

Interakcije buke i gradskog zelenila s posebnim osvrtom na bioraznolikost

Sažetak

Danas su suvremene prometnice jedne od najvećih zagađivača čovjekova okoliša. Zagađenje bukom utječe i na zdravlje, što se manifestira fizičkim, fiziološkim i psihološkim učincima. Buka u gradskim sredinama nepovoljno utječe i na pojedine populacije gradskih životinja, prije svega ptica. U ovom radu se daje pregled stručne i znanstvene problematike koja je vezana za interakcije buke i gradskog zelenila s posebnim osvrtom na bioraznolikost. Veći naglasak je stavljen na problematiku primjene voćnih i ukrasnih vrsta na javnim gradskim zelenim površinama u cilju očuvanja ptičje raznolikosti.

U cilju smanjenja buke od prometa najčešće se koriste različite zvučne barijere, a u zadnje vrijeme su u uporabi i zelene vertikalne zvučne barijere. One ujedno smanjuju buku i služe za smanjenje zagađenja zraka. Gradsko zelenilo ima niz pozitivnih učinaka na zdravlje i smanjenje buke. Vertikalni vrtovi također daju određeni nivo zvučne izolacije i akumulacije zvuka. Tako je npr. poznato da biljni pokrovi učinkovitije ublažuju zvukove viših frekvencija u odnosu na niže. Potom krovni vrtovi osim toplinske izolacije smanjuju intenzitet buke, a neke zemlje su ih zakonski uvjetovale. Postoje i određene specifičnosti biljnih vrsta na učinak smanjenja buke. Uz navedeno bitno je istaknuti da postoji niz načina sadnje odgovarajućeg bilja u cilju smanjenja buke, a još k tome ako je i autohtono utječemo i na očuvanje bioraznolikosti. Odabir prikladnih biljnih vrsta je jako važan za život ptica u gradu. U radu se prema primjeni bilja u prostoru navode specifične vrste prikladne za ptice. U provedbi očuvanja bioraznolikosti je vrlo važno informirati i educirati građane o predmetnoj problematici.

Ključne riječi: buka, gradsko zelenilo, očuvanje bioraznolikost, ptice, urbana ekologija

Uvod

Zvuk je definiran kao oblik energije koji se prenosi zvučnim valovima, a sami zvukovi mogu biti poželjni ili nepoželjni. Bilo koji zvuk koji je nepoželjan naziva se bukom (Grubeša i sur., 2019).

Započevši od 1980-ih godina 20. stoljeća intenzivna urbanizacija prouzrokovala je onečišćenje okoliša. Poznato je da onečišćenje bukom u velikoj mjeri utječe na ljudsko zdravlje (Ozdemir i sur., 2014), a izaziva i smetnje u komunikaciji, odmoru i slično (Lakušić i sur., 2005). Tako je 1972. godine Svjetska zdravstvena organizacija buku proglasila jednim od vodećih javno zdravstvenih problema zbog ugrožavanja akustične kvalitete okoliša, premda je buka od tada bila relativno zanemarivana kao ekološki problem. Poznata je i činjenica kako je buka u današnjem svijetu sve prisutnija i da se ne može u cijelosti eliminirati (Kujundžić Brkulj, 2020). Buka okoliša u Republici Hrvatskoj regulirana je Zakonom o zaštiti od buke (Narodne novine, 30/2009, 55/2013, 153/2013, 41/2016, 114/2018 i 14/2021, prema, Ahac i sur., 2022).

Buku u čovjekovoj okolini stvaraju različiti izvori, isključujući onu s radnog mjesta u industrijskim pogonima (Đurić i sur., 2018). Danas se provode različiti projekti kojima je cilj istražiti ne samo prometnu već i industrijsku buku, prije svega zbog rada strojeva na otvorenom,

¹ Nasl. izv. prof. dr. sc. Boris Dorbić, prof. struč. stud., Veleučilište „Marko Marulić“ u Kninu, Krešimirova 30, 22 300 Knin, Hrvatska

² Lucija Jurlin, Studentica preddiplomskog studija, Sveučilište Hercegovina, Fakultet društvenih znanosti dr. Milenka Brikića, Kneza Višeslava M. Humskog, 88 000 Mostar, Bosna i Hercegovina

³ Zoran Stevanović, mag. oec., Student doktorskog studija, Fakultet šumarstva i drvine tehnologije, Svetošimunska c. 23, 10 000 Zagreb, Hrvatska.

⁴ Prof. dr. sc. Željko Španjol, Fakultet šumarstva i drvine tehnologije, Svetošimunska c. 23, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: bdorbic@veleknin.hr

dječjih igrališta, utjecaja blizine ugostiteljskih objekata itd. (Lakušić i sur., 2005).

U suštini suvremene prometnice uz energetska i industrijska postrojenja najveći su zagađivači čovjekove okoline. Izgaranjem fosilnih goriva proizvode se onečišćujuće tvari koje značajno utječu na cijeli ekosustav. Uz navedeno u eksploataciji prometnica dolazi do pojave buke i svjetlosnog onečišćenja (Martinušić, 2017). Dominantan izvor buke okoliša je cestovni promet, a smanjena razine buke postiže se smanjenjem brzine vožnje (Džambas i sur., 2020).

Danas se provode istraživanja uz pomoć građana-volontera u cilju mapiranja buke i prikupljanje podataka o buci u urbanim sredinama i zaštićenim područjima (Zipf i Sur., 2020). Zipf i sur. (2020) su na širem području Bostona (SAD) proveli istraživanja gdje je prikupljeno na stotinu mjerenja koji su upotrijebljena za izradu karti buke. Upravo zbog potonjeg primjera iz SAD-a potrebno je i kod nas provoditi slične projekte, koji će služiti kao prevencija u suzbijanju navedenog problema.

Gradovi su često bili pojam antiteze prirodi, mjesta gdje su biljke i životinje potisnuti na ivicu ljudske aktivnosti. Danas mnogi građani i gradski planeri shvaćaju važnost prirode u smislu ekološke komponente gradskog življenja, estetske pogodnosti i važnog ekološkog i gospodarskog dobra (Juncà i sur., 2016).

Prirodni okoliši i zeleni prostori pružaju usluge ekosustava koje značajno utječu na dobrobiti ljudskog zdravlja: unapređuju mentalno zdravlje, smanjuju alergije i smrtnost od svih uzroka, dišnih, kardiovaskularnih i karcinoma. Prisutnost, pristupačnost i blizina zelenih površina određuju veličinu njihovih pozitivnih učinaka na zdravlje, ali imaju i ulogu očuvanja bioraznolikosti (Aerts i sur., 2018).

Gore navedene činjenice bi trebali biti temelji prilikom zasnivanja zelenih površina premda se u današnje vrijeme, u globalu, sve više teži ozelenjivanju kojem je prvenstveno cilj uređenje prostora po načelu uresnosti.

Autohtone biljne vrste bolje su prilagođene uvjetima gradskih staništa, a i samo održavanje istih je jeftinije. Primjenom istih doprinosi se očuvanju biološke i krajobrazne raznolikosti (slika 1.) Obilježja oblikovanja oponašanja prirodosti su: održivost, ekološki pristup (zaštita i atraktivnost staništa za životinje te ograničeno održavanje (Židovec i Karlović, 2005).

Neka istraživanja, de Toledo i sur. (2012) koja su se bavila očuvanjem i upravljanjem ptičje raznolikosti u urbanim područjima pokazala su potrebe za povećanjem zelenih površina koje sadrže veliku raznolikost autohtonih biljnih vrsta.

Osim autohtonih biljnih vrsta, danas jača svijest o važnosti očuvanja starih voćnih sorti te se provode akcije revitalizacije starih voćnjaka, a rezultat navedenih napora mogao bi biti očuvanje bioraznolikosti i specifičnog izgleda krajobraza (Dragun, 2022).

Gradska i prometna buka izrazito je štetna za divlje životinje, a posebno za ptice, jer se one uvelike oslanjaju na zvukovnu komunikaciju (slika 2.) (Dooling i sur., 2019). S gledišta na ljudsko zdravlje, očuvanje urbane bioraznolikosti se treba percipirati kao ulaganje u javno zdravstvo (Marselle, 2021).

Osim buke pojačana urbanizacija smanjuje prostor za obitavanje, gniježđenje i hranidbu ptica. U javnim gradskim zelenim površinama potrebno je koristiti više prikladnih stablašica, grmova i drugih ukrasnih vrsta koje pticama mogu biti od koristi.

Prilagodba gradskim staništima zahtijeva promjene u kognitivnim, bihevioralnim i fiziološkim osobinama ptica poradi korištenja novih resursa (Audet, 2006).



Slika 1. *Viburnum tinus* L.
(Izvor/Source: Commons wikimedia-a.)

Figure 1. *Viburnum tinus* L.



Slika 2. *Turdus merula* L.-kos u gnijezdu
(Izvor/Source: Commons wikimedia-b.)

Figure 2. *Turdus merula* L.-blackbird in the nest

Promet i buka-osnovne napomene

Smanjenju razine prometne buke u gradovima treba posvetiti značajnu pažnju jer postoji opasnost da će buka u okolišu ostati ista ili će se pogoršati. Razlog navedenom je stalno povećanje broja vozila (Lakušić i sur., 2005). Kod nas je cestovni promet najvažniji izvor buke iz okoliša (Ahac i sur., 2022). Temeljem prikupljenih rezultata autora Pavišić (2019) uočeno je da više građana s područja cijele Hrvatske posjeduju automobil, a manje je onih koji ga nemaju.

Postavlja se pitanje dali bi građani koristili manje automobil kad bi bili svjesni navedenog problema koji ugrožava okoliš. Očito se treba više prevenirati i u ovom segmentu.

Tako npr. prosječna razina buke za osobna vozila iznosi 70 dB, kamione 85 - 90 dB, tramvaje, motorkotače, vlakove 90 dB, zrakoplove 110 - 140 dB (Golubić, 1999). Izloženost velikim razinama buke iz željezničkog prometa jednaka je izvan i unutar gradskih područja, tj. neovisno o lokaciji pruge. Izvan gradskih područja, indikator buke veće od 65 dB(A) iz željezničkog prometa dominantniji je u odnosu na buku iz cestovnog prometa (Ahac i sur., 2022). Kod projektiranja novih prometnica, smanjenje buke na okoliš postiže se odabirom trase van naseljenih mjesta, a za postojeće prometnice rješenja su usmjerena na bukobrane (Grubeša i sur., 2019).

Prema Lakušiću i sur. (2005, 2) postoje četiri osnovne grupe mjera za smanjenje razine buke od prometa: „smanjenje buke na izvoru, smanjenje rasprostiranja buke, zaštita od buke na mjestu imisije, ekonomske mjere i regulativa.“ Zaštita od buke provodi se na različite načine. Kod prometne buke se uglavnom koriste zvučne barijere, a današnji apsorpcijski materijali imaju širokopojasna i neselektivna apsorpcijska svojstva (slika 3.) (Đerčan, 2019). Postoje tri osnovne vrste zvučnih barijera (bukobrana): nasipi za zaštitu od buke, zvučne barijere za zaštitu od buke i kombinacija potonjih (Grubeša i sur., 2019). Bukobrani, se dijele na: panelne, zidane, samostojeće koji se potom dijele na: betonske lijevane na mjestu gdje se postavljaju (Gregg i sur., 2018.), betonske ploče koje su proizvedene u kontroliranim uvjetima i dopremljene na mjesto ugrađivanja, kamene - zelene vertikalne barijere (Grubeša i sur., 2019).



Slika 3. Bukobrani na strani autoceste Bay Terrace (Izvor/Source: Commons wikimedia-c.)

Figure 3. Sound barriers on the Bay Terrace side of the highway

Samostojeći bukobrani mogu biti zelene vertikalne zvučne barijere (engl. vertical gardens) koje se u posljednje vrijeme često koriste u gradovima, a umanjuju i zagađenja zraka te se ugrađuju u postojeće fasade ili samostojeće zidove (Grubeša i sur., 2019). Kod nas bi također u većoj mjeri bilo poželjno koristiti navedena rješenja u cilju smanjivanja buke.

Urbane zelene površine, bioraznolikost i buka

Uloge zelenih površina u gradu su različite: prvenstveno zdravstvene, a zatim društvene, estetske, kulturne, edukativne itd. Tako su npr. u velikim gradovima Srbije površine zelenila po stanovniku nekoliko puta manja od standarda (Aleksandrov, 2019). Prema istraživanjima na području Novog Sada (Savčić i sur., 2013) zaključeno je da značajan udio ispitanika smatra kako se površine zelenila u gradu postepeno smanjuju, ali da ih treba u svakom slučaju povećati. Održavanje zelenih površina treba biti podijeljeno između građana i javnih komunalnih poduzeća i građana, te je potrebno angažirati veći broj komunalnih redara, a značajno je educirati građane o važnosti zelenih površina.

Navedena istraživanja su značajna da se potaknu razmišljanja o važnosti i unaprjeđenju funkcionalnosti zelenih površina ne samo u matičnom, gradu, zemlji, nego i šire.

Obnova i razvoj održive zelene infrastrukture ključne su za poboljšanje gradske bioraznolikosti i urbanih ekosustava (Pereira i Baro, 2022). Biološka raznolikost obuhvaća raznolikost gena, vrsta, zajednica vrsta, ekosustava, tj. šire raznolikost na planeti Zemlja (Slavica i Trontel, 2010). Zdravi urbani ekosustavi imaju kapacitet za regulacijom zraka, buke, klime i vode, opskrbom npr. hranom, ljekovitim biljem, biomasom i kulturnim sadržajima, npr. rekreacija, estetika krajobraza, društvena kohezija itd. (Pereira i Baro, 2022). Direktna korist zelene infrastrukture za očuvanje okoliša u gradskim područjima ogleda se u očuvanju i obnavljanju kvalitete zraka, vode i tla. Također utječe na smanjenje zagađenja filtriranjem štetnih čestica iz zraka, a ima i izražene hidrološke funkcije (Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, 2021). Zelene površine infiltriraju određenu količinu vode, dok lišće također može djelomično usvojiti padaline i evapotranspiracijom dovesti vodu do atmosfere (Nowak i Dwyer, 2007., prema Bačić i Duplančić Leder, 2021).

Istraživanja Duplančić Leder i Bačić (2021) su pokazala pojavu učinka toplinskih otoka (UTO-a) oko prometnica, dok su zone nižih temperatura bila područja pod vegetacijom (Marjan) te vodene površine (rijeka Jadro i Cetina). *UTO-i su područja na kojima površinska temperatura tla (PTT) biva povećana za oko 10 °C od okolnih područja, a u posljednje vrijeme izraženih klimatskih promjena, znatno utječu na zdravlje ljudi, potrošnju energije i općenito na gospodarstvo* (Duplančić Leder i Bačić, 2021, 73).

Danas, u vremenu brzih klimatskih promjena mogu se urediti i manje gradske zelene oaze s dekorativnim vodenim elementima, posebno u cilju smanjenja temperature tijekom ljetnog razdoblja. Navedeni objekti će biti korisni i gradskim životinjama za napajanje tijekom perioda reprodukcije i kasnije za vrijeme razdoblja ljetnih vrućina.

Suvremeno prostorno planiranje traži od stručnjaka koji se bave prostorom (arhitekti, urbanisti, i krajobrazni arhitekti) da uzimaju u obzir i postulate krajobrazne ekologije. Zelenu infrastrukturu bi trebali uvoditi poznavanjem ekologije, stoga im je potrebna suradnja s biologima (Viličić, 2020).

Na koji način urbanizacija utječe na divlje životinje u gradskim sredinama bilo je predmet različitih svjetskih studija. Pojedini adekvatni primjeri, vezani za gradske zelene površine su izneseni u sljedećem dijelu rada.

Neki rezultati znanstvenih istraživanja na području Australije Liu i sur. (2022) su pokazali da onečišćenje bukom i svjetlom utječe na fiziologiju, ponašanje i reprodukciju većeg broja životinjskih svojti. Svoje su uslijed navedenog pokazale promjene u reprodukciji i traženju hrane.

Jokimäki i dr. (2016) su u istraživanju s područja Europe došli do spoznaja da vrste ptica s različitim ponašanjem drugačije reagiraju na urbanizaciju. Clergeau i sur. (2001) su proučavali ptičje zajednice u Rennesu, u Francuskoj te su došli do spoznaja da je najveća raznolikost ptica bila u udaljenom predgrađu, a najmanja u urbanim centrima. Pojedina istraživanja slične tematike provedena su i na našem području s predmetnom tematikom zaštite ptica pjevica na području grada Zagreba. Prema nekim ornitološkim analizama u parkovima grada Zagreba poželjno je saditi domaće bjelogorično grmlje. Najmanja brojnost ptica utvrđena je kod onih gradskih zelenih površina na kojima nedostaje grmlja (Kralj i sur., 2013., prema Viličić, 2020).

Rezultati znanstvenih istraživanja Leonard i Horn. (2012) su pokazali da ptići nekih europskih zebovki koji žive u bučnim okruženjima mogu manje reagirati na svoje roditelje nego mladunci u tišim okruženjima (slika 4. i 5). Osim navedenog specifičnosti ponašanja, zahtjevnost i osjetljivost europskih zebovki u uzgoju ističu i drugi autori (Esuperanzi, 1996; Matošić, 2006; Dorbić, 2021; Savić, 2021).



Slika 4. Češljugar-odrasli (*Carduelis carduelis* L.)
(Izvor/Source: Commons wikimedia-d.)

Figure 4. Goldfinch-adults
(*Carduelis carduelis* L.)



Slika 5. Češljugar-mladi (*Carduelis carduelis* L.)
(Izvor/Source: Commons wikimedia-e.)

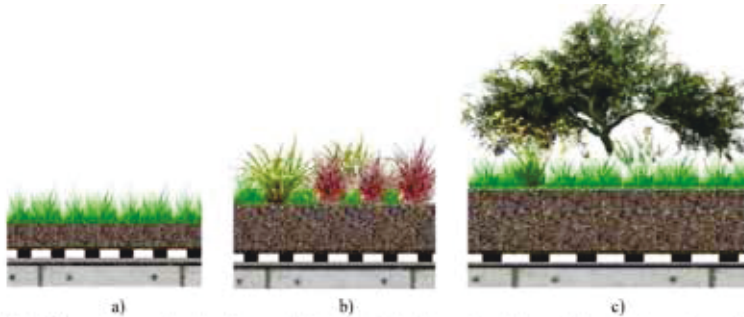
Figure 5. Goldfinch-young
(*Carduelis carduelis* L.)

Antropogene aktivnosti mogu rezultirati kako prolaznim tako i trajnim promjenama u okolišu (Berger i sur., 2020). Berger i sur. (2020) su proučavali prostorne i vremenske reakcije ponašanja europskih ježeva (*Erinaceus europaeus* L.) u nekim berlinskim parkovima te su rezultati istraživanja pokazali da su akutne i prolazne promjene u okolišu imale značajnije i ozbiljnije učinke na ponašanje od trajnih promjena.

Posebno na ježeve u gradskim sredinama može utjecati njihovo ograničeno kretanje i osjetljivost na barijere. Stoga ih te karakteristike i njihova ekologija čini modelnom vrstom za razumijevanje čovjekovog djelovanja na male zanemarene životinjske vrste u gradovima (Barthel, 2019).

I vertikalni vrtovi pružaju određen stupanj zvučne izolacije. Neka istraživanja su pokazala da biljni pokrovi efikasnije ublažuju zvukove viših frekvencija nego nižih. Stupanj izolacije ovisi o odabranim vrstama, debljini sloja biljaka, tipu vertikalnog vrta, supstratu, temperaturi, vlazi, materijalu i izolaciji zida. U Španjolskoj su provedena istraživanja vezana za kapacitet zvučne izolacije kod vertikalnog vrta i to na način da je biljni pokrov postavljen sa svih strana na kockasti objekt veličine 3 x 3 x 3 m, a zidovi su bili načinjeni od: cementa, cigli, gipsa i morta. U navedenim pokusima je zabilježeno smanjenje buke od 1 dB za zvukove nižih frekvencija (buka iz prometa) i smanjenje od 3 dB za zvukove 7 viših frekvencija. Utvrđeno je da više zvukove apsorbira vegetacija dok srednji dio spektra apsorbira supstrat (Peréz i sur., 2016., prema Kučina, 2021).

Izgradnjom zelenih krovnih vrtova (slika 6) postiže se ublažavanje učinka toplinskog otoka, smanjuju se potrebne količine energije za hlađenje objekata, efikasnije se upravlja atmosferskim vodama, poboljšava se kvaliteta zraka, povećava se biološka raznolikost, smanjuje se buka itd. (Vukadinović i sur., 2022).



Slika 1 - Poprečni presjek zelenog krova: a) ekstenzivni zeleni krov, b) poluintenzivni zeleni krov, c) intenzivni zeleni krov [9]

Slika 6. Poprečni presjek zelenog krova

(Izvor/Source: Besir i Cuce 2018., prema Đorđević i Petrović, 2021)

Figure 6. Cross section of a green roof

Neki veliki gradovi koji imaju problem nedostatka životnoga prostora i velike onečišćenosti u novije vrijeme su dobili interesantno rješenje gdje bi se postojeća problematika mogla ublažiti pomoću koncepta vertikalne šume. Naime, talijanski arhitekt Stefano Boeri izgradio je zelene nebodere u Milanu, nazvani Bosco Verticale (tal. vertikalna šuma), a smješteni su u Milanskoj četvrti Isoli u centru grada (Bogdan, 2016).

U novije vrijeme se cijeli svijet orijentirao na očuvanje biološke raznolikosti i održivi razvoj. Krajobrazni arhitekti su se u potonje uključili na način da su izgradili zelene prostore na krovu tzv. krovne vrtova. Premda je početno ulaganje u navedeno skupo, neke su zemlje, kao npr. Francuska i Kanada zakonski uvjetovale izgradnju krovnih vrtova (Žalac, 2016).

Danas je i stručno i znanstveno dat naglasak na uporabu voćnih vrsta u oblikovanju zelenih površina. Tako su npr. Drvodelić i Skendrović (2017) izdvojili grad Veliku Goricu koja je položajno veoma povoljna za uzgoj mnogih biljnih vrsta. Uz sadnju drvenastih ukrasnih vrsta svoju primjenu nalaze i ukrasne voćne vrste zbog svog ukrasnog izgleda i povećanja bioraznolikosti. Stabla voćnih vrsta u gradovima smanjuju buku, štite od vjetrova i prašine, daju vizualnu zaštitu, privlače ptice, proizvode kisik i dr. U svjetskim metropolama sve se više potiče njihova sadnja, a u uređenje zelenih površina bi trebalo uključiti i neke šumske voćkarice. *Njihovi plodovi su hrana i lijek, a njihovi domaćini vrijedni članovi šumskih ekosustava* (Glavaš, 2018). U nastavku je dan popis nekih voćnih vrsta, šumskih voćkarica i drugih dendro-vrste koje su pogodne za ptice pjevice (vrste jestivih plodova i vrste za gniježđenje na različitim zelenim površinama). Navodimo neke vrste čije plodove mogu jesti ptice pjevice: *Arbutus unedo* L. - obična planika, *Aronia melanocarpa* L. - crnoplodna aronija, *Celtis australis* L. - crni koprivić, *Cornus mas* L. - drijen, *Crataegus monogyna* Jacq. ssp. *monogyna* - obični glog, *Juniperus communis* L. - borovica, *Juniperus oxycedrus* L. ssp. *macrocarpa* (Sm.) Ball - pukinja, *Mespilus germanica* L. - mušmula, *Morus alba* L. - bijeli dud, *Olea europaea* L. - maslina, *Pinus pinea* L. - pinjol, *Prunus avium* L. - crna trešnja, *Sambucus nigra* L. - bazga, *Sorbus aria* (L.) Crantz, - brašnava jarebika, *Sorbus aucuparia* L. - jarebika i dr. Navedene vrste se na zelenim površinama mogu koristiti u

skupinama, kao soliteri, a neke od njih i za drvorede kao: *C. australis* - crni koprivić *M. alba* - bijeli dud, *O. europaea* – maslina, *P. pinea*.

Navodimo i vrste koje su pogodne za gniježđenje ptica pjevica: *Castanea sativa* Mill. - kesten, *C. australis* - crni koprivić, *C. mas* - drijen, *J. communis* - borovica, *J. oxycedrus* L. ssp. *macrocarpa* - pukinja, *M. germanica* - mušmula, *Malus sylvestris* (L.) Mill. - divlja jabuka, *Morus alba* L. - bijeli dud, *O. europaea* - maslina, *Pinus pinea* L. - pinjol, *Prunus avium* L. - crna trešnja, *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb - badem, *Pyrus pyraster* (L.) Burgsd. - divlja kruška, *S. nigra* - bazga. Navedene vrste se na zelenim površinama mogu koristiti u skupinama, kao soliteri, a neke od njih i za drvorede kao: *C. sativa* - kesten, *C. australis* - crni koprivić *M. alba* - bijeli dud, *O. europaea* - maslina, *Pinus pinea* - pinjol.

Navedene vrste iz obje skupine su pogodne i za smanjenje intenziteta buke.

Potencijalne prepreke prilikom odabira ukrasnih voćnih vrsta na gradskim površinama su: njega i orezivanje stabala te potreba za redovitim čišćenjem površina nakon plodonošenja (Tišljar, 2017). Vezano za prethodno navodimo istraživanje Sallabanks (1992) gdje je tijekom dvogodišnjeg razdoblja ispitivano rasprostiranje plodova *C. monogyna* - glog u zapadnom Oregonu, SAD., pomoću američkog drozda (*Turdus migratorius* L.) koji se hrane plodovima *C. monogyna*. Učinkovitost rasprostiranja tih plodova bila je niska, 21 % sjemena se odnese s matičnih biljaka.

Coccothraustes coccothraustes L. - batokljuni se intenzivno hrane plodovima crnog koprivića, crne trešnje i masline pa su vrlo pogodni za uklanjanje otpalih plodova s zelenih površina. *T. merula* - kos preferira plodove borovice i pukinje itd. Od drugih ptica mogu se navesti vrapci, golubovi i gugutke koji se hrane različitim plodovima.

Danas uslijed ubrzanih klimatskih promjena i urbanizacije gradova, sve se više intenzivira proizvodnja hrane i uslijed toga smanjuju se površine livada i šuma, uslijed čega se smanjuje biljna bioraznolikost. Livade su stanište mnogih korisnih kukaca i one zamjenjuju njegovane travnjake na zelenim površinama. Prostor na ovaj način dobiva prirodniji izgled (Turalija, 2022). U nastavku navodimo istraživanje gdje su Vršek i sur. (2020) vršili ispitivanja na nekim samoniklim vrstama s ciljem komercijalne proizvodnje sjemena za cvjetne livade. Korištene su sljedeće vrste: *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Achillea millefolium* L., *Campanula patula* L., *Centaurea jacea* L., *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Crepis biennis* L. *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Salvia pratensis* L., *Silene vulgaris* (Moench) Garcke i *Raninulus acris* (L.). S ciljem očuvanja ptičje bioraznolikosti u gradu bilo bi poželjno provoditi slična istraživanja.

Vrste u nastavku se također mogu koristiti za formiranje cvjetnih livada prikladnih za granivorne zebovke (najviše češljugar i slične vrste), a odabrane su temeljem njihove uresnosti i uporabe za ptičju hranu (Lozovina, 2012): *Amaranthus cruentus* L. - krvavocrveni šćir, *Cichorium intybus* L. - cikorija, *Dactylis glomerata* - čvorasta oštrica, *Daucus carota* L. mrkva, *Dipsacus sativus* (L.) Honck. - divlja češljugovina, *Foeniculum vulgare* Mill. - komorač, *Linum usitatissimum* L. - lan, *Panicum miliaceum* L. - divlje proso, *Plantago major* L. - veliki trputac, *Taraxacum officinale* Web. – maslačak. Za cvjetne gredice se mogu koristiti sljedeće cvjetne vrste, koje pticama osiguravaju sjeme (Lozovina, 2012; Dorbić, 2021): *Fagopyrum esculentum* Moench. - usjevna heljda, *Helianthus annuus* L. - suncokret, *Mirabilis jalapa* L. - noćnica, crna kopriva *Perilla frutescens* L. *Tagetes patula* L. - odmaknuta kadifca, *Zinnia elegans* Jacq. - cinija i dr.

Prikladne biljne vrste su jako važne za život ptica u gradu (slika 7- lijevo), a smanjenjem utilitarnih vrtova na gradskim periferijama urbane ptice ostaju bez dodatne hrane i životnog prostora, no još uvijek postoje svijetli primjeri gdje građani pticama osiguravaju hranu i vodu (slika 7-desno).



Slika 7. Suncokret na javnoj zelenoj površini i u privatnom vrtu

(Foto/Photo: B. Dorbić, 2023)

Figure 7. Sunflower on the public green area and in the private garden

Mnogi autori navode da korist pčela u oprašivanju biljaka i unapređivanju bioraznolikosti višestruko nadmašuje korist od meda i drugih pčelinjih proizvoda (Franić, 2019). Medonosno drveće bi se trebalo saditi u parkovima, drvoredima i drugim zelenim površinama, a ne samo prilikom zasnivanja novih šuma. „U tom kontekstu *Lephamer* spominje srebrnolisnu lipu, pajasen, divlji crveni kesten, soforu, poznu akaciju ulricianu, javor, amorfu, diospiruse, licium, biserke, hibiskuse, gledičije i katalpe.“ (Franić, 2019). Većina navedenih vrsta je pogodna i za suzbijanje buke.

Gradsko zelenilo u suzbijanju buke

Projektiranje i mjere zaštite od buke uz prometnice je zahtjevan proces, a uključuje mnogobrojne ili čak nedostupne, ulazne podatke (Vukić, 2007). Prometno zelenilo se sadi uz prometnice kao posebnu zelena traku ili izolira prostor pri implementaciji magistralnih pravaca cestovnog i željezničkog prometa unutar gradskog tkiva (Vukadinović i sur., 2017).

Osim navedenog prometno zelenilo treba biti dekorativno, otporno na gradska onečišćenja, antialergeno itd.

Objekti za suzbijanje buke građeni su od "neživog" i živog-biljnog materijala, a mogu biti: ozelenjeni zemljani nasipi (s blagim ozelenjenim kosinama), ozelenjeni strmi nasipi (potporne konstrukcije s velikim nagibom, a ispunjene su zemlju i ozelenjene), ozelenjeni zidovi za zaštitu od buke (konstrukcije su od metalnog, drvenog, staklenog, betonskog zida, a sadrže biljke na jednoj ili obje strane (Cvejić, 2010).

Neke posebnosti dendro-vrsta u odnosu na učinke smanjenja buke istražio je Beck (1965, 1968) koji je izvršio kategorizaciju biljaka u šest grupa. Prva grupa je najnepogodnija, a šesta je najpovoljnija. Posebno su pogodne vrste treće i četvrte grupe (Spasojević, 2016).

Neke od navedenih vrsta se za smanjenje buke kod nas se ne koriste, većina ih je alohtona i mogu se koristiti u hortikulturi.

III-grupa: „*Betula pendula*, *Alnus incana*, *Cornus sanguinea*, *Cornus alba*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Forsythia intermedia*, *Sambucus nigra*, *Lonicera maackii*, *Cratageus prunifolium*, *Lonicera ladebourii*, *Populus canadensis*, *Corylus avellana*, *Tilia cordata*.“

IV-grupa: „*Philadelphus pubescens*, *Carpinus betulus*, *Syringa vulgaris*, *Fagus silvatica*, *Ilex aquifolium*, *Ribes divaricatum*, *Quercus robur*, *Rhododendron sp.*“

V-grupa: „*Populus berolinensis*, *Viburnum lantana*, *Viburnum rhytidophyllum*, *Tilia platphyllos*.“

VI-grupa: „*Acer pseudoplatanus*.“

Prilikom odabira biljaka u istraživanju za suzbijanje buke (Elmas i Murat, 2009), uzimao se u obzir: stanje, veličina i karakteristike lista.

Pored činjenice da biljni materijal pridonosi smanjenju prometne buke on je i gospodarski prikladniji u odnosu s nekim neživim materijalima (beton (zid), plastične plohe itd). Zastori protiv buke se postavljaju okomito na smjer iz kojeg dolazi buka. Biljni materijal je najučinkovitije rješenje u uklanjanju buke u kombinaciji s zemljanim zidom. Ovaj način pridonosi stvaranju drugačijeg vizualnog učinka. Osim toga, uporaba prirodne vegetacije za potonje ima prednosti zbog jednostavnog održavanja i ekonomičnosti (Elmas i Murat, 2009).

Sukladno rezultatima provedenog istraživanja, Elmas i Murat (2009) uporabom zvučne zavjese od tri reda na autocesti Ankara-Istanbul, intenzitet buke se smanjio za 5 dBA, a u pogledu percepcije buke od građana na polovicu vrijednosti (slika 8).

Thuja orientalis	Pyracantha coccinea	Crataegus coccinea	Thuja orientalis	Pyracantha coccinea	Crataegus coccinea
Chamaecyparis lawsoniana	Cupressus leylandii	Cupressus sempervirens var. glauca	Chamaecyparis lawsoniana	Cupressus leylandii	Cupressus sempervirens var. glauca
Lonicera tatarica	Forsythia intermedia	Philadelphus coronaria	Lonicera tatarica	Forsythia intermedia	Philadelphus coronaria

Slika 8. Nasad trostruke biljne barijere i korištene vrste za suzbijanje buke

(Izvor/Source: Elmas i Murat., 2009, 1017)

Figure 8. Plantation of triple plant barrier and species used for noise suppression

U pogledu izbora pogodnih vrsta za suzbijanje buke turski istraživači Elmas i Murat (2009, 1022) navode i neke listopadne biljne vrste koje se mogu koristiti kao zastor od buke za Ankaru i njenu bližu okolicu: „*Acer pseudoplatanus*, *Betula verrucosa*, *Cornus alba*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Forsythia intermedia*, *Lonicera tatarica*, *Philadelphus coronarius*, *Populus tremula*, *Pyracantha coccinea*, *Ribes* sp, *Sambucus nigra*, *Sorbaria sorbifolia*, *Syringa vulgaris*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* i *Viburnum lantana*“. Osim navedenih vrsta i neke crnogorične vrste se mogu koristiti za apsorpciju buke ili za suzbijanje učinka od vjetra u Ankari i njezinoj okolini: „*Chamaecyparis lawsoniana*, *Cupressocyparis leylandii*, *Cupressus arizonica*, *Cupressus macrocarpa*, *Cupressus sempervirens* var. *glauca*, *Juniperus excelsa*, *Juniperus chinensis* var. *stricta*, *Juniperus oxycedrus*, *Pinus mugo*, *Pinus mugo* var. *nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus silvestris*, *Thuja orientalis*“. Kod nas bi od navedenih vrsta za zaštitu od buke na kontinentu i Mediteranu bilo poželjno upotrijebiti one vrste koje su u Hrvatskoj autohtone.

Kod nas na Mediteranu neki autori Šišić (2003) navode uporabu pitospore (*Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton) i oleandra (*Nerium oleander* L.) koji se mogu koristiti između ceste i opločnika kao zaštitno zelenilo u cilju suzbijanja buke.

Osim toga dugi nasadi olendera (*N. oleander*) su u novije vrijeme zasnovani i u Šibeniku



uz cestu od naselja Bioci prema Ražinama do skretanja za Gradsko groblje Kvanj (slika 9). U Grčkoj su nasadi oleandra koji se pružaju kilometrima mogu vidjeti na njihovima autocestama.

Slika 9. Nasadi oleandra uz cestu iz Šibenika prema Ražinama (Foto/Photo: Boris Dorbić, 2023)

Figure 9. Oleander plantations along the road from Šibenik to Ražine

Iako smanjivanje buke pomoću biljaka ponekad može smanjiti buku za samo nekoliko decibela, ne treba izgubiti iz vida psihološki i estetski učinak koji pružaju zelene barijere. Ponekad se buka ne može potpuno ukloniti, ali se može »maskirati« pomoću ugodnijih zvukova (žubor vode, šuštanje lišća, glazba i slično). Biljke a posebno drveće imaju karakteristiku da privlače ptice i druge životinje koje pjevanjem i cvrkutima pridonose ublažavanju neugodnih zvukova (npr. trepetljika, breza, jablan, bagrem, liriodendron, bambus itd.) (Klepac i Meštrović, 1981).

Prvi zapisi o vjetrozaštitnim pojasma vezani su za Škotsku sredinom 14. stoljeća, jer je škotski parlament naredio podizanje vjetrozaštitnih pojasa u cilju zaštite agrikulturne proizvodnje (Brandle, 2009., prema, Barčić i sur., 2021). Važna pretpostavka uspjeha podizanja pojasa je primjena autohtonih vrsta drveća i gmlja koji su prilagođeni na stanišne uvjete. Postupci zaštite se mogu usmjeriti na biološko-tehničke postupke pošumljivanja i podizanja nasada radi ublažavanja udara vjetra. Izbor biljnih vrsta ovisi o različitim klimatskim zonama, biološko-ekološkim karakteristikama vrsta, ali i kompoziciji s krajobraznim elementima (Tomašević, 1996; Barčić i sur., 2021).

Buka i zdravlje

Dugotrajna buka intenziteta >85 dB može prouzrokovati oštećenje sluha, reakcije središnjeg živčanog i endokrinog sustava, sustava za ravnotežu i krvožilnog sustava. Čak i dugotrajna izloženost buci sa slabijim intenzitetom - oko 65 dB može izazvati ozbiljne zdravstvene poteškoće (Berglund i Lindvall, 1995; Suter, 1991). Buka slabog intenziteta od 30 dB može izazvati teškoće pri spavanju (Goines i Hagler, 2007., prema, Rosandić i Bonetti, 2014). Kod dugotrajne izloženosti buci dolazi do intenzivnijeg lučenja adrenalina što dovodi do pojačavanja štetnih učinka ostalih uzročnika stresa. Posljedice navedenog se očituju u pojavi niza zdravstvenih teškoća (suženje krvnih žila, povišeni krvni tlak, broja otkucaja srca, problema s hormonskim sustavom i unutarnjim organima i dr. (Kujundžić Brkulj, 2020). Neka su istraživanja pokazala da se svaki treći stanovnik EU žali na poremećaj sna zbog noćne buke koja prelazi razinu od 55 dB(A). (Berglund i sur., 1999., prema, Stošić i sur., 2009).

Shodno jednoj studiji, Stošić i sur. (2009) na području grada Niša ispitanici koji žive u bučnim ulicama imali su značajno više teškoća u uspjavanju, više su se budili tijekom spavanja, imali su slabiji san, izraženiji umor nakon spavanja, češće su uzimali lijekove za san u odnosu sa stanovnicima koji su živjeli u tihim ulicama ($p < 0,001$). Osjetljivost na buku kod nekih ispitanika je bila značajno povezana s poremećajima spavanja ($p < 0,001$).

Kod ljudi koji su bili izloženi buci cestovnog prometa negativne posljedice uglavnom nisu odmah vidljive, ali u dužem razdoblju vrlo negativno utječu na radnu sposobnost i psihofiziološku udobnost, dok visoke razine iste mogu ugroziti i ljudsko zdravlje (Vukić, 2007).

Tako su npr. u istraživanju Ristovska i sur. (2009) na području Skoplja rezultati pokazali da je 13 % ispitanika pokazalo izrazitu, a 33,5 % umjerenu uzrujanost od buke. Najviše im je smetala buka s gradilišta (34 %), prometna buka (24 %) te buka iz aktivnosti u slobodnome vremenu (18 %).

Zaključak

Od 80-ih godina 20. stoljeća intenzivna urbanizacija prouzrokovala je onečišćenje okoliša. Buka, također kao ekološki problem u velikoj mjeri utječe na ljudsko zdravlje. Dugotrajna buka s intenzitetom >85 dB može prouzrokovati oštećenje sluha, utjecati na reakcije središnjeg živčanog, endokrinog, krvožilnog i sustava za ravnotežu. Cestovni promet je dominantni izvor buke okoliša. Zeleni prostori imaju pozitivan utjecaj na ljudsko i mentalno zdravlje. Neke posebnosti dendro-vrsta u odnosu na učinke smanjenja buke su dane u radu. Gradska buka

izrazito je štetna za divlje životinje, i na ptice, budući se one uvelike oslanjaju na komunikaciju zvukovima. Danas se u gradovima sve češće koriste i samostojeći bukobrani koji mogu biti zelene vertikalne zvučne barijere koje se u posljednje vrijeme često koriste. Temeljem dosadašnjih istraživanja došlo se do spoznaje da se površine zelenila u gradovima stalno smanjuju, ali da ih treba povećati. Urbanizacija u gradskim sredinama utječe i na životinje, a proučavanje istog bilo je predmet različitih svjetskih studija, ogledni primjeri su dani i u ovom radu. Ispravno odabrane biljne vrste su jako važne za život ptica u gradu, a specifični primjeri su navedeni u ovom radu. U tom kontekstu poželjno je dati prednost autohtonim vrstama s jestivim plodovima. Vrlo važno je informirati i educirati građane o predmetnoj problematici očuvanja bioraznolikosti.

Literatura

- Aerts, R., Honnay, O., Nieuwenhuysse, An Van. (2018). Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces, *British Medical Bulletin*, 127 (1), 5-22.
- Ahac, M., Ahac, S., Lakušić, S. (2022). Vrednovanje neakustičnih svojstava zidova za zaštitu od prometne buke. *Građevinar*, 74 (01), 35-49.
- Aleksandrov, A. (2019). Pejzažno-arhitektonsko uređenje kompleksa hotela „Tamiš“ u Pančevu. *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu*, 34 (12), 2206-2209.
- Audet, J-N. et al. (2016). The town bird and the country bird: problem solving and immunocompetence vary with urbanization, *Behavioral Ecology*, 27 (2), 637-644.
- Bačić, S., Duplančić Leder, T. (2021). Računanje indeksa intenziteta zelenila na odabranim područjima grada Splita i usporedba s urbanim toplinskim otocima. U: I. Racetin, ur. *Zbornik radova. 14. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije: Žene u geodeziji, Opatija, 04.-07.11.2021.* Zagreb: Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, 67-72.
- Vukadinović, A., Avramović, D., Ilić-Krstić, I., Radosavljević, J., Bogdanović, T. (2017). Javne zelene površine u urbanim sredinama i njihov uticaj na kvalitet životne sredine. U: N. Živković, ur. *XVII Naučni skup Čovek i radna sredina - "Upravljanje komunalnim sistemom i zaštita životne sredine"* Niš: Fakultet zaštite na radu u Nišu, Univerzitet u Nišu, 103-112.
- Barčić, D., Habjanec, V., Španjol, Ž., Šango, M. (2021). Analiza podizanja vjetrozaštitnih pojasa na mediteranskom kršu Hrvatske. *Šumarski list*, 145 (3-4), 175-183.
- Barthel, L. M. F. (2019). *Population structure and behaviour of the European hedgehog in an urbanized world*. Doctoral dissertation. Berlin: Department of Biology, Chemistry and Pharmacy of Freie Universität Berlin.
- Berger, A., Barthel, L. M., Rast, W., Hofer, H., Gras, P. (2020). Urban hedgehog behavioural responses to temporary habitat disturbance versus permanent fragmentation. *Animals*, 10 (11), 2109.
- Besir, A.B., Cuce, E. (2018). Green roofs and facades : A comprehensive review *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82 (1), 915- 939.
- Bogdan, A. (2016). Nova tehnologija pošumljavanja metropola. *Građevinar*, 68 (16), 513-519.
- Clergeau, P., Mennechez, G., Sauvage, A., Lemoine, A. (2001). Human perception and appreciation of birds: A motivation for wildlife conservation in urban environments of France. In: Marzluff, J.M., Bowman, R., Donnelly, R. (eds) *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Boston, MA: Springer.
- Commons wikimedia-a. *Viburnum tinus in Gard/ Photo: Krzysztof Golik*, 2019, dostupno na: https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Viburnum_tinus_in_Gard.jpg (pristupljeno: 01.05.2023).
- Commons wikimedia-b. *Turdus merula Nesting/ Photo: JJ Harrison*, 2010, dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Turdus_merula_Nesting.jpg (pristupljeno: 01.05.2023).
- Commons wikimedia-c. *Sound barriers on the Bay Terrace side of the highway/ Photo: tdorante10*, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clearview_Expressway_td_\(2019-05-25\)_27.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clearview_Expressway_td_(2019-05-25)_27.jpg) (pristupljeno: 03.05.2023).
- Commons wikimedia-d. *Goldfinch (Carduelis carduelis)/Photo: Peter Broster*, 2012, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goldfinch_\(Carduelis_carduelis\)_\(8310807119\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goldfinch_(Carduelis_carduelis)_(8310807119).jpg) (pristupljeno: 03.05.2023).
- Commons wikimedia-e. *Goldfinch (Carduelis carduelis)/Photo: Ken Billington*, 2010, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goldfinch_\(Carduelis_carduelis\)_\(15\).JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goldfinch_(Carduelis_carduelis)_(15).JPG) (pristupljeno: 07.05.2023).
- Cvejić, J. (2010). *Inženjerska biologija*. Beograd: Biološki fakultet.
- de Toledo, M.C.B., Donatelli, R.J., Batista, G.T. (2012). Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. *Urban Ecosyst* 15, 111-131.
- Dorbić, B. (2021). *Tradicionalni način držanja i uzgoja europskih ptica i križanaca u Hrvatskoj*. Šibenik: Ogranak matice hrvatske u Šibeniku; Udruga Futura, 100.
- Dooling, R. J., Buehler, D., Leek, M. R., Popper, A. N. (2019). The Impact of Urban and Traffic Noise on Birds. *Acoust. Today*, 15 (3), 19-27.
- Dragun, D. (2021). *Ekološka važnost očuvanja starih sorti voćaka*. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet.
- Drvodelić, D., Skenderović Babojević, M. (2017). Ukrasne voćne vrste na području grada Velike Gorice. *Ljetopis grada Velike Gorice*, 13 (13), 153-159.
- Duplančić Leder, T., Bačić, S. (2021). Utjecaj lokalnih klimatskih zona na termička obilježja grada Splita. U: I. Racetin, ur. *Zbornik radova. 14. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije: Žene u geodeziji, Opatija, 04.-07.11.2021.* Zagreb:

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, 73-79.

Džambas, T., Dragčević, V., Lakušić, J. (2020). Utjecaj opreme za smirivanje prometa na razine buke u okolišu. *Građevinar*, 72 (12.), 1131-1143.

Đerčan, B. (2019). Istraživanje buke u urbanoj sredini Novog Sada sa predlozima urbanističkih mera za njeno smanjenje. *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu*, 34 (2), 397-400.

Đorđević, A.V., Petrović, N.P. (2022). Uticaj primene zelenog krova na energetska svojstva individualnog stambenog objekta sa staklenom verandom. *Tehnika – Naše građevinarstvo*, 75 (3), 281-287.

Đurić, B., Trifunović, A., Čičević, S., Josić, A., Stokić, I. (2018). Merenje emisije buke motornih vozila na teritoriji grada Kragujevca. *Journal of Road and Traffic Engineering*, 64 (1), 61-66.

Elmas, E., Murat, E. Y. (2009). Landscaping in reducing traffic noise problem in cities: Ankara case. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (10), 1015-1022.

Esuperanzi, R. (1996). *I Fringillidi*. Piacenza: Federazione ornicultori Italiani (FOI), 320.

Franić, Z. (2019). Apišumarstvo - pčelarstvo i šumarstvo. *Šumarski list*, 143 (3-4), 171-178.

Glavaš, M. (2018). Šumske voćkarice: Čuvajmo ih, pazimo ih, jer stvarno ih je premalo. Agroklub, dostupno na: <https://www.agroklub.com/sumarstvo/sumske-voćkarice-cuvajmo-ih-pazimo-ih-je-stvarno-ih-je-premalo/45747/> (pristupljeno: 08.07.2023).

Golubić, J. (1999). *Promet i okoliš*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Zagreb.

Grubeša, S., Petošić, A., Suhaneč, M., Đurek, I. (2019). Zaštita od buke - zvučne barijere. *Sigurnost*, 61 (3), 217-226.

Jezerčić, I. A. (2017). Kako se nositi sa sindromom bolesne zgrade. *Kem. Ind.*, 66 (1-2), 116-118.

Jokimäki, J., Suhonen, J., Jokimäki-Kaisanlahti, M.L. et al. (2016). Effects of urbanization on breeding birds in

European towns: Impacts of species traits. *Urban Ecosyst* 19, 1565-1577.

Juncá, M.B., Zaragoza, R.M., Guelar, P.K. (2016). The Vital Role of Biodiversity in Urban Sustainability. In: *State of the World. State of the World*. Washington, DC: Island Press.

Klepac, D., Meštrovčić, Š. (1981). Upotreba drveća i grmlja u uređivanju čovjekova okoliša. *Šumarski list* 1-2, 38.

Kučina, R. (2021). *Izbornik autohtonih vrsta biljaka za vertikalne vrtove*. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.

Kujundžić Brkulj, M. (2020). Buka-zagađenje koje se čuje. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 71 (1), A4-A4.

Lakušić, S., Dragčević, V., Rukavina, T. (2005). Mjere za smanjenje buke od prometa u urbanim sredinama. *Građevinar*, 57 (1), 1-9.

Leonard, M. L., Horn, A. G. (2012). Ambient noise increases missed detections in nestling birds. *Biology letters*, 8 (4), 530-532.

Liu, Q., Gelok, E., Fontein, K., Slabbekoorn, H., Riebel, K. (2022). experimental test of chronic traffic noise exposure on parental behaviour and reproduction in zebra finches, *Biology Open*, 11 (4), bio059183.

Marselle, M.R., Lindley, S.J., Cook, P.A. et al. (2021). Biodiversity and Health in the Urban Environment. *Curr Envir Health Rpt*, 8, 146-156.

Martinušić, S. (2017). *Utjecaj suvremenih prometnica na okoliš i mjere zaštite*. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti.

Matošić, D. (2006). *Kanarinci boje i pjeva, ptice pjevice i hibridi*. Split: Marjan tisak.

Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, (2021). Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje 2021. do 2030. godine, dostupno na:

https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Program_razvoja_zelene_infrastrukture_do_2030.pdf (pristupljeno: 25.09.2022).

Nikolić T. ur. (2023). Flora Croatica baza podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (pristupljeno: 08.07.2023).

Pavišić, B. (2019). Percepcije i stavovi mladih korisnika o važnosti upotrebe održivih oblika prijevoza. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Ekonomski fakultet.

Pereira, P., Baro, F. (2022). Greening the city: Thriving for biodiversity and sustainability. *Science of the total environment*, 817, 153032.

Ristovska, G., Gjorgjev, D., Polozhani, A., Kočubovski, M., Kendrovski, V. (2009). Utjecaj buke u okolišu na uzrujanost odraslih stanovnika Skopja: presječno istraživanje. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 60 (3), 349-355.

Rosandić, M., Bonetti, L. (2014). Izloženost mladih u Hrvatskoj buci – navike, stavovi, svijest o riziku, uporaba zaštite i rane posljedice. *Logopedija*, 4 (1), 31-41.

Sallabanks, R. (1992). Fruit fate, frugivory, and fruit characteristics: a study of the hawthorn, *Crataegus monogyna* (Rosaceae). *Oecologia* 91, 296-304.

Savić, Đ. (2021). *Štiglic u avikulturi*. Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, 352.

Savčić, B., Stevanov, M., Orlović, S., Stamenovski, N. (2013). Linijski zasadi u Novom Sadu – stavovi i mišljenja građana o postojećim zelenim gradskim površinama. *Topola/Poplar*, 191/192, 101-116.

Slavica, A., A. Trontel (2010). Biološka raznolikost i održivi razvoj. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 5 (1-2), 24-30

Spasojević, S. (2016). The role of the barriers in traffic noise protection. U: Ž. Živković, ur. Book of proceedings. *International May Conference on Strategic Management - IMKSM2016 May 28 – 30, 2016*, Bor: Technical faculty, University of Belgrade, 139-142.

Stošić, Lj., Belojević, G., Milutinović, S. (2009). Djelovanje prometne buke na spavanje gradskoga stanovništva. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 60 (3), 342-342.

Šišić, B., Kapović, N. (2004). Drvodredii obrubnozastitnozelenilouzgradske prometnice Dubrovnika. *Agronomski glasnik*, 66 (3-5), 227-248.

Tišljar, T. (2017). *Ukrasne voćne vrste u uređenju zelenih površina grada Zagreba*. Diplomski rad.

Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

- Tomašević, A. (1996). Vjetrozaštita Sinjskog polja. *Šumarski list, CXX* (1-2), 19-34.
- Turalija, A. (2022). Biljne vrste antropogenih travnjaka i hodnih površina u gradu Osijeku. *Glasiło Future*, 5 (4), 1-20.
- Viličić, D. (2020). Biološka raznolikost u urbanom planiranju. *Glasnik Hrvatskog botaničkog društva*, 8 (1), 19-28.
- Vršek, I., Purgar, G., Karlović, K. (2000). Samonikle vrste za uzgoj cvjetnih livada. *Sjemenarstvo*, 17 (3-4), 185-197.
- Vukadinović, A., Avramović, D., Ilić-Krstić, I., Radosavljević, J., Bogdanović, T. (2017). Javne zelene površine u urbanim sredinama i njihov uticaj na kvalitet životne sredine. U: N. Živković, ur. *XVII Naučni skup Čovek i radna sredina - "Upravljanje komunalnim sistemom i zaštita životne sredine"* Niš: Fakultet zaštite na radu u Nišu, Univerzitet u Nišu, 103-112.
- Vukadinović, A. V., Radosavljević, J. M., Đorđević, A. V., Petrović, N. P. (2021). Uticaj primene zelenog krova na energetska svojstva individualnog stambenog objekta sa staklenom verandom. *Tehnika*, 76 (3), 281-287.
- Vukić, R. (2007). Poteškoće pri izradi akustičkih proračuna i projekata zaštite od buke cestovnog prometa. *Sigurnost*, 49 (4), 343-351.
- Zipf, L., Primack, R. B., Rothendler, M. (2020). Citizen scientists and university students monitor noise pollution in cities and protected areas with smartphones. *PLoS one*, 15 (9), e0236785.
- Žalac, H. (2016). *Krovni vrtovi - obavezni dio moderne arhitekture – da ili ne?* Završni rad. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, 2016.
- Židovec, V., Karlović, K. (2005). Primjena autohtonog bilja u uređenju gradskog prostora. *Agronomski glasnik*, 67 (2-4), 151-158.

Prispjelo/Received: 26.6.2023.

Prihvaćeno/Accepted: 12.7.2023.

Review paper

Interactions of noise and urban greenery with special reference to biodiversity

Abstract

Today, modern roads are one of the biggest polluters in environment. Noise pollution affects human health manifesting itself in physical, physiological and psychological effects. In urban areas noise adversely affects populations of urban animals, primarily birds. This paper provides an overview of professional and scientific issues related to the interaction of noise and urban greenery with special reference to biodiversity. Greater emphasis is placed in using fruity and ornamental species in public city green areas in order to preserve bird diversity.

In order to reduce noise from traffic, various sound barriers are built, and recently, green vertical sound barriers have also been in use. Green vertical sound barriers reduce noise and air pollution. City greenery has a number of positive effects on health and reducing noise. Vertical gardens also give a certain level of sound insulation and accumulation sound. For example, plant covers are known to mitigate higher frequency sounds more effectively. compared to lower. Roof gardens, in addition to thermal insulation, reduce noise intensity. There are also certain specifics that plant species have that has effect of reducing noise. It is important to note that there are a number of ways to plant suitable plants in order to reduce noise, and even if they are autonomus, we also affect the preservation of biodiversity. Choosing suitable plant species is very important for the life of birds in the city. in this paper specific species suitable for birds are listed. it is very important to inform and educate citizens about the issue of implementation biodiversity conservation

Keywords: noise, urban greenery, conservation of biodiversity, birds, urban ecology