

ISSN 2623-6575

UDK 63

GLASILO FUTURE

PUBLIKACIJA FUTURE – STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE OBILNOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SURADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 7 BROJ 2-3

lipanj 2024.

Glasilo Future

Stručno-znanstveni časopis

Nakladnik:

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

Adresa uredništva:

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

Uređivački odbor / Editorial Board:

Nasl. izv. prof. dr. sc. Boris Dorbić, prof. struč. stud. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*
Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., univ. mag. nutr., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*
Ančica Sečan, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*
Prof. dr. sc. Željko Španjol – član
Mr. sc. Milivoj Blažević – član
Vesna Štibrčić, dipl. ing. preh. teh. – članica
Antonia Dorbić, mag. art. – članica

Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:

Dr. sc. Gean Pablo S. Aguiar – Savezna republika Brazil (Universidade Federal de Santa Catarina)
Prof. dr. sc. Kiril Bačevandžiev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico de Coimbra)
Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Republika Srbija (Šumarski fakultet Beograd)
Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)
Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Duška Čurić – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)
Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijско-tehnoški fakultet u Splitu)
Prof. dr. sc. Sezai Ercişli – Republika Turska (Atatürk University Agricultural Faculty)
Prof. dr. sc. Semina Hadžabić – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)
Doc. dr. sc. Jasna Hasanbegović – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)
Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)
Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)
Doc. dr. sc. Anna Jakubczak – Republika Poljska (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy)
Dr. sc. Željko Jurjević – Sjedinjene Američke Države (EMSL Analytical, Inc., North Cinnaminson, New Jersey)
Prof. dr. sc. Mariia Kalista – Ukrajina (National Museum of Natural History of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv)
Prof. dr. sc. Tajana Krička – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)
Slobodan Kulić, mag. iur. – Republika Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)
Dr. sc. Jae Hwan Lee, pred. - Republika Koreja (Natural Science Research Institute of Sahmyook University in Seoul, South Korea)
Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)
Prof. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijско-tehnoški fakultet u Splitu)
Semir Maslo, prof. – Kraljevina Švedska (Primary School, Lundäckerskolan, Gislaved)
Prof. dr. sc. Ana Matin – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Elizabeta Miskoska-Milevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana)
Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Republika Hrvatska (Sveučilište u Zadru)
Prof. dr. sc. Ayşe Nilgün Atay – Republika Turska (Mehmet Akif Ersoy University – Burdur, Food Agriculture and Livestock School)
Nibir Pratim Choudhury, MBA - Republika Indija (Ph.D student i suradnik na projektu - University of Science and Technology Meghalaya)
Prof. dr. sc. Tatjana Prebeg – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoinženering "Hans Em" Skopje)
Prof. dr. sc. Davor Skejić – Republika Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)
Akademik prof. dr. sc. Mirko Smoljić, prof. struč. stud. – Republika Hrvatska (Sveučilište Sjever, Varaždin/Koprivnica, Odjel ekonomije)
Prof. dr. sc. Nina Šajna – Republika Slovenija (Fakulteta za naravoslovje in matematiko)
Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić, prof. struč. stud. – Republika Hrvatska (Kemijско-tehnoški fakultet u Splitu)
Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Republika Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)
Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)
Doc. dr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihacu)
Prof. dr. sc. Marko Turk – Republika Hrvatska (Visoka poslovna škola PAR)
Prof. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Ana Vujošević – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)
Sandra Vuković, mag. ing. – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)
Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)
Prof. dr. sc. Denisa Žujo Zekić – Bosna i Hercegovina (Nastavnički fakultet Mostar)

Grafička priprema: Ančica Sečan, mag. act. soc.

Objavljeno: 30. lipnja 2024. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva specijalna izdanja tijekom godine iz biotehničkog područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Autori/ce su u potpunosti odgovorni/e za sadržaj, kontakt podatke i točnost engleskog jezika.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerada u bilo kojem obliku nije dopuštena bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obvezno navođenje izvora.

Časopis je indeksiran u CAB Abstract (CAB International).

Glasilo Future

Stručno-znanstveni časopis

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a,
22000 Šibenik, Hrvatska

(2024) 7(2-3) 01–110

SADRŽAJ:

	Str.
Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)	
<i>Jae Jung Ahn, Eun A Kim, Eun Ji Shin, Yeong Sunwoo, Jae Hwan Lee, Sang Yong Nam</i> Shading treatments affect the growth characteristics, ornamental value, and photosynthetic activities of various <i>Peperomia</i> species and cultivars	01–19
<i>Aleksandra Šupljeglav Jukić, Jasmina Aliman, Jasna Hasanbegović Sejfić</i> Fizikalno-kemijske značajke ploda trešnje sorte Isabella i Prima Giant uzgajanih na različitim tlima Physico-chemical characteristics of the sweet cherry fruit of the Isabella and Prima Giant varieties grown on different soils	20–35
Prethodno priopćenje (preliminary communication)	
<i>S. Maslo, Š. Šarić, Đ. Milanović</i> New data on the distribution of <i>Adiantum capillus-veneris</i> L. in Bosnia and Herzegovina	36–46
Pregledni rad (scientific review)	
<i>D. Šmidt, I. Širić</i> Neiskorišteni farmakološki potencijal gljive muhare - <i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam. (1783) The unused pharmacological potential of fly agaric - <i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam. (1783)	47–71
Stručni rad (professional paper)	
<i>D. Viličić</i> Hrast crnika (<i>Quercus ilex</i> L.) u makiji sjevernodalmatinskih otoka – utjecaj klimatskih i antropogenih čimbenika Holm oak (<i>Quercus ilex</i> L.) in the maquis of the northern Dalmatian islands – influence of climatic and anthropogenic factors	72–96
Nekategorizirani rad (uncategorised paper)	
<i>Ivana Vitasović Kosić</i> Prikaz knjige (book review)	97–99
<i>Ivana Vitasović Kosić</i> Prikaz izložbe (exhibition review)	100–105
<i>Ivana Vitasović Kosić</i> Prikaz knjige (book review)	106–107
<i>B. Dorbić</i> Društvene vijesti i obavijesti (social news and announcements)	108–108
<i>Upute autorima (instructions to authors)</i>	109–110

**Hrast crnika (*Quercus ilex* L.) u makiji sjevernodalmatinskih otoka –
utjecaj klimatskih i antropogenih čimbenika**

**Holm oak (*Quercus ilex* L.) in the maquis of the northern Dalmatian islands –
influence of climatic and anthropogenic factors**

Damir Viličić^{1*}

stručni rad (professional paper)

doi: 10.32779/gf.7.2-3.5

Citiranje/Citation²

Sažetak

Primarne šume crnike (*Quercus ilex* L.) u Sredozemlju su nestale. Sječa šume za poljoprivredu i ispašu, drvo za ogrjev i brodogradnju te požari, degradirali su šume hrasta crnike u šikare - makiju. Na sjevernodalmatinskim otocima ljetna suša je jače izražena nego drugdje u Hrvatskoj što usporava prirast makije s crnikom. Antropogeni utjecaji omogućavaju širenje alepskog bora (*Pinus halepensis* Miller). Pošumljavanje i sadnja crnike može ublažiti visoku temperaturu i suhoću tla i zraka ljeti, povećati biološku raznolikost, oplemeniti vizualni doživljaj krajobraza, unaprijediti kvalitetu života i zdravlje ljudi i spriječiti eroziju plodnog tla. Do organiziranja nacionalne inicijative, sadnja crnike, koja je karakteristična i stabilizirajuća vrsta klimatogene vazdazelene makije može se provoditi privatnom inicijativom uz suhozidove privatnih posjeda. Otok je dobar eksperimentalni laboratorij za provedbu menadžmenta biološke raznolikosti i zaštite od klimatskih promjena. Dobro bi došla komparativna istraživanja rasta crnike uz istočnu obalu Jadrana.

Ključne riječi: crnika, *Quercus ilex*, otoci, Dalmacija, Hrvatska.

Abstract

The primary forests of holm oak (*Quercus ilex* L.) in the Mediterranean have disappeared. Cutting of forests for agriculture, wood for firewood and shipbuilding, and grazing as well as fires, degraded holm oak forests into thickets – maquis. On the northern Dalmatian islands (central Adriatic coast), the summer drought is more pronounced than elsewhere in Croatia, which slows down the growth of maquis with

¹ Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb. Republika Hrvatska.

* E-mail: damir.vilicic@biol.pmf.hr (dopisni autor).

² Viličić, D. (2024). Hrast crnika (*Quercus ilex* L.) u makiji sjevernodalmatinskih otoka – utjecaj klimatskih i antropogenih čimbenika. *Glasiło Future*, 7(2-3), 72–96. / Viličić, D. (2024). Holm oak (*Quercus ilex* L.) in the maquis of the northern Dalmatian islands - influence of climatic and anthropogenic factors. *Glasiło Future*, 7(2-3), 72–96.

holm oak. Anthropogenic influences enable the spread of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Miller). Afforestation and planting of holm oak can alleviate the high temperature and dryness of the soil and air in summer, increase biological diversity, enrich the visual experience of the landscape, improve the quality of life and health of people, and prevent erosion of fertile soil. Until the organization of a national initiative, the planting of holm oak, which is a characteristic and stabilizing species of climatogenic evergreen maquis, can be carried out by private initiative along the drystone walls of private properties. The island is a good experimental laboratory for the implementation of biodiversity management and climate change protection. Comparative studies of holm oak growth along the eastern coast of the Adriatic would be useful.

Key words: Holm oak, *Quercus ilex*, islands, Dalmatia, Croatia.

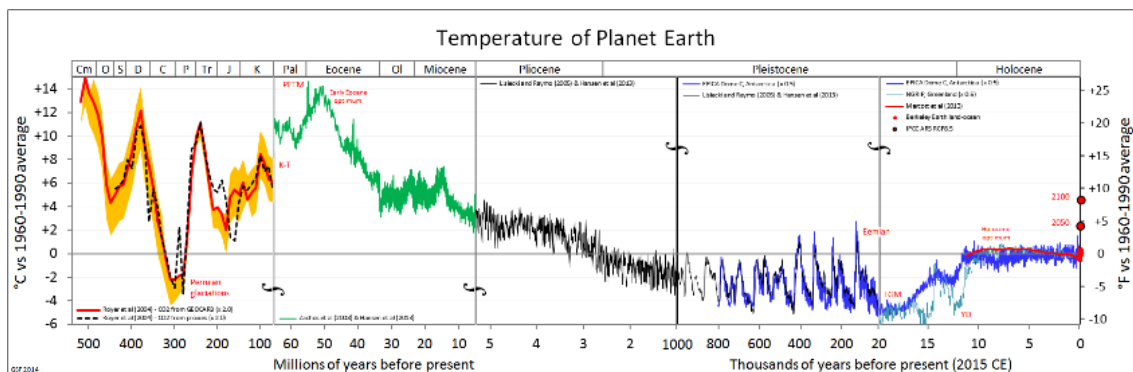
Uvod

Putujući uz obalu istočnog dijela Jadrana od sjevera prema jugu mijenjaju se geološka podloga, klimatske prilike, vegetacija i krajolici. U sjevernom dijelu prolazimo zelenom Istrom i Kvarnerom, zatim slijede krševite obale podvelebitskog područja, sjeverne i srednje Dalmacije i napokon stižemo u ponovno zelenu južnu Dalmaciju. Bujno zelenilo susrećemo uz Kotorski zaljev s drukčijom vegetacijom nego što smo je susreli na sjevernom dijelu obale. Na spomenutom potezu posebno se ističe sjevernodalmatinska obala gdje susrećemo škrtu vegetaciju (po količini ali ne po broju vrsta), pa je u ovom stručnom radu pažnja usmjerena na makiju sa hrastom crnikom na otocima šibenskog arhipelaga, pogotovo na otoku Prviću. Problematika zahtijeva širi pristup, pa je izlaganje podijeljeno na nekoliko poglavlja: 1) o vegetaciji u prošlosti do danas kada čovjek stupa u nemilosrdnu interakciju s prirodom, 2) o ekonomskoj važnosti crnike, 3) o biološkim i ekofiziološkim svojstvima ovdašnje vegetacije, 4) njenoj važnosti u stvaranju plodnog tla, 5) o doprinosu biološkoj raznolikosti, krajobrazu, zdravstvenom učinku na čovjeka, 6) o utjecaju čovjeka na vegetaciju i krajobraz i 7) o obnovi vegetacije sa crnikom u tom specifičnom području.

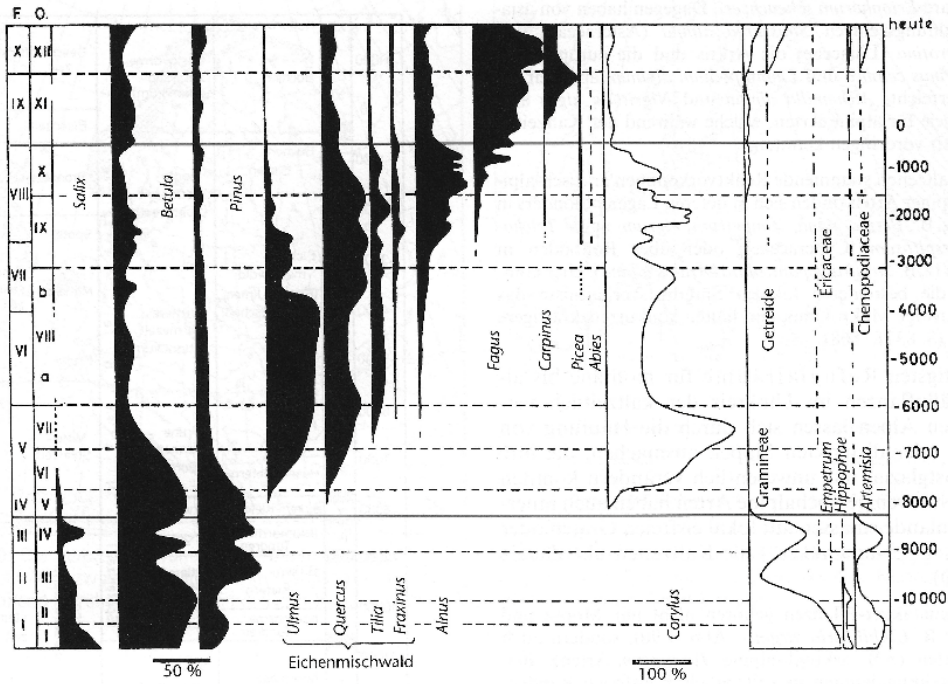
Šume - povijesni razvoj

Klima je važan regulator vegetacije i uz edafske čimbenike stvara klimatogenu (klimazonalnu) vegetaciju. Primarna klimatogena vegetacija u Europi je šuma. U razdoblju pleistocena koje je trajalo milijun godina - do početka holocena prije 12 000 godina, izmijenilo se desetak ledenih i međuledenih razdoblja (slika 1). Posljednja oledba je bila na vrhuncu prije oko 20.000 godina (Suicmez i Avci, 2023). Prije pleistocena zabilježene su slične oscilacije temperature. U međuledenim razdobljima temperature su dozvoljavale razvoj šume), što je omogućilo stvaranje plodnog tla. U hladnim razdobljima šume su se povlačile južnije, a u toplijim su se širile sjevernije, što pokazuje kronostratigrafija polena u Europi od početka holocena (10 000 g. pr. Cr) do sadašnjosti (slika 2). Sredozemno more je i ranije u pleistocenu ublažavalo klimatske prilike pa je uz obale vegetacija imala submediteranska obilježja (slika 3). U Dalmaciji sukcesivne promjene vegetacije u holocenu istražene su paleostratigrafijom polena u

sedimentu Velikog jezera na otoku Mljetu (Jahns i Bogaard, 1998, slika 4). Povlačenjem leda, najprije se šire travnjaci (na slici oznaka Po označava biljnu porodicu trava Poaceae), a zatim šume hrasta medunca (QP-*Quercus pubescens*). Daljnjim zatopljenjem u razdoblju od 6000-4000. g. pr. Kr. listopadnu šumu s hrastom meduncem zamjenjuju borovice-biljke iz roda *Juniperus* (Jun). Od 4400 godine pr. Kr. naglo se širi vazdazelena šuma sa crnikom (QI-*Quercus ilex*). Oko 1100. godine pr. Kr., kolonisti i postojeći narodi Iliri u Dalmaciji počinju sjeći crniku za pašnjake i poljoprivredu i otvaraju prostor za širenje alepskog bora (Pi-*Pinus halepensis*). Dominacija alepskog bora još je izraženija svršetkom antičkog razdoblja i početkom razdoblja kršćanstva. Najbrže nestajanje šuma crnike događa se u posljednjih 500 godina, pogotovo u antropocenu - nakon 1950. gdje prirodne vazdazelenene šume s hrastom crnikom nestaju zbog sječe za ogrjev, za širenje poljoprivrede, za ispašu i zbog požara (Pedrotta et al., 2021). Utjecaj čovjeka na primarnu vegetaciju se također vidi u sličnim istraživanjima u srednjoj Europi (Rybníček i Rybníčková, 2009). Prirodne vazdazelenene šume s hrastom crnikom, danas postoje samo na velikim otocima Sredozemlja; Korzici, Sardiniji i Kreti. U nas postoji šuma crnike na kvarnerskom otoku Rabu (šuma Dundo) (Oršanić et al., 2011) i na nekim ograničenim lokalitetima, na Lastovu (Trinajstić, 1968), Korčuli (Španjol et al., 2023) i u Istri (Barčić et al. 2021). Drugdje crniku nalazimo u vazdazelenim sredozemnim šikarama – makiji (Horvatić, 1963).

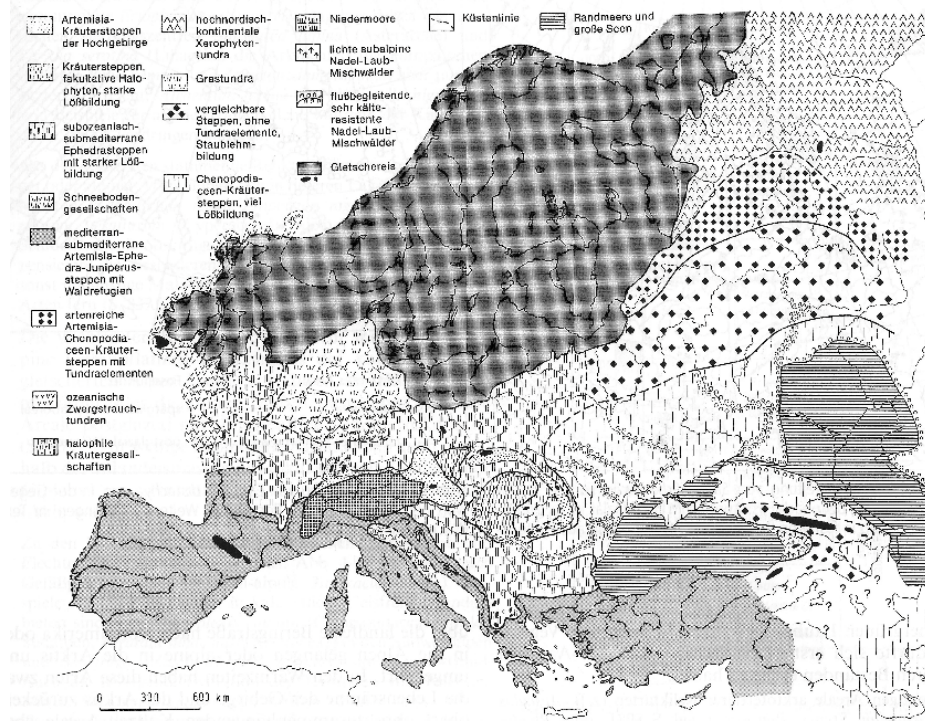


Slika 1. Temperature na planeti Zemlji u posljednjih 500 milijuna godina (Izvor: Fergus, 2021).
Figure 1. Temperatures on planet Earth over the last 500 million years (Source: Fergus, 2021).



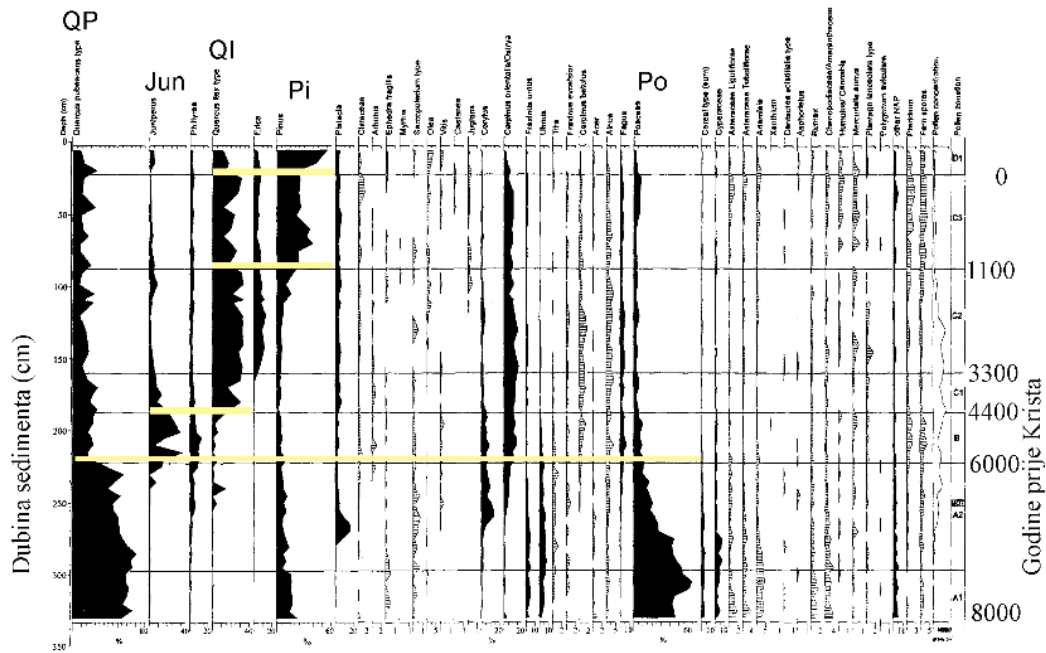
Slika 2. Sukcesija vegetacije od početka holocena (10 000 g. pr. Cr) do sadašnjosti prema polenskoj kronostratigrafiji u Luterskom jezeru kod Göttingena (Izvor: Walter et al., 1975).

Figure 2. Vegetation succession from the beginning of the Holocene (10,000 BC) to the present according to pollen chronostratigraphy in Lake Luther near Göttingen (Source: Walter et al., 1975).



Slika 3. Vegetacijska karta Europe u pleistocenu, prije 20 000-17 000 godina (Izvor: Frenzel, 1968).

Figure 3. Vegetation map of Europe in the Pleistocene, 20,000-17,000 years ago (Source: Frenzel, 1968).



Slika 4. Paleostratigrafija polenovih zrnaca u Velikom Jezeru na otoku Mljetu prema Jahns i Bogaard (1998). QP–hrast medunac, *Quercus pubescens*, Jun–biljke iz roda *Juniperus*, QI–hrast crnika, *Quercus ilex*, Pi–alepski bor, *Pinus halepensis*, Po–biljke iz porodice trava, Poaceae.

Figure 4. Paleostratigraphy of pollen grains in Veliko Jezera on the island of Mljet according to Jahns and Bogaard (1998). QP–honey oak, *Quercus pubescens*, Jun–plants from the genus *Juniperus*, QI–holm oak, *Quercus ilex*, Pi–Alepo pine, *Pinus halepensis*, Po– plants from the grass family, Poaceae.

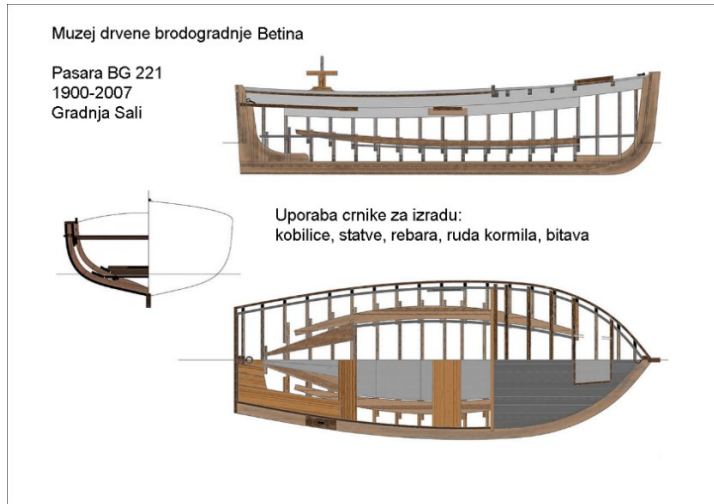
Hrast crnika – morfologija, anatomija drva i ekonomska važnost

Karakteristična vrsta sredozemne klimatogene, vazdazelene vegetacije je hrast crnika ili česmina (*Quercus ilex* L.), u nas je stablo visoko do 17 m, staro do 200 godina i debljine do 30 cm (Berta et al., 2019), sa širokom, gustom i okruglom krošnjom (slika 5A). Grane su gusto pokrivenе sjajnim listovima cjelovitih rubova, s kseromorfnim svojstvima (Bačić i Miličić, 1985), a plod je kožasti orah (žir) (slika 5B). Crnika povremeno i neprimjetno odbacuje listove, ali ne sve u isto vrijeme – u Francuskoj najčešće u proljeće (Rapp, 1971 u Katz i Lieth, 1974) i stvara obilni listinac.



Slika 5. Hrast crnika (*Quercus ilex* L), krošnja (A), list i kožasti orah – žir (B). (Foto: D. Viličić).
Figure 5. Holm oak (*Quercus ilex* L), crown (A), leaf and leathery nut - acorn (B). (Photo by: D. Viličić).

Pored dugotrajne sječe crnike za ogrjev, za proširenje površina za stočarstvo i poljoprivredu, izdržljivo drvo crnike se rabi u brodogradnji drvenih brodova, za izradu kobilice, statve, rebara, ruda kormila i bitava (slika 6). Drvo crnike je čvrsto, elastično, vrlo trajno, vrlo teško (970 kg/m³) i vrlo tvrdo (daN/m³) (Horvat, 1980). Na poprečnom presjeku pore su male, malobrojne i u isprekidanim radijalnim nizovima, a granice godova su slabo uočljive (Špoljarić i Petrić, 1980) (slika 7).



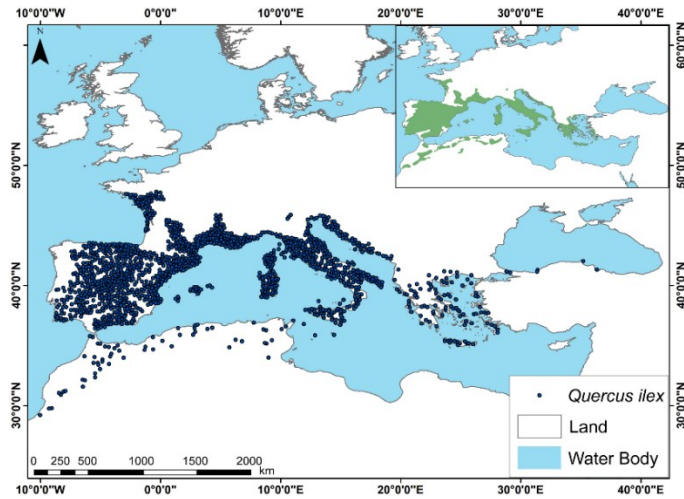
Slika 6. Uporaba crnike za izradu drvenih brodova. Snimljeno u Muzeju drvene brodogradnje u Betini.
Figure 6. Use of holm oak for making wooden ships. Recorded in the Museum of Wooden Shipbuilding in Betina.



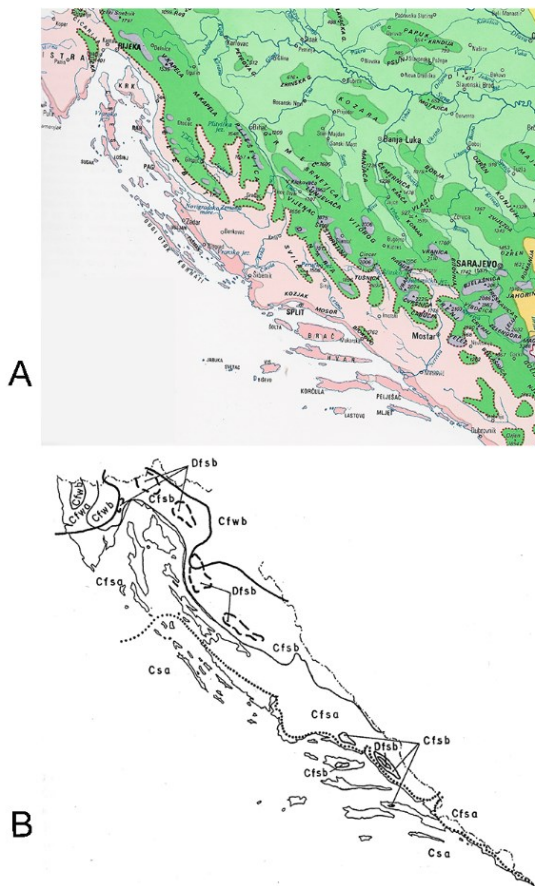
Slika 7. Anatomija drva crnike. Mjerilo pokazuje 1 mm (Foto: J. Trajković).
Figure 7. Anatomy of holm oak wood. The scale shows 1 mm (Photo: J. Trajković).

Rasprostranjenost i ekofiziološka svojstva

Crnika je prirodno rasprostranjena uz obale Sredozemnog mora (slika 8, Suicmez i Avci, 2023). Uz istočnu obalu Jadrana, crniku nalazimo uz uski obalni pojas gdje tvori klimatogenu vegetaciju vazdazelene makije (slika 9). Na sjevernodalmatinskim otocima zadarskog i šibenskog arhipelaga srednja godišnja količina oborine u Hrvatskoj je izrazito niska i usporediva s najsušim sjeveroistočnim dijelovima Hrvatske (Gajić Čapka et al., 2003).



Slika 8. Recentna rasprostranjenost hrasta crnika u Sredozemlju (Izvor: Suicmez i Avci, 2023).
Figure 8. Recent distribution of holm oak in the Mediterranean (Source: Suicmez and Avci, 2023).

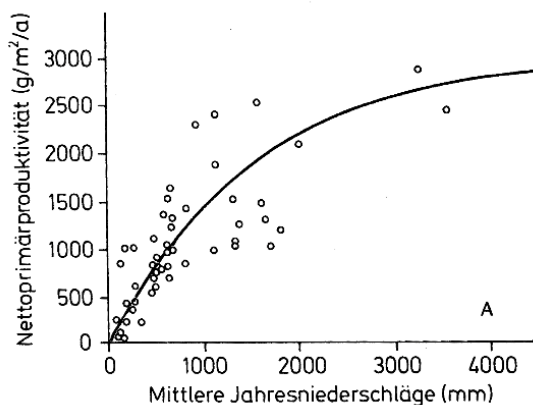


Slika 9. Rasprostranjenost klimatogene vegetacije vazdazelene makije sa hrastom crnikom uz hrvatsku obalu Jadrana, označena tamno crvenom bojom (A) (Izvor: Bertović i Lovrić, 1985). Klimatska obilježja (B) u hrvatskom priobalnom pojasu (Izvor: Penzar et al, 2001); oznaka Csa po Köppenu označava toplu klimu s vrućim i suhim ljetima.
Figure 9. Distribution of the climatogenic vegetation of evergreen maquis with holm oak along the Croatian coast of the Adriatic is marked in dark red (A) (Source: Bertović and Lovrić, 1985). Climatic features (B) in the Croatian coastal zone; Csa according to Köppen indicates a warm climate with hot and dry summers (Source: Penzar et al., 2001, p. 240).

Crnika ima dubok korijenov sustav i fiziološke prilagodbe na preživljavanje suše (Montagnoli et al., 2019; Camarero et al., 2016). U sušnom razdoblju transpiracija u listovima crnike opada (Ilijanić i Gračanin, 1972, Ilijanić i Topić, 1981).

Drveće i grmlje troši višak ugljikovog dioksida iz atmosfere (Gratani et al., 2012), pa je kopnena vegetacija važna za reguliranje kruženja ugljika u prirodi. Visoka makija s crnikom smanjuje ekstremnu temperaturu i vlagu u tlu i u zraku (Ugarković et al., 2017; Španjol et al., 2023), korijenje stvara pore za infiltraciju i redistribuciju vode i povećava kapacitet tla za vodu (Joffre i Rambal, 1993; Puerto i Rico, 1989). Postoji upravno proporcionalni odnos između pokrivenosti neke površine vegetacijom i otecanja vode po površini tla (Ong, 2003).

Prema poznatim ekofiziološkim svojstvima biljaka, primarna produkcija opada u područjima s manje oborina (slika 10). Možemo pretpostaviti da je prirast crnike na suhim sjevernodalmatinskim otocima, kao što su Prvić i Zlarin u šibenskom arhipelagu slabiji nego u sjevernom i južnom obalnom pojasu. Zato bi bilo dobro pokrenuti komparabilna ekofiziološka istraživanja crnike uz istočnu obalu Jadrana i potvrditi pretpostavku. Poznato je da pomladak crnike teže podnosi nedostatak vlage (Oršanić et al., 2011).



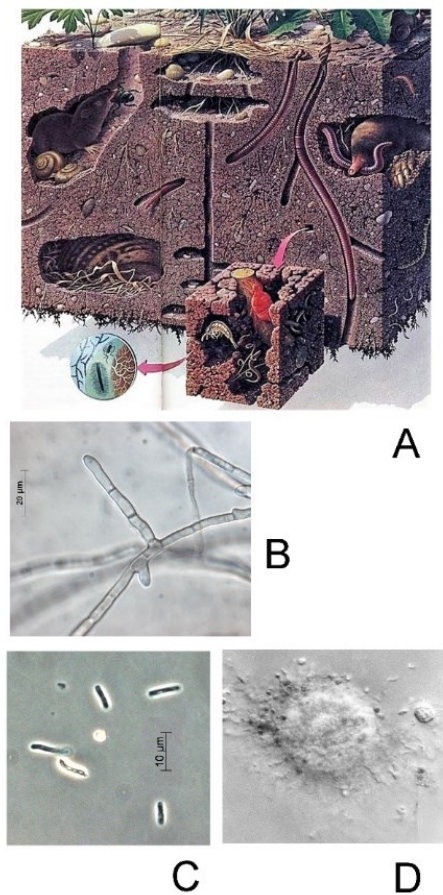
Slika 10. Odnos godišnje brzine primarne produkcije biljnog pokrova i srednje godišnje količine oborine (Izvor: Strassburger et al., 1998, str. 881).

Figure 10. The relationship between the annual rate of primary production of plant cover and the mean annual amount of precipitation (Source: Strassburger et al., 1998, p. 881).

Biogeno stvaranje tla

Velika je uloga šuma i grmlja u stvaranju plodnog tla (Ishizuka et al., 2021). Listinac ispod stabala crnike razgrađuju makroorganizmi i mikroorganizmi. U procesu razgradnje listinca sudjeluju biljke, životinje, i različiti mikroorganizmi (Bani et al., 2018; Scheu et al., 2005). Biljke drobe stijene, životinje usitnjavaju biljne ostatke (slika 11A). Mikrobnu aktivnost počinju gljive (plijesni) (slika 11B) koje uspješnije od bakterija mogu razgraditi visokomolekularne spojeve iz ostataka otpalih grana (lignin) i listova (celuloza). Naknadnu razgradnju manjih organskih molekula nastavljaju razne bakterije-

autotrofne, heterotrofne i kemototske te aktinobakterije (nitaste bakterije). Na slici 11C prikazane su štapičaste bakterije-bacili. U mikrobnj razgradnji propale organske tvari sudjeluju još protisti koji se skupljaju oko organskih čestica uz ili bez prisustva svjetlosti - heterotrofni protisti (bičaši i trepetljikaši) te autotrofni i miksotrofni protisti (alge) (slika 11D). U mikrobnj zajednici su još virusi koji žive u staničnim mikroorganizmima i reguliraju gustoću njihovih populacija. Mikroorganizmi stvaraju složene hranidbene mreže te sudjeluju u izmjeni plinova i kruženju biogenih elemenata u biosferi. U vlažnom listincu plijesni (slika 12) i drugi mikroorganizmi oslobađaju plinovite produkte koji daju šumi specifičan miris. Uz humifikaciju tlo se konačno obogaćuje glavnim anorganskim hranjivim tvarima - s dušikom, fosforom, kalijem i drugim biogenim elementima potrebnim za novu primarnu (biljnu) proizvodnju. Humifikacija i taloženje plodnog tla u šumi ili makiji crnike omogućava prirodni razvoj pomlatka crnike (slika 13).



Slika 11. Organizmi koji sudjeluju u razgradnji listinca, humifikaciji i stvaranju tla. A–biljke i životinje, B–gljive sa cjevastim stanicama- hifama, C–bakterije, D–autotrofni, miksotrofni i heterotrofni protisti koji su na slici skupljeni oko organskih čestica i čine mikrobnj zajednice - detritosfere. Slike B, C, D – Foto: D. Viličić; A - <https://www.warrenswcd.com/education-connection/soils-sustain-life> (Pristupljeno 12.02.2024).

Figure 11. Organisms participating in leaf decomposition, humification and soil formation. A-plants and animals, B-fungi with tubular cells - hyphae, C-bacteria, D-autotrophic, mixotrophic and heterotrophic protists, which in the picture are gathered around organic particles and form microbial communities – detritosphere. Figs. B, C, D – Photo: D. Viličić; A - <https://www.warrenswcd.com/education-connection/soils-sustain-life> (accessed December 12, 2024).



Slika 12. Plijesni počinju razgradnju vlažnog listinca ispod stabla crnike (Foto: D. Viličić).
Figure 12. Molds begin to decompose a moist leaf litter under the holm oak tree (Photo by: D. Vilicic).



Slika 13. Pomladak crnike izrasta iz plodnog tla ispod stabla crnike (Foto: D. Viličić).
Figure 13. A holm oak sapling sprouts from the fertile soil under the holm oak tree (Photo by: D. Vilicic).

Biološka raznolikost, krajobraz, zdravstveni i društveni učinak

Teoretske osnove o važnosti biološke raznolikosti u ekologiji postavio je Odum (1969). Pokazao je kako raznolika flora i fauna organizirana u složenu trofičku mrežu stabilizira ekološki sustav. Njegovi ekološki principi danas se uzimaju u obzir u urbanoj ekologiji, jer biološka raznolikost direktno ili indirektno stimulira zdrav život čovjeka. Suvremeno prostorno planiranje zahtijeva od urbanista, arhitekata i krajobraznih arhitekata da se ne bave samo estetskim, prostornim i društvenim aspektom uređenja prostora, već da uzimaju u obzir i ekološki aspekt. Ispravno projektirano zelenilo pruža zdraviji i jeftiniji život stanovnicima te društveni boljitak u naseljima, a uključuje raznolika staništa; drveće, travnjake, parkove, poljoprivredu; koja naseljava i pripadna fauna (Bolund i Hunhammar, 1999; Gómez-Baggethun i Barton, 2013).

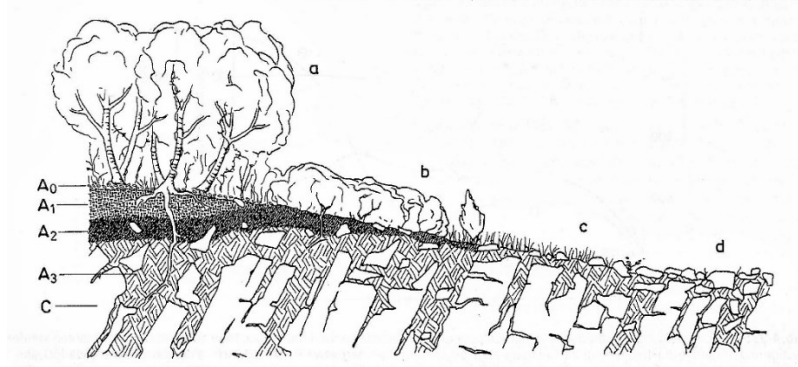
Značajan je učinak vegetacije i biološke raznolikosti na život čovjek (tablica 1). Pored estetskih vrijednosti, u zdravom okolišu je čist zrak i podzemna voda, a hlapive tvari iz vegetacije i tla (Ortega i Helmig, 2008; Fares i Loreto, 2015; Yañez-Serrano et al., 2018; Hensgens et al., 2021) povoljno djeluje na fiziološka svojstva i zdravlje ljudi (Antonelli et al., 2020). Postoje kvantitativni pokazatelji za „zdravstveni servis“ koji pruža kvalitetan prirodni okoliš. Od direktnih zdravstvenih učinaka zanimljivo je istraživanje koje pokazuje brži oporavak osoba od stresa u prirodnom okolišu nego na prometnim ulicama, jer zelenilo brzo snižava krvni tlak, regulira autonomni živčani sustav, odnosno napetost mišića i vodljivost struje kožom (Ulrich, 2006). Prirodni okoliš *smanjuje fiziološke poremećaje kao što su dijabetes ili srčane bolesti i smanjuje mortalitet ljudi (Hartig, 2008).*

Tablica 1. Učinak vegetacije, biološke raznolikosti i ekološkog planiranja.
Table 1. *Effect of vegetation, biological diversity and ecological planning.*

UČINAK	Autori
Stabla i listinac	
<ul style="list-style-type: none"> • Pedogeneza • Ljeti veća vlaga u tlu i u zraku • Ljeti niža temperatura u tlu i u zraku 	<p>Scheu et al. (2005) Skelhorn et al. (2014)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vežu CO₂ • Smanjuju buku • Povećavaju infiltraciju vode u tlo (smanjuje rizik od poplava) 	<p>Skelhorn et al. (2014) Nakamura et al. (2016), Nowak and Crane (2002) Nakamura et al. (2016), Flynn and Traver (2013), Ong (2003)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Biološka raznolikost • Stabilizira ekološki sustav 	<p>Odum (1969), Kralj et al. (2013), Southwood (1961), Nakamura et al. (2017), Jones and Leather (2012), Johnson et al. (2014), McMichael et al. (1999)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Poboljšava zdravlje ljudi: • Smanjuje krvni tlak, napetost mišića, srčanu aktivnost i aktivnost autonomnog živčanog sustava 	<p>Naeem et al. (2016) Parsons et al. (1998), Hartig et al. (2003), Laumann et al. (2003), Ulrich (2006, 2008)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Smanjuje fiziološke poremećaje: dijabetes, srčane bolesti i mortalitet ljudi. • Poboljšava emocionalni razvoj djece 	<p>Hartig (2008) Bikomeye et al. (2021)</p>
Vizualna i estetska kvaliteta okoliša – zeleni prostori grada omogućavaju:	
<ul style="list-style-type: none"> • rekreaciju, susrete, doživljaj prirode, edukaciju • društveni kapital (skloništa u slučaju katastrofa) 	<p>Prinz (2006, 2008) Bolund and Hunhammar (1999), Pedersen Zari (2018), Tandarić et al. (2022)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ekonomske prednosti - urbana poljoprivreda 	<p>Wortman and Taylor Lovell (2013), Rogus and Dimitri (2015)</p>

Utjecaj čovjeka na vegetaciju i krajobraz

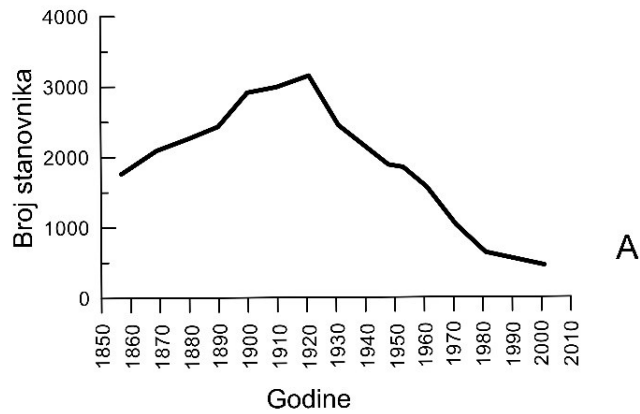
Antropogenom devastacijom, makija zaostaje kao prvi degradacijski stadij sredozemnih šuma, a dodatnom degradacijom makije nastaju grmoviti garizi i kamenjarski travnjaci (Braun Blanquet i Jenny, 1926; Horvatić, 1963; Bertović i Lovrić, 1985, slika 14). Nekontroliranom sječom stabala crnike zaostaju degradirane panjače, koje se s vremenom mogu prevesti u viši uzgojni oblik (Piškorić, 1963; Dubravac et al., 2018; Krejči i Dubravac, 2004). Slabiji prirast makije i sjeća osiromašuju vegetaciju i krajobraz te ubrzavaju eroziju tla (Shakesby et al., 2002; Ong, 2003).



Slika 14. Pedološki profil u šumi i makiji sa crnikom te u degradacijskim stadijima vegetacije; garizima i kamenjarskim travnjacima (Izvor: Braun Blanquet i Jenny, 1926).

Figure 14. Pedological profile in forest and maquis with holm oak and in degradation stages of vegetation; garigues and stony grasslands (Source: Braun Blanquet and Jenny, 1926).

Antropogeni utjecaj na makiju s crnikom dokumentiran je na otoku Prviću kod Šibenika, ali problem se odnosi na sve suhe sjevernodalmatinske otoke. Sukcesivne promjene društvenih aktivnosti i vegetacije možemo pratiti na otoku Prviću kod Šibenika. U razdoblju dok je na otoku stanovništvo bilo brojno (Smoljanović et al., 2008) (slika 15A) šuma je bila iskrčena jer su površine otoka trebale za poljoprivredu, a crnika se sjekla i za ogrjev. Raseljavanjem, pogotovo nakon Prvog i Drugog svjetskog rata, parcele ostaju zapuštene (slika 15B, C). Preživljavanje alepskog bora slabije je u vrijeme nicanja njegova podmlatka u razvijenoj bjelogoričnoj vegetaciji (Ilijanić i Gračanin, 1972; Prpić 1986). Otvoreni prostor postupno prekriva alepski bor koji brže raste nego crnika i postaje dominantna zelena komponenta krajobraza na Prviću (slika 16A, B). Krajobraz se znatno mijenja u čitavom šibenskom području (Tekić et al., 2014).

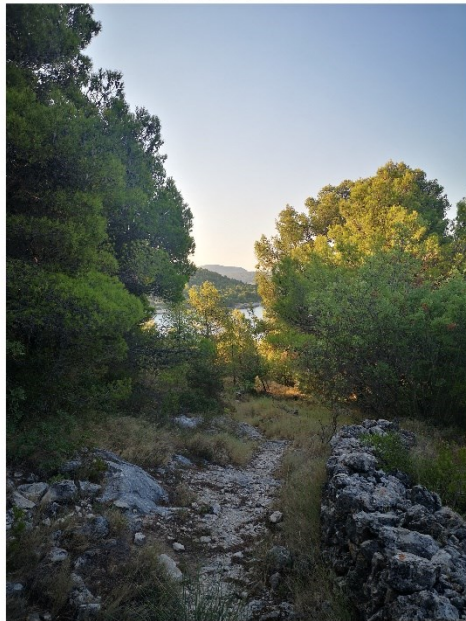


Slika 15. Naseljenost otoka Prvića u proteklih 150 godina (A) i krajobraz 1971 godine (B, C) (Foto: D. Viličić).

Figure 15. The population of the island of Prvić in the past 150 years (A) and the landscape in 1971 (B, C) (Photo by: D. Viličić).



A



B

Slika 16. Krajobraz na otoku Prviću 2022 godine (A, B). Slika B je snimljena sa sličnog mjesta kao slika 15C. Foto: D. Viličić (A); M. Viličić (B).

Figure 16. Landscape on the island of Prvić in 2022 (A, B). Image B was taken from a similar location as Image 15C. Photo: D. Viličić (A); M. Viličić (B).

Obnova vegetacije sa crnikom

Sječom makije i druge vegetacije ili nakon požara, oborinska erozija odnosi plodno tlo i na površini terena zaostaje kamen. Krajobraz prestaje biti zelen i postaje suh i bijel od kamena. S vremenom takve otvorene površine prerasta kompetitivniji alepski bor koji mijenja krajobraz, pa djelovanjem čovjeka nestaje prvobitna vazdazelena vegetacija s crnikom. Klimatske prilike, edafski čimbenici (fizička, kemijska i biološka svojstva tla) i svojstva pomlatka alepskog bora odredit će buduću sukcesiju prema novoj klimazonalnoj vegetaciji (Rauš et al., 1994).

Komparativna istraživanja omogućuju usporedbu učinka crnike i alepskog bora na stanište (tablica 2). Po mnogim parametrima sastojine crnike ostvaruju bolja svojstva staništa nego sastojine alepskog bora.

Tablica 2. Usporedba svojstava staništa između razvijenih sastojina crnike (*Quercus ilex*) i alepskog bora (*Pinus halepensis*) te usporedba morfofizioloških svojstava biljaka.

Table 2. Comparison of habitat properties between developed stands of holm oak (*Quercus ilex*) and Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and comparison of plant morphophysiological properties.

	Crnika	Alepski bor	Autori
Temperatura zraka	Manja	Veća	Ugarković et al. (2017)
Temperatura tla	Manja	Veća	Ugarković et al. (2017)
Vlaga zraka	Veća	Manja	Ugarković et al. (2017)
Vlaga u tlu	Veća	Manja	Ugarković et al. (2017), Španjol et al. (2023)
Dubina korijena	Veća	Manja	Lloret et al. (1999)
Količina listinca	Manja	Veća	Bakšić i Bakšić (2023)
Potreba korijena odraslih jedinki za površinskom vodom	Mala	Mala	Prpić et al. (2011)
Potreba korijena pomlatka za površinskom vodom	Veća	Manja	Rey Bernayas (1998), Prpić et al. (2011)
Potreba pomlatka za svjetlom	Manja	Velika	Vázquez de Castro et al. (2014), Španjol et al. (2023)
Brzina rasta pomlatka	Manja	Veća	Nije objavljeno
Preživljavanje pomlatka ljeti	Teže	Lakše	Ogaya et al. (2003)
Životni vijek	Duži	Kraći	UCOaks (2020)

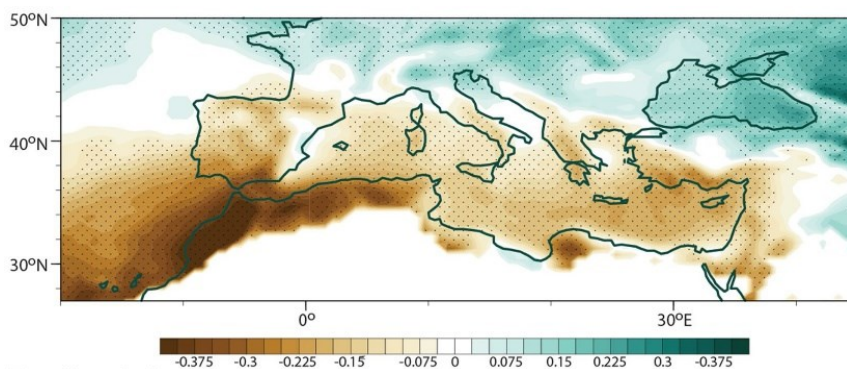
Obnova autohtone vegetacije u kojoj je bitna komponenta hrast crnika, najefikasniji je postupak za čuvanje tla i sprječavanje erozije, ali financijski je zahtjevan. Crnika je karakteristična i stabilizirajuća vrsta klimatogene vazdazelene makije. Zato bi sadnja crnike trebala biti dugoročni projekt, a značajniji prirast klimatogene vegetacije s crnikom može biti vidljiv za desetak godina. Za pošumljavanje se često rabi alepski bor koji brzo raste, ali i češće ponovno plane. Šumarska struka podržava revitalizaciju primarne vazdazelene vegetacije sa hrastom crnikom te naknadno postupno uklanjanje alepskog bora (Jahns i Van den Bogaard, 1998; Španjol et al., 2009). Pošumljavanje na golim površinama je teško, a na dubljim tlima preživljavanje crnikom je malo, rast preživjelih jedinki je spor i biljke su lošeg morfološkog i fiziološkog stanja. Uspješno pošumljavanje mlađim pomlatkom crnike provodi se u sjeni prethodno posađenih borova koji brzo rastu ili pod postojećim stablima borova ili se pod borove podsijava žir (Rey Benayas, 1998; Španjol et al., 2006, 2009). Potrebna je zaštita od životinja koje brste pomladak širokolisne zimzelene vegetacije (Španjol et al., 2006). Na trajnim (zaštićenim) plohama, mlade sastojine crnike pokazuju zadovoljavajući prirast (Barčić et al., 2020).

Međunarodna unija za zaštitu prirode i njena Europska komisija potiču pošumljavanje i brigu za biološku raznolikost, pogotovo doprinos vlasnika privatnih posjeda, a time se povećava apsorpcija ugljikovog dioksida iz atmosfere i ublažavaju mikroklimatski ekstremi (IUCN, 2023).

U svijetu šira zajednica pronalazi različita rješenja za pošumljavanje na državnom zemljištu. U okviru projekta ForestaMI u Milanu je provedeno istraživanje postojećih šuma; prikupljeni su podaci o pokrovu krošnji drveća, izvršeno je kartiranje područja te su identificirana kritična područja na kojima je najpotrebnije saditi (ForestaMI, 2021). Projekt podržava razvoj, jačanje i integraciju lokalnih zajednica uz doprinos institucija i poduzeća. Tako se *podizhe svijest o nužnosti sadnje novih stabala te potiče zajedničko ublažavanje posljedica klimatskih promjena.*

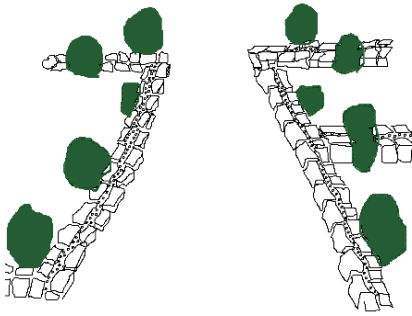
Za opisani ekološki problem na sjevernodalmatinskim otocima treba senzibilizirati stanovništvo i uvjeriti ga da je sijanje žira i sadnja jednogodišnjih sadnica crnike koristan posao kako bi u budućnosti zaštitili otoke od ubrzane erozije. Kljavost žira crnike je velika i iznosi oko 80 % (Drvodelić et al., 2023; Viličić, 2023). Prokljalni pomladak otežano preživljava prvo suho ljeto (Ogaya et al., 2003) kada mu je potrebna pomoć za preživljavanje – zasjenjivanjem (u sjeni borova) i povremenim zalijevanjem.

Klimatski modeli kao što je jedan sastavljen za Sredozemlje (Barcikowska et al., 2018) pokazuje da do kraja stoljeća obale srednje Dalmacije neće biti zahvaćene značajnijim odstupanjima u hidrološkom režimu (slika 17). Stoga očekujemo da u tom razdoblju neće doći do bitne promjene u dinamici razvoja crnike uz našu obalu. Takav scenarij potiče naša nastojanja da pošumljavamo krš, čime se u budućnosti mogu poboljšati mikroklimatske prilike. Do organiziranja nacionalne inicijative, sadnja crnike, koja je karakteristična i stabilizirajuća vrsta klimatogene vazdazelene makije može se provoditi privatnom inicijativom uz suhozidove privatnih posjeda. Pola površina na kojima raste crnika kod nas u privatnom je posjedu (Barčić et al., 2020), gdje se takva privatna inicijativa može provesti (slika 18).



Slika 17. Predviđene promjene prosječne sezonske oborine (x100%) u razdoblju 2061-2099 (Izvor: Barcikowska et al., 2018)

Figure 17. Predicted changes in average seasonal precipitation (x100%) in the period 2061-2099 (Izvor: Barcikowska et al., 2018)



Slika 18. Shematski prikaz moguće sadnje crnike uz međe (suhozide) privatnih posjeda (Crtež: D. Viličić).

Figure 18. Schematic representation of the possible planting of holm oak along the drystone wall borders of private properties (Drawing by: D. Viličić).

Zaključak

Sjevernodalmatinski otoci su najsuši dio istočnojadranske obale. U takvim okolnostima dosadašnja sječa hrasta crnike – karakteristične i stabilizirajuće vrste klimatogene vazdazelene makije brža je od prirasta. Na otoku Prviću kraj Šibenika je s druge strane, raseljavanjem stanovništva i napuštanjem obradivih površina došlo do širenja alepskog bora. Kako makija s crnikom stvara kvalitetnije mikroklimatske uvjete i bolje čuva tlo od erozije, preporuča se obnova klimatogene vegetacije. Dobro bi došla komparabilna ekofiziološka istraživanja crnike i klimatogene vegetacije uz istočnu obalu Jadrana-

Literatura

Antonelli, M., Donelli, D., Barbieri, G., Valussi, M., Maggini, V., Firenzuoli, F. (2020). Forest volatile organic compounds and their effects on human health: a state-of-the-art review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, no. 6506.

Bačić, T., Miličić, D. (1985). Contribution to the leaf anatomy of *Quercus ilex* L. *Acta Botanica Croatica*, 44, 23-31.

Bakšić, N., Bakšić, D. (2023). Forest floor fuel loads in holm oak (*Quercus ilex* L.) and pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) forests. *Šumarski List*, 147, 513-523.

Bani, Al. Pioli, S., Ventura, M., Panzacchi, P., Borruso, L., Tognetti, R., Tonon, G., Brusetti, L. (2018). The role of microbial community in the decomposition of leaf litter and deadwood. *Applied Soil Ecology*, 126, 75-84.

Barcikowska, M.J., Kapnick, S.B., Feser, F. (2018). Impact of large-scale circulation changes in the North Atlantic sector on the current and future Mediterranean winter hydroclimate. *Climate Dynamics*, 50, 2039-2059.

- Barčić, D., Dubravac, T., Ančić, M., Španjol, Ž., Ćurić, P. (2020). Istraživanja strukture sastojine u šumama hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na pokusnim plohama u Hrvatskoj. *Nova Mehanizacija Šumarstva*, 41, 49-62.
- Barčić, D., Španjol, Ž., Rosavec, R., Ančić, M., Dubravac, T., Končar, S., Ljubić, I., Rimac, I. (2021). Pregled vegetacijskih istraživanja u šumama hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na pokusnim plohama u Hrvatskoj. *Šumarski List*, 145, 47-62.
- Berta, A., Levanič, T., Stojavljević, D., Kušan, V. (2019). Site index and volume growth percentage determination for privately owned uneven-aged stands of *Quercus pubescens* and *Quercus ilex* along the Croatian Adriatic coast. *South-east European Forestry*, 10, 65-75.
- Bertović, S., Lovrić, A. Ž. (1985). *Vegetacijska karta Hrvatske: orografski i klimatsko-vegetacijski pojasi, potpojasi i područja*. *Šumarska enciklopedija*, 3, Zagreb: JLZ.
- Bikomeye, J.C., Balza, J., Beyer, K.M. (2021). The impact of schoolyard greening on children's physical activity and socioemotional health: a systematic review of experimental studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 535-555.
- Bolund, P., Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293-301.
- Braun-Blanquet, J., Jenny, H. (1926). *Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen*. Zürich: Gebrüder Fretz.
- Camarero, J.J., Sangüesa-Barreda, G., Vergarachea, M. (2016): Prior height, growth and wood anatomy differently predispose to drought-induced dieback in the two Mediterranean oak species. *Annals of Forest Science*, 73, 341-351.
- Drvodelić, D., Oršanić, M., Ugarković, D., Šango, M. (2023). Usporedba vitaliteta i laboratorijske klijavosti žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.). *Šumarski List*, 147, 505-512.
- Dubravec, T., Turk, M., Barčić, D., 2018: Konverzija panjača hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) oplodnim sječama – rezultati višegodišnjih znanstvenih istraživanja. Simpozij Poljoprivreda i šumarstvo na kršu mediteranskog istočnojadranskog područja – stanje i perspektive. *Posebno Izdanje ANUBiH*, 176, 103-121.
- Fares, S., Loreto, F. (2015). *Isoprenoid emissions by the Mediterranean vegetation* in Castelporziano. *Rendiconti Lincei – scienze fisiche e naturali*, 26, Supplement 3, S493-S498.
- Fergus, G. (2021). *Temperature of planet Earth*. https://gergs.net/all_palaeotemps/ (pristupljeno: veljača 2023).

Flynn, K. M., Traver, R. G. (2013). Green infrastructure life cycle assessment: A bio-infiltration case study. *Ecological Engineering*, 55, 9-22.

ForestaMI. (2021). La forestazione urbana per la Grande Milano del 2030. *Rapporto del Progetto di Ricerca Integrato, Interdisciplinare e Strategico*, 1-270.

<https://www.ekovjesnik.hr/clanak/5743/forestami-tri-milijuna-stabala-do-2030?fbclid=IwAR0LcKb0GBUWW0u2Aca6SwU1HLu8TrADBgqoABYbvXAwsrawURZtgZAUUKk> (pristupljeno: siječanj 2023.).

Frenzel, B. (1968). *Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Euroasiens*. Wiesbaden: Steiner.

Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Patarčić, M. (2003). *Digitalna godišnja oborinska karta Hrvatske*. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.

URL:https://meteo.hr/klima.php?section=klima_hrvatska¶m=k1_7 (pristupljeno 25.siječnja 2023.).

Gómez-Baggethun, E., Barton, D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245.

Gratani, L., Varone, L., Ricotta, C., Catoni, R. (2012). Mediterranean shrubs carbon sequestration: environmental and economic benefits. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18, 1167-1182.

Hartig, T. (2008). Green space, psychological restoration, and health inequality. *The Lancet*, 372, 1614-1615.

Hartig, T., Evans, G.W., Jamner, L.D., Davis, D.S., Gärling, T. (2003). Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 109-123.

Hensgens, G., Lechtenfeld, O.J., Guillemette, F., Laudon, H., Berggren, M. (2021). Impacts of litter decay on organic leachate composition and reactivity. *Biogeochemistry*, 154, 99-117.

Horvat, I. (1980). *Tehnička svojstva drveta*, 411-441. *Šumarska enciklopedija 1*, Zagreb: JLZ.

Horvatić, S. (1963). Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg Primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja. *Acta Botanica Croatica*, 22, 27-81.

Ilijanić, Lj., Gračanin, M. (1972). Zum Wasserhaushalt einiger mediterraner Pflanzen. *Deutsche Botanische Gesellschaft* 85, 329-339.

Ilijanić, Lj., Topić, J. (1981). Über den Wasserhaushalt der Steineiche (*Quercus ilex*) und der Flaumeiche (*Quercus pubescens*) in Südistrien (Kroatien) bei Bodenbewässerung. *Acta Botanica Croatica*, 40, 133-145.

Ishizuka, S., Hashimoto, S., Kaneko, S., Tsuruta, K., Kida, K., Aizawa, S., Hashimoto, T., Ito, E., Umemura, M., Shinomiya, Y., Morishita, T., Noguchi, K., Ono, K., Okamoto, T., Mizoguchi, T., Torii, A., Sakai, H., Inagaki, Y., Shichi, K., Toriyama, J., Sakai, Y., Inagaki, M., Shirato, Y., Obara, H., Koyama, K., Takata, Y., Katayanagi, N., Kanda, T., Inoue, H., Kusaba, T. (2021). Soil carbon stock changes due to afforestation in Japan by the paired sampling method on an equivalent mass basis. *Biogeochemistry*, 153, 263-281.

IUCN (The International Union for Conservation of Nature) (2023). *Afforestation and reforestation for climate change mitigation: Potentials for pan-European action*. European regional office for Europe. <https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/Afforestation.pdf> (Pristupljeno: siječanj 2023).

Jahns, S., Bogaard van den, C. (1998). New palynological and tephrostratigraphical investigations of two salt lagoons on the island of Mljet, south Dalmatia, Croatia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7, 219-234.

Joffre, R., Rambal, S. (1993). How tree cover influences the water balance of Mediterranean rangelands. *Ecology*, 74, 570-582.

Johnson, S., Dominiguez-Garcia, V., Donetti, L., Munoz, A. (2014). Trophic coherence determines food-web stability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 17923-17928.

Jones, E.L., Leather, S.R. (2012). Invertebrates in urban areas: a review. *European Journal of Entomology*, 109, 463-478.

Katz, B.A., Lieth, H. (1974). *Seasonality of decomposers*, 163-184. U: Lieth, H. (ed) *Phenology and seasonality modeling*. *Ecological Studies*, 8. Springer Science.

Kralj, J., Tutiš, V., Čiković, D., Barišić, S. (2013). Ptice kao indikatori kvalitete zelenih gradskih površina, 294 – 303. U: Božićević, J. (ur.), *Zelenilo grada Zagreba*, HAZU, Zagreb.

Krejči, V., Dubravac, T. (2004). Oplodnom sječom od panjače do sjemenjače hrasta crnike (*Quercus ilex* L.). *Šumarski List*, 128, 405-412.

Laumann, K., Gärling, T., Stormark, K.M. (2003). Selective attention and heart rate responses to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 125-134.

- Lloret, F., Casanovas, C., Peñuelas, J. (1999). Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root:shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. *Functional Ecology*, 13, 210-216.
- McMichael, A. J., Bolin, B., Costanza, R., Daily, G., Folke, C., Lindahl-Kiessling, K., Lindgren, E., Niklasson, B. (1999). Globalization and the sustainability of human health: an ecological perspective. *Bioscience*, 49, 205-210.
- Montagnoli, A., Dumroese, R.K., Terzaghi, M., Onelli, E., Scippa, G.S., Chiatante, D. (2019). Seasonality of fine root dynamics and activity of root and shoot vascular cambium in a *Quercus ilex* L. forest (Italy). *Forest Ecology and Management*, 431, 26-34.
- Naeem, S., Chazdon, R., Duffy, E., Prager, C., Worm, B. (2016). Biodiversity and human well-being: an essential link for sustainable development. *Proceedings of the Royal Society B*, 283, no. 20162091.
- Nakamura, A., Kitching, R.L., Cao, M., Creedy, T.J., Fayle, T.M., Freiberg, M., Hewitt, C.N., Itioka, T., Pin Koh, L., Ma, K., Malhi, Y., Mitchell, A., Novotny, V., Ozanne, C.M.P., Song, L., Wang, H., Ashton, L.A. (2017). Forests and their canopies: Achievements and horizons in canopy science. *Trends in Ecology and Evolution*, 32, 438-451.
- Nowak, D.J., Crane, D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116, 381-389.
- Odum, E. P. (1969). The strategy of ecosystem development. An understanding of ecological succession provides a basis for resolving man's conflict with nature. *Science*, 164, 262-270.
- Ogaya, R., Penuelas, J., Martínez-Vilata, J., Mangirón, M. (2003). Effect of drought on diameter increment of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* and *Arbutus unedo* in a holm oak forest of NE Spain. *Forest Ecology and Management*, 180, 175-184.
- Ong, B.L., 2003: Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 63, 197-211.
- Oršanić, M., Drvodelić, D., Ugarković, D. (2011). Ekološko-biološke značajke hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na otoku Rabu. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 32, 31-41.
- Ortega, J., Helmig, D. (2008). Approaches for quantifying reactive and low-volatility biogenic organic compound emissions by vegetation enclosure techniques - Part A. *Chemosphere*, 72, 343-364.
- Parsons, R., Tassinary, L.G., Ulrich, R.S., Hebl, M.R., Grossman-Alexander, M. (1998). The view from the road: Implications for stress recovery and immunization. *Journal of Environmental Psychology*, 18, 113-140.

- Pedersen Zari, M. (2018). The importance of urban biodiversity – an ecosystem services approach. *Biodiversity International Journal*, 2, 357-360.
- Pedrotta, T., Gobet, E., Schwörer, C., Befal, G., Butz, C., Henne, P. D., Morales-Molino, C., Pasta, S., van Leeuwen, J. F. N., Vogel, H., Zwimpfer, E., Anselmetti, F. S., Grosjean M. (2021). 8,000 years of climate, vegetation, fire and land-use dynamics in the thermo-mediterranean vegetation belt of northern Sardinia (Italy). *Vegetation History and Archaeobotany*, 30, 789-813.
- Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M. (2001). *Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana*. Zagreb: Nakladna kuća “Dr. Feletar”.
- Piškorić, O. (1963). Dinamika visinskog prirasta izbojaka iz panjeva česmine (*Quercus ilex* L.). *Šumarski List*, 87, 122–133.
- Prinz, D. (2006). *Urbanizam 1- Urbanističko planiranje*. Zagreb: Golden marketing, Tehnička knjiga, Sveučilište u Zagrebu.
- Prinz, D. (2008). *Urbanizam 2 – Urbanističko oblikovanje*. Zagreb: Golden marketing, Tehnička knjiga, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Prpić, B. (1986). Odnos hrasta crnike i nekih njegovih pratilaca prema vodi i svjetlu. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 2 (pos izd), 69-77.
- Prpić, B., Tikvić, I., Idžojić, M., Seletković, Z. (2011). *Ekološka konstitucija značajnijih vrsta drveća i grmlja*, 245–269. U: Matić, S. (ed.), *Šume hrvatskoga Sredozemlja*. Zagreb: Akademija šumarskih znanosti i Hrvatske šume.
- Puerto, A., Rico, M. (1989). Influence of tree canopy (*Quercus rotundifolia* Lam.) on content in surface soil water in Mediterranean grasslands. *Ecology (CSSR)*, 8, 225-238.
- Rey Bernayas, J. M. (1998). Growth and survival in *Quercus ilex* L. seedlings after irrigation and artificial shading on Mediterranean set-aside agricultural land. *Annales des Sciences Forestieres*, 55, 801-807.
- Rapp, M. (1971). *Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens*. Extrait PBI Recherche Coopérative sur leur programme du C.N.R.S. 40, 184. Paris : Editions C.N.R.S.
- Rauš, Đ., Vukelić, J., Španjol, Ž., Đuričić, T. (1994). Istraživanja sukcesije crnikovih šuma na trajnoj pokusnoj plohi (br. 36) na Rabu. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 31, 93-134.

- Rogus, S., Dimitri, C. (2015). Agriculture in urban and peri-urban areas in the United States: Highlights from the Census of Agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30, 64-78.
- Rybníček, K i Rybníčková, E. (2009). Precultural vegetation in the western foothills of the Kremnické vrchy Mts. in central Slovakia and its transformation by man. *Preslia*, 81, 423-437.
- Scheu, S., Ruess, L., Bonkowski, M. (2005). *Interactions between microorganisms and soil micro-and mesofauna*. U: Buscot, F., Varma, A. (ed.) *Microorganisms in soils: roles in genesis and functions*, 253-275. Springer.
- Shakesby, A. R., Coelho, A. O. C., Schnabel, S., Keizer, J. J., Clarke, A. M., Contador, L. F. J., Walsh, D. P. R., Ferreira, D. J. A., Doerr, H. S. (2002). A ranking methodology for assessing relative erosion risk and its application to dehesas and montados in Spain and Portugal. *Land Degradation and Development*, 13, 129-140.
- Skelhorn, C., Lindley, S., Levermore, G. (2014). The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: A fine scale assessment in Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning*, 121, 129-140.
- Smoljanović, M, Smoljanović, A, Rudan, I. (2008). *Stanovništvo hrvatskih otoka 2001*. Zagreb: Laser Plus.
- Southwood, T.R.E. (1961). The number of species of insect associated with various trees. *Journal of Animal Ecology*, 30, 1-8.
- Strassburger, E., Noll, F., Schneck, H., Schimper, A.F.W. (izd.) (1998). *Lehrbuch der Botanik*, 34. Gustav Fischer.
- Suicmez, B., Avci, M. (2023). Distribution patterns of *Quercus ilex* from the last interglacial period to the future by ecological niche modelling. *Ecology and Evolution*, 13, no. e10606.
- Španjol, Ž., Hršak, V., Barčić, D., Ančić, M., Dubravac, T., Rosavec, R., Oršanić, M. (2009). Pine reforestation of degraded sites on the island of Rab, Croatia. *Plant Biosystems*, 143, 482-495.
- Španjol, Ž., Barčić, D., Rosavec, R., Ugarković, D. (2006). Ameliorative role of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in the regeneration of climazonal vegetation. *Periodicum Biologorum*, 108, 655-662.
- Španjol, Ž., Gašparović, I., Vučetić, M., Zbiljski, D., Vojinović, M., Sušilović, V., Ljubić, I., Korov, K., Dorbić, B. (2023). Biološko-ekološka obilježja posebnog rezervata šumske vegetacije Kočje - otok Korčula. *Šumarski List*, 7–8, 335–352.

Špoljarić, Z., Petrić, B. (1980). *Drvo. Ključ za identifikaciju drva za sveučilišnu nastavu, (prilozi 1-8, Foto J. Trajković)*, 367- 408. *Šumarska enciklopedija 2. knjiga*, Zagreb: JLZ.

Tandarić, N., Watkins, C., Ives, C.D. (2022). In the garden, I make up for what I can't in the park: reconnecting retired adults with nature through cultural ecosystem services from urban gardens. *Urban Forestry and Urban Greening*, 77, no. 127736.

Tekić, I., Fuerst-Bjeliš, B., Durbešić, A. (2014). Rasprostranjenost alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) i njegov utjecaj na vegetaciju i strukturu pejzaža šibenskog područja. *Šumarski List*, 11/12, 593-600.

Trinajstić, I. (1968). Šumska vegetacija otoka Lastova. *Acta Botanica Croatica*, 27, 43-51.

UCOaks. (2020). *Oak tree species ID and ecology*. California Department of Forestry and Fire Protection, University of California. <https://oaks.cnr.berkeley.edu/oak-tree-species-id-ecology/> (Pristupljeno: veljača 2024).

Ugarković, D., Tikvić, I., Šporčić, M., Španjol, Ž., Rosavec, R. (2017). Utjecaj strukture sastojina na mikroklimu šumskih ekosustava hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mill.). *Nova Mehanizacija Šumarstva*, 38, 57-65.

Ulrich, R.S. (2006). *Evidence-based healthcare design*, 281-289, 345-346. U: Wagenaar, C. (ur.) *The architecture of hospitals*. Belgium: NAI Publishing.

Ulrich, R.S. (2008). *Biophilic theory and research for healthcare design*, 87-106. U: Kellert, S.R., Heerwagen, J.H., Mador, M.L. (ur.) *Biophilic design. The theory, science and practice of bringing buildings to life*. Hoboken, John Wiley.

Vázquez de Castro, A., Oliet, J. A., Puértolas, J., Jacobs, D. F. (2014). Light transmissivity of tube shelters affects root growth and biomass allocation of *Quercus ilex* L. and *Pinus halepensis* Mill. *Annals of Forest Science*, 71, 91-99.

Viličić, D. (2023). Hrast crnika (*Quercus ilex* L.) – simbol izgubljenih šuma i razlozi za pošumljavanje. *Osvit – godišnjak Matice hrvatske u Šibeniku*, 8, 87-103.

Walter, H., Harnickell, E., Müller-Dombois, D. (1975). *Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente und die ökologische Gliederung der Erde*. Stuttgart: Fischer.

Wortman, S.E., Taylor Lovell S. (2013). Environmental challenges threatening the growth of urban agriculture in the United States. *Journal of Environmental Quality*, 42, 1283-1294.

D. Viličić / Hrast crnika (Quercus ilex L.) u makiji sjevernodalmatinskih otoka – utjecaj klimatskih i antropogenih čimbenika / Glasilo Future (2024) 7 (2-3) 72–96

Yañez-Serrano, Fasbender, L., Kreuzwieser, J., Dubbert, D., Haberstroh, S., Lobo-do-Vale, R., Caldeira, M. C., Werner, C. (2018). Volatile diterpene emission by two Mediterranean cistacean shrubs. *Scientific Reports*, 8, no. 6855.

Primljeno: 22. ožujka 2024. godine.

Received: March 22, 2024.

Prihvaćeno: 28. lipnja 2024. godine.

Accepted: June 28, 2024.