

Evaluation of the Quality and Health Condition of Urban Greenery on the Campus of the University of Sarajevo and along Zmaj od Bosne Street

Ocjena kvaliteta i zdravstvenog stanja urbanog zelenila u kampusu Univerziteta u Sarajevu i ulici Zmaja od bosne

Osman Mujezinović¹, Damir Prljača^{1,*}, Naida Gadžo¹, Adelaida Martinović-Jukić¹, Mehmed Čilaš¹, Sead Ivojević¹, Mirza Dautbašić¹

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

This paper analyzes the health status of urban trees in the Campus area of the University of Sarajevo, with a particular focus on wood decay, mechanical damage, and the impact of maintenance practices. A total of 507 trees were evaluated for taxonomic composition, vitality decline symptoms, presence of pests, and the need for maintenance interventions. The results showed a statistically significant correlation between decay and damage to the root collar and major trunk injuries. Maintenance measures, especially pruning and soil loosening, had a positive effect on reducing symptoms of tree decline. Pests were also recorded, particularly on small-leaved linden and horse chestnut. The findings highlight the importance of regular monitoring, selection of resistant species, and an integrated approach to urban greenery management, especially in light of climate change and increasing urban stressors.

Key words: urban greenery, tree health status, wood decay, maintenance measures, mechanical damage

INTRODUCTION - Uvod

Pojam “urbanog zelenila” podrazumijeva sve zelenilo (drveće, biljke, cvijeće, grmlje, trava) na tlu i na zgradama u urbanim sredinama (Wong i dr. 2021). Drveće je najrašireniji oblik urbanog zelenila i karakteriše se velikom heterogenošću kroz urbane pejzaže (Gupta i dr. 2024). U urbanim sredinama drveće može biti usko povezano s različitim staništima, od onih u kojima dominiraju ograde, stubovi ulične rasvjete, fasade i slično, pa do “zelenih” u kojem je antropogeni utjecaj manje izra-

žen (Barteshagi i dr. 2017). Pored drveća, osnovu strukture urbanog zelenila čini i grmlje različitih biljnih vrsta (Stagoll i dr. 2012). Vegetacija urbanog zelenila je vrijedan prirodni resurs koji značajno doprinosi biološkoj raznolikosti u gradovima (Alvey 2006; Schlaepfer 2018; Schlaepfer i dr. 2020).

Urbano zelenilo pruža širok spektar ekosistemskih usluga, kao što su: filtriranje zraka (Escobedo i dr. 2011; Donovan 2017), sekvencijacija ugljika (Nowak i dr. 2013), ublažavanje negativnih posljedica klimatskih promjena

* Corresponding author: Damir Prljača, University of Sarajevo – Faculty of Forestry, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
d.prljaca@sfsa.unsa.ba

(Livesley i dr. 2016; Werbin i dr. 2020), i druge, a pored toga ima i direktan utjecaj na ekonomsku vrijednost urbanih ekosistema (Seth 2003; Nowak i Dwyer 2007; Chen i Jim 2008).

Zbog rastućih rizika kojima su zelene površine izložene, upravljanje urbanim drvećem i grmljem veliki je izazov za istraživače, stručnjake i gradske vlasti (Feltynowski i dr. 2018). Ovi rizici i prijetnje po zdravstveno stanje i stabilnost urbanih ekosistema predstavljeni su nizom abiotičkih i biotičkih faktora. Među brojnim abiotičkim faktorima izraženi su sve učestaliji temperaturni ekstremi, olujni vjetrovi i izmijenjene hemijske osobine zemljišta koje dovode do pojava kao što je pojačan salinitet tla (Morales-Gallego i dr. 2024; Gupta i dr. 2024). Biotički faktori koji imaju posebno veliki utjecaj na urbano zelenilo su insekti, bakterije i gljive (Gupta i dr. 2024; Kimic i dr. 2022).

Pokazalo se da česta upotreba soli za odmrzavanje u urbanim sredinama dovodi do trajno povećane zaslanjenosti i alkalnosti tla (Barona i dr. 2018). Za gradsko drveće to znači manje dostupnih hranjiva iz tla i slabije razvijen lisni materijal, a neka istraživanja ukazuju i na viši stepen nekrotičnosti stabala u vezi sa ovako destabilizovanim hemijskim karakteristikama tla (Świercz i Zajecka 2016).

Nadalje, u urbanim ekosistemima česta su mehanička oštećenja na stablima nastala usljed namjernog ili nenamjernog djelovanja čovjeka, i to: opremom za travnjake (kosilicama i trimerima), orezivanjem grana, usljed građevinskih aktivnosti (Gauthier i dr. 2015), usljed činova vandalizma (Richardson i Shackleton 2014) i slično. Vandalizam kao čin namjernog oštećivanja stabala urbanih ekosistema je jedan od glavnih uzroka pojave defektnih stabala i stabala koja predstavljaju opasnost za prolaznike i druge korisnike njegovih ekosistemskih usluga (Hamzah i dr. 2024). Istraživanja su pokazala da je prisustvo i veličina mehaničkih oštećenja vrata korijena i debela stabala direktno povezana sa pojavom i intenzitetom prisutne truleži stabala, uzrokovane različitim gljivama truležnicama (Vacek i dr. 2020).

Trulež drveta, prepoznatljiva po prisustvu plodišta gljiva truležnica, jedan je od najštetnijih biotičkih faktora destabilizacije drveća urbanih ekosistema (Paulić i dr. 2022). Gljive truležnice rodova *Armillaria* i *Phytophthora* među najčešćim su patogenima drveća urbanih ekosistema, odgovorne za propadanje i odumiranje dijelova stabla i čitavih stabala velikog broja biljnih domaćina. Kao takve su jedna od najvećih opasnosti za urbane i šumske ekosisteme (Matsiakh i Menkis 2023; Anselmi i dr. 2023).

Negativni utjecaj štetnih insekata na drveće ogleda se u defolijaciji, uzrokovanju sušenja pojedinih grana, a u ekstremnim slučajevima i čitavih stabala. Obzirom da su klimatski uslovi u urbanim ekosistemima za drveće nepovoljniji nego što je to slučaj u šumama, ono je samo po sebi umanjene sposobnosti da se odbrani usljed napada štetnika (Tabassum i dr. 2024). Tako efekt urbanog toplotnog ostrva može dovesti do prenamnoženja insekata i na taj način mnoge, inače bezopasne insekatske vrste, pretvoriti u opasne i invazivne štetnike (Frank i Just 2020). Pored ovakve opasnosti od autohtonih vrsta insekata, drveće u urbanim sredinama najčešće je i prvi domaćin za strane invazivne insekte i patogene po njihovom pojavljivanju na novom području (Augustinus i dr. 2024). Usljed uočljivog trenda porasta broja i intenziteta pojava invazivnih štetnika, ovi destabilizatori zdravstvenog stanja urbanih ekosistema imaju poseban značaj (Brockhoff i Liebhold 2017).

Negativno djelovanje navedenih faktora ima još jači efekat usljed djelovanja klimatskih promjena (Nitoslawski i dr. 2019; IPCC 2021), što dovodi do sve veće zabrinutosti za funkcionalnost, produktivnost i opstanak urbanog zelenila. Stabla lošeg zdravstvenog stanja i kondicije ne mogu pružiti većinu korisnih ekosistemskih usluga i stoga su manje efikasna u postizanju Ciljeva održivog razvoja (Hilbert i dr. 2019).

Urbana stabla redovno se njeguju kako bi se očuvalo njihovo zdravlje, produžio životni vijek i osigurala osnovna sigurnost građana i infrastrukture. Najčešća mjera njege stabala je orezivanje, koje postaje posebno važno kada se stabla nalaze u neposrednoj blizini urbane infrastrukture, poput električnih vodova ili građevinskih objekata. Međutim, tokom procesa orezivanja često dolazi do formiranja većih rana koje stvaraju posebne mikrohabitate, značajne s aspekta biodiverziteta (Großmann i dr. 2020).

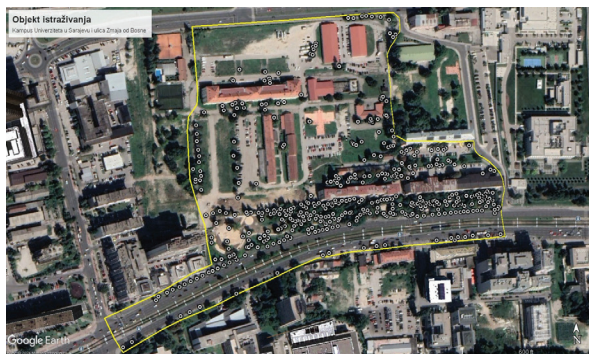
Pravilnim i redovnim mjerama njege značajno se poboljšavaju uvjeti rasta stabala (Višnjić i Ivojević 2024). To rezultira povećanjem prirasta, ubrzanim zacjeljivanjem rana na deblu i pravilnijim razvojem krošnje. Istovremeno se povećava njena vitalnost, omogućava se kontrolirano usmjeravanje rasta prema željenom cilju te se provode neophodne korekcije oblika i veličine krošnje. Također, ove mjere igraju važnu ulogu u saniranju šteta nastalih različitim negativnim utjecajima, kao što su lomovi grana usljed nevremena, štete od bolesti ili oštećenja nastala ljudskim aktivnostima (npr. građevinski radovi) i slično.

Imajući u vidu sve koristi koje urbano zelenilo pruža, prioritet u aktivnostima čovjeka stavlja se na očuvanje i

unapređenje zdravstvenog stanja biljaka u urbanom zelenilu. Stoga je glavni naučni cilj istraživanja zdravstvenog stanja urbanog zelenila analiza utjecaja abiotičkih i biotičkih faktora na zdravstveno stanje i ostale funkcije urbanog zelenila. Najvažniji društveni cilj ovog istraživanja je analiza antropogenog utjecaja na ove ekosisteme, odnosno analiza adekvatnosti i uspješnosti provedenih mjera uređivanja i njege urbanog zelenila od strane preduzeća koje uređuje ove površine i analiza antropogenog djelovanja s aspekta korisnika ovih ekosistema.

MATERIALS AND METHODS – *Materijal i metode*

Kao objekat rada za potrebe ove analize odabran je lokalitet Kampusa Univerziteta u Sarajevu, sa dijelom pridruženog drvoreda u ulici Zmaja od Bosne (od Zemaljskog muzeja do zgrade Elektroprivrede). Ovaj lokalitet je, po svom sastavu vrsta, stanju očuvanosti zelenila i položaju, optimalan predstavnik urbanog zelenila u gradu Sarajevu, pa je iz ovog razloga i odabran za analizu zdravstvenog stanja zelenila. Zona Kampusa prostire se na 136.856 m² površine na kojoj u omjeru izgrađenog i otvorenog zemljišta preovladavaju otvorene površine. S obzirom na to da je u prošlosti korištena u vojne svrhe i bila nedostupna široj javnosti, ovu površinu i danas karakteriše nizak stepen urbanizacije i relativno dobro očuvana prisutna dendroflora.



Slika 1. Kampus Univerziteta u Sarajevu i dio ulice Zmaja od Bosne s ucrtanim koordinatnim položajem analiziranih stabala

Figure 1. Campus of the University of Sarajevo and a section of Zmaj od Bosne Street with marked coordinate positions of the analyzed trees

Analizom je obuhvaćeno ukupno 507 jedinki drvenaste flore na spomenutim površinama, od čega su 192 (37,9%) stabla zimzelenih vrsta, dok je preostalih 315 (62,1%) listopadno. Prilikom određivanja taksonomske pripadnosti svakog od ocjenjivanih stabala, na posmatranom području identifikovano je ukupno 35 različitih taksona.

Prije pristupanja analizi zdravstvenog stanja, sva stabla posmatrane površine su taksonomski identificirana i geopozicionirana korištenjem aplikacije Mobile Topographer. Stablama su dodijeljene jedinstvene šifre koje su, zajedno s očitanim koordinatama i podacima o taksonomskoj pripadnosti, unesene u digitalnu bazu podataka.

Analiza zdravstvenog stanja dendroflora provedena je na osnovu vizuelne procjene niza parametara vrata korijena, debla i krošnje. Svi prikupljeni podaci grupisani su u osam potkategorija, ovisno o prirodi informacija koje pružaju, na sljedeći način:

1. Podaci potrebni za izradu katastra zelenila (4 parametra)
2. Osnovni taksacioni podaci (3 parametra)
3. Osnovni podaci o stablu (22 parametra)
 - 3.1. Podaci o stanju tla (8 parametara)
 - 3.2. Podaci o obliku debla (3 parametra)
 - 3.3. Podaci o stanju krošnje (9 parametara)
 - 3.4. Osnovni podaci o stanju stabla (2 parametra)
4. Predložene mjere sanacije tla oko stabla (7 parametara)
5. Predložene mjere koje se odnose na samo stablo (12 parametara)
6. Simptomi narušenog vitaliteta (24 parametra)
 - 6.1. Simptomi narušenog vitaliteta u zoni korijena i vrata korijena (5 parametara)
 - 6.2. Simptomi narušenog vitaliteta u zoni debla (6 parametara)
 - 6.3. Simptomi narušenog vitaliteta u zoni krošnje (8 parametara)
 - 6.4. Simptomi narušenog vitaliteta vidljivi na čitavom stablu (2 parametra)
 - 6.5. Prisustvo štetnika (3 parametra)
7. Prognoza za stablo na osnovu trenutnog stanja
8. Mjere unapređenja zdravstvenog stanja stabla (4 parametra)

Nakon prikupljanja svih potrebnih podataka za pojedinačna stabla, za svako je ponuđeno subjektivno predviđanje o vremenu koje će stablo moći da provede na svojoj poziciji ukoliko se pravovremeno provedu sve predložene mjere unapređenja njegovog vitaliteta.

Za potrebe ovog istraživanja analiziran je utjecaj provođenja mjera njege na dvije ključne grupe pokazatelja: vanjski izgled stabala i zdravstveno stanje stabala. U prvom dijelu analize fokus je bio na procjeni utjecaja mjera njege na varijable povezane s fizičkim izgledom stabala, uključujući oblik debla, pravilnost krošnje, prisustvo oštećenja i druge slične karakteristike. U drugom dijelu analize, istraživan je utjecaj mjera njege na zdravstvene

pokazatelje, kao što su trulež vrata korijena, prisustvo suhih grana, plodišta gljiva i prelomljene grane.

Prikupljeni podaci su analizirani u statističkim softverima Microsoft Excel i Statgraphics Centurion XVI. Od statističkih metoda korištene su deskriptivna statistika i Hi-kvadrat test.

RESULTS – Rezultati

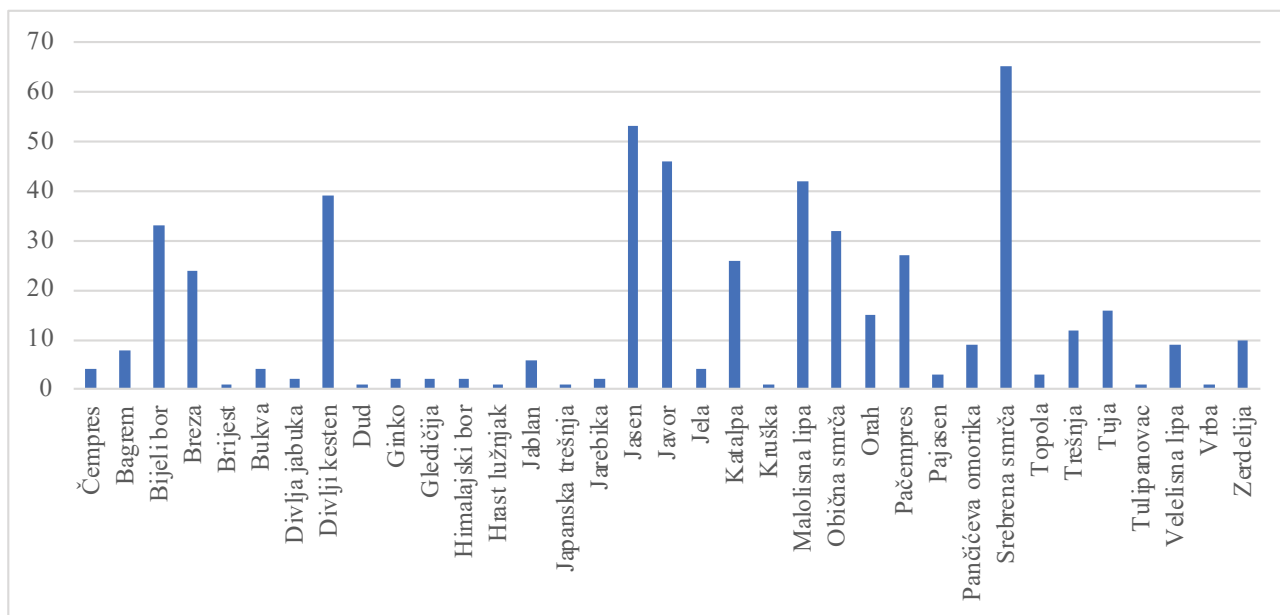
Sa grafikona 1 uočava se da je zastupljenost vrsta drveća na istraživanom području neravnomjerna. Najzastupljenije vrste drveća (s 30 i više stabala na istraživanom području) su: srebrna smrča (65 stabala), jasen (53 stabla), javor (46 stabala), malolisna lipa (42 stabla), divlji kesten (39 stabala), bijeli bor (33 stabla) i obična smrča (32 stabla). Vrste s najmanjim brojem (sa tri i manje stabala na istraživanom području) su: brijest, dud, vrba, hrast lužnjak, japanska trešnja, kruška i tulipanovac – sa po jednim stablom; divlja jabuka, ginko, gledičija, jarebika i himalajski bor – sa po dva stabla; te topola i pajasen – sa tri stabla na istraživanom području.

Grafikon 2 prikazuje značajnu varijabilnost u prisustvu truleži među različitim vrstama drveća. Najveći procenat stabala s prisustvom truleži uočen je kod zerdelije (70%), oraha (60%), velelisne lipe (56%) i divljeg kestena (54%), što ukazuje na njihovu osjetljivost na faktore koji uzrokuju trulež. Vrste poput brijesta, duda, vrbe i divlje jabuke imale su samo po jedno analizirano stablo, ali kod svih je zabilježeno prisustvo truleži, što dodatno ukazuje na rizik njenog nastanka kod ovih vrsta drveća.

S druge strane, kod vrsta poput hrasta lužnjaka, japanske trešnje, tulipanovca, čempresa i pančičeve omorike nije zabilježeno prisustvo truleži, što ukazuje na njihovu otpornost na patogene ili na povoljnije uslove staništa.

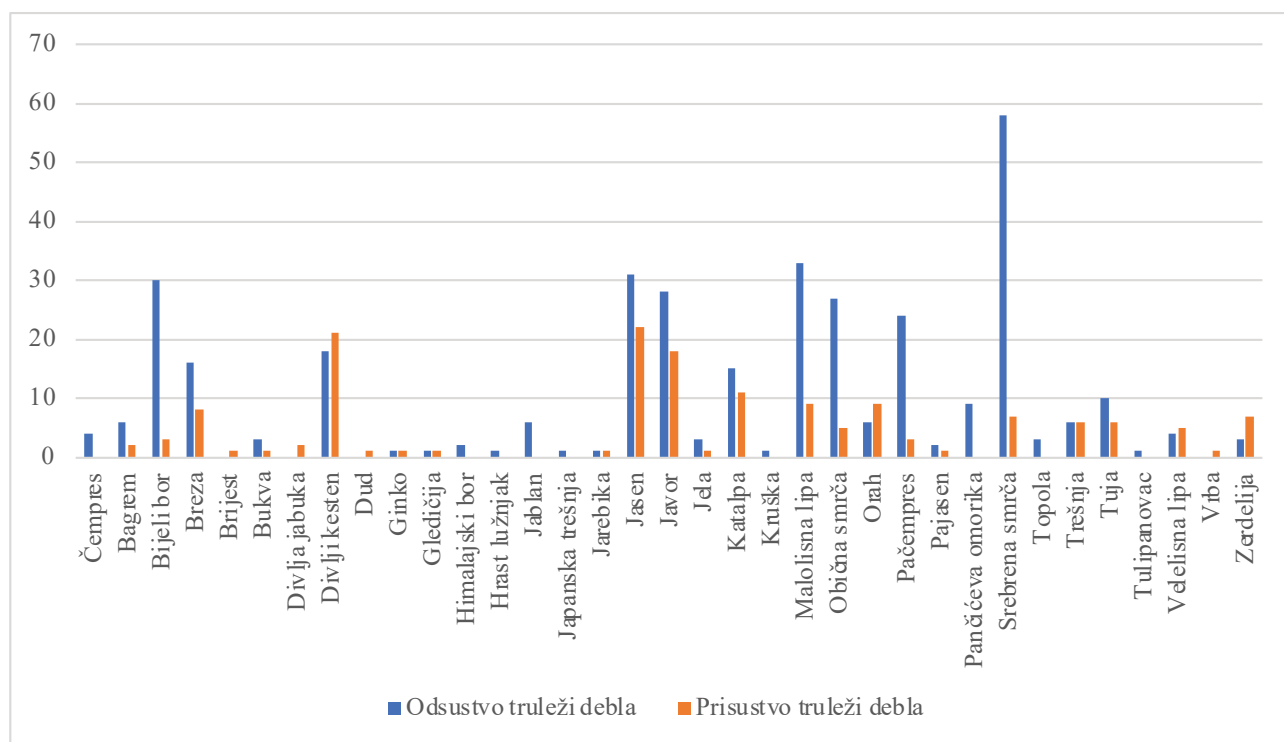
Posebno je zanimljivo da vrste poput srebrne smrče imaju značajno veći broj stabala bez truleži, što ukazuje na njihovu potencijalnu otpornost, dok jela i javor pokazuju relativno ujednačen odnos između stabala s prisustvom i odsustvom truleži. Istovremeno, divlji kesten i slične vrste pokazuju povećan rizik od truleži, vjerovatno zbog osjetljivosti na biotičke ili abiotičke stresove. Ovi podaci naglašavaju potrebu za daljim istraživanjem faktora otpornosti i osjetljivosti kod različitih vrsta, kako bi se usmjerile strategije zaštite i očuvanja stabala u urbanim i šumskim ekosistemima.

Tabela 1 prikazuje vrste simptoma koji su uočeni na korijenu i deblu stabla, a koji mogu imati utjecaj na pojavu truleži debla stabla. Mehanička oštećenja predisponiraju stabla za napad gljiva truležnica, a pojava truleži u predjelu vrata korijena je indikator da je trulež možda prodrla u više dijelove debla.



Grafikon 1. Brojnost stabala po vrstama drveća

Chart 1. Number of Trees by Tree Species



Grafikon 2. Brojnost stabala po vrstama drveća u zavisnosti od prisustva i odsustva truleži

Chart 2. Number of Trees by Tree Species Based on the Presence and Absence of Decay

Tabela 1. Utjecaj oštećenja korijena i debla i truleži vrata korijena na pojavu pojvu truleži debla

Table 1. Influence of Root and Stem Damage and Root Collar Decay on the Occurrence of Stem Decay

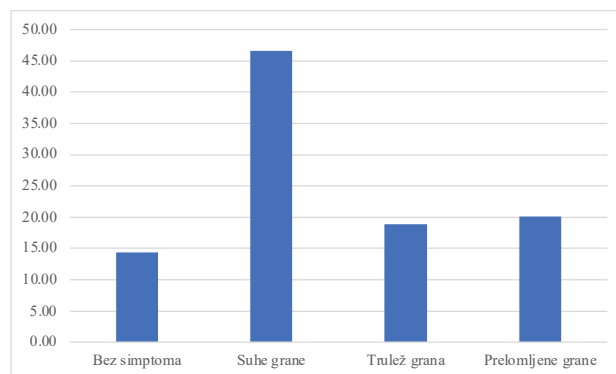
Varijabla	Brojnost	Hi-kvadrat test
Oštećenje korijena	50	0.0001
Trulež vrata korijena	38	0.0000
Oštećenje debla (<10)	181	0.1362
Oštećenje debla (10-20)	63	0.0000
Oštećenje debla (>20)	45	0.0000

Posmatrajući tabelu 1, uočeno je da su oštećenje korijena (50 stabala) i trulež vrata korijena (38 stabala) statistički značajno povezani s pojavom truleži na deblu ($p < 0,05$). Ovo ukazuje na ključnu ulogu ovih tipova oštećenja u omogućavanju infekcije i širenja truleži, posebno kod vrata korijena, gdje vrijednost p ($p = 0,0000$) ističe potrebu za preventivnim mjerama.

Kod oštećenja debla, povrede manje od 10 cm (181 stablo) nisu pokazale statističku značajnost ($p > 0,05$), dok

su povrede od 10–20 cm (63 stabla) i preko 20 cm (45 stabala) imale značajnu povezanost sa truleži ($p < 0,05$). Ovi rezultati potvrđuju da veličina povrede direktno utiče na rizik od truleži, pri čemu veće povrede znatno povećavaju vjerovatnoću njenog razvoja.

Pored debla, prilikom analize zdravstvenog stanja stabala analizirano je i prisustvo simptoma i na granama stabala. Simptomi su podijeljeni u tri kategorije kao što je to i predstavljeno na grafikonu 3.

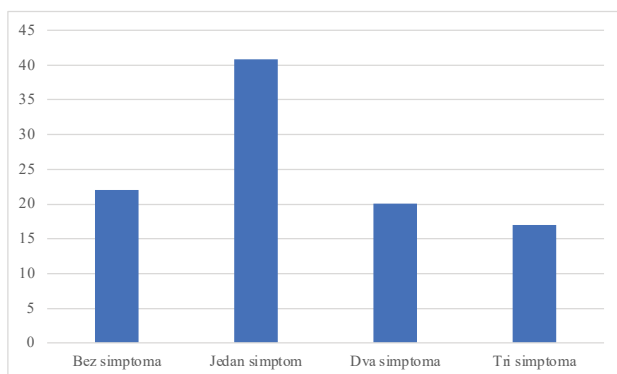


Grafikon 3. Procentualni udio prisustva simptoma na granama stabala

Chart 3. Percentage Share of Symptom Presence on Tree Branches

Na osnovu podataka prikazanih na grafikonu 3, najuočljiviji simptom na granama analiziranih stabala jeste prisustvo suhih grana, koje je zabilježeno na ukupno 364 stabla, što predstavlja 46% svih analiziranih jedinki. Trulež na granama evidentirana je kod 148 stabala, odnosno kod 19% uzoraka, dok su prelomljene grane prisutne na 157 stabala, što čini 20% ukupno analiziranih stabala.

Na pojedinim stablima evidentirano je prisustvo jednog, dva ili više simptoma, pa je bilo stabala na kojima je evidentirana pojava suhih grana, trulež na granama i prelomljene grane. Raspored procentualnog udjela broja stabala po prisutnosti simptoma na granama dat je u grafikonu 4.

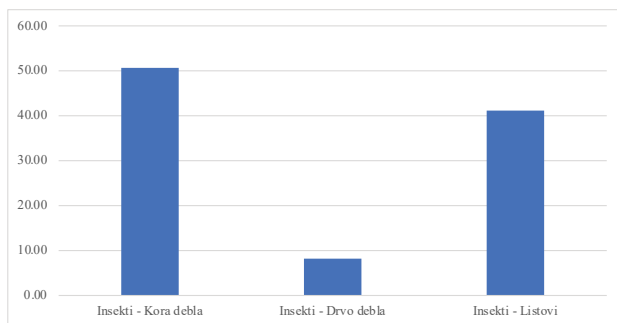


Grafikon 4. Procentualni udio simptoma na granama stabala

Chart 4. Percentage Share of Symptoms on Tree Branches

Sa grafikona 4 uočava se da najveći udio čine stabla kod kojih je zabilježen samo jedan simptom – ukupno 207 stabala, što predstavlja 41% svih analiziranih jedinki. Dva simptoma su evidentirana na 102 stabla (20%), dok je prisustvo sva tri simptoma istovremeno zabilježeno na 86 stabala (17%).

Pored fitopatološkog kompleksa na analiziranim stablima, prilikom istraživanja ispitano je i prisustvo insekata na kori i drvetu debla, kao i na listovima drveća. Rezultati ove analize su prikazani u grafikonu 5.



Grafikon 5. Procentualni udio zastupljenosti insekata na stablima

Chart 5. Percentage Share of Insect Presence on Trees

Analiza grafikona 5 pokazuje da je prisustvo insekata najizraženije na kori debla i listovima, dok su insekti koji napadaju drvo debla znatno rjeđe zabilježeni. Insekti na kori debla evidentirani su na 86 stabala, što čini 51% ukupno analiziranih jedinki. Prisustvo insekata na listovima zabilježeno je na 70 stabala (41%), dok su insekti koji napadaju drvenu masu debla identificirani tek na 14 stabala (8%). Tokom istraživanja najčešće su uočene stjenice i grinje, što ukazuje na dominantnu prisutnost fitofagnih i parazitskih vrsta koje primarno naseljavaju površinske dijelove stabla.

Tabela 2. Rezultati Hi-kvadrat testa utjecaja mjera njege na odabrane varijable vanjskog izgleda stabla

Table 2. Results of the Chi-Square Test on the Impact of Maintenance Measures on Selected Variables of Tree External Appearance

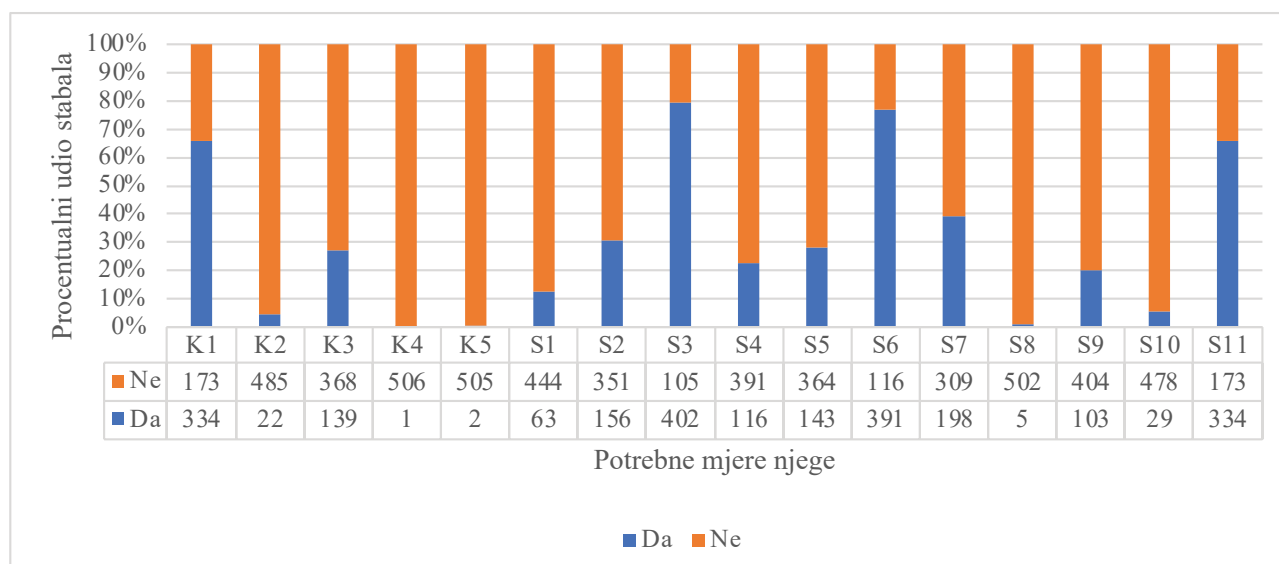
Varijabla izgleda stabla	P-value
Oblik debla	0.421
Prisustvo kvrga	$p < 0.01^{***}$
Pravilnost krošnje	$p < 0.01^{***}$
Krošnja zdrava	$p < 0.01^{***}$
Krošnja hlortična	$p < 0.01^{***}$
Krošnja sa rubnom nekrozom	$p < 0.01^{***}$
Račvanje debla	$p < 0.01^{***}$
Olistalost	$p < 0.01^{***}$
Ekscentričnost	$p < 0.01^{***}$

Mjere njege imaju statistički značajan utjecaj na vanjski izgled stabala ($p < 0.05$). Posebno su izražene razlike u varijablama koje opisuju stanje krošnje, uključujući njenu pravilnost, zdravlje, prisustvo hlortičnosti i rubne nekroze, kao i olistalost i ekscentričnost krošnje. Pravilno provođene mjere njege bile su povezane s boljim ocjenama estetskih i strukturnih karakteristika krošnje, dok njihov utjecaj na oblik debla nije bio statistički značajan ($p = 0.335$).

Tabela 3. Rezultati Hi-kvadrat testa utjecaja mjera njege na pokazatelje zdravstvenog stanja stabala

Table 3. Results of the Chi-Square Test on the Impact of Maintenance Measures on Indicators of Tree Health Condition

Varijable zdravstvenog stanja	P-value
Oštećenje vrata korijena	$P < 0.05^*$
Trulež vrata korijena	$p < 0.01^{***}$
Oštećenje debla ispod 10 cm	0.781
Oštećenje debla od 10 do 20 cm	$P < 0.05^*$
Oštećenje debla iznad 20 cm	$p < 0.01^{***}$



Grafikon 6. Procentualna raspodjela stabala prema potrebama mjera njege, pri čemu kolone s oznakom K odnose se na mjere njege u zoni korijenja (1 – obraditi i razrahliti, 2 – odstraniti malč, 3 – izvršiti prihranu, 4 – ostalo i 5 – presaditi), dok kolone sa oznakom S se odnose na sanaciju stabla (1 – ukloniti/posjeći, 2 – sanirati/konzervirati, 3 – njegovati (orezati), 4 – redukovati krošnju, 5 – očistiti trulež, 6 – orezati suhe grane, 7 – obraditi kaptirane grane, 8 – ankerisati grane, 9 – oblikovati krošnju, 10 – podići krošnju i 11 – orezati živice)

Chart 6. Percentage Distribution of Trees According to Required Maintenance Measures, where columns marked with “K” refer to the root zone care measures (1 – loosen and cultivate soil, 2 – remove mulch, 3 – fertilize, 4 – other, and 5 – transplant), while columns marked with “S” refer to tree remediation measures (1 – remove/cut down, 2 – restore/conservate, 3 – maintain (prune), 4 – reduce crown, 5 – remove decay, 6 – prune dead branches, 7 – treat topped branches, 8 – anchor branches, 9 – shape the crown, 10 – raise the crown, and 11 – prune suckers).

Varijable zdravstvenog stanja	P-value
Trulež debla	$p < 0.01^{***}$
Plodišta gljiva	$P < 0.05^*$
Suhe grane	$P < 0.05^*$
Trulež grana	$p < 0.01^{***}$
Prelomljene grane	$p < 0.01^{***}$

Analiza zdravstvenih pokazatelja stabala također je pokazala statistički značajan utjecaj mjera njege na većinu varijabli koje se odnose na zdravstveno stanje ($p < 0,05$). Mjere njege značajno su utjecale na smanjenje prisustva truleži i oštećenja na različitim dijelovima stabala, uključujući deбло, grane i korijen. Također, uočena je statistički značajna povezanost mjera njege s manjim brojem suhih i prelomljenih grana, što dodatno naglašava njihovu ulogu u unapređenju zdravstvenog stanja stabala. Ipak, nije uočena značajna razlika kod oštećenja debla ispod 10 cm ($p = 0,648$).

Grafikon 6 prikazuje procentualnu raspodjelu stabala prema potrebama za mjerama njege u različitim zonama i kategorijama. Na osnovu grafikona vidimo da su u zoni korijenja najpotrebnije mjere prihrana i uklanjanje malča, što ukazuje na učestale izazove vezane za poboljšanje

kvaliteta tla i dostupnosti hranjivih tvari. Od mjera sanacije najviše su izražene potrebe za orezivanjem, uklanjanjem suhih grana i orezivanjem živica. Sve tri mjere njege se mogu svrstati u redovne mjere održavanja, što ukazuje da je njihovo provođenje u prošlosti izostalo.

DISCUSSION – Diskusija

Razlike u pojavi truleži među vrstama drveća ukazuju na potrebu za daljnjim istraživanjima koja bi identificirala specifične faktore otpornosti ili podložnosti truleži kod različitih vrsta drveća. Posebno je važno razumjeti utjecaj ekoloških uslova, kao što su vlažnost tla, prisustvo patogenih gljiva i mehaničke povrede, na pojavu truleži. Na primjer, visoki broj stabala s truleži kod divljeg kestena može biti povezan sa stresom kojem su stabla izložena u urbanom ekosistemu, dok nizak broj stabala s truleži kod čempresa može ukazivati na prirodnu otpornost ove vrste. Poznavanje osjetljivosti pojedinih vrsta drveća na pojavu truleži može poslužiti kao osnova za planiranje strategija upravljanja urbanim zelenilom, uz selekciju onih vrsta koje su otpornije na trulež u specifičnim uslovima staništa.

Rezultati o utjecaju veličine i lokacije povrede na pojavu truleži jasno ukazuju na važnost ovih parametara u razvoju truleži. Oštećenja korijenja i vrata korijenja pokazu-

ju visok rizik, što može biti posljedica direktnog kontakta tih dijelova stabla sa patogenima iz tla. Stoga su preventivne mjere poput izbjegavanja mehaničkih povreda tokom radova na održavanju urbanog zelenila, te pravovremena sanacija povreda ključne za smanjenje šteta.

Oštećenja debla pokazuju prag značajnosti vezan za veličinu povrede. Povrede veće od 10 cm² ukazuju na potrebu za redovnim pregledima stabala sa značajnim oštećenjima kako bi se pravovremeno uočili prvi znaci truleži. Posebno je važno naglasiti da povrede manje od 10 cm² ne pokazuju značajnu povezanost s razvojem truleži, što ukazuje na potencijal prirodne sposobnosti stabla da se oporavi od manjih povreda bez većih posljedica.

Rezultati istraživanja Helje (2015) i Haskovića (2014) jasno ukazuju na značaj veličine povreda u razvoju truleži kod stabala. Helja (2015) je pokazao da širina, dužina i površina povrede predstavljaju ključne faktore koji značajno utiču na zapreminu truleži, pri čemu su širina i dužina povrede posebno važni. Povećanje zapremine truleži je najizraženije kod povreda s velikom površinom, gdje su povrede iznad 1.500 cm² zabilježile najveće širenje truleži u kasnijim fazama razvoja. Ova progresija je posebno primjetna kako vrijeme od nastanka povrede prolazi, s ubrzanim širenjem truleži zabilježenim između sedam i deset godina nakon povrede. Hasković (2014) dodatno potvrđuje da povrede s površinom većom od 1.000 cm² imaju najveći udio trulog drveta, dok su povrede manje od 100 cm² imale minimalan ili nikakav udio truleži.

Krpan i saradnici (1993) su utvrdili da su povrede prosječne veličine do 3.300 cm², smještene najčešće do visine od 1,5 metara iznad tla, povezane s pojavom plodišta gljiva truležnica već tri godine nakon povrede, uz gubitak prirasta u rasponu od 1,0% do 4,7%. Bettinger i Kellog (1993) su naglasili da duboke povrede kore, naročito one koje prelaze 100 cm², značajno povećavaju rizik od razvoja truleži i smanjenja prirasta stabla, dok nesanirane povrede postaju trajni ulaz za mikroorganizme, čime se štete dodatno pogoršavaju. Martinić (1992) je ukazao na mehanička oštećenja, koja čine 65–80% svih ozljeda, a najveći dio tih povreda javlja se na donjem metru debla, uzrokujući gubitak zapreminskog prirasta do 4,7% godišnje. Smith i dr. (1994) su dodatno istakli važnost kritične veličine povreda, preporučujući da ona ne premašuje površinu jednaku kvadratu prsnog prečnika stabla, jer povrede iznad tog praga značajno povećavaju rizik od truleži i zahtijevaju posebne mjere zaštite kako bi se spriječila daljnja degradacija.

Ovi nalazi ukazuju na jasnu povezanost veličine povreda s intenzitetom i širenjem truleži, naglašavajući potrebu za preventivnim mjerama i redovnim praćenjem povrijeđenih stabala. Vremenski aspekt truleži ukazu-

je na važnost pravovremenog tretmana povreda, kako bi se smanjio rizik od širenja patogenih gljiva. Povrede veće površine ne samo da povećavaju zapreminu truleži, već smanjuju i ekološku vrijednost stabala, što dodatno opravdava implementaciju mjera zaštite i sanacije oštećenja na stablima u urbanom zelenilu.

Od ukupno 508 stabala obuhvaćenih istraživanjem, prisustvo insekata zabilježeno je na njih 110 iz 8 rodova, pri čemu su insekti listova najučestaliji – zabilježeni na 86 jedinki. Vrste *Tilia cordata* Mill. i *Aesculus hippocastanum* L. su jedine na kojima je prisustvo štetnih insekata označeno kao značajno: na ova dva taksona zabilježeno je ukupno 88,57% od svih evidentiranih štetnika listova (*T. cordata* 45,71% i *A. hippocastanum* 42,86%) i 61,62% od svih zabilježenih štetnika kore (*T. cordata* 39,53% i *A. hippocastanum* 22,09%). Kao najčešće štetnike na lipama u gradskim sredinama literatura navodi lipinu grinju šiškaricu (*Eriophyes tiliae*) i crvenu lipinu grinju (*Eotetranychus tiliarum*) (Dautbašić i dr. 2016). Na posmatranoj površini zabilježeno je prisustvo obje od navedenih vrsta grinja lipe, a pored njih je kao prisutni štetnik listova lipe identificirana i lipina lisna uš (*Eucallipterus tiliae*).

Na listovima divljeg kestena identificiran je samo jedan štetnik – kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella*, Deschka & Dimić 1986). Iako je štetno djelovanje ovog insekata ograničeno na smanjenje estetske vrijednosti stabala divljeg kestena u urbanim sredinama (Krivoshchina i Ozerova 2020), jak napad može znatno smanjiti asimilacionu površinu stabla i dovesti do odumiranja pojedinačnih grana (Gubka i dr. 2020). Na površini Kampusa Univerziteta u Sarajevu, ovaj insekt je evidentiran na 30 stabala divljeg kestena (76,92%) i kao takav je jedan od najznačajnijih štetnika na posmatranom području.

Od svih stabala na kojima je zabilježeno prisustvo insekata kore, na čak 78 (90,7%) je u pitanju vatrena stjenica (*Pyrrhocoris apterus* L.). Ovaj insekt je evidentiran isključivo zbog brojnosti u kojoj je uočen, dok, sa aspekta zaštite urbanog zelenila nema nikakav značaj, budući da ne postoje zapisi o njegovoj štetnosti.

Rezultati analize pokazali su da prisustvo ili odsustvo mjera njege ima statistički značajan utjecaj na pokazatelje vanjskog izgleda i zdravstveno stanje stabala. Pravilno i redovno provođenje mjera njege predstavlja osnovnu preventivnu aktivnost u očuvanju zdravlja stabala u urbanim sredinama. Naprimjer, istraživanja oštećenja stabala nakon oluja jasno pokazuju da pravilan izbor vrsta, adekvatna sadnja i kontinuirano održavanje mogu spriječiti razvoj brojnih strukturnih nedostataka zbog kojih stabla postaju podložna lomljenju grana ili debala (Dempsey 1994; Johnson 1999).

Jedna od najčešćih redovnih mjera održavanja je orezivanje grana (Speak i Salbitano 2023). Ova mjera ima višestruke pozitivne učinke, od kojih je najvažniji sprječavanje smetnji koje stabla mogu uzrokovati objektima, kao što su zgrade, ulice i infrastruktura, uključujući i električne vodove (Perrette i dr. 2021). Osim toga, orezivanje značajno doprinosi sigurnosti, jer sprječava lomljenje i padanje grana na ljude i imovinu, te omogućava bolje raspoređivanje opterećenja na preostale grane (Ow i dr. 2013). Uz sigurnosne aspekte, orezivanjem se reguliraju veličina i oblik stabala, čime se postiže željeni estetski izgled urbanog pejzaža (Hoyle i dr. 2017). Redovno uklanjanje suhih, bolesnih, oštećenih ili međusobno ukrštenih grana dodatno doprinosi zdravlju i kvaliteti urbanog drveća te se smatra esencijalnom praksom u urbanom šumarstvu (Clark i Matheny 2010).

Naši rezultati, međutim, pokazuju da su mjere orezivanja često izostavljene, što je jasno prikazano na grafikonu 6, gdje orezivanje predstavlja dominantno predloženu uzgojnu mjeru za analizirana stabla. Izostanak redovnog orezivanja povećava rizik od lomljenja grana, oštećenja infrastrukture, smanjenja sigurnosti stanovništva, narušavanja zdravstvenog stanja stabala te općeg smanjenja estetske i ekološke vrijednosti urbanog zelenila. Dugoročno gledano, to rezultira kraćim životnim vijekom stabala i povećanim troškovima naknadnog održavanja.

Dominantna mjera njege u zoni korijenja jeste rahljenje i obrada tla (grafikon 6). Sabijanje tla u urbanim sredinama negativno utiče na rast stabala, jer ograničava razvoj korijenovog sistema te mijenja fizičko-hemijska svojstva tla. Zbijeno tlo predstavlja fizičku prepreku širenju korijenja, zbog čega se korijenje razvija površinski i radijalno zadebljava, što smanjuje stabilnost i ukupni rast stabla (Bassuk i dr. 2011). Osim toga, smanjen pristup vodi i hranjivim materijama ograničava fotosintezu i ukupnu vitalnost stabala (Day i dr. 2010). U sabijenom tlu također je smanjena aeracija, što rezultira anaerobnim uvjetima koji otežavaju respiraciju korijenja i aktivnost mikroorganizama (Kozłowski 1999). Konačno, slabije razvijen korijenski sistem povećava rizik od izvaljivanja stabala uslijed djelovanja vjetra ili snježnog opterećenja (Gilman 2001).

Kombiniranje različitih vrsta drveća prema specifičnim stanišnim uvjetima, nabavka kvalitetnog sadnog materijala, primjena pravilnih tehnika sadnje i redovnog orezivanja, te zaštita stabala od građevinskih oštećenja, ključni su faktori očuvanja zdravlja stabala i smanjenja opasnih strukturalnih defekata u urbanim sredinama (Johnson i dr. 1992).

CONCLUSIONS – Zaključak

Na osnovu provedenog istraživanja, može se zaključiti da pojava truleži kod stabala u urbanim sredinama zavisi od kombinacije bioloških karakteristika vrsta, stepena mehaničkih oštećenja i adekvatnosti primijenjenih mjera njege. Vrste poput divljeg kestena, velelisne lipe i oraha pokazale su veću osjetljivost na trulež, dok su čempres, japanska trešnja i tulipanovac iskazale otpornost, što ukazuje na značaj pažljive selekcije vrsta prilikom planiranja i održavanja urbanih zasada. Statistički značajna povezanost truleži sa oštećenjima korijena, vrata korijena i većim povredama debela potvrđuje ulogu mehaničkih oštećenja kao predispozicijskog faktora za razvoj patogenih gljiva. Redovno provođenje mjera njege – naročito onih usmjerenih na krošnju i korijenovnu zonu, uključujući orezivanje grana i rahljenje tla – pokazalo se kao ključno za smanjenje učestalosti truleži, poboljšanje zdravstvenog stanja stabala i očuvanje njihove stabilnosti. Istovremeno, prisustvo štetnih insekata, naročito na lipi i divljem kestenu, dodatno komplikuje zdravstvenu sliku pojedinih vrsta i zahtijeva integrisani pristup u upravljanju urbanim zelenilom. Dobijeni rezultati naglašavaju potrebu za uspostavljanjem sistema redovnog monitoringa zdravstvenog stanja stabala, pravovremenom sanacijom oštećenja i primjenom preventivnih i kurativnih mjera njege. Identifikacija ključnih faktora koji utiču na vitalnost drveća predstavlja osnovu za dugoročno očuvanje funkcionalnosti i ekološke vrijednosti urbanih stabala, posebno u kontekstu izazova koje donose klimatske promjene i stresovi u urbanim ekosistemima.

REFERENCES – Literatura

- Perrette, G., Yilmaz, E., & Pilleboue, E. (2021). A data-driven approach to urban tree maintenance: Predicting pruning activities from heterogeneous data. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61, 127090.
- Ow, L. F., Ghosh, S., & Sim, E. K. (2013). Tree pruning: A review on practices, physiological consequences, and effects on growth. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(4), 464–472.
- Alvey, A. A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(4), 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003>
- Johnson, G. R. (1999). *Protecting trees from construction damage: A homeowner's guide* (FO-6135-S, revised). University of Minnesota Extension Service. Retrieved from <http://www.extension.umn.edu/distribution/housingandclothing/DK6135.html>

- Dempsey, G. (1994). Notes from hurricane Andrew. In L. L. Burban & J. W. Andersen (Eds.), *Storms over the urban forest* (2nd ed., pp. 105–133). U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Bassuk, N., Trowbridge, P., & Atkinson, D. (2011). The effects of soil compaction on tree growth. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10(5), 291–296.
- Day, S. D., Wiseman, P. E., & Dickinson, S. B. (2010). Tree root growth in response to soil compaction. *Journal of Environmental Horticulture*, 28(2), 75–83.
- Gilman, E. F. (2001). *An illustrated guide to pruning* (2nd ed.). Delmar Cengage Learning.
- Kozłowski, T. T. (1999). Sap flow and water relations of trees. *Tree Physiology*, 19(10), 655–662.
- Johnson, G. R., Hauer, R. J., & Pokorny, J. D. (1992). Prevention of hazardous tree defects. In *Urban tree risk management: A community guide to program design and implementation* (Chap. 4). USDA Forest Service.
- Hoyle, H., Hitchmough, J., & Jorgensen, A. (2017). All about the ‘wow factor’? The relationships between aesthetics, restorative effect and perceived biodiversity in designed urban planting. *Landscape and Urban Planning*, 164, 109–123.
- Anselmi, N., Saraceni, A., & Anselmi, A. (2021). Incidence of Armillaria species in agrarian, forest and ornamental ecosystems of the Lazio region. *Agriculture and Forestry*, 67(1), 7–25.
- Augustinus, B. A., Abegg, M., Queloz, V., & Brockerhoff, E. (2024). Higher tree species richness and diversity in urban areas than in forests: Implications for host availability for invasive tree pests and pathogens. *Landscape and Urban Planning*, 250, 105144. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105144>
- Barona, C. O., Sabetski, V., Millward, A., & Steenberg, J. (2018). De-icing salt contamination reduces urban tree performance in structural soil cells. *Environmental Pollution*, 234, 562–571. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.101>
- Bartessaghi Koc, C., Osmond, P., & Peters, A. (2017). Towards a comprehensive green infrastructure typology: A systematic review of approaches, methods and typologies. *Urban Ecosystems*, 20, 15–35.
- Bettinger, P., & Kellogg, L. D. (1993). Residual stand damage from cut-to-length thinning of second-growth timber in the Cascade Range of Western Oregon. *Forest Products Journal*, 43(11/12), 59–64.
- Brockerhoff, E., & Liebhold, A. (2017). Ecology of forest insect invasions. *Biological Invasions*, 19. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1514-1>
- Chen, W. Y., & Jim, C. Y. (2008). Assessment and valuation of the ecosystem services provided by urban forests. In M. M. Carreiro, Y. C. Song, & J. Wu (Eds.), *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests* (pp. 53–83). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71425-7_5
- Dautbašić, M., Spasojević, B., & Mujezinović, O. (2016). *Dendroflora urbanog zelenila grada Mostara i njena zaštita*. Sarajevo: Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Donovan, G. H. (2017). Including public-health benefits of trees in urban forestry decision making. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 120–123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.010>
- Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, 159, 2078–2087.
- Feltynowski, M., Kronenberg, J., Bergier, T., Kabisch, N., Łaszkiewicz, E., & Strohbach, M. W. (2018). Challenges of urban green space management in the face of using inadequate data. *Urban Forestry & Urban Greening*, 31, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.12.003>
- Frank, S. D., & Just, M. G. (2020). Can cities activate sleeper species and predict future forest pests? A case study of scale insects. *Insects*, 11(3), 142. <https://doi.org/10.3390/insects11030142>
- Gauthier, N., Fountain, E. W., & Missun, T. (2015). Tree wounds – Invitations to wood decay fungi. *Plant Pathology Fact Sheet*. University of Kentucky, Cooperative Extension Service.
- Gubka, A., Zúbrik, M., Rell, S., Gareau, N., Goble, T., Nikoľov, C., Galko, J., Vakula, J., Kunca, A., & Dejonge, R. (2020). The effectiveness of the neem product TreeAzin® in controlling Cameraria ohridella. *European Journal of Entomology*, 117, 463–473. <https://doi.org/10.14411/eje.2020.049>
- Gupta, A., Mora, S., Preisler, Y., et al. (2024). Tools and methods for monitoring the health of the urban greenery. *Nature Sustainability*, 7, 536–544. <https://doi.org/10.1038/s41893-024-01295-w>
- Hamzah, H., & Hasan, R. (2024). An examination of the risks of hazardous trees in the context of vandalism prevention in urban areas. *Planning Malaysia*, 22, 222–233. <https://doi.org/10.21837/pm.v22i34.1625>
- Hasković, A. (2014). *Istraživanje procesa truleži drveta na povrijeđenim stablima jele na Igmanu* [Magistarski rad]. Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet.
- Helja, A. (2015). *Utjecaj oštećenja korijena i debla na razvoj truleži drveta jele (Abies alba Mill.)* [Magistarski rad]. Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet.

- Hilbert, D. R., Roman, L. A., Koeser, A. K., Vogt, J., & van Doorn, N. S. (2019). Urban tree mortality: a literature review. *Arboriculture & Urban Forestry*, 45(4), 167–200.
- IPCC. (2021). *Summary for Policymakers*. In R. P. Allan et al. (Eds.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>
- Kimic, K., Mirzwa-Mróz, E., & Szyndel, M. (2022). Diagnosis and recommendations for management of trees and shrubs in green squares in Warsaw based on research on fungal diseases. *Trees*, 37, 1439–1451. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02270-8>
- Krivosheina, M., & Ozerova, N. (2020). Horsechestnut leaf miner *Cameraria ohridella*: Invasion history and prognosis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 579, 012071. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/579/1/012071>
- Krpan, A. P. B., Petres, S., & Ivanović, Ž. (1993). Neke fizičke štete u sastojini, posljedice i zaštita. *Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje*, 4, 271–280.
- Livesley, S. J., McPherson, E. G., & Calfapietra, C. (2016). The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *Journal of Environmental Quality*, 45(1), 119–124. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.01.0056>
- Martinić, I. (1992). Interakcije metoda rada, radnih uvjeta i proizvodnosti rada pri sječi i izradi drva u proredama sastojina. *Glasnik Šumarskih pokusa*, 28, 133–178.
- Matsiakh, I., & Menkis, A. (2023). An overview of *Phytophthora* species on woody plants in Sweden and other Nordic countries. *Microorganisms*, 11(5), 1309. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051309>
- Morales-Gallegos, L., Martínez-Trinidad, T., Alvarado-Rosales, D., Saavedra, L., Hernández-de la Rosa, P., & Gomez-Guerrero, A. (2024). Incidence and severity of damage agents on established trees in urban green areas. *Agrociencia*, 58(6), 1–16. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v58i6.3165>
- Nitoslawski, S. A., Galle, N. J., van den Bosch, C. C. K., & Steenberg, J. W. (2019). Smarter ecosystems for smarter cities? A review of trends, technologies, and turning points for smart urban forestry. *Sustainable Cities and Society*, 51, 101770.
- Nowak, D. J., & Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In J. E. Kuser (Ed.), *Urban and Community Forestry in the Northeast* (pp. 11–25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4289-8_2
- Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., & Lapoint, E. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178, 229–236.
- Richardson, E., & Shackleton, C. M. (2014). The extent and perceptions of vandalism as a cause of street tree damage in small towns in the Eastern Cape, South Africa. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(3), 425–432. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.04.003>
- Schlaepfer, M. A. (2018). Do non-native species contribute to biodiversity? *PLoS Biology*, 16(4), e2005568. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005568>
- Schlaepfer, M. A., Guinaudeau, B. P., Martin, P., & Wyler, N. (2020). Quantifying the contributions of native and non-native trees to a city's biodiversity and ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 56, 126861. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126861>
- Seth, M. K. (2003). Trees and their economic importance. *Botanical Review*, 69, 321–376. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2004\)069\[0321:TATEI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2004)069[0321:TATEI]2.0.CO;2)
- Smith, H. C., Miller, G. W., & Schuler, T. M. (1994). Closure of logging wounds after 10 years. *USDA Forest Service Research Paper NE-692*.
- Stagoll, K., Lindenmayer, D. B., Knight, E., Fischer, J., & Manning, A. D. (2012). Large trees are keystone structures in urban parks. *Conservation Letters*, 5(2), 115–122. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2011.00216.x>
- Świercz, A., & Zajecka, E. (2016). A contribution to the problem of tree necrosis in cities: Soil properties in the habitat of *Ulmus glabra* Huds. and *Ulmus minor* Mill. Greenery elements of the city of Kielce. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 27, 1–7. <https://doi.org/10.1515/oszn-2016-0002>
- Tabassum, S., Manea, A., & Leishman, M. R. (2024). Limiting the impact of insect pests on urban trees under climate change. *Urban Forestry & Urban Greening*, 94, 128246. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128246>
- Werbin, Z. R., Heidari, L., Buckley, S., Brochu, P., Butler, L. J., Connolly, C., Bloemendaal, L. H., McCabe, T. D., Miller, T. K., & Hutyra, L. R. (2020). A tree-planting decision support tool for urban heat mitigation. *PLoS ONE*, 15(10), e0224959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224959>
- Wong, N. H., Tan, C. L., Kolokotsa, D. D., & Takebayashi, H. (2021). Greenery as a mitigation and adaptation strategy to urban heat. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2, 166–181.

SUMMARY

Urban greenery represents a valuable natural resource that provides a range of ecosystem services, such as air filtration, mitigation of climate change effects, and contribution to urban biodiversity. However, increasing risks posed by harmful biotic and abiotic factors, along with the growing negative impacts of climate change, significantly threaten the stability and functionality of urban ecosystems. A particular challenge in urban areas is the maintenance of tree health, as trees are often exposed to mechanical injuries, pest infestations, and wood decay, ultimately reducing their ability to perform expected functions.

This study assesses the quality and health status of urban greenery in the area of the University of Sarajevo Campus and part of Zmaja od Bosne Street. The research was conducted on a total of 507 trees, which were taxonomically identified, geolocated, and subjected to a detailed visual health assessment. Descriptive and inferential statistical methods were applied in the analysis, including the Chi-square test, to determine the impact of maintenance measures on tree appearance and health indicators.

The results revealed significant diversity in tree species, with silver spruce, ash, maple, and small-leaved linden being the most common (Figure 1). The presence of wood decay was particularly high in horse chestnut, walnut, and large-leaved linden (Figure 2), while cypress, Japanese cherry, and tulip tree showed resistance to decay. A statistically significant correlation was found between root, root collar, and major trunk damage and the occurrence of decay (Table 1).

The analysis of symptoms on branches showed a predominance of dry and broken branches, with decay present in a smaller number of trees (Figures 3 and 4). Insects were most frequently recorded on bark and leaves, with small-leaved linden and horse chestnut being most affected by pest attacks (Figure 5).

Maintenance measures, particularly proper crown pruning and soil treatment in the root zone, demonstrated a positive effect on the physical appearance and health condition of trees (Tables 2 and 3). Despite this, the analysis of required care measures (Figure 6) indicated that many interventions, especially those related to crown rehabilitation, were neglected.

Careful species selection during planting in urban areas is especially important, as is the avoidance of mechanical damage and the timely implementation of care measures. To preserve and enhance urban greenery, there is a need for an integrated approach to urban green space management, considering the increasing challenges posed by climate change, pathogenic fungi, and invasive insects.

In conclusion, preventive and curative care measures play a key role in maintaining tree health and stability, and the study's results may serve as a foundation for improving urban green space management strategies.

Received: April, 1, 2025; **Accepted:** June, 20, 2025; **Published:** July, 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).