (tablica 6). S obzirom na klase opskrbljenosti tala fiziološki aktivnim fosforom, oba analizirana lokaliteta pripadaju klasi vrlo slabo opskrbljenih tala.

Prosječna opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem statistički je značajno veća na Jarunu (18,44 mg K<sub>2</sub>O 100 g<sup>-1</sup>) u odnosu na Bundek (10,98 mg K<sub>2</sub>O 100 g<sup>-1</sup>), što je vidljivo u tablici 7. Prema graničnim vrijednostima opskrbljenosti fiziološki aktivnim kalijem tlo na Jarunu pripada klasi dobro opskrbljenog tla, dok tlo se na Bundeku nalazi u klasi slabo opskrbljenog tla.

Kako bi se osigurao što kvalitetniji travnjak, osim osnovnih agrotehničkih mjera, košnje i sakupljanja trave, potrebno je provoditi kvalitetan program prihrane travnjaka, posebice kada se radi o slabo plodnim tlima, nedostatnog statusa hraniva u tlu, te posebice visoke reakcije tla, kakva su istraživana tla. Uspješan dizajn prihrane travnjaka uvelike ovisi o količini dušičnih gnojiva i vremenu njihove aplikacije. S obzirom na mobilnost dušika u tlu, prihrana dušikom mora se provoditi u manjim obrocima nekoliko puta godišnje.

**Tablica 6.** Količina fiziološki aktivnog fosfora u tlu tijekom vegetacije  
**Table 6** Physiologically available phosphorus content in soil during vegetation period

mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 g <sup>-1</sup>				
travnjak lawn	1. uzorkovanje 1 <sup>st</sup> sampling 05.04.2012.	2. uzorkovanje 2 <sup>nd</sup> sampling 10.05.2012.	3. uzorkovanje 3 <sup>rd</sup> sampling 15.06.2012.	prosje k neovisno o vremenu uzorkovanja average regarding time samples
Jarun	6,78	5,15	4,37	5,43 a
Bundek	2,41	1,78	2,20	2,13 b
Fexp	4,33	9,93	1,39	16,66
Pr>F	0,1729	0,0876	0,3602	0,0015
prosje k neovisno o lokaciji average regarding lawns	4,60	3,47	3,28	
Fexp		1,03		
Pr>F		0,3870		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of p≤0.05 according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

**Tablica 7.** Količina fiziološki aktivnog kalija u tlu tijekom vegetacije  
**Table 7** Physiologically available potassium in soil during vegetation period

mg K <sub>2</sub> O 100 g <sup>-1</sup>				
travnjak lawn	1. uzorkovanje 1 <sup>st</sup> sampling 05.04.2012.	2. uzorkovanje 2 <sup>nd</sup> sampling 10.05.2012.	3. uzorkovanje 3 <sup>rd</sup> sampling 15.06.2012.	prosje k neovisno o vremenu uzorkovanja average regarding time samples
Jarun	16,90	20,67	17,70	18,44 a
Bundek	11,60	11,07	10,27	10,98 b
Fexp	38,83	21,42	32,14	35,44
Pr>F	0,0248	0,0437	0,0297	<0,0001
prosje k neovisno o lokaciji average regarding lawns	14,25	15,87	14,02	
Fexp		0,86		
Pr>F		0,4476		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Values with letters represent a significant difference, with an error factor of p≤0.05 according to Tukey's HSD test. Values without letters are not significantly different.

Pessarakli (2008) navodi da je za trave hladnog tipa kao što su *Agrostis stolonifera* L., *Lolium perenne* L. i *Poa pratensis* L. vrijeme aktivnog rasta od sredine proljeća do ranog ljeta te od kasnog ljeta do sredine jeseni, pa je najbolji period za prihranu kasno ljetno ili rana jesen. Na taj način se travnjak oporavlja od ljetnih vrućina i priprema za nadolazeći period zimskih uvjeta. Isti autor navodi da se travnjak srednje do visoko kvalitetnih karakteristika može održavati s 3 do 4 gnojidbe tijekom vegetacije, što je u skladu s nekim našim prethodnim preporukama na temelju provedenih istraživanja na travi (Herak Ćustić i sur. 2011, Petek i sur. 2011).

Sukladno navedenim preporukama preporuča se sličan dizajn gnojidbe osim u slučaju fosfora, jer zbog lošeg statusa u listu trava i tlu potrebno je pojačati gnojidbu navedenim biogenim elementom.

Slijedom svega navedenoga, ovo istraživanje može poslužiti kao dobar primjer izrade dizajna gnojidbe travnjaka u parkovnim javnim površinama u sličnim agroekološkim uvjetima.

## ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

U ovom je istraživanju utvrđeno da se količine dušika u listovima trava travnjaka koji se nalaze na RŠC Jarun i u Parku Bundek nalaze na donjoj granici opskrbljenosti, dok

se količine kalija te posebice fosfora na RŠC Jarun nalaze ispod preporučenih količina te da ih je potrebno povećati. Iako je status hraniva u tlu nešto bolji na RŠC Jarun, utvrđene vrijednosti N, P i K u listovima trave na Parku Bundeku nešto su bolje. Na to bi moglo utjecati bolje stanje tla u Parku Bundek koji je neutralne reakcije i stoga pogodnije za usvajanje hraniva, dok je tlo na RŠC Jarun alkalne reakcije. Stanje ishranjenosti tala ukazuje da je opskrbljenost dušikom na obje lokacije umjerena, dok je opskrbljenost tla fosforom vrlo slaba, a opskrbljenost kalijem na RŠC Jarun dobra, a u Parku Bundek slaba.

S obzirom na to da travnjaci nisu prihranjivani te da se od njih očekuje da su konstantno u funkcionalnom stanju, potrebno ih je prihranjivati, osobito fosforom koji nedostaje i u tlu i u listovima trave, a zbog njegove važne uloge u metabolizmu biljke, poglavito u razvoju korijena koji je ključan za usvajanje svih ostalih elemenata.

Napominjemo također da se ovi travnjaci nalaze u parkovima i da jedan veći dio hraniva odnose i stabla, pa je povremena gnojidba travnjaka kvalitetno rješenje za obje biljne grupacije. Stoga, kako bi ishrana travnjaka bila odgovarajuća, a s obzirom na njihovu rekreativnu namjenu te zatečeni status, hraniva u tlu i listovima trave na temelju provedenih istraživanja, kreirali smo gnojidbeni dizajn travnjaka. Predlaže se proljetna gnojidba sa 100 g m<sup>-2</sup> NPK 5-20-30 ili 7-14-21 za održavanje zatečenog stanja, uz dodatak 20 g m<sup>-2</sup> superfosfata, za povećanje fosfora zbog niže utvrđene vrijednosti fosfora kako u listu trave tako i u tlu. Također, zbog održavanja dobre ishranjenosti, boje i vizualnog doživljaja travnjaka, a zbog odnošenja značajnih količina dušika košnjom, potrebna je gnojidba s po 10 g m<sup>-2</sup> KAN-a najmanje dva puta tijekom vegetacije.

## ZAHVALA

### ACKNOWLEDGMENTS

Ovo istraživanje provedeno je financiranjem Grada Zagreba, Gradskog ureda za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet kojem se ovim putem zahvaljujemo, kao i djelatnicima objekata Park Bundek i RŠC Jarun koji su sudjelovali u terenskom radu.

## LITERATURA

### BIBLIOGRAPHY

- Adams, C.R., M.P. Early, 2008: Principles of horticulture, Elsevier Butterworth, Heinemann
- AOAC, 1995: Official method of analysis of AOAC International, 16th Edition, Vol. 1, Arlington, USA
- Ayodele, V. I., 2002: Influence of nitrogen fertilisation on yield of *Amaranthus* species, *Acta Hort.* 571: 89-94.

- Bergmann, W., 1992: Nutritional disorders of plants, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York
- Egner H., H. Riehm, W.R. Domingo 1960: Untersuchung über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II, Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung - K. Lantbr. Hogsk. Annir. W.R. 1960, 26: 199-215.
- Epstein, E., 1972: Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives, John Wiley, New York
- Heckman, J.R., H. Liu, W.J. Hill, M. DeMillia, W.L. Anastasia, 2000: Kentucky Bluegrass Responses to Mowing Practice and Nitrogen Fertility Management, *J. Sust. Agr.* 15:25-33.
- Herak Ćustić, M., M. Petek, S. Ćustić, S. Slunjski, I. Pavlović, M. Ljubičić, T. Horvat, 2011: Optimalna ishranjenost travnog busena – preduvjet za korištenje u krajobraznoj arhitekturi, Zbornik radova 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma, Pospišil M. (ur.). Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet: 139-142.
- HRN ISO 10390:2005
- HRN ISO 11261:2004
- Hull, J.D., P.M. Martin, 2004: Phosphate requirements of creeping bent (*Agrostis stolonifera*) putting-green turf, Australian Agronomy Conference, 4. ICSC, Poster papers, Brisbane, Australia
- Jones, J., 1980: Turf analysis, *Golf course management* 48: 29-32.
- Koop K.L., K. Guillard, 2009: Quantifying turfgrass – Available N from returned clippings using anion exchange membranes. *Plant Science Articles*. Paper 26.
- Marschner, H., 1995: Mineral nutrition of higher plants, Academic press, New York.
- Mengel, K., E. A. Kirkby, 2001: Principles of plant nutrition, Springer Science+Business, Dordrecht
- Nus, J.L., N.E. Christians, K.L. Dieseburg. 1993. High phosphorus applications influence soil-available potassium and kentucky bluegrass copper content. *Hort. Sci.* 28: 639-641.
- Pessarakli, M., 2008: Handbook of Turfgrass Management and Physiology. CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton
- Petek, M., 2009: Mineralni sastav cikle (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.) pri organskoj i mineralnoj gnojidbi, Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb
- Petek, M., M. Herak Ćustić, A. Majdek, M. Pecina, B. Lazarević, V. Jurkić, T. Karažija, 2011: Optimalna gnojidba i dubina korijena utječu na kvalitetu travnog busena, Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, Pospišil M. (ur.), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet: 89-93.
- Silvertown, J., P. Poulton, E. Johnston, G. Edwards, M. Heard, P. M. Biss. 2006: The Park Grass Experiment 1856–2006: its contribution to ecology. *J. Ecol.* 94: 801-814.
- Taiz, L., E. Zeiger, 2002: Plant Physiology 3rd ed., Sinauer Associates, Incorporated, Publishers. Sunderland
- Wang, L., P. D'Odorico, L. Ries O'Halloran, K. Caylor, S. Macko. 2009: Combined effects of soil moisture and nitrogen availability variations on grass productivity in African savannas, *Plant Soil*, DOI 10.1007/s11104-009-0085-z
- Zakon o prostornom uređenju, NN 153/13



## Summary

Urban parks play an important role in the ecology of human habitats because they filter the air, produce oxygen and provide shelters and habitats for many species, especially birds. They also represent green oases where people affected by stress or overwork may find a place to rest. Urban parks provide a variety of recreational activities for city residents. The aim of this study is to determine the content of macronutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) in grass leaves in the urban parks of public areas in order to recommend optimal lawn fertilization. In addition, nutritional grass leaves statuses as well as analyses were made to determine the amount of macronutrients (N, P, K). Within recreational sport public buildings of the City of Zagreb were selected Recreational Sports Centre (RSC) Jarun and Bundek Park facilities as large green areas that are along with Maksimir Park the “lungs” of the city. Grass leaves and soil sampling were carried out on both lawns three times during the growing season. The content of nitrogen in grass leaves of both lawns is within the limits suggested by current literature whilst there was an determined lack of potassium and especially phosphorus. The determined average value of nutrients in the grass leaves during the vegetation period for Jarun were 3.14% N, 0.31% P and 2.78% K, and for Bundek 3.24% N, 0.41% P and 3.17% K. In general, the results show a slightly higher nutrient value of lawn in the Bundek Park compared to Jarun. On the study sites the largest share of grasses belongs *Lolium perenne* L. with 70%, *Festuca rubra* Huds. with 20% and 10% belongs to other plant species. Chemical properties of investigated soils show that the soil on RSC Jarun is alkaline and moderately supplied with nitrogen, very poorly supplied with phosphorus and well supplied with potassium. The soil in the Park Bundek is neutral and moderately supplied with nitrogen, very poorly supplied with phosphorus and slightly supplied with potassium. Consequently, we suggest spring fertilization on both locations with 100 g m<sup>-2</sup> NPK 5-20-30 or 7-14-21 with the addition of 20 g m<sup>-2</sup> superphosphate because of low P status both in soil and grass leaves and two topdressings during the growing season with 10 g m<sup>-2</sup> KAN because of mowing.

---

KEY WORDS: grass, lawn, nitrogen, park, phosphorus, potassium