

Dr. sc. Nikola Zorić

Dinka Matošević

Hrvatski šumarski institut

Dr. sc. Nikola Zorić, mag. ing. silv., obranio je doktorski rad 27. listopada 2025. godine pod naslovom „Praćenje dinamike oštećenja hrasta lužnjaka prouzročenih hrastovom mrežastom stjenicom (*Corythucha arcuata*) (Hemiptera: Tingidae) pomoću bespilotnih letjelica i hibridnih optičko-empirijskih modela“. Javna obrana doktorata održana je na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, pred povjerenstvom u sljedećem sastavu: prof. dr. sc. Ante Seletković, predsjednik povjerenstva, izv. prof. dr. sc. Marko Vucelja, član povjerenstva, obojica s Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, te dr. sc. Dinka Matošević, članica povjerenstva, s Hrvatskoga šumarskog instituta.

Disertacija je izrađena u sklopu Sveučilišnoga poslijediplomskog doktorskog studija Šumarstvo i drvna tehnologija, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Milivoja Franjevića s Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te prof. dr. sc. Anite Šimić Milas s Bowling Green State University, School of Earth, Environment and Society. Doktorski rad napisan je na hrvatskom jeziku. Strukturiran je u devet glavnih poglavlja: Uvod, Ciljevi i hipoteze istraživanja, Materijali i metode, Rezultati, Rasprava, Zaključak, Popis literature, Prilozi i Životopis.

Životopis

Nikola Zorić rođen je 5. travnja 1990. godine u Jastrebarskom, gdje je završio osnovnu školu. Srednjoškolsko obrazovanje stekao je u Šumarskoj i drvodjeljskoj školi u Karlovcu, nakon čega je upisao Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te je 2014. godine završio diplomski studij Uzgajanja i uređivanja šuma s lovnom gospodarenjem.

Profesionalni put započeo je 2015. godine stručnim osposobljavanjem za rad na Zavodu za zaštitu šuma i lovno gospodarenje Hrvatskoga šumarskog instituta u Jastrebarskom. Od 2016. godine zaposlen je kao stručni suradnik, a 2020. godine imenovan je asistentom te je iste godine upisao doktorski studij Šumarstva i drvne tehnologije. U znanstvenom i stručnom radu bavi se zaštitom šuma, monitoringom stranih invazivnih vrsta te provedbom europskih programa nadzora karantenskih štetnih organizama.

Posebnu pozornost posvećuje primjeni naprednih tehnologija u šumarstvu, osobito uporabi bespilotnih letjelica opremljenih različitim senzorima te naprednih programskih alata za obradu podataka u svrhu zaštite šuma i praćenja stranih invazivnih vrsta. Na tu je temu 2020. godine održao predavanje Europskoj komisiji u Bruxellesu, a od 2024. godine sudjeluje kao predavač na radionicama Europske komisije u okviru programa BTSF (*Better Training for Safer Food*), s temama vezanima uz nadzor štetnih organizama i primjenu daljinskih istraživanja u biljnom zdravlju.

Sudjelovao je na brojnim domaćim i međunarodnim stručnim i znanstvenim skupovima te je autor i suautor više znanstvenih radova objavljenih u relevantnim domaćim i međunarodnim časopisima. Tijekom izrade doktorske disertacije boravio je mjesec dana u Laboratoriju za obradu slika Sveučilišta u Valenciji, pod mentorstvom dr. sc. Jochema Verrelsta. Aktivno se koristi engleskim i njemačkim jezikom te je član Hrvatskog lovačkog saveza.

Prošireni sažetak doktorskog rada

Hrastova mrežasta stjenica (*Corythucha arcuata*) invazivni je štetnik koji napada hrast lužnjak (*Quercus robur*) i uzrokuje fiziološke promjene u listovima i krošnjama stabala. Štete se očituju kroz smanjenje fotosintetske aktivnosti, promjene u koncentraciji klorofila, pojavu fiziološkog stresa i moguće narušavanje stabilnosti sastojina. S obzirom na gospodarsku i ekološku važnost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, pravodobno i prostorno precizno praćenje posljedica zaraze hrastovom mrežastom stjenicom ima visoku važnost za zaštitu šuma, monitoring invazivnih vrsta i planiranje šumskogospodarskih mjera.

Cilj doktorskog istraživanja bio je razviti i validirati metode za praćenje promjena u koncentraciji klorofila krošnje, odnosno CCC-a (*Canopy Chlorophyll Content*), izazvanih zarazom hrastovom mrežastom stjenicom. Istraživanje se temeljilo na multispektralnim snimkama prikupljenima bespilotnom letjelicom, terenskim mjerjenjima i regresijskim algoritmima strojnog učenja, uključujući i hibridni pristup utemeljen na modelu prijenosa zračenja PROSAIL.

Istraživanje je provedeno na dvije pokusne plohe u Republici Hrvatskoj: zaraženoj plohi na području šumarije Jastrebarsko i kontrolnoj plohi na području šumarije Buzet. Podaci su prikupljeni tijekom triju vegetacijskih razdoblja, u svibnju, srpnju i rujnu, u razdoblju od 2021. do 2023. godine. Na pokusnim plohama definirane su podplohe na kojima su provedena terenska mjerjenja koncentracije klorofila, brojanja jajnih legala hrastove mrežaste stjenice i mjerjenja temperature. Multispektralne snimke prikupljene bespilotnom letjelicom korištene su za modeliranje koncentracije klorofila krošnje, pri čemu su uspoređeni samostalni regresijski modeli strojnog učenja i hibridni PROSAIL+MLRA modeli.

Rezultati istraživanja pokazali su da multispektralne snimke prikupljene bespilotnim letjelicama omogućuju detektiranje fizioloških promjena u krošnjama hrasta lužnjaka koje su povezane sa zarazom hrastovom mrežastom stjenicom. Među testiranim algoritmima, Gaussian Processes Regression pokazao se kao najuspješniji model prema koeficijentu determinacije i normaliziranoj pogrešci procjene. Samostalni GPR pristup postigao je bolju prediktivnu

učinkovitost od hibridnog PROSAIL+MLRA pristupa. Time je potvrđena primjenjivost regresijskih modela strojnog učenja u procjeni koncentracije klorofila krošnje na temelju multispektralnih UAV podataka, osobito kada su dostupna odgovarajuća terenska mjerenja za kalibraciju i validaciju modela.

Hibridni modeli nisu ostvarili očekivanu prediktivnu prednost u odnosu na samostalne empirijske modele, ali su pokazali znanstvenu vrijednost u interpretaciji fizioloških promjena na temelju poznatih biokemijskih i strukturnih procesa koji utječu na refleksiju vegetacije. Njihova se vrijednost osobito očituje u mogućnosti primjene u uvjetima ograničenog terenskog uzorkovanja ili na vegetacijski homogenijim površinama, gdje fizički utemeljeni pristupi mogu nadopuniti empirijsko modeliranje.

Dobiveni rezultati potvrđuju da integracija terenskih mjerenja, multispektralnih snimaka bespilotnih letjelica i algoritama strojnog učenja može predstavljati učinkovitu metodološku osnovu za monitoring fiziološkog stanja krošnja hrasta lužnjaka. Rad doprinosi razvoju operativnih metoda za rano otkrivanje i praćenje šteta prouzročenih invazivnim šumskim štetnicima te pruža znanstvenu osnovu za unapređenje sustava zaštite šuma. Poseban doprinos rada ogleda se u povezivanju šumarske entomologije, daljinskih istraživanja, fizioloških pokazatelja stresa i naprednog modeliranja podataka.

Rezultati doktorskog rada imaju izravnu primjenu u suvremenom monitoringu šumskih ekosustava, osobito u kontekstu sve izraženijeg širenja invazivnih stranih vrsta i potrebe za brzim, objektivnim i prostorno preciznim metodama procjene zdravstvenog stanja sastojina. Primjena bespilotnih letjelica i modela strojnog učenja omogućuje učinkovitije prikupljanje podataka, smanjenje subjektivnosti terenskih procjena i bolju prostornu razlučivost u praćenju oštećenja krošnja.

Znanstvena produkcija

Dr. sc. Nikola Zorić autor je i suautor više znanstvenih i stručnih radova iz područja zaštite šuma, šumarske entomologije, monitoringa invazivnih vrsta, daljinskih istraživanja i terenskih metoda u šumarstvu. Sudjelovao je na više domaćih i međunarodnih znanstvenih konferencija.

Objavljeni rezultati doktorskog rada i povezane znanstvene aktivnosti predstavljaju vrijedan doprinos razvoju suvremenih metoda praćenja zdravstvenog stanja šuma hrasta lužnjaka. Rad kolege Zorića povezuje klasičnu zaštitu šuma s daljinskim istraživanjima, bespilotnim letjelicama i strojnim učenjem, čime doprinosi modernizaciji praćenja invazivnih šumskih štetnika i primjeni novih tehnologija u hrvatskom šumarstvu.

Uz iskrene čestitke na uspješno obranjenom doktoratu, mladom kolegi želimo mnogo uspjeha u daljnjem stručnom i znanstvenom radu.

