



ODDELEK ZA GEOGRAFIJO

REVIJA ZA GEOGRAFIJO

JOURNAL FOR GEOGRAPHY

19-1 2024

MARIBOR
2024

REVIJA ZA GEOGRAFIJO
JOURNAL FOR GEOGRAPHY
19-1, 2024

ISSN 1854-665X (tiskana izdaja / print issue)
ISSN 2385-815X (spletna izdaja / online issue)
UDK 91

Založnik / Published by	Izdajatelj / Issued by
Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba	Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo
Slomškov trg 15, Maribor, Slovenija	Koroška cesta 160, Maribor, Slovenija
press.um.si; zalozba@um.si	ff.um.si/o-fakulteti/oddelki/oddelek-za- geografijo/

Mednarodni uredniški odbor / International Editorial Board

Petar Feletar (Croatia), Lisa M. Butler Harrington (USA), Uroš Horvat (Slovenia),
Anđelija Ivkov Džigurski (Serbia), Roy Jones (Australia), Peter Jordan (Austria),
Doo-Chul Kim (Japan), Marijan Klemenčič (Slovenia), Karmen Kolnik (Slovenia),
Lučka Lorber (Slovenia), Jörg Maier (Germany), Pavel Ptaček (Czechia)
Valerià Paül Carril (Spain), Arsim Ejupi (Kosovo), Shé Mackenzie Hawke (Australia)

Glavni in odgovorni urednik / Chief and Responsible Editor	Tehnični urednik / Technical Editor
Peter Kumer	Danijel Davidovič
Oddelek za geografijo	Oddelek za geografijo
Filozofska fakulteta	Filozofska fakulteta
Univerza v Mariboru	Univerza v Mariboru
Koroška cesta 160, Maribor, Slovenija	Koroška cesta 160, Maribor, Slovenija
e-pošta / e-mail: peter.kumer@um.si	e-pošta / e-mail: danijel.davidovic@um.si

Za vsebinsko in jezikovno podobo prispevkov so odgovorni avtorji. Ponatis člankov
je mogoč samo z dovoljenjem uredništva in navedbo vira.

The authors are responsible for the content of their articles. No part of this
publication may be reproduced without the publisher's prior consent and a full
mention of the source.

<http://www.ff.um.si/>

Publikacija je indeksirana v naslednjih bibliografskih bazah / Indexed in:
CGP (Current Geographical Publications), EBSCOhost, UlrichsWeb, GeoRef, CABI,
ERIH PLUS, Dimensions, AIO, IBSS (International Bibliography of the Social
Sciences), EZB (Elektronische Zeitschriftenbibliothek), DKUM (Digitalna knjižnica
Univerze v Mariboru), dLib.si (Digitalna knjižnica Slovenije), COBISS (Co-operative
Online Bibliographic System and Services)

*Publikacija je izšla s finančno pomočjo Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in
inovacijsko dejavnost Republike Slovenije*

Vrsta izdaje / Publication type: spletna izdaja / online issue

KAZALO / CONTENTS

- 1 **Uvodnik: Podnebna odpornost – kaj, kako in zakaj? / Editorial: Climate Resilience – What, How, and Why?**

ZNANSTVENI ČLANKI / SCIENTIFIC PAPERS

- 7 **Vpliv podnebnih sprememb na mestno drevnino: primer Velenja 2008–2023 / The impact of climate change on urban woody plants: The case of Velenje, 2008–2023**

- 24 Povzetek/Summary

- 27 **Evaluating Relative Heat Stress in the Natura 2000 Site Kras Under Different Climate Change Scenarios: A Case Study Utilizing Multiscale Geographically Weighted Regression / Ocena relativne toplotne obremenitve Natura 2000 območja Kras pod različnimi scenariji podnebnih sprememb: Primer uporabe geografsko obtežene regresije**

- 50 Summary/Povzetek

- 51 **Mobilnostni načrt za Splošno bolnišnico Novo mesto: koraki k zmanjševanju okoljskih vplivov in povečanju podnebne odpornosti / Mobility plan for the General Hospital Novo mesto: steps towards reducing environmental impacts and increasing climate resilience**

- 67 Povzetek/Summary

- 69 **Ekosistemske storitve v bioregiji Dravinjska dolina / Ecosystem Services in the Dravinja Valley Bioregion**

- 90 Povzetek/Summary

- 93 **Estetika proti ekologiji: Kompleksnost ohranjanja starih drevoredov na primeru drevoreda v Pivoli / Aesthetics versus Ecology: The Complexity of Conserving the Tree Avenue in Pivoli**

- 103 Povzetek/Summary

- 105 POZIV ZA PRISPEVKE / CALL FOR PAPERS

Prejeto/
Received:
20. jun. 24
Popravljen/
Revised:
21. jun. 24
Sprejeto/
Accepted:
30. jun. 24
Objavljeno/
Published:
30. jun. 24

Uvodnik: Podnebna odpornost – kaj, kako in zakaj?

Erik Kralj 

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Mediteranski inštitut za okoljske študije; Koper, Slovenija
erik.kralj@zrs-kp.si

Izvleček

Podnebna odpornost je ključen koncept v soočanju s podnebnimi spremembami. Definicije odpornosti se razlikujejo glede na kontekst in področje, a skupni imenovalec je sposobnost sistemov, da se soočijo z grožnjami, ohranijo osnovne funkcije in se prilagodijo na spremembe. Gre za zelo kompleksen pojem, saj podnebna odpornost zahteva prilagoditev družbenih, gospodarskih in okoljskih sistemov, ki so med seboj prepleteni, napake pa se hitro potencirajo in povzročijo več škode kakor koristi. Tako kot se med seboj razlikujejo grožnje, ki pretijo sistemom, tako se razlikujejo tudi pristopi k izgradnji podnebne odpornosti. Kljub razpoložljivim znanstvenim rešitvam izzive predstavljajo kompleksnost sistemov, konflikti različnih interesov in uspešno mednarodno sodelovanje. Uspešno prilagajanje je ključno za trajnostno prihodnost na segrevajočem se planetu.

Ključne besede

Podnebna odpornost, prilagajanje, podnebne spremembe, podnebne grožnje, trajnostna prihodnost

Abstract

Editorial: Climate Resilience – What, How, and Why?

Climate resilience is a key concept in tackling climate change. Definitions of resilience vary according to context and field, but the common denominator is the ability of systems to cope with threats, maintain basic functions and adapt to changes. It is a highly complex concept, as climate resilience requires adaptation of social, economic and environmental systems that are interconnected, and mistakes can quickly be compounded, causing more harm than good. Just as the threats to systems differ, so do the approaches to building climate resilience. Despite the availability of scientific solutions, challenges arise from complexity of systems, conflicting interests, and the need for effective international cooperation. Successful adaptation is key to a sustainable future on a warming planet.

Keywords

Climate resilience, adaptation, climate change, climate threats, sustainable future



© Avtor/Author,
2024



Evropa se segreva najhitreje od vseh kontinentov (European Environment Agency, 2024), zato ne preseneča, da se zadnja leta številni projekti in sheme EU posvečajo ravno izgradnji podnebne odpornosti, število znanstvenih objav povezanih s podnebno odpornostjo pa se iz leta v leto povečuje.

Odpornost je pojem, ki se pojavlja v različnih strokah in znanostih. Definicija se razlikuje glede na stroko, znanost, kontekst, pa tudi namen in obliko. Termin se na primer pojavlja v antropologiji, medicini, psihologiji, urbanem načrtovanju, energetiki, inženirskih vedah, ekonomiji, varnostnih vedah, pri raziskovanju okoljskih groženj in sprememb, kmetijstva, turizma, in nenazadnje tudi podnebnih sprememb. Navadno se koncept odpornosti povezuje s pripravljenostjo in prilagoditveno zmogljivostjo ter zmanjšanjem negativnih učinkov šokov, ki lahko prizadenejo organizacije, umetne in naravne sisteme, družbo ali posamične skupnosti. V vedah o Zemlji navadno uporabljamo definicijo Medvladnega panela za podnebne spremembe (IPCC), ki pravi, da je odpornost sposobnost družbenih, gospodarskih in okoljskih sistemov, da se spopadejo z nevarnim dogodkom, dolgotrajnim trendom ali motnjo, se odzove oziroma se prestrukturira na način, da ohrani svojo osnovno funkcijo, identiteto in strukturo ter hkrati ohranja sposobnost za prilagajanje, učenje in spreminjanje (IPCC, 2014). Na primeru naravnih ekosistemov sta Holling in Goldberg v 70. letih prejšnjega stoletja predpostavila, da se sistemi po spremembi, ki je znotraj meja stabilnosti, s časom povrnejo v stabilni ekvilibrij. Razpon med zgornjo mejo in spodnjo mejo stabilnosti sta poimenovala odpornost (Holling in Goldberg, 1971). Takšen pogled se je kasneje prenesel z ekosistemov tudi na ostale sisteme in je eden od osnovnih konceptov za razumevanje podnebne odpornosti.

Podnebni odpornosti sorodni so tudi nekateri drugi termini. Te je pogosto mogoče razumeti kot podpomenke podnebne odpornosti, saj se navadno nanašajo na prilagajanje različnih sistemov v luči spreminjajočega podnebja. Naj omenimo le primer urbane odpornosti. Ta termin se navezuje na zmožnost urbanih sistemov, z vsemi družbeno-ekonomskimi in družbeno-tehničnimi elementi, da ob motnji ohranijo ali hitro povrnejo želene funkcije, se uspešno prilagodijo na spremembe in hitro preoblikujejo sisteme, ki omejujejo trenutno ali bodočo prilagoditveno kapaciteto (Meerow idr., 2016). Pojem podnebne odpornosti se pogosto pojavlja skupaj s pojmom razvoja in tako tvori izraz podnebno odporni razvoj. Razlog za to je dejstvo, da je potrebno spremeniti model gospodarskega in družbenega razvoja, ki je povzročil trenutno podnebno krizo, in ga nadomestiti s takšnim, ki bo nehal propagirati podnebne spremembe in bo hkrati odporen nanje (Schipper idr., 2022).

Sistem ali družba je lahko, ko govorimo o podnebj, odporna proti marsičemu. Lahko gre specifično za odpornost na spreminjajoče se podnebje, ki dolgoročno ogroža preskrbo s hrano, vodo, energijo, spreminja poselitvene vzorce, povzroča širjenje invazivnih vrst in postopno spreminjanje ekosistemov. Lahko gre tudi za odpornost na ekstremne vremenske pojave, kot so suše, nalivi, požari, nevihtni valovi in podobni dogodki, ki akutno prekinajo družbene in gospodarske aktivnosti, ogrožajo varnost in posredno povzročajo nastanek novih problemov, na primer, onesnaženje vodnih virov, povečan pritisk na socialne sisteme in politično destabilizacijo prizadetih območij.

Podnebno odpornost se lahko doseže preko treh medsebojno povezanih ciljev: odpornost ljudi in njihovih virov preživetja, odpornost poslovnih subjektov in gospodarstva ter odpornost okoljskih sistemov. Odpornost ljudi in njihovih virov preživetja se lahko gradi z vzpostavitvijo sistemov zgodnjega obveščanja, zagotavljanjem varnih oblik zaposlitve in zelenih delovnih mest, vzpostavitve

odpornih vrednostnih verig, socialno varstvo in finančne spodbude za lokalne skupnosti. Odpornost poslovnih subjektov in gospodarstva se lahko gradi z ukrepi, kot so podnebne zavarovalne sheme, spodbujanje investicij v odporno infrastrukturo, prehransko varnost, vodno oskrbo, naravne ekosisteme, oceane in obalne sisteme. Odpornost okoljskih sistemov se lahko gradi preko trajnostne rabe prostora, s spodbujanjem raznolike, mozaične rabe prostora, varovanje naravnih ekosistemov in ohranjanje biodiverzitete (Marrakesh Partnership for Global Climate Action, 2021).

Načine za izgradnjo podnebne odpornosti torej poznamo, potrebno jih je še sprejeti kot skupen cilj in uresničiti. Podnebno odporne razvojne poti, ki hkrati zasledujejo cilj omejitve dviga globalne temperature na 1,5 °C in okrepitev trajnostnega razvoja, omogočajo razvoj, ki bo omogočil trajnostno prihodnost, a dosedanje izkušnje kažejo na težavnost dosledne implementacije in izpostavljajo določene kompromise, ki jih bo potrebno sprejeti pri doseganju podnebnih ciljev, kar bo zahtevalo mednarodno sodelovanje in spremembo načina mišljenja (IPCC, 2018). Kompleksnost udejanjanja ukrepov za oblikovanje podnebne odpornosti lahko ponazorimo tudi z okvirjem treh sfer transformacije, ki prilagajanje z vidika človekovega delovanja razdeli na tri medsebojno povezane sfere – osebno, ki vsebuje prepričanja in vrednote, politično, ki vsebuje družbene in ekološke sisteme, ter praktično, ki vsebuje vedenja in tehnične rešitve za podnebne spremembe (O'Brien in Sygna, 2013). Pristopi k naslavljanju podnebnih groženj sledijo tradicionalnemu modelu obvladovanja nesreč, ki ima štiri dimenzije - blažitev posledic, pripravljenost, odziv in okrevanje. Pogosto se odločevalci osredotočijo na eno ali dve od teh dimenzij, kar vodi v pomanjkljive strategije in politike. O odpornosti je mogoče govoriti samo v primeru, da so upoštevane in vključene vse štiri dimenzije (McBean in Rodgers, 2010).

Podnebne odpornosti ni mogoče graditi brez predhodne ocene tveganja, saj je nujno, da se ukrepe prilagodi tako grožnjam kot tudi stopnji ranljivosti. Takšno oceno sestavljata dva faktorja. Prvi faktor so preučene grožnje, ki potencialno pretijo sistemu ali družbi, kar se lahko nanaša na obstoječe grožnje, ki že v sedanosti pritiskajo na sistem ali družbo in imajo nanjo že danes negativen vpliv, lahko pa se nanaša na tiste, ki se bodo materializirale v prihodnosti. Drugi faktor je ranljivost, ki je definirana kot stopnja potencialne škode, ki jo lahko utрпи sistem ali družba. Ta faktor je nekoliko kompleksnejši, saj ga sestavljajo 3 komponente – občutljivost, izpostavljenost in prilagoditvena sposobnost. Občutljivost opredeli do kakšne mere je lahko sistem, prebivalstvo ali dobrina prizadeta zaradi groženj. Izpostavljenost je odvisna od prisotnosti ljudi, dobrin in ekosistemov na prostoru, ki ga lahko prizadenejo grožnje. Prilagoditvena sposobnost je sposobnost sistemov, dobrin ali ljudi, da se prilagodijo na grožnje, kar lahko pomeni, da se prilagodijo na spremenjene razmere ali v njih celo uspevajo (Center for Climate and Energy Solutions, 2019).

Pri zasledovanju že omenjenih razvojnih poti prihaja do konfliktov. Vzemimo primer grožnje dviga morske gladine in visokega plimovanja. Ta lahko predstavlja grožnjo na dveh povsem različnih območjih, na prvem bo zaradi položne obale in velike koncentracije prebivalstva in gospodarskih dejavnosti morebitna škoda bistveno večja kakor na drugem območju, ki zaradi strme obale in minimalne prisotnosti človeka ne bo občutilo bistvenih posledic. Na obeh območjih je prisotna enaka grožnja, a je zaradi različnih stopenj ranljivosti ogroženost enega območja bistveno večja kakor ogroženost drugega. Če v sliko dodamo še politično dimenzijo in se bolj ogroženo območje nahaja v državi v razvoju, manj ogroženo pa v razviti državi, lahko že slutimo, da so možnosti enakovrednega vrednotenja izgradnje podnebne odpornosti med upravljalci obeh območij majhne, če ne kar nične. Podnebno prilagajanje ni

enostavno in podnebna odpornost nikakor ni absolutna. Podnebne grožnje ne delujejo zgolj neposredno in lahko posredno vplivajo na ranljivost delov sistema ali družbe. Ko pride do prenosa groženj iz enega podsistema v drugega, govorimo o kaskadi tveganja (European Environment Agency, 2024). Kot primer bi lahko izpostavili, konflikte med različnimi gospodarskimi sektorji in prebivalstvom. Če se na primer na kmetijske površine v odziv na sušo preusmeri znatne količine pitne vode iz sistema, ki je dotlej oskrboval prebivalstvo, je z rešitvijo enega problema nastal nov. Kmetijski sistem se je v danem primeru odzval hitro in z dovodom dodatnih količin vode v svoj sistem izkazal podnebno prilagodljivost, saj so posledice suše na pridelek manjše kot bi bile sicer in ta sistem tako dokaj nemoteno deluje naprej. A je s to preusmeritvijo vode na zgubi prebivalstvo, ki do nepremišljene intervencije niti ni bilo ogroženo. Zato je podnebna odpornost težko uresničljiva, saj so naravni in družbeni sistemi kompleksni, njihovi elementi pa so medsebojno povezani.

To se odraža tudi v raznolikosti obravnavanih tem v aktualni številki, ki je pred vami. Prispevki obravnavajo vlogo ekosistemskih storitev pri prilagajanju podnebnim spremembam (Vovk, 2024), direktno naslavlajo zeleno infrastrukturo v mestih (Pajk in Dolejši, 2024), izpostavljajo pomen prilagodljivih strategij za blaženje vplivov toplotnih obremenitev (Davidovič in Ivajnsič, 2024), podnebno odpornost naslavlajo z neposrednim oblikovanjem vedenja posameznikov in ustanov (Urh, 2024) in predstavljajo protislovnost varovanja spreminjajočega okolja (Silan, 2024).

Podnebna odpornost je danes zagotovo vroča tema in bo s segrevanjem planeta, zagotovo postala še bolj vroča. Pričakovanje izzivov, s katerimi se bodo družba in narava srečali v bližnji ali daljni prihodnosti, in uspešno prilagajanje na spremembe zahtevata upoštevanje kompleksnih sistemov in interdisciplinaren pristop. To je v informacijski dobi bistveno hitrejša in učinkovitejša, prav tako imamo na voljo ogromno znanstveno podprtih rešitev in pristopov k naslavljanju posledic podnebnih sprememb, zato je edina resna prepreka za uspešno prilagajanje naša pripravljenost, da sprejmemo nujno potrebne ukrepe in začne družba delovati trajnostno.

V preteklih dveh desetletjih se je fokus raziskovanja podnebnih sprememb premaknil od iskanja trendov in razumevanja podnebnih sistemov k prilagajanju na spremembe in blaženju njihovih učinkov (Fu in Waltman, 2021). Končalo se je torej obdobje, v katerem so znanstveniki zgolj zbirali dokaze o spreminjanju podnebja in raziskovali razloge zanje. Končuje se tudi obdobje ugotavljanja posledic podnebnih sprememb. Obdobje iskanja rešitev za probleme, ki jih prinaša spreminjajoče se podnebje, je v polnem teku in pred nami je najbolj ključno od vseh - obdobje podnebnega prilagajanja. Uspeh v tej dobi bi moral biti glavni cilj človeštva, saj je od njega odvisno, na kakšnem planetu bodo živeli naši zanamci.

Literatura

Center for Climate and Energy Solutions. (2019). What is climate resilience and why does it matter? <https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2019/04/what-is-climate-resilience.pdf>

Davidovič, D. in Ivajnšič, D. (2024). Evaluating Relative Heat Stress in the Natura 2000 Site Kras Under Different Climate Change Scenarios: A Case Study Utilizing Multiscale Geographically Weighted Regression. *Revija za geografijo*, 19(1). <https://doi.org/10.18690/rg.19.1.4442>

European Environment Agency. (2024). European Climate Risk Assessment. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/8671471>

Fu, H. in Waltman, L. (2021). A large-scale bibliometric analysis of global climate change research between 2001 and 2018. *Climatic Change*, 170(3), 1–21. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.08214>

Holling, C. S. in Goldberg, M. A. (1971). Ecology and Planning. *Journal of the American Institute of Planners*, 37(4), 221–230. <https://doi.org/10.1080/01944367108977962>

IPCC. (2014). Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (ur.). Cambridge University Press, Cambridge, ZK in New York, NY, ZDA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_en-1.pdf

IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (ur.). Cambridge University Press, Cambridge, ZK in New York, NY, ZDA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15_Full_Report_HR.pdf

Marrakesh Partnership for Global Climate Action. (2021). Climate resilience: Vision and summary. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ExecSumm_Resilience_0.pdf

McBean, G. in Rodgers, C. (2010). Climate hazards and disasters: the need for capacity building. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(6), 871–884. <https://doi.org/10.1002/wcc.77>

Meerow, S., Newell, J. P. in Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>

O'Brien, K. in Sygna, L. (2013). Responding to climate change: The three spheres of transformation. *Proceedings of Transformation in a Changing Climate*, 19-21 June 2013, Oslo, Norway. University of Oslo, Oslo, Norveška, 16–23.

https://www.researchgate.net/publication/309384186_Responding_to_climate_change_The_three_spheres_of_transformation

Pajk, B., in Dolejši, N. (2024). Vpliv podnebnih sprememb na mestno drevnino: primer Velenja 2008–2023. *Revija za geografijo*, 19(1).
<https://doi.org/10.18690/rg.19.1.4445>

Schipper, E.L.F., A. Revi, B.L. Preston, E.R. Carr, S.H. Eriksen, L.R. Fernandez-Carril, B.C. Glavovic, N.J.M. Hilmi, D. Ley, R. Mukerji, M.S. Muylaert de Araujo, R. Perez, S.K. Rose in Singh, P.K. (2022). Climate Resilient Development Pathways. V *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (ur.). Cambridge University Press, Cambridge, ZK in New York, NY, ZDA, 2655–2807.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844.027>

Silan, M. (2024). Estetika proti ekologiji: Kompleksnost ohranjanja drevoreda v Pivoli. *Revija za geografijo*, 19(1). DOI: <https://doi.org/10.18690/rg.19.1.4809>

Urh, V. (2024). Mobilnostni načrt za Splošno bolnišnico Novo mesto: koraki k zmanjševanju okoljskih vplivov in povečanju podnebne odpornosti. *Revija za geografijo*, 19(1). <https://doi.org/10.18690/rg.19.1.4322>

Vovk, A. (2024). Ekosistemske storitve v bioregiji Dravinjska dolina. *Revija za geografijo*, 19(1).<https://doi.org/10.18690/rg.19.1.4332>

Prejeto/
Received:
31. maj 24
Popravljeno/
Revised:
19. jun. 24
Sprejeto/
Accepted:
30. jun. 24
Objavljeno/
Published:
30. jun. 24

Vpliv podnebnih sprememb na mestno drevnino: primer Velenja 2008–2023

Barbara Pajk 

Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje; Celje, Slovenija.
Barbara.Pajk@hvu.si

Nataša Dolejši 

Nataša Dolejši s.p.; Velenje, Slovenija.
dolejsi.natasa@siol.net

Izvleček

Članek obravnava vpliv podnebnih sprememb na mestno drevnino na javnih površinah Mestne občine Velenje med letoma 2008 in 2023. Cilj je ugotoviti, koliko in katera drevesa zastopanih drevesnih vrst so izginila in katera še rastejo ter analizirati vzroke za te spremembe. Rezultati kažejo, da so podnebne spremembe in ekstremni vremenski dogodki ter urbanizacija pomembno vplivali na nihanje števila dreves zastopanih drevesnih vrst na javnih površinah občine. Raziskava poudarja pomen zelene infrastrukture za izboljšanje mikroklimatskih razmer in kakovosti življenja v urbanem okolju. Izpostavljena je potreba po trajnostnem načrtovanju in upravljanju dreves, kar vključuje sajenje novih in ohranjanje obstoječih dreves. Poročilo vključuje tudi posodabljanje katastra dreves, ki je dostopen na spletu.

Gljučne besede

Podnebne spremembe, zelena infrastruktura, mestna drevnina, javni prostor, podnebna odpornost, Velenje

Abstract

The impact of climate change on urban woody plants: The case of Velenje, 2008–2023

The paper examines the impact of climate change on urban trees in public areas of the Municipality of Velenje between 2008 and 2023. The aim is to determine how many and which tree species have disappeared and which are still growing, and to analyze the reasons for these changes. The results show that climate change, extreme weather events, and urbanization have significantly affected the fluctuation in the number of trees of represented species in public areas of the municipality. The study emphasizes the importance of green infrastructure for improving microclimatic conditions and the quality of life in urban environments. It highlights the need for sustainable planning and management of trees, which includes planting new trees and preserving existing ones. The report also includes updates to the tree register, which is accessible online.

Keywords

Climate change, green infrastructure, urban woody plants, public space, climate resilience, Velenje



1 Uvod

V interesu Mestne občine Velenje (MOV) in njenih prebivalcev je varstvo in razvoj urbanih zelenih površin, hkrati pa iskanje rešitev za celostno zeleno preobrazbo za podnebno nevtralnost. Projekt *Urban Pioneers – Systematic Change Amid Livable Environments* (UP-SCALE) ima za MOV, kot eno izmed stotih izbranih podnebno nevtralnih in pametnih mest do 2030, do leta 2025 predvidene aktivnosti inovativnih pristopov za razogljičenje s ciljem podnebne nevtralnosti (MOV, 2024a). Projekt *Revitalizacija javnih površin v zgodovinskih mestih – prilagajanje mestnih dvorišč podnebnim spremembam v Srednji Evropi* (RE-PUBLIC SPACES), ki je prav tako v teku v MOV do leta 2026, podpira urejanje in podnebnim spremembam prilagajanje trga v starem mestnem jedru (MOV, 2024b). Popis mestne drevnine se vključuje v prav vsako aktivnost zelene preobrazbe za podnebno nevtralnost mest (ureditev dodatne zelene infrastrukture tudi pri ostalih aktualnih občinskih projektih), saj že *Program evropske kohezijske politike v obdobju 2021-2027* (Program..., 2022) v Sloveniji predvideva izboljšanje varstva in ohranjanja narave ter biotske raznovrstnosti in zelene infrastrukture, kar pripomore tudi k zmanjšanju različnih oblik onesnaževanja, kot sta npr. onesnaženost zraka z delci PM 10 in ozon, v preteklosti pa v Sloveniji tudi žveplov dioksid (Rebernak, 2017). Ukrepi za zagotavljanje in izboljšanje zelene infrastrukture, dostopa prebivalcev do zelene infrastrukture v urbanih območjih ter ozelenjevanje mest pomembno prispevajo k ohranjanju in izboljšanju kakovosti življenja in okolja v mestih (Brežan, 2023). Glavni cilj raziskave je bil ugotoviti, koliko in katera drevesa zastopanih drevesnih vrst na javnih površinah MOV so izginila in katera še rastejo ter analizirati vzroke za te spremembe.

1.1 Preučevano območje

Mestna občina Velenje meri skupno 84 km² in ima približno 33.600 prebivalcev (SURS, 2024). Leži v Šaleški dolini. Velenje kot mlado slovensko mesto (od leta 1959, prvič omenjeno pa že leta 1264) s približno 25.000 prebivalci na 12,59 km² (SURS, 2023) velja kot mesto moderne arhitekture in kot mesto velikih, odprtih zelenih površin, saj je bilo zasnovano kot zeleno mesto (MOV, 2014; Poles, 2013), ki je zrastle na temelju premogovništva. Mesto Velenje leži na nadmorski višini okrog 396 m, npr. Titov trg v centru mesta leži na 390 m n.v. Skozi mesto teče reka Paka s povprečnim pretokom 2,4 m³/s. Zaradi ugrezanja po odkopu lignita so nastala v bližini mesta tri jezera s skupno površino 2,6 km². Mestnemu jedru sta najbližji Škalsko in Velenjsko jezero (Kotnik in Šterbenk, 2019). Glavne lokacije mesta so predstavljene na sliki 1.



Slika 1: Lokacijski zemljevid Velenja.

Vir: PISO, 2024. Lastne označbe.

1.2 Zelena infrastruktura Velenja

Vse zelene površine (tako javne kot zasebne) so del urejanja in načrtovanja prostora občine, zato so pravila ravnanja z drevnino in načrtovanje zelenih površin določena tudi v *Občinskem prostorskem načrtu* in drugih prostorskih aktih občine (Odlok o Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Velenje, 2020). Na območju mestnega središča so merila za oblikovanje in urejanje zelenih površin zapisana v *Ureditvenem načrtu za centralne predele mesta Velenje* (Odlok o ureditvenem načrtu za centralne predele mesta Velenje, 2021). Npr. na širšem območju promenade (Trg mladosti, park ob gimnaziji, prostor ob Paki) se ohranjajo vsa drevesa, ki so starejša od 20 let, vsa mlajša pa so presajena. V strogem mestnem jedru je 21,5 ha zelenic, 5,6 ha parkovnih površin, kar 50 % občine pa predstavljajo gozdovi (Matjan, 2024). To prispeva k pomembni zeleni infrastrukturi, ki je del strategije za trajnostni razvoj in podnebno nevtralnost. Večja območja zelene infrastrukture v Velenju so Sončni park, Mestno otroško igrišče, parkovne ureditve večstanovanjskih objektov, območje ob reki Paki, mestni trgi, zasebni vrtovi, parki ob vilah in gradu, pokopališča (npr. Podkraj), okolice cerkva in območje Škalskega in Velenjskega jezera z novim parkom Vista, dokončanim leta 2021. Park Vista je urejen na 46,1 ha in je revitalizirano degradirano zemljišče, ki je hkrati atraktiven prireditveni prostor in lahko sprejme 30.000 ljudi (MOV, 2021). Mnoge zelene površine so športno rekreacijskega značaja, ki predstavljajo potencial tudi za turizem (Kotnik in Šterbenk, 2019). Z zelenjem se urejajo tudi parkirišča, cestni in obcestni prostor. Pomembne zelene površine se nahajajo ob šolah, vrtcih in pri Zdravstvenem domu Velenje.

1.3 Podnebne in druge značilnosti Velenja

Pedološka sestava je v občini Velenje zelo raznolika (mezozojski karbonati, oligocenski tufi in sprijeti terciarni sedimenti na obodu doline in sipki, nesprijeti terciarni in kvartarni sedimenti v dolinskem dnu Šaleške doline) (Brišnik idr., 1999), v samem mestu pa bi težko govorili o prvotni sestavi in prsteh zaradi pogostih preoblikovanj prostora. Pri drevesih in drugem rastlinju se je v samem mestu izboljšalo tla v času sajenja, da so postala tla še rodovitnejša. V zadnjih letih občina poskuša sanirati različna degradirana območja, npr. s celostnim urejanjem jezerskih bregov in okolice (Ževart in Šterbenk, 2017). Na območju jezer, kjer se letno pogrezne okrog 2,5 milijona m³ površja zaradi izkopavanja lignita, je dobra tretjina od približno 7 km² že rekultivirana in uporabljena za različne namene. Po koncu izkopa lignita na nekem območju se tla pogrezajo še okoli 20 let (Kotnik in Šterbenk, 2019).

Območje Velenja pripada zmerno celinskemu podnebjju vzhodne in jugovzhodne Slovenije. Glede na Köppen-Geigerjevo klimatsko klasifikacijo Slovenije za obdobje 1991 – 2020 ima Velenje zmerno toplo vlažno podnebje s toplim poletjem in viškom padavin v enem od poletnih mesecev ali maja (Ogrin idr., 2023).

Za temperature območja Velenja velja, da je lahko večji razpon med najnižjo izmerjeno temperaturo pozimi (v januarju -17,6°C) in najvišjo poleti (v avgustu +38,5°C), merjeno v tridesetletnem obdobju med leti 1991 in 2020, ki je posledica lege v zmernogeografski širini, sorazmerne oddaljenosti od morja in vpliva celinskosti (preglednica 1) (ARSO, 2023). V Velenju so december, januar in februar najhladnejši meseci (povprečna temperatura zraka teh treh mesecev je -2,3° C), junij, julij in avgust pa najtoplejši (povprečna temperatura zraka teh treh mesecev je 25,6° C). Na mikroklimatske razlike znotraj območja vplivajo tudi naklon in ekspozicija površja, rastje, stopnja urbaniziranosti ter toplotne značilnosti tal (Kotnik in Šterbenk, 2019).

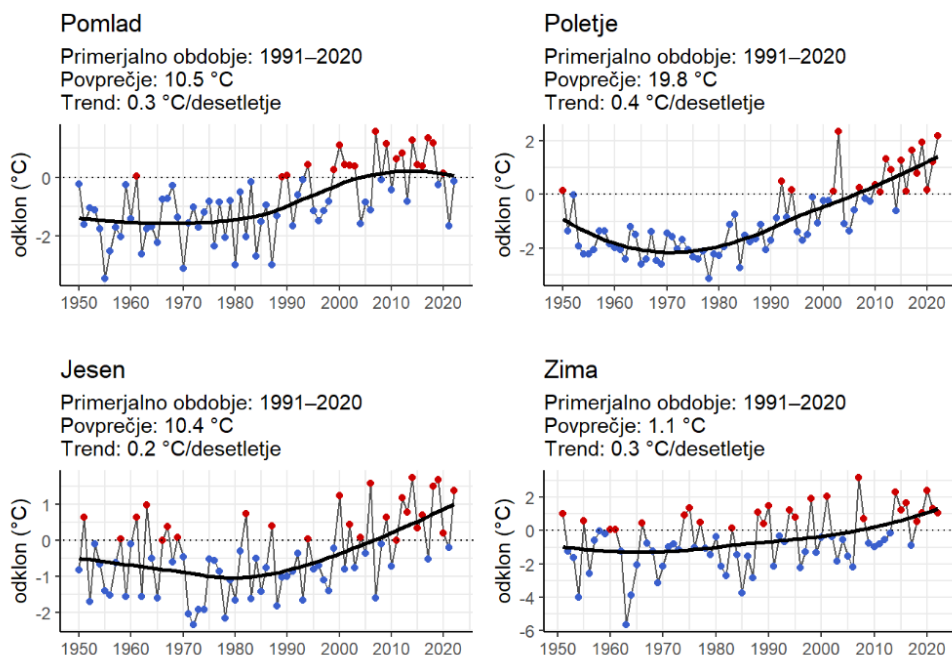
Preglednica 1: Povprečja in ekstremi temperatur zraka in temperaturni kazalniki v primerjalnem obdobju 1991 – 2020 za Velenje.

Vir: ARSO, 2023.

Spremenljivka	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	leto
Temperatura zraka													
povpr. temp. (°C)	0,3	1,8	5,8	10,6	15,1	18,9	20,5	20,0	15,1	10,4	5,6	1,1	10,4
dnevna najvišja (°C)	4,8	7,0	11,5	16,3	20,8	24,5	26,3	26,1	20,9	15,9	9,8	5,1	15,8
dnevna najnižja (°C)	-2,9	-2,2	1,1	5,2	9,6	13,4	15,1	15,0	10,8	6,8	2,7	-1,8	6,1
najvišja v obdobju (°C)	18,8	20,0	23,9	27,3	31,7	35,0	35,7	38,5	31,5	25,7	22,6	16,3	38,5
najnižja v obdobju (°C)	-17,6	-16,6	-15,1	-3,8	0,1	3,5	6,9	5,1	0,4	-5,7	-9,1	-15,2	-17,6
Temperaturni kazalniki													
št. mrzlih dni (Tmin ≤ -10°C)	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
št. ledenih dni (Tmax < 0°C)	6	3	0,5	0	0	0	0	0	0	0	1	4	14
št. hladnih dni (Tmin < 0°C)	24	20	11	2	0	0	0	0	0	1	8	21	88
št. toplih dni (Tmax ≥ 25°C)	0	0	0	1	6	14	21	20	5	0,2	0	0	66
št. vročih dni (Tmax ≥ 30°C)	0	0	0	0	0,2	3	6	6	0,1	0	0	0	15
št. tropskih noči (Tmin ≥ 20°C)	0	0	0	0	0	0,2	1	0,4	0	0	0	0	1

Povprečna letna temperatura zraka je bila v letih med 1991 in 2020 10,4° C. Po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2024) je trend naraščanja temperature okrog 0,35° C na desetletje. Leto 2023 s povprečno temperaturo 10,8° C v Sloveniji je bilo malo toplejše od leta 2022, z odklonom plus 0,8 do 1° C za Velenje. Srednje julijske temperature so se v letih med 1991 in 2018 gibale okrog 19,5° C, srednje januarske pa okrog 0° C. V letu 2023 je bil največji pozitivni temperaturni odklon 3,8° C v oktobru, kar pomeni, da je bil do zdaj najtoplejši oktober odkar se izvajajo meritve (ARSO, 2024).

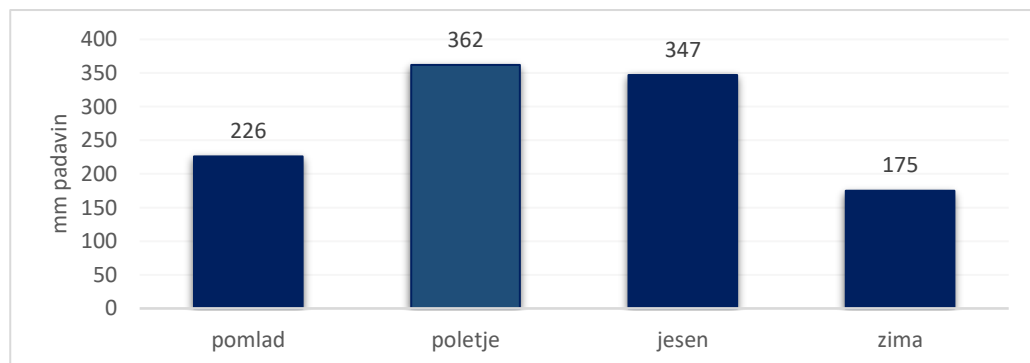
Iz slike 2 je razvidno, da je v Velenju trend naraščanja temperatur, grafi slike pa prikazujejo povprečja temperatur zraka in trende po letnih časih glede na primerjalno obdobje 1991 – 2020. Letni časi so meteorološki, tromesečja zaporednih mesecev: pomlad je od marca do maja, poletje od junija do avgusta, jesen od septembra do novembra in zima od decembra do februarja. Pozitivni odkloni glede na primerjalno obdobje 1991–2020 so označeni z rdečo, negativni pa z modro. Črna krivulja označuje glajeno povprečje. Prikazana vrednost trenda je linearni trend v obdobju 1950–2020 (ARSO, 2023).



Slika 2: Časovni potek odklonov povprečne temperature zraka v Velenju v obdobju 1950 – 2020 po letnih časih.

Vir: ARSO, 2023.

Povprečna količina padavin je v Velenju v obdobju 1991–2018 znašala okrog 1.120 mm. Največ padavin pade v poletnih mesecih. Po dolgoletnih povprečjih se povprečna količina padavin v juniju, juliju in avgustu giblje okrog 135 mm mesečno. Vroča poletja so kot drugod po Sloveniji znana po pogostejših sušah, saj sta transpiracija in evapotranspiracija zaradi višjih temperatur večji. Jeseni je praviloma več padavin kot spomladi. Najmanj, le do okrog 200 mm padavin, pade v zimskih mesecih. Najbolj suha meseca sta januar in februar z okoli 60 mm padavin mesečno, najbolj moker pa je julij s 140 mm padavin (Kotnik in Šterbenk, 2019). Slika 3 prikazuje povprečje padavin v Velenju po letnih časih v obdobju od 1991 – 2020.



Slika 3: Povprečje padavin v Velenju po letnih časih v obdobju 1991 – 2020.

Vir: ARSO, 2023. Lasten izračun.

V preglednici 2 so za Velenje navedene povprečne višine padavin po mesecih za tridesetletno obdobje od 1991 do 2020.

Preglednica 2: Povprečja in ekstremi padavin v primerjalnem obdobju 1991 – 2020 za Velenje.

Vir: ARSO, 2023.

Spremenljivka	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Padavine													
višina padavin (mm)	45	55	61	72	93	123	123	116	133	112	102	75	1108
št. dni z vsaj 0,1 mm	8	9	10	12	14	14	14	12	12	11	12	10	138
št. dni z vsaj 1 mm	6	6	7	9	11	11	10	9	9	8	9	8	103
št. dni z vsaj 10 mm	1	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	3	36

Po podatkih agencije ARSO (2024) je bilo leto 2023 najbolj namočeno (merjeno od leta 1950 dalje), saj je padlo blizu 1900 mm padavin, kar predstavlja kazalnik višine padavin za Velenje preko 140 % in so tako občino kot samo mesto prizadele avgustovske poplave, kljub v letu 2018 očiščeni in zato bolje pretočni reki Paki. Poplave so del mesta prizadele tudi leta 2012 (Kotnik in Šterbenk, 2019). Najbolj suho leto je bilo leto 2011 s kazalnikom višine padavin okrog 74 %. Snega je bilo v letu 2023 malo, vendar je moker sneg vseeno povzročil škodo nekaterim drevesom v večjem obsegu kot v prejšnjih letih. Najhujši žledolom je bil v letu 2014, in najhujši vetrolom v juliju 2023. Na območju Velenja najpogostejše pihajo vetrovi iz zahoda in severozahoda (Kotnik in Šterbenk, 2019). Pred mrzlimi vetrovi s severa varuje Šaleško dolino hribovito obrobje, najbolj gorati del obrobja doline je zahodni, ki preprečuje izjemne situacije in blaži izrazit vpliv zahodne zračne cirkulacije (Brišnik idr., 1999).

Kljub večjemu deležu padavin v topli polovici leta so poletja na prodnih in peščenih nanosih, zaradi sorazmerno nizke količine padavin in visokih temperatur (povprečne julijske temperature so nad 20° C) na robu sušnosti. Zmrzal je pozimi pogosta, pojavljajo se tudi ledeni dnevi (dnevne temperature ostanejo pod lediščem). Snežna odeja se pojavlja na letni ravni približno 4 tedne, a snega pade precej manj kot pred desetletji, obdobja s snežno odejo pa so vse krajša. Razmeroma pogoste so pomladanske pozebe, zlasti so izpostavljene nižine, kotline in doline. Poletna vroča obdobja pogosto prekinejo nevihte (tudi s točo in močnim vetrom), ki povzročajo večjo škodo v kmetijstvu in na objektih (Ogrin idr., 2023). Če se ekstremni vremenski dogodki pojavljajo pogostejše, je verjetnost, da bo propadlo več rastlin in več populacij neke vrste, večja. To velja tako za visoke ekstreme (dolgotrajna poletna suša, ekstremno visoke temperature) kot za nizke ekstreme (predolga namočenost, dolgo obdobje zmrzali, preveč snega) (Karba idr., 2023).

Kot omenjata Gregorič in Sušnik (2018), vreme pomembno vpliva na skoraj vse človekove dejavnosti, to občutimo zlasti ob z vremenom povezanih naravnih nesrečah, kot so neurja, vročinski valovi, suše in mnoge druge zaostrene razmere oz. vsako odstopanje od pričakovanih podnebnih sprememb. Zato je toliko bolj pomembno prilagajanje podnebjju, večanje odpornosti na možna vremenska dogajanja in blaženje, da bo tudi v prihodnosti življenje v mestih in drugod sprejemljivo.

Preglednica 3 prikazuje pojavljanje žledoloma, snegoloma, poplave in vetroloma v Velenju v letih 2008 – 2023.

Preglednica 3: Žledolom (Ž), snegolom (S), poplave (P) in vetrolom (V) v Velenju v letih 2008 - 2023.

Vir: Portal Naš čas, 2008 – 2023. Lastni zbir podatkov.

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2008												
2009												
2010								V				
2011												
2012										S		
2013												
2014	Ž	Ž										
2015												
2016				S								
2017												V
2018												
2019												
2020		V										
2021	V									S		
2022	V	V										
2023							V	P				

Vremenski dejavniki, skupaj s talnim in drugimi dejavniki (npr. antropogeni viri onesnaževanja), vplivajo na rast rastlin. Vsaka vegetacijska sezona je drugačna. Za drevesa velja, da je njihova predvidena življenjska doba več desetletij ali stoletij (Kotar in Brus, 1999), zato morajo biti prilagojena tudi na podnebne dejavnike določenega območja. Drevnina je v zgodovini preživela že mnogo spremenjenih podnebnih razmer, se jim bolj ali manj prilagodila ali pa na nekem prostoru izginila. Gre za različne vrste in stopnje aklimatizacije. Prilagoditve so lažje, če so podnebne spremembe postopne oz. v daljšem časovnem obdobju (Šiftar, 2001). Podnebne spremembe v zadnjem stoletju veljajo za zelo hitre in prav tako napovedi za naslednja desetletja. Nanašajo se na osebkke zdajšnje generacije (Pajk, 2018).

2 Metodologija

Raziskava temelji na popisu mestnih dreves, ki rastejo na javnih površinah v lasti Mestne občine Velenje, na površinah v lasti Republike Slovenije in so locirane znotraj Mestne občine Velenje ali rastejo na površinah, ki so v lasti vsakokratnih etažnih lastnikov večstanovanjskih stavb. Popis mestnih dreves je bil izveden prvič v letu 2008 in drugič v letu 2023. V raziskavi smo zajeli javne zelene površine, vključno s parki, ulicami, trgi in drugimi javnimi površinami, kjer so drevesa del urbanega okolja.

Popis dreves v letu 2008 je zajemal za vsako obravnavano drevo poimenovanje, lokacijo in evidenčno številko, opis vitalnosti, višinski razred, meritev obsega debla ali debel ter dejanskih in potencialnih konfliktnih situacij med drevesom in okolico. Metodo določanja vitalnosti dreves z naravnim habitusom smo povzeli po GALK-u (Gartenamtsleiter beim Deutschen Städtetag, 2002) (GALK, 2002). Za drevesa z mehansko poškodovanimi krošnjami smo uvedli 3 dodatne kategorije (močnejše znižana in zožena krošnja, obglavljeno drevo, močnejše znižano drevo). V letu 2008 so bile v raziskavo vključene tudi grmovnice, ki jih pri zadnjem popisu nismo obravnavali. Kataster urbanega drevja MOV smo leta 2008 izdelali z vnosom terenskih informacij in meritev na GIS-ovo (Geografski informacijski sistem) podlago v računalniškem programu Arc view 3.3 (Dolejši, 2013). Hkrati smo s tem pripravili

osnovo za objavo katastra urbanega drevja MOV na spletu. Na spletni strani PISO (Prostorski informacijski sistem občin) je javno dostopen kataster urbanega drevja Mestne občine Velenje z informacijo o lokaciji drevesa, njegovi evidenčni številki, poimenovanju in višinskem razredu. V bližnji prihodnosti bo posodobljen s podatki popisa dreves iz leta 2023.

V letu 2023 je bil popis dreves izveden s terenskim ogledom, kjer smo jim določili lokacijo (s pomočjo letalskih posnetkov s portala PISO), slovensko in botanično poimenovanje in identifikacijsko številko drevesa. Preverjala se je prisotnost dreves na lokacijah in dopolnjevanje novo sajenih dreves od leta 2008 dalje. Podatke se je vnašalo v program QGIS 3.34 (Kartografska podlaga: DOF5, Geodetska uprava RS, 2022) (Dolejši, 2023a).

V letih 2008 in 2023 smo beležili terenske podatke in primerjali stanje števila dreves in drevesnih vrst. Na podlagi analize (s pomočjo programa Excel) smo pripravili poročilo za Mestno občino Velenje s predstavitevjo številčnosti drevesnih vrst, obstoječih, odstranjenih in na novo sajenih (2023), obširnejše poročilo pa je bilo izdelano v letu 2008, kjer so bile predstavljene še druge opazovane in merjene komponente.

3 Rezultati

Evidentiranje mestnega drevja v letu 2008 je zajemalo popis vseh dreves na javnih mestnih površinah. Skupno število evidentiranih dreves v letu 2008 je bilo 7203. Vsakemu drevesu smo določili lokacijo, evidenčno številko, ga poimenovali z znanstvenim in slovenskim imenom, ocenili višino, evidentirali število debel, izmerili obseg debla ali pri večdebelih drevesih obsege več debel, določili vitalnostni razred, zabeležili, ali je drevo del drevoreda ali raste soliterno, in popisali potencialne oziroma dejanske konflikte med drevesom in okolico v talnem in nadzemnem prostoru. Izbrani podatki so bili objavljeni na spletni strani PISO. Ustvarili smo javno dostopen kataster mestnih dreves Velenja.

Na osnovi stanja mestnega drevja smo določili smernice za ravnanje z njim v obdobju 2010–2020 in izoblikovali predlog priporočenih drevesnih vrst za sajenje v MOV. Osnovni smo urbano drevesno pot MOV, ta zajema 50 dreves (Dolejši, 2013).

Ponoven terenski del popisa drevja na javnih površinah Velenja je bil opravljen v novembru in decembru 2023. Popisali smo obstoječa drevesa, od katerih je bila večina dreves, starejših od 15 let in drevesa, ki so bila zasajena v obdobju po prvem popisu leta 2008. Nekatera drevesa so v 15-letnem vmesnem obdobju že bila vnesena (npr. na področju Viste), vendar zgolj z ustreznim poimenovanjem, a brez ostalih podatkov. Za drevesa, ki so se na novo posadila in jih v popisu še ni bilo, smo vnesli slovensko in botanično poimenovanje ter višinski razred. Po opravljenem terenskem delu smo podatke o obravnavanih drevesih vnesli v program QGIS 3.34. V program smo predhodno naložili podatke katastra dreves iz leta 2008. Obstoječo evidenco iz leta 2008 smo nato ažurirali (oznake dreves, ki so bila odstranjena in vris dreves, ki so bila posajena v obdobju 2009 – 2023). Na sliki 4 rdeče točke označujejo odstranjena drevesa, zelene točke so listavci, vijolične točke so iglavci (Dolejši, 2023b).



Slika 4: Izsek lokacij obstoječih in odstranjenih dreves v Velenju v letu 2023.
Vir: Dolejši, 2023. Lastne označbe, 2023a.

V letu 2023 je popis zajel 6357 obstoječih dreves. Glede na leto 2008 je bilo odstranjenih 2354 dreves. Manjšo razliko med popisoma 7203 dreves v letu 2008 in 6357 v letu 2023 (gre za 846 dreves) lahko pojasnimo s tem, da se je v vmesnem obdobju 15-tih let sadilo nova drevesa.

V začetni analizi smo se osredotočili predvsem na ugotovitve, katera in koliko dreves je bilo odstranjenih (ni ločeno, koliko na površinah v lasti MOV in koliko na površinah vsakokratnih etažnih lastnikov in na zemljiščih v drugi lasti). Tekom let je MOV nekatera svoja zemljišča prodala zasebnikom, ki so v večini primerov že spremenili namembnost zelene površine v gradbene parcele, npr. stanovanjska soseska novogradenj Vile Velenje, gradnja nakupovalnega središča Mercator v centru mesta in novogradnja Fakultete za varstvo okolja.

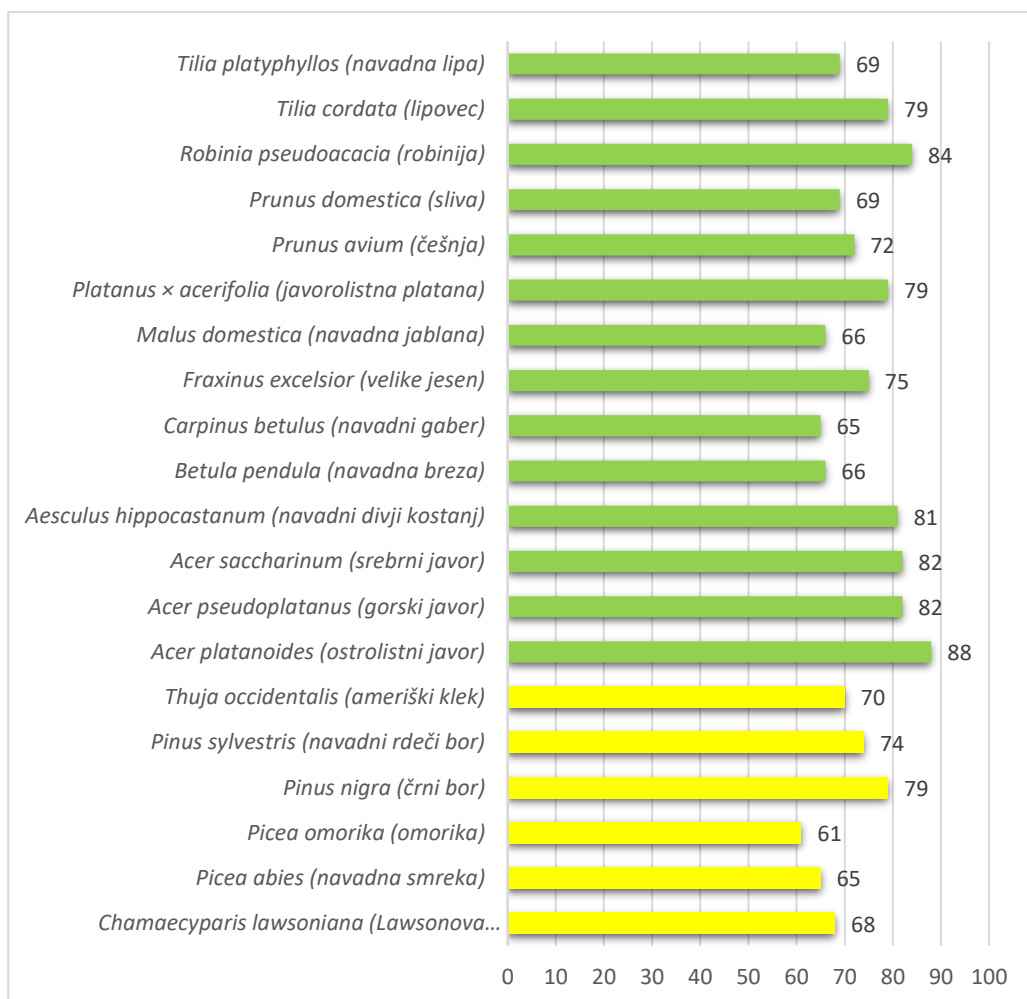
Pri analizi deleža preživitvene sposobnosti dreves na javnih površinah Velenja torej nismo upoštevali odstranjenih dreves zaradi novogradenj in posegov v prostor, pri katerih so se drevesa morala umakniti ali so bila zaradi gradbenih posegov tako prizadeta, da smo izdali soglasje za njihovo odstranitev, npr. pri projektu revitalizacije trga Starega Velenja ali obnovi športnega igrišča pri eni izmed šol.

Zastopanost iglavcev je v 15-ih letih padla iz 43 % (3132 dreves v letu 2008) na 32 % (2020 dreves v letu 2023). Torej je zastopanost iglavcev manjša za 11 %. Posledično se je zastopanost listavcev povečala iz 57 % (4071 dreves v letu 2008) na 68 % (4337 dreves v letu 2023). Od vseh vnesenih 8711 dreves a je bilo 28 % dreves odstranjenih (vzroki so različni, npr. novogradnje, konflikti med drevesom in okolico,

propad dreves ipd.). Med odstranjenimi drevesi je bilo 15 % listavcev in 13 % iglavcev.

Za drevesne vrste, ki so bile ob popisu konec leta 2023 zastopane z najmanj 100 primerki, smo izračunali stopnjo preživetja (tj. kolikšen odstotek rastlin od evidentiranih, ki niso bila odstranjena zaradi gradbenih posegov v prostor, na javnih zelenih površinah še raste).

Drevesnih vrst, ki so bile zasajene na novo pred ne več kot 5-imi leti in pri katerih ni bilo opaziti upadanja vitalnosti, v sliki 5 nismo navedli, saj ocenjujemo, da je potreben daljši časovni okvir, da lahko z gotovostjo presodimo, ali bodo rastline uspešno premagovale stresne situacije v urbanem okolju.



Slika 5: Sposobnost preživetja posameznih drevesnih vrst (listavci in iglavci, katerih številčnost je vsaj 100 primerkov) na javnih površinah Velenja za obdobje 2008–2023 v odstotkih.

Vir: Lastni izračuni.

Na podlagi dobljenih rezultatov smo v nadaljevanju predpostavili, ali so na stopnjo preživetja vplivali vetrolom, snegolom, žledolom ali ostali stresni dejavniki. Tako v Velenju kot drugod počasi izginjajo ameriški kleki – *Thuja occidentalis* in paciprese – *Chamaecyparis*, kot občutljivejša drevesna rodova na pomanjkanje talne oz. zračne vlage ter napada južnega brinovnega krasnika (*Ovalisia festiva*) (Razinger idr., 2013). Na borih – *Pinus sp.* se v večjem obsegu pojavljajo patogene glive (Jurc, 2016). Številčnost smrek (navadna smreka – *Picea abies*, omorika – *Picea omorika*) se je zmanjšala tudi zaradi odlomov vrhov kot posledica vetrolomov, ko so se odstranila prizadeta drevesa, da se v mestu ne bi razširili podlubniki (Karba idr., 2023).

Iz analize uspešnosti preživetja 20 najpogostejših drevesnih vrst v Velenju lahko razberemo, da ima najvišjo preživetveno sposobnost na javnih zelenih površinah Velenja ostrolistni javor – *Acer platanoides* (88 %) in najslabšo omorika – *Picea omorika* (61 %). Na stolpcih slike 5 je vrednost, ki predstavlja odstotek (%) obstoječih dreves konec leta 2023 glede na popis leta 2008.

V vetrolomih leta 2023 je bilo poškodovanih manj kot 10 % vseh drevesnih vrst, ki so bila evidentirana kot odstranjena. Med njimi prednjači omorika – *Picea omorika*, skupaj z drugimi vrstami smrek.

Pri analizi odstranjenih dreves po višinskih razredih (do 3 m, 3-5 m, 5-10 m, 10-15 m in nad 15 m), ki nam v grobem podajo oceno glede velikosti/starosti, smo ugotovili, da je od leta 2008 propadlo veliko mladih dreves (452) zaradi slabe kakovosti sadik ali slabe začetne oskrbe v prvih nekaj letih. Tudi odstranitev dreves, višjih od 10 m ni zanemarljiva (955).

Med odstranjenimi drevesi v 15-letnem obdobju gre za dobrih 100 različnih drevesnih vrst, od katerih je zastopanost mnogih preživelih in odstranjenih številčno majhna (pri 20 % gre za odstranitev po enega drevesa oz. pri 44 % za manj kot 5 dreves posameznih drevesnih vrst). Obstoječih drevesnih vrst je še vedno 131, med njim je 30 drevesnih vrst, katerih število predstavnikov je 5 ali manj, npr. 3 različne vrste rodu *Juniperus* – briņ, 2 različni vrsti rodu *Quercus* – hrast, 3 različne vrste rodu *Prunus* – češnje, itd. Številčno je od obstoječih dreves največ javorjev – *Acer* (preko 1200), smrek – *Picea* (preko 900), klekov – *Thuja* (preko 400) in borov – *Pinus* (preko 450). Glede na odstotek preživetja, kar nakazuje slika 5, lahko sledi potencialna nevarnost večje izgube slednjih treh rodov v naslednjih obdobjih, posebno ob ekstremnih vremenskih dogodkih (neurja z močnim vetrom, visoke poletne temperature, suša, snegolom). Seveda ni izključeno, da tovrstni dogodki ne prizadenejo tudi drugih drevesnih vrst, njihov obstoj in stopnjo vitalnosti oz. regeneracijo po stresnih dejavnikih, ki jih drevesa že sicer doživljajo na mestnih lokacijah, skupaj z ekstremnimi vremenskimi dogodki, pa bo pokazal čas, natančna opazovanja in podrobne analize.

V letu 2023 je bilo zasajenih več kot 170 dreves. Skupno število padlih dreves v neurju in podrhtih zaradi zagotavljanje varnosti je bilo v lanskem letu (2023) 191, od tega 114 iglavcev in 77 listavcev.

4 Sklep

Cilj raziskave je bil preučiti stanje mestne drevnine na javnih površinah Mestne občine Velenje v letih 2008 in 2023, z namenom ugotoviti, koliko in katera drevesa znotraj posameznih rodov in vrst so izginila ter katera še rastejo, ter analizirati možnost vpliva

nekaterih ekstremnih vremenskih dogodkov (npr. vetrolom) kot vzrok za te spremembe. Namen članka je povečati ozaveščenost o pomembnosti prilagajanja mestnih strategij upravljanja drevnine za ohranjanje zdravega in trajnostnega urbanega okolja ter ponuditi smernice za bodoče ukrepe pri sajenju in vzdrževanju dreves.

Drevesa in zelene površine v urbanem okolju imajo izredni pomen za upravljanje podnebnih tveganj. Zaradi tega različne evropske politike in mednarodni dokumenti izrecno narekujejo državam ukrepanje in podpirajo ambiciozno ozelenjevanje mest in varstvo odraslih dreves. Drevesa postajajo vse bolj prepoznavna kot veliki zaveznik človeka pri blaženju podnebnih sprememb in prilagajanju nanje (Simoneti, 2023).

Urbano rastlinstvo ima, z drevesi kot poglavitnimi gradniki prostora zelene mestne infrastrukture, najpomembnejšo vlogo pri prilagajanju podnebnim spremembam v mestnem okolju, saj prispeva k izboljšanju mikroklimatskih razmer in vpliva na dobro počutje mestnih prebivalcev. Podnebne spremembe in z njimi povezani ekstremni vremenski pojavi, kot sta sušni in temperaturni stres, vplivajo na rast in vitalnost mestnih dreves ter zagotavljanje njihovih funkcij, od ekološke, estetske, gospodarske ter družbene. Dodatne obremenitve za urbano drevje so tudi izpostavljenost mehanskim poškodbam, onesnaženost tal in zraka, onesnaženost tal s posipno soljo, zmanjšana vsebnost hranil v tleh, zbitost tal, manjša razpoložljivost vode idr. (Sever Brglez in Brglez Sever, 2020).

Podnebne spremembe, ki jih povzroča človek, presegajo naravno spremenljivost podnebja in povzročajo obsežne škodljive vplive ter s tem povezane izgube in škode za naravo in ljudi. Zaradi nekaterih prizadevanj za razvoj in prilagajanje se je ranljivost že zmanjšala. Nekateri odzivi na podnebne spremembe imajo za posledico nove vplive in tveganja. Varovanje biotske raznovrstnosti in ekosistemov je bistvenega pomena za podnebno odporen razvoj (Pörtner idr., 2022). Nekatera evropska mesta (npr. Dunaj) imajo pripravljene katastre zelene infrastrukture in potencialne možnosti vzpostavitve novih ekoloških območij z večjo biodiverzitetjo (npr. zelene stene in strehe, deževni vrtovi, ozelenjevanje degradiranih površin idr.), izbiro rastlin z uspešno samoobnovitveno sposobnostjo in že več let načrtno izvajajo revitalizacije obstoječih zelenih površin ter ponujajo finančne spodbude za vzpostavljane novih (Pajk, 2023), čemur v določeni meri želi slediti tudi mesto Velenje.

Konec februarja letos (2024) je Evropski parlament izglasoval zakonodajno resolucijo (Zakonodajna resolucija Evropskega parlamenta, 2024;), ki se nanaša na predlog *Uredbe o obnovi narave* (ang. *Nature Restoration Law*) in predvideva obsežno obnovo narave, ki zajema raznolike segmente biodiverzitete, ne le varovanih območij narave (Natura 2000), marveč tudi zunaj njih. Predmet obnove so različni habitatni tipi, prav tako pa urbane zelene površine in urbano drevje. Kot poseben cilj uredba predvideva tudi zasaditev treh milijard dodatnih dreves na ravni Evropske unije. Za vsak cilj obnove so v uredbi podana tudi jasna navodila glede vzpostavitve ukrepov in spremljanje njihovih učinkov na osnovi merljivih kazalnikov. Konec marca 2024 pa se je zgodil preobrat zaradi blokade nekaterih članic unije in uveljavitev uredbe pomaknil v nedorečeno prihodnost (Koče, 2024). Uredba se sicer nanaša na dokument Evropske komisije (2020) *Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030* (Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030, 2020) in obravnava vračanje narave v naša življenja. Neuveljavitev uredbe za mesta, kot je Velenje, trenutno ne pomeni dosti,

saj pridobiva sredstva za uresničitev projektov za prilagajanje in blaženje podnebnih sprememb iz več naslovov.

Analiza stanja dreves v Velenju je pokazala večje zmanjšanje drevesnega fonda (za 28 %). V obdobju od prvega popisa leta 2008 do popisa v letu 2023 so bila leta z ekstremnimi vremenskimi dogodki, od katerih so bile vidne in dokazljive posledice na drevesih predvsem zaradi lanskoletnega neurja (2023) z močnim vetrom v juliju in vsakoletnih snegolomov manjšega obsega. Rekordno visoke temperature zadnjih let in njihovo daljše trajanje v poletnem času, skupaj s pomanjkanjem padavin (npr. v letu 2022) ali prekomerno namočenostjo v letu 2023 so gotovo pomembni stresni dejavniki. Skupaj z običajno urbano mikroklimo posameznih lokacij dreves se lahko izrazijo kot posebno nevarne za preživetje in vitalnost dreves, sama drevesa oz. določene drevesne vrste pa pokažejo različno stopnjo tolerantnosti z njim lastnim fiziološkim odzivom. Ranljivost posameznih drevesnih rodov in vrst bo izpostavila podnebne zmagovalce in podnebne poražence. Vse pogostejši in intenzivnejši škodljivi učinki podnebnih sprememb pa narekujejo čimprejšnje ukrepe, ki lahko pripomorejo k prilagoditvi ali blaženju podnebnih sprememb v mestnem okolju, zato bo tudi za Velenje izdelan načrt upravljanja z mestno drevnino. Le s celostnim pristopom k načrtovanju, negi in vzdrževanju mestnih dreves lahko zagotovimo dolgoročno ohranjanje zelenih površin in kakovostnega urbanega okolja za vse prebivalce. Vsekakor pa je potrebno v mestu povečati drevesni fond z željo, da bo obvladovanje razmer, ki jih prinašajo podnebne spremembe, učinkovito in trajnostno naravnano. Če želimo nadomestiti izgubljena drevesa, bo to zahtevalo visokokakovostne sadike, ustrezno pripravljena mesta s kvalitetnim substratom, sistematično oskrbo in nego rastlin ter strokovno ekipo za izvedbo potrebnih del. Eden izmed ukrepov v letu 2024 predvideva zasaditev vsaj toliko dreves, kot jih je padlo v vetrolomu 2023, torej okrog 200, kar ima MOV objavljeno na svojem portalu in je bilo prav tako javnosti predstavljeno v sklopu mednarodne konference *Mi spreminjamo, premikamo in rastemo* 15.2.2024, kar je bil eden od dogodkov, povezanih z nazivom *Evropski zeleni list* (EU Green Leaf), katerega nosilec je Velenje v letu 2024 (MOV, 2024c).

Končna analiza je pokazala spremembe v številu posameznih vrst. Znani so tudi podatki glede vzrokov večine izginulih oz. propadlih dreves, kjer so bili znani razlogi odstranitve posledica ekstremnih vremenskih dogodkov (snegolom, žledolom, vetrolom) in odstranitev dreves zaradi novogradenj v mestu ter reševanje konfliktnih situacij med drevesom in okolico. Poročilo o številčnosti drevesnih vrst, obstoječih, odstranjenih in na novo sajenih, je bilo izdelano za Mestno občino Velenje in je bilo na občini tudi predstavljeno. Poročilo je vključevalo tudi zemljevid vseh dreves na javnih in nekaterih drugih mestnih površinah, tako obstoječih, odstranjenih kot na novo sajenih v letih med 2008 in 2023.

Natančnejše podatke bi zagotovo dobili, če bi spremljali stanje dreves vsako leto oz. vsaj po vsakem ekstremnem vremenskem dogodku, kar pomeni, da bi spremljali odstranitve oz. propad dreves v letih 2010, 2017 in 2020 – 2023 zaradi viharnega vetra, v letih 2012, 2016 in 2021 zaradi obilnejše količine mokrega snega in v letu 2014 zaradi pojava žleda. Prav tako bi bila potrebna obširnejša raziskava vplivov visokih temperatur in pomanjkanja ali viškov padavin. Ugotavljamo lahko, da se pri nekaterih drevesih slabša vitalnost, težko pa je ugotoviti natančen razlog, ker lahko hkrati na drevesa vpliva več stresnih dejavnikov, kot so okoljski, biološki in antropogeni.

Na podlagi pregleda obstoječe literature in naših ugotovitev se zdi smiselno nadalje raziskovati genetsko raznolikost in izbiro drevesnih vrst na odpornost proti stresnim dejavnikom, vpliv urbanih mikroklimatskih pogojev na rast in preživetje dreves v mestih, interakcijo med drevesi in urbano infrastrukturo z osredotočenjem na preprečevanje konfliktnih situacij med drevesi in okolico ter učinkovite strategije za vzdrževanje in varstvo dreves.

Raziskave s tega področja so ključnega pomena za izboljšanje urbane ekologije, trajnostnega razvoja mest in kakovosti življenja prebivalcev.

Prav tako je pomembna medsebojna izmenjava ugotovitev iz različnih krajev Slovenije. Sodelovanje med raziskovalci, mestnimi načrtovalci in arboristi iz različnih regij bo omogočilo celovitejše razumevanje vplivov specifičnih lokalnih pogojev na preživetje dreves. Takšna izmenjava znanja in izkušenj bo pripomogla k oblikovanju najboljših praks in politik.

Literatura

ARSO. (2023). Povprečja in ekstremi v primerjalnem obdobju 1991 – 2020 za Velenje. https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/statistike_1950_2020/velenje/.

ARSO. (2024). Podnebne značilnosti leta 2023. https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/

Brežan, U. (2023). Vsebinska izhodišča Ministrstva za naravne vire in prostor, Program evropske kohezijske politike v obdobju 2021-2027 v Sloveniji, Prednostna naloga 3: Zelena preobrazba za podnebno nevtralnost. https://evropskasredstva.si/app/uploads/2023/10/VSEB-IZH-MNVP_SC2-7_Prilogi-1_2.pdf

Brišnik, D., Brodar, M., Hudales, J., Kljajič, D., Kmecl, M., Kramberger, D., Poles, R., Ravnikar, T., Šalej, M., Vrbič, V., Ževart, M. (1999). Velenje: razprave o zgodovini mesta in okolice. Velenje: Mestna občina.

Dolejši, N. (2023b). Analiza popisa dreves v MO Velenje (2023). Mestna občina Velenje.

Dolejši, N. (2023a). Kataster drevnine. Kartografska podlaga: DOF5, Geodetska uprava RS, 2022.

Dolejši, N. (2013). Urbano drevje Mestne občine Velenje – analiza stanja in smernice upravljanja. [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta]. PeFprints. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=115890&lang=eng>

Evropska komisija. (2020). Sporočilo komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij, Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380>

GALK. (2002). GALK Arbeitskreis-Stadtbäume: Empfehlungen für die Beurteilung von Bäumen in der Stadt. <https://www.galk.de/startseite/downloads?task=download.send&id=82:faltblatt-zur-beurteilung-von-baeumen-in-der-stadt&catid=2>

Gregorič, G. in Sušnik, A. (2018). Pripravljeni na vreme in prilagojeni podnebjju. Pajk, B. (ur.) Hortikultura – možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse, zbornik 9. strokovnega posveta s temo čebelarstvo in medonosne rastline. (str.2-8) https://www.hvu.si/visja/wp-content/uploads/sites/3/2018/05/ZBORNIK_2018.pdf

Jurc, D. (2016). Bolezni na borih – diferencialna diagnostika. <https://www.zdravgozd.si/dat/dogodki/121.pdf>

Karba, R., Koce, U., Šifkovič, S., Jogan, N., Zakšek, B., Vinko, D., Tratnik, A., Kogovšek, P., Pekolj, A., Žagar, A., Osole, S., Gorenc, T., Muhič Šmuc, P., Kraševac, R., Lupše, N. (2023). Podnebne spremembe in izginjanje narave – prepleteni krizi, ki terjata skupne rešitve. Plan B za Slovenijo, Mreža nevladnih organizacij za trajnostni razvoj, Eko sklad in Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo. https://planbzasslovenijo.si/wp-content/uploads/2023/10/Podnebne-spremembe-in-narava_pregledni-dokument_2023-10-03_brez-linkov.pdf

Koce, U. (2024). V Evropi bomo obnavljali naravo (a ne še zdaj?). Svet ptic, 1/2024, (str. 40-41).

Kotar, M. in Brus, R. (1999). Naše drevesne vrste. Slovenska matica v Ljubljani.

Kotnik, K. in Šterbenk, E. (2019). Poročilo o stanju okolja v Mestni občini Velenje. <https://www.velenje.si/app/uploads/2022/07/Porocilo-o-stanju-okolja-v-MOV-2019.pdf>

Matjan, P. (2024). Skrbno načrtovanje in upravljanje zelenih površin. Naš čas, št. 58/70, 16.2.2024. <https://www.nascas.si/skrbno-nacrtovanje-in-upravljanje-zelenih-povrsin/>

MOV. (2024a). Projekt UP-SCALE. <https://www.zmos.si/projekt-up-scale/>

MOV. (2024b). Projekt RE-PUBLIC SPACES. <https://www.velenje.si/projects/re-public-spaces/>

MOV. (2014). Zeleno Velenje. <https://www.velenje.si/app/uploads/2022/07/GNP03-Zeleno-Velenje.pdf>

MOV. (2024c). Letos načrtujejo zasaditi vsaj toliko dreves, kot jih je padlo v vetrolomu 2023. SR Velenjčan, 15.2.2024. <https://www.velenjcan.si/gospodarstvo/letos-nacrtujejo-zasaditi-vsaj-toliko-dreves-kot-jih-je-padlo-v-vetrolomu-2023/>

MOV. (2021). VISTA – park z razgledom. Uradni vestnik. <https://www.velenje.si/projects/vista-park-z-razgledom/>

Odlok o Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Velenje, 2020. (2023). Občinski prostorski načrt. <https://www.velenje.si/za-obcane/urejanje-prostora/obcinski-prostorski-nacrt/>

Odlok o ureditvenem načrtu za centralne predele mesta Velenje. (2021). Uradni vestnik mestne občine Velenje, 4/2021. (str. 14 – 47). https://www.velenje.si/app/uploads/2022/08/Vestnik_04-2021.pdf

Ogrin, D., Repe, B., Štaut, L., Svetlin, D., Ogrin, M. (2023). Podnebna tipizacija Slovenije po podatkih za obdobje 1991 – 2020. Dela 59/2023. <https://doi.org/10.4312/dela.59.5-89>

Pajk, B. (2018). Vpliv podnebnih sprememb na medonosno drevnino v Sloveniji. Pajk, B. (ur.) Hortikultura – možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse, zbornik 9. strokovnega posveta s temo čebelarstvo in medonosne rastline. (str.32-49). https://www.hvu.si/visja/wp-content/uploads/sites/3/2018/05/ZBORNIK_2018.pdf

Pajk, B. (2023). Urbani izzivi pri prilagajanju na podnebne spremembe – rastline novih ekoloških območij. Pajk, B. (ur.) Hortikultura – možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse, zbornik 12. strokovnega posveta s temo Novosti pri izobraževanju na strokovnih področjih hortikulture in vizualnih umetnosti. (str. 85-95) <https://www.hvu.si/visja/wp-content/uploads/sites/3/2023/05/Zbornik-2023.pdf>

Poles, R. (2013). Velenje, sprehod skozi mesto moderne. <https://www.velenje.si/app/uploads/2022/08/Arhitekturni-vodnik-Velenje-Poles.pdf>

Portal MOV. (2024). Nujno je skrbno načrtovanje in upravljanje zelenih površin v urbanem okolju. <https://www.velenje.si/nujno-je-skrbno-nacrtovanje-in-upravljanje-zelenih-povrsin-v-urbanem-okolju/>

Portal Naš čas. (2008 – 2023). Novice (ekstremni vremenski dogodki). <https://nascas.si>

Portal PISO. (2024). Lokacijski zemljevid Velenja. <https://www.geoprostor.net/PisoPortal/>

- Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Tignor, M. M. B., Poloczanska, E. Medvladni odbor za podnebne spremembe. (2022). Podnebne spremembe 2022, Vplivi, prilagajanje in ranljivost, Povzetek za oblikovalce politike.
https://www.meteo.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/2023_12-IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers23_VERZIJA%20SLO.pdf
- Program evropske kohezijske politike v obdobju 2021 – 2027 v Sloveniji. (2022). RS, Služba vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko.
<https://evropskasredstva.si/app/uploads/2022/12/Program-evropske-kohezijske-politike-sprejeta-verzija-12.-12.-2022.pdf>
- Računalniški program QGIS 3.34. (2023). GNU General Public License.
<https://qgis.org>
- Razinger, J., Žerjav, M., Modic, Š. (2013). Thuja occidentalis L. je pogost gostitelj cipresovega hrošča (*Ovalisia festiva* L.) v Sloveniji.
https://www.researchgate.net/publication/267234016_Thuja_occidentalis_L_is_commonly_a_host_for_Cypress_Jewel_Beetle_Ovalisia_festiva_L_in_Slovenia
- Rebernak, U. (2017). Air pollution with PM10 particles in Maribor, Ljubljana and Koper in the period 2005–2014. Revija za geografijo, 1/2017.
<https://doi.org/10.18690/rg.12.1.3985>
- Sever Brglez, B. in Brglez Sever, M. (2020). Odziv urbanega drevja na podnebne razmere v mestnem okolju. Gozdarski vestnik, št. 7/8, 78. Digitalna knjižnica Slovenije. <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-9VRD8ZUD/d59fdc81-f17a-498b-8ed5-065106cc52bd/PDF>
- Simoneti, M. (10. 10. 2023). Izpostavljam pomen varstva dreves v urbanem okolju. Inštitut za politike prostora. Inštitut za politike prostora.
<https://ipop.si/2023/10/10/izpostavljam-pomen-varstva-dreves-v-urbanem-okolju/>
- Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030. (2020). EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/SL/legal-content/summary/eu-biodiversity-strategy-for-2030.html>
- SURS. (2023). Naselje Velenje.
<https://www.stat.si/KrajevnaImena/Settlements/Details/4911>
- SURS. (2024). Občina Velenje. <https://www.stat.si/obcine/sl/Municip/Index/190>
- Šiftar, A. (2001). Izbor in uporaba drevnine za javne nasade. Ljubljana: Zavod za tehnično izobraževanje.
- Zakonodajna resolucija Evropskega parlamenta z dne 27. februarja 2024 o predlogu uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o obnovi narave (COM(2022)0304 – C9-0208/2022 – 2022/0195(COD)). Evropski parlament, 27. 2. 2024.
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0089_SL.html#title2
- Ževart, M. in Šterbenk, E. (2017). Zeleno Velenje. Mestna občina Velenje.

Summary

The article "Impact of Climate Change on Urban Trees: A Case Study of Velenje (2008 – 2023)" examines in detail the impact of climate change on urban trees in the City Municipality of Velenje in the period from 2008 to 2023. The study focuses on identifying changes in the composition and vitality of trees in public spaces and analyzing the factors that caused these changes. The main factors identified include climate change with extreme weather events and urbanization.

Velenje has a temperate continental climate, moderately warm and humid, with warm summers and excessive rainfall in one of the summer months or in May. The average annual temperature from 1991 to 2018 was around 10 °C, while temperature records in 2022 and 2023 show that these were the warmest years since measurements began. The long-term average annual precipitation was around 1120 mm. Particularly exceptional was the year 2023, in which the city received 1900 mm of precipitation, which led to flooding. In June 2023, there were storms with strong winds. Occasional ice storms in some winters also affected the vegetation. These extreme weather events led to a significant decline in the city's tree population due to physical damage and reduced vitality of the trees, so that some trees had to be removed for safety reasons or due to fatal injuries.

In addition to climatic factors, urbanization is another important factor affecting urban trees. Increasing urbanization, infrastructure development and changes in land use have led to the removal of trees and the reduction of green spaces. Nevertheless, the Municipality of Velenje (MOV) is involved in several projects that support the preservation and improvement of green infrastructure. Projects such as Urban Pioneers – Systematic Change Amid Livable Environments (UP-SCALE) and Revitalization of Public Spaces in Historic Towns – Adapting Urban Courtyards to Climate Change in Central Europe (RE-PUBLIC SPACES) contribute to sustainable urban development and adaptation to climate change. Other ongoing municipal projects are also oriented towards guidelines for climate change mitigation and adaptation.

Research emphasizes the importance of green infrastructure for improving microclimatic conditions and quality of life in urban areas. Green spaces such as parks, tree-lined avenues and urban forests help lower temperatures, improve air quality and mitigate the urban heat island effect. Velenje has several important green areas, including the Sun Park, city playgrounds, the area along the Paka River, city squares, private gardens, parks by villas and the castle, as well as the area around Škalsko Lake and Velenje Lake with the new Vista Park, completed in 2021 and represents a revitalized degraded area.

The study included an inventory of urban trees in 2008 and 2023, collecting data on location, species identification, vitality and conflicts between trees and urban infrastructure. This methodology enabled a detailed analysis of changes in the number and condition of trees and the identification of the main causes of these changes. The results show that climate change and urbanization are the main causes of tree decline in cities.

The study emphasizes the need for sustainable planning and management of trees, including the planting of new trees and the preservation of existing trees. It also underlines the importance of incorporating green spaces into urban planning and

protecting older trees. Sustainable tree management is crucial for adapting to climate change and maintaining the quality of life in cities.

An important part of the research is updating the tree register, which is publicly accessible online. The tree register contains data on existing, removed and newly planted trees, enabling better monitoring and management of urban trees. Public access to this data increases transparency and allows citizens to participate in the protection and management of trees in their neighborhoods.

The article highlights that climate change and urbanization are important factors affecting urban trees in Velenje. The research findings emphasize the importance of green infrastructure and sustainable tree management in improving microclimatic conditions and quality of life in urban areas. Sustainable planning, the inclusion of green spaces in urban planning and the protection of trees are crucial for the adaptation of cities to climate change and the preservation of biodiversity. The updated tree register, which is accessible online, is an important tool for better monitoring and management of urban trees and promotes transparency and public participation.

Received/
Prejeto:
30 May 2024
Revised/
Popravljeno:
08 July 2024
Accepted/
Sprejeto:
30 June 2024
Published/
Objavljeno/
30 June 2024

Evaluating Relative Heat Stress in the Natura 2000 Site Kras Under Different Climate Change Scenarios: A Case Study Utilizing Multiscale Geographically Weighted Regression

Danijel Davidovič¹ 
danijel.davidovic@um.si

Danijel Ivajnšič^{1,2} 
dani.ivajnsic@um.si

¹University of Maribor, Faculty of Arts, Department for Geography; Maribor, Slovenia

²University of Maribor, Faculty of Natural sciences and Mathematics, Department of Biology; Maribor, Slovenia

Abstract

The study evaluates relative heat stress in the Natura 2000 site Kras under various climate change scenarios using Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR). Optical and thermal satellite imagery and five future air temperature scenarios were utilized to downscale thermal conditions and evaluate relative heat stress. Results indicate significant spatio-temporal variability in LST, with the southeastern region being particularly susceptible to elevated heat stress. Projections show an overall increase in heat stress due to climate change. The study emphasizes the need for spatially explicit analyses and adaptive strategies to mitigate heat stress impacts on ecosystems and human populations.

Keywords

Land surface temperature, MGWR, NDVI, remote sensing, spatial modelling

Izvleček

Ocena relativne toplotne obremenitve Natura 2000 območja Kras pod različnimi scenariji podnebnih sprememb: Primer uporabe geografsko obtežene regresije

V raziskavi ocenjujemo relativno toplotno obremenitev Natura 2000 območja Kras v različnih scenarijih podnebnih sprememb z uporabo geografsko obtežene regresije (MGWR). Oceno smo oblikovali na podlagi optičnih in termičnih satelitskih podob ter petih napovedi potencialne povprečne temperature zraka, pri čemer smo prostorsko ločljivost slednjih izboljšali z metodo MGWR. Rezultati kažejo značilno prostorsko-časovno variabilnost v LST z večjo toplotno obremenitvijo na jugovzhodu. V splošnem projekcije kažejo povečanje toplotne obremenitve zaradi podnebnih sprememb. Raziskava izpostavlja pomen prostorsko eksplicitnih analiz in prilagodljivih strategij za blaženje vplivov toplotnih obremenitev ekosistemov in prebivalstva.

Ključne besede

Daljinsko zaznavanje, MGWR, NDVI, prostorsko modeliranje, temperatura površja



Text/besedilo
© Authors/
avtorja, 2024



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

1 Introduction

Land surface temperature (LST) represents the radiative temperature of the Earth's surface, measured as infrared radiation (Liang & Wang, 2020; Pouyan idr., 2022). It is the thermal energy of a thin layer between the atmosphere, soil, vegetation, build-up areas and other land cover types (ESA, 2024). Primarily, LST dynamics are influenced by weather conditions, climatic regimes, vegetation characteristics, land cover/land use patterns, albedo and soil moisture content (Liang, 2018; Khan idr., 2021; Li idr., 2021; GCOS, 2024). It represents an essential parameter within the Earth's climate and biological systems and serves as a fundamental metric for assessing various processes of energy and water exchange between the land and the atmosphere (Z.-L. Li & Duan, 2018; Pouyan idr., 2022). Because of its extensive applicable value, LST is recognized as one of the 10 essential climate variables in the biosphere (Hollmann idr., 2013).

Even though the relationship is locally specific, LST influences and is influenced by air temperature and climate change (Gallo idr., 2011). The global air temperature has risen by 1.1°C compared to pre-industrial era, and 2023 was the planet's warmest year on record (NOAA, 2024). Moreover, projections indicate more than 50% likelihood of surpassing 1.5°C by 2040. Alarmingly, in a high-emission scenario, global temperatures may increase in average by 3.3 to 5.7°C by 2100 (IPCC, 2023). The risk is particularly pronounced in Europe, where temperatures have risen at double the rate compared to the global average. Presently, Europe registers a temperature increase of approximately 2.3°C (compared to the preindustrial reference period), becoming thus the fastest warming continent on Earth (WMO, 2023).

Although air temperature cannot be equated to LST directly, it can influence LST spatial and temporal variability (Adão idr., 2023). Global warming is generally higher over land compared to oceans, resulting in a significant increase in LST across 80% of all land surfaces (Farr, 2022; IPCC, 2023). The global average LST has been steadily rising since the 1980s, with higher rates of change observed over the regions north of 45° N (J. Liu idr., 2021). Besides climate change, human activity influence LST by changing natural land cover types and increasing built-up areas resulting in urban heat islands characterized by higher surface and air temperatures (Ivajnsič idr., 2014).

The consequences of rising LST are significant and have wide-ranging impacts on ecosystems and societies. General risks encompass threats concerning both the quality and quantity of water as well as food safety (Zhou idr., 2022). Additionally, higher LST (and the corresponding correlated boundary layer air temperature) can negatively impact human thermal comfort leading to various health risks (Ünsal idr., 2023). Heat stress arises when the body fails to adequately regulate its temperature, particularly in high humidity. Additionally, higher air temperatures contribute to the accumulation of harmful air pollutants, exacerbating respiratory problems and further intensifying the health impacts of heat stress (Vargas Zeppetello idr., 2022; NASA, 2023). The negative consequences on human health encompass dehydration, reduced physical performance and productivity, impaired cognitive functions, cardiovascular complications, potential disability, increased mortality rates and adverse effects on mental health (Ebi idr., 2021).

To preserve fundamental ecosystem services, prevent health risks and enhance general climate change resilience, research of current and potential future LST and

air temperature spatial pattern is essential. Remote sensing, utilizing thermal infrared (TIR, 8–14 μm) instruments aboard various satellites, serves as a useful method for LST data acquisition. These data can be used for detailed LST and air temperature spatio-temporal analysis, monitoring and modeling (K. Li *idr.*, 2021; Gkolemi *idr.*, 2023; Ullah *idr.*, 2023), especially in cloudless, calm weather conditions. However, challenges persist in retrieving and utilizing remotely sensed LST, due to atmospheric interference, limited pixel resolution and the need for specialized knowledge and algorithms for accurate data processing and interpretation (Shiff *idr.*, 2021; Bird *idr.*, 2022; Ahmed *idr.*, 2023). Despite this limitations diverse applications emerged encompassing agriculture (Awais *idr.*, 2022; Garcia-Santos *idr.*, 2022), urban planning (Almeida *idr.*, 2021; Kim & Brown, 2021; Ismaila *idr.*, 2022), climate studies (Tomlinson *idr.*, 2011; Žiberna *idr.*, 2021; Reiners *idr.*, 2023) and environmental research (Blum *idr.*, 2015; Davidovič & Ivajnsič, 2020; Kamal *idr.*, 2022).

To process and extrude useful spatial information from remotely sensed LST data, multiscale geographically weighted regression (MGWR) can be used. The method can be defined as an advanced spatial regression analysis technique that explores geographically varying relationships between dependent variables and predictors resulting in multiple local linear models (Fotheringham *idr.*, 2024). Unlike geographically weighted regression (GWR), MGWR allows for more accurate modeling because of the varying neighborhood (scale) for each predictor (T. Oshan *idr.*, 2019; Comber *idr.*, 2023). The method is relatively new (Fotheringham *idr.*, 2017) but it was already applied in diverse environmental and social research areas including climate studies (Ünsal *idr.*, 2023), habitat quality (Y. Liu *idr.*, 2023), ecosystem services (Sun *idr.*, 2020), house pricing (Zhang *idr.*, 2021), obesity determinants (T. M. Oshan *idr.*, 2020), Lyme disease (Donša *idr.*, 2021) and COVID-19 incidence (Maiti *idr.*, 2021).

Because of its vulnerability to climate change (Ivajnsič & Donša, 2018), we decided to apply and test the MGWR methodology for evaluating relative heat stress in the Natura 2000 site Kras. The region Kras is a limestone plateau in southwestern Slovenia (Figure 1), covering approximately 440 km^2 , spanning from northwest to southeast in the Dinaric direction. Because of its porous rock composition, Kras lacks surface water but owing to relatively high precipitation historically enabled deciduous forest formation. However, significant landscape transformation occurred during the Roman era, marked by extensive deforestation resulting in the formation of a dry rocky landscape. Over the past two centuries, Kras has undergone notable transformations again, initially with planned afforestation by black pine, followed by spontaneous afforestation and overgrowth, a trend expected to persist and, in some parts, even increase in the future (Kalogarič & Ivajnsič, 2014; Davidovič *idr.*, 2022).

However, Kras is located in the region where a transition from a continental to a sub-mediterranean climate is evident, thus making it the sunniest area in Slovenia (Zakšek *idr.*, 2007). Due to its permeable rocks and high irradiance, water deficits occur during summer months, when these adverse effects manifest in droughts and wildfires (Veble & Brečko Grubar, 2016). The effect is exacerbated by proliferation of typical vegetation of the intermediate grassland succession stage, dominated by grassland, tall herbs and shrub species, making it more susceptible to fire (Dolgan-Petrič, 1989). Consequently, in 2022, Kras experienced the largest wildfire in Slovenian history, consuming 3,700 hectares over 17 days and causing €26.88 million in damages. In addition to natural factors, the fire's impact was compounded by difficult terrain, hindering firefighter access, and over 10 tons of unexploded explosives from World War I (STA, 2023). To recover, ongoing reforestation efforts

include drought-resistant native deciduous species such as downy oak (*Quercus pubescens*), evergreen oak (*Quercus ilex*) and sessile oak (*Quercus petraea*) (RTVSLO, 2022).

Based on the above mentioned facts, the study addresses the following research questions: (1) can the spatial LST pattern in the study area be modelled with MGWR fitted with normalized vegetation index (NDVI) and average daily air temperature (TAS) values as predictor variables, (2) can the relative change in LST values be predicted for future climate change scenarios, and finally (3) what is the extent of human exposure to increased heat stress in the Natura 2000 site Kras?

2 Methodology

2.1 Data and preprocessing

To model relative heat stress, we employed land surface temperature (LST) as the dependent variable, with mean daily air temperature at 2 meters (TAS) and normalized difference vegetation index (NDVI) as independent variables (predictors). LST values (°C) were derived using the TerrSet module Landsat (TerrSet, 2020) from Landsat 4-5 TM data (thermal band B6) for the summer months (June, July, August) of 1990, 2000, and 2010. Thermal band preprocessing involved conversion from spectral radiance to temperature (Convert to at-satellite brightness temperature). Recent LST values were obtained by averaging summer values across the selected years. Data with a 30-meter pixel resolution for LST calculations were sourced from the EarthExplorer portal (USGS, 2024) managed by the US Geological Survey (USGS).

In the following methodological step, we compiled TAS data for both recent and future periods. Recent values (TAS_rec) were derived by calculating the annual average from monthly values spanning from 1981 to 2010. Future values encompassed the near-term period 2011-2040 (TAS25), mid-term period 2041-2070 (TAS55) and long-term period 2071-2100 (TAS85). Five climate models (GFDL-ESM4, IPSL-CM6A-LR, MPI-ESM1-2-HR, MRI-ESM2-0, UKESM1-0-LL) were employed. For each model two Shared Socioeconomic Pathways (SSP) were considered, an optimistic (ssp126) and a pessimistic (ssp585). The average TAS value across scenarios and time windows was calculated. All climatic data, obtained at approximately 1 km² resolution (30 arc seconds horizontal resolution), were sourced from the CHELSA portal (CHELSA, 2024), managed by the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL).

We used the NDVI as the second predictor. Recent NDVI values (NDVI_rec) were determined using the QGIS Semi-Automatic Classification Plugin (Congedo, 2021) for downloading data as well as atmospheric and radiometric corrections (Convert to reflectance, Dark object subtraction). Landsat 8 data, comprising the red band (B4) and near-infrared band (B5), was utilized for the summer months (June, July, August) of 2010. Subsequent NDVI projections for the near-term period 2011-2040 (NDVI25), mid-term period 2041-2070 (NDVI55) and long-term period 2071-2100 (NDVI85) were derived through a pixel level regression approach, integrating time-NDVI and TAS-NDVI datasets (Davidovič idr., 2022). Data with a 30-meter pixel resolution for NDVI calculations were also sourced from the EarthExplorer portal (USGS, 2024).

Next, 1000 random points were generated across the study area in the QGIS environment. For each point, the following attributes were assigned: x and y

coordinates, LST, TAS_rec, TAS25_126, TAS25_585, TAS55_126, TAS55_585, TAS85_126, TAS85_585, NDVI_rec, NDVI25, NDVI55 and NDVI85.

To assess the effect of potential increase or decrease of heat stress on demographics, we employed a 100 x 100 m grid dataset encompassing population data, including age distribution. Data were sourced in vector format from the STAGE portal (STAGE, 2024), which is managed by the Statistical Office of the Republic of Slovenia (SURs).

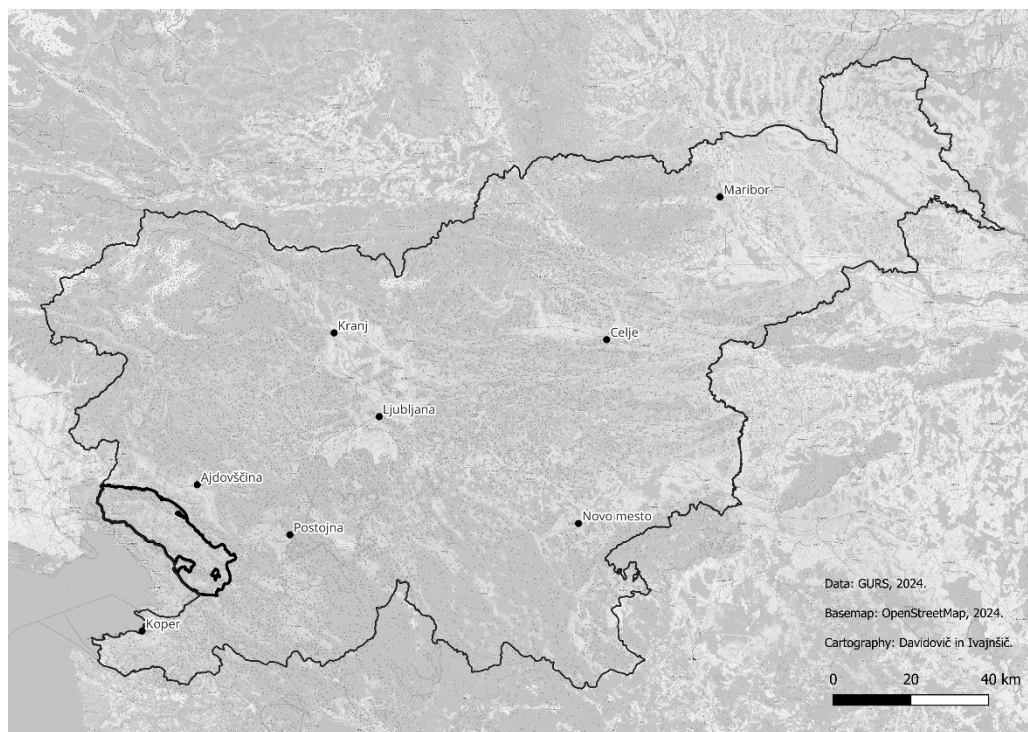


Figure 1: Location of the Natura 2000 site Kras.
Source: Authors.

2.2 Multiscale Geographically Weighted Regression

In conducting regression analysis, we employed MGWR 2.2 (T. Oshan idr., 2019), obtained from the School of Geographical Sciences & Urban Planning website (Arizona State University, 2024). The software processed tabular input of dependent variables and predictors, in our case derived from an attribute table containing 1000 random points. Key settings were: GWR mode (MGWR), spatial kernel (Adaptive, Bisquare), bandwidth searching (Golden selection), variable standardization (Off), initialization (GWR estimates), Monte Carlo test (On), bandwidths confidence (On), SOC (SOC-f), convergence threshold ($1e-5$), local collinearity (On), model type (Gaussian) and optimization criterion (AICc). Output includes a table presenting local linear equation values and statistical parameters for each point, alongside a text file containing summary statistics for the global and local regression model.

The MGWR analysis provided local coefficients, enabling the calculation of future LST values for each random point. These values were derived for future periods by utilizing the following multiple linear regression equation:

$$LSTx = \beta_0 + (NDVIx * \beta_{NDVI}) + (TASx_y * \beta_{TAS})$$

where LSTx is the recent or future land surface temperature at a given location, β_0 is the intercept (value of LSTx when NDVI and TAS are 0), NDVIx is the recent or future vegetation index value, β_{NDVI} is the regression coefficient for NDVI, TASx_y is the recent or future air temperature value in particular scenario and β_{TAS} is the regression coefficient for TAS. In addition, the standardized residuals (LSTx - LST) were tested for spatial autocorrelation with Moran's I statistics in the R statistical environment (R, 2024) by using the *spdep* package (Bivand, 2022). Model performance was evaluated by comparing global and MGWR regression R^2 and adjusted R^2 values, as well as AIC, AICc and BIC values. Finally, we calculated relative differences by dividing predicted LST values by recent/actual LST values.

The LSTx values and their relative differences were imported into QGIS (QGIS, 2024) and subjected to interpolation using the Triangulated Irregular Network (TIN) method, employing cubic interpolation (Clough-Toucher) across the research area. These processes provided raster layers for each considered time window with pixel resolution of 30 m. Final values were classified based on quartiles.

Subsequently, based on the areas exhibiting varying degrees of increasing potential heat stress, we quantified the population potentially exposed to elevated risks of heat stress in future periods.

3 Results

3.1 The recent LST, TAS and NDVI status

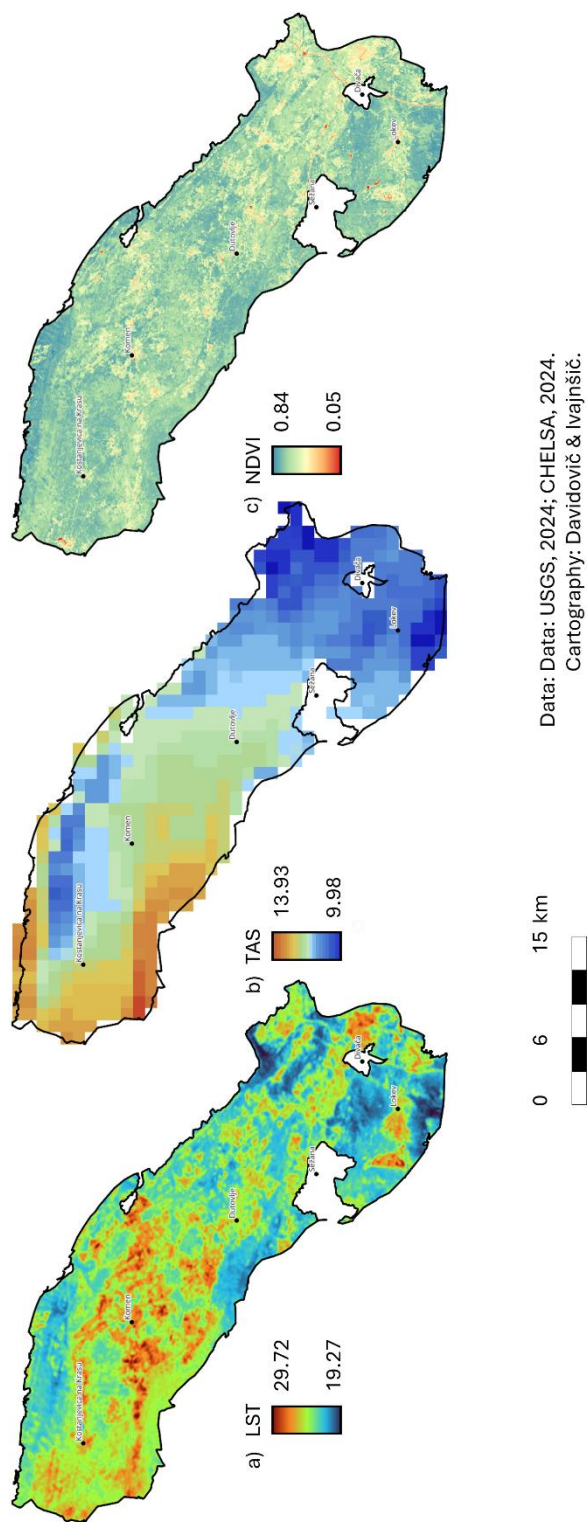
Recent LST values in the study area range from a minimum of 19.27°C to a maximum of 29.72°C, with an average of 24°C (Figure 2). Elevated LST values are predominantly observed in the central part around Komno, as well as in the northwestern and southern parts of the research area. These areas are characterized by built-up surfaces (settlements), which absorb and retain more electromagnetic radiation. Higher LST values are also noted in grasslands, vineyards, and overgrown areas. Conversely, lower LST values are observed at the edge of the plateau, particularly in the southern areas near Lokev and Divača. These areas, including hills Veliki Ognjivec and Veliko Gradišče to the south and Stol and Mali Ovčjak to the north, are characterized by higher altitudes, steeper slopes and forest land cover.

Recent TAS values range from a minimum of 10.05°C to a maximum of 13.93°C, with an average of 11.83°C (Figure 2). Elevated TAS values are predominantly observed in the northwestern parts around Kostanjevica na Krasu and in the west and southwest of town Komen. These areas, especially dry valley Brestoviški dol, are characterized by the lowest altitudes in the research area. Similarly to LST values, lower TAS values are observed at the edge of the plateau, particularly in the southern and northern areas with higher altitudes. In general, there is a distinct air temperature gradient, with warmer air temperatures in the northwest gradually transitioning to cooler air temperatures in the southeastern part. Some localized warm patches are interspersed within the predominantly cooler areas, suggesting microclimatic variations due to differences in elevation and land cover.

Recent NDVI values range from a minimum of 0.05 to a maximum of 0.84, with an average of 0.64. Elevated NDVI values are observed across the majority of the region suggesting extensive and dense vegetation cover, a characteristic of forested areas. However, some scattered patches exhibit lower NDVI values, primarily corresponding to build-up surfaces, bare soil, rocky outcrops or agricultural areas with sparse crops.

In general, higher LST are found in areas with lower NDVI values. This inverse relationship suggests that areas with sparse vegetation tend to have higher LST due to reduced shading and less evapotranspiration. Conversely, areas with dense vegetation tend to have lower LST values due to the forest cooling effect. TAS shows a less noticeable relationship with NDVI. Areas with high vegetation cover tend to have slightly lower TAS, suggesting that dense vegetation can moderate local climate. However, TAS is more influenced by broader climatic patterns and elevation changes than by vegetation alone, explaining why the relationship is not as evident as with LST. In addition, there is a general relationship where areas with higher LST also show higher TAS, especially in the northwestern area. However, due to the more localized nature of LST, which is impacted by relief and vegetation, and the broader climatic influences on TAS, the relationship can vary. Areas with low LST and low TAS often overlap, suggesting cooler microclimates both at the surface and in the air, likely due to higher altitudes and denser vegetation cover.

Figure 2: Recent a) land surface temperature, b) air temperature and c) NDVI values across the Natura 2000 site Kras.
Source: Authors.



3.2 Potential future TAS and NDVI development

Projected TAS values across three future periods range from 11.39°C to 19.37°C depending on different pathways of greenhouse gas emissions and climate change mitigation efforts (Figure 3). In near-term optimistic scenario, TAS values remain relatively low, predominantly between 11°C and approximately 15°C. In near-term pessimistic scenario, TAS values range shows a slight increase compared to the optimistic scenario, with values still mainly below 16°C. The region is characterized by a general warming trend, especially in the northwestern and some central parts. Lower TAS areas persist in higher elevations such as Trstelj and Stol in the north and Veliki Ognjivec and Veliko Gradišče in the southeast. However, their extent is reduced compared to the optimistic scenario.

In mid-term optimistic scenario, TAS values are higher than in near-term period, predominantly ranging from 12°C to about 16°C. The central and southeastern parts remain cooler, while the northwest shows increased warming. The warming trend is evident but remains moderate. In mid-term pessimistic scenario, there is a notable increase in temperature compared to both near-term projections and the mid-term optimistic scenario. Cooler areas are further reduced, with significant warming evident throughout the region, especially in the northwestern part.

In long-term optimistic scenario, TAS values are higher than in previous time sequences, predominantly between 13°C and 17°C. Cooler regions persist in the southeast, but the overall warming trend is recognizable. Lower TAS values dominate in higher elevations, indicating moderate warming compared to the optimistic scenario. In long-term pessimistic scenario, TAS range shifts significantly, with values predominantly between 15°C and 19°C. The entire region transitions to substantially higher values. There are minimal areas with average temperatures below 15°C, highlighting the severe impact of the pessimistic scenario.

In general, there is a clear progressive warming trend from near-term through long-term period across both scenarios. The optimistic scenario depicts a steady warming trend, maintaining lower average air temperatures and preserving cooler areas to some extent. The pessimistic scenario shows a more drastic and accelerated warming trend, with significantly higher average air temperatures and fewer cooler areas. Under the optimistic scenario, the region would experience moderate warming, allowing for adaptation strategies in agriculture, urban planning, and biodiversity conservation. However, under the pessimistic scenario, the region would face severe warming, leading to potential challenges in water availability and increased heat stress with impacts on local ecosystems and human health.

Near-term projections of mean NDVI values at 0.68 indicate extensive dense forest coverage with fewer patches of sparse vegetation, particularly concentrated around built-up areas (Figure 4). Mid-term projections reveal an increase in NDVI mean values to 0.75, signifying enhanced vegetation density throughout the region. The sparse vegetation patches appear to reduce, suggesting forest expansion into previously less vegetated areas. Long-term projections further amplify this trend, with NDVI mean values potentially rising up to 0.84, indicating even more pronounced forest progression. This suggests significant land cover changes and extensification of land use over time. Without management actions, a progressive trend of forest encroachment across the entire region is predicted. This trend could be attributed to various factors, including climate change and land management practices.

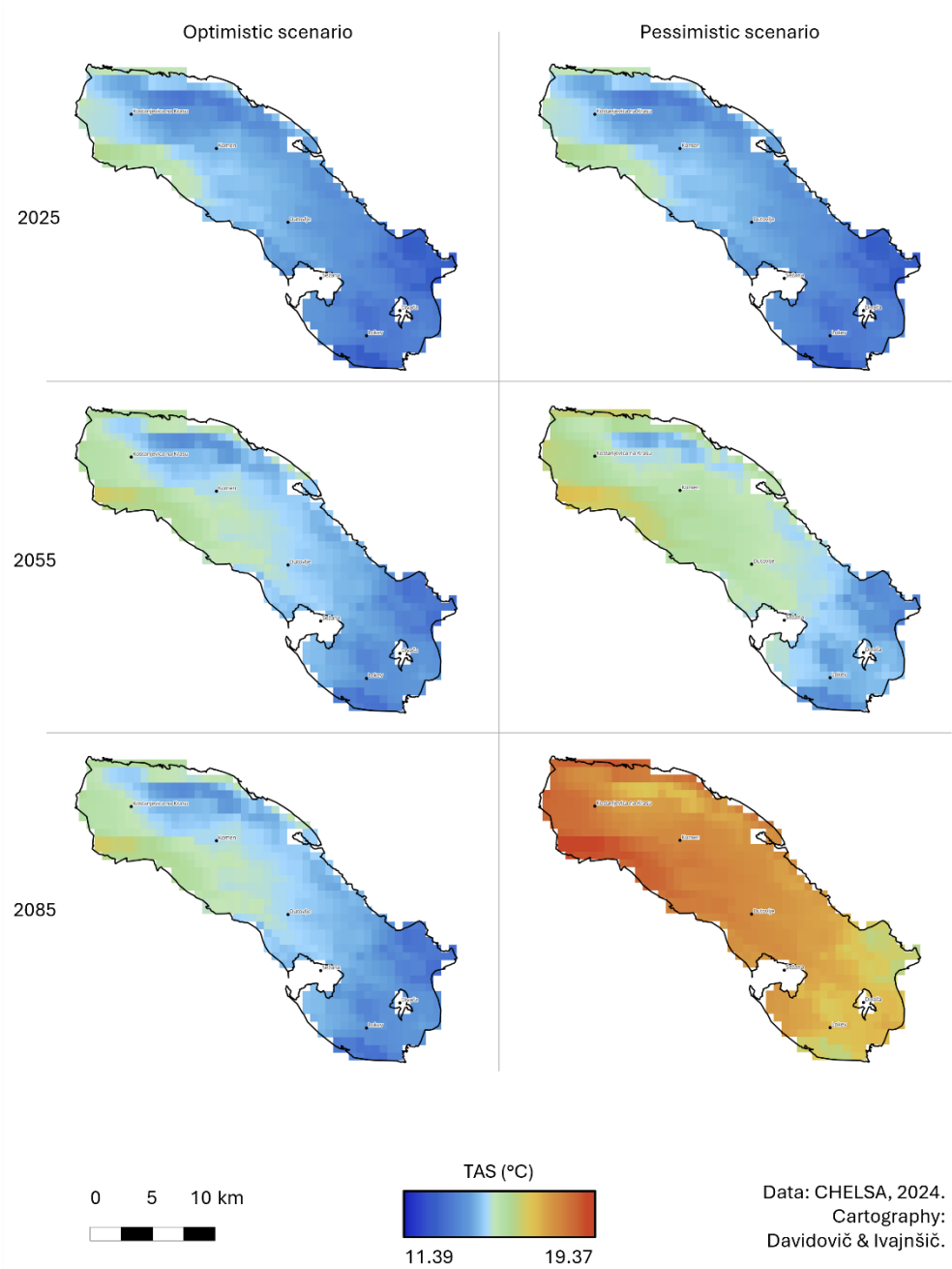
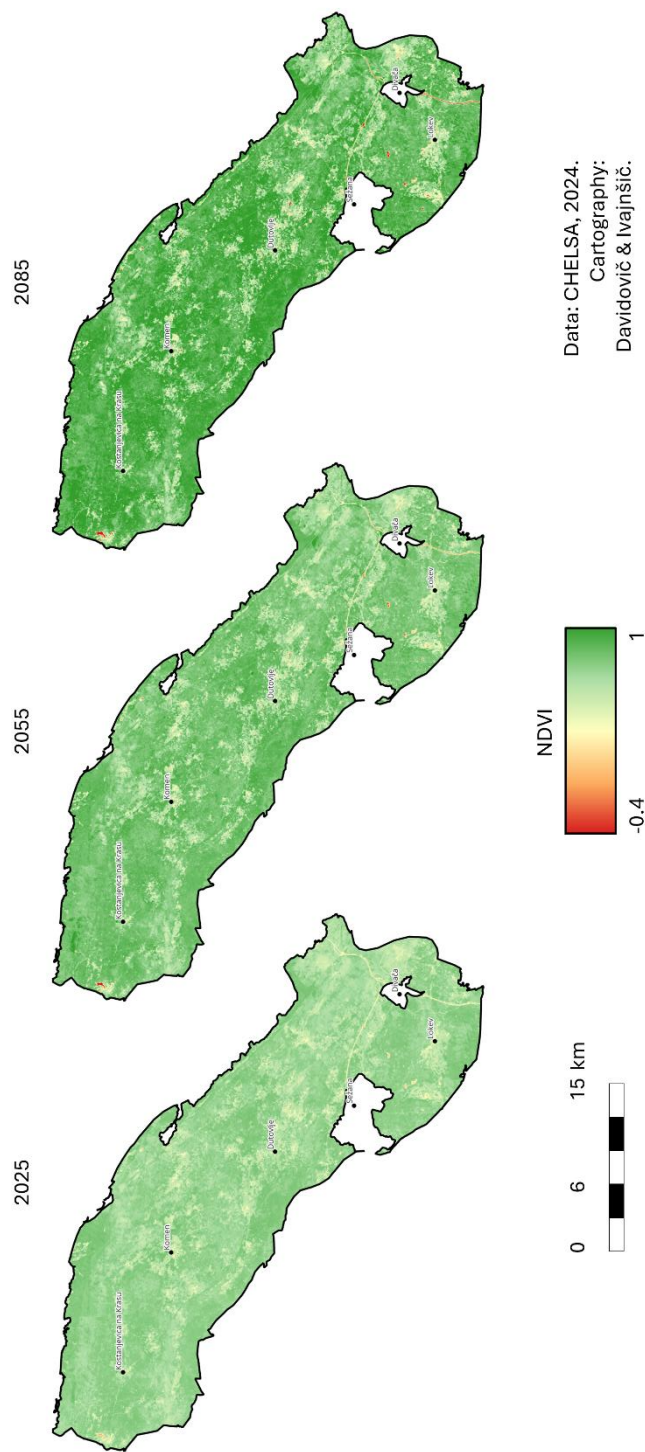


Figure 3: Future air temperature across the Natura 2000 site Kras.
Source: Authors.

Figure 4: Future NDVI values across the Natura 2000 site Kras.
Source: Authors.



3.4 Predicting relative heat stress with Multiscale geographically weighted regression

In the spatial model, LST was employed as the dependent variable, while TAS and NDVI served as predictors. Utilizing the MGWR 2.2 software, global regression results were generated (Table 1) and subsequently compared with the MGWR output (Table 2). From the global regression perspective, both predictors exhibited a statistically significant impact on the dependent variable ($p < \alpha$; $\alpha = 0.05$). TAS demonstrated a positive influence on LST, whereas NDVI exhibited a negative influence on LST. Additionally, the Monte Carlo spatial variability test indicated that both predictors had significant spatially varying estimates, confirming that the effects of these predictors vary across the study area.

Table 1: Global regression results and results of the Monte Carlo test for spatial variability.

Source: Authors.

Residual sum of squares		1358.402			
Log-likelihood		-1514.557			
AIC		3035.114			
AICc		3037.157			
R ²		0.482			
Adj. R ²		0.481			
Variable	Est.	SE	t(Est/SE)	p-value	Spatial variability p-value
Intercept	16.721	0.683	24.497	0.000	0.000
TAS_rec	1.159	0.055	21.142	0.000	0.000
NDVI_rec	-10.158	0.444	-22.864	0.000	0.000

Table 2: MGWR diagnostic information and summary statistics for MGWR parameter estimates.

Source: Authors.

Residual sum of squares		683.917			
Effective number of parameters (trace(S))		95.762			
Degree of freedom (n - trace(S))		851.238			
Sigma estimate		0.896			
Log-likelihood		-1189.628			
Degree of Dependency (DoD)		0.495			
AIC		2572.781			
AICc		2595.059			
BIC		3042.397			
R ²		0.739			
Adj. R ²		0.710			
Variable	Mean	STD	Min	Median	Max
Intercept	23.516	2.005	19.800	23.885	26.146
TAS_rec	0.598	0.116	0.406	0.585	0.836
NDVI_rec	-10.243	0.686	-11.815	-10.273	-8.644

The global regression model exhibited a moderately weak fit ($R^2 = 48\%$). In contrast, the MGWR approach significantly enhanced model performance, evidenced by a 2-

times lower residual sum of squares and a higher percentage of explained variance ($R^2 = 74\%$). Additionally, the AIC and the AICc values were notably lower in the MGWR model, indicating better model performance.

These diagnostics underscore the enhanced explanatory power and fit of the MGWR model relative to the global regression model. The parameter estimates of the MGWR model varied across the study area, effectively capturing local variations in the relationships between the dependent variable and the predictors. This spatial adaptability of the MGWR model provides a more detailed understanding of the factors influencing heat stress.

Moreover, the statistical insignificance (Moran's Index value = 0.06; $p > \alpha$; $\alpha = 0.05$) of standardized residual (under- and over-predictions) spatial autocorrelation additionally proved the appropriate MGWR model specification. Thus, MGWR can be used to statistically downscale global climate model-based air temperature variables like TAS for specific research areas.

3.5 Heat stress areas and population

Both near-term scenarios show a slight increase in LST with isolated areas experiencing slight decrease (Figure 6). According to mid-term projection, the optimistic scenario is characterized by expanding areas of decreased LST, especially in the northwest, while the pessimistic scenario shows more areas with slight increase similarly to near-term projections. Long-term optimistic scenario shows a substantial area with slight to moderate decreases in LST, while the pessimistic scenario indicates widespread increases, particularly in the southern part of the region. In general, the whole region is expected to experience a slight increase in LST due to increasing temperature owing to climate change. However, according to the long-term optimistic projection, the majority of the region is expected to record a decrease in LST. Similarly to other research (Hulley *idr.*, 2019; J. Liu *idr.*, 2021) we found that decreased LST aligns with high NDVI values due to denser vegetation typical for encroachment processes.

Despite identifying areas with decreasing LST in the future, significant risks remain for population in areas experiencing slight, moderate or significant increases in LST. In general, Slovenia's population is projected to decline by 7% by 2100, despite anticipated increases in fertility rates. Additionally, life expectancy at birth is expected to rise, leading to an aging population, with individuals aged 65 and older constituting over 32% of the population by 2100 (SURS, 2023). Given that the young and elderly are most susceptible to heat stress (Kenny *idr.*, 2010; UNICEF, 2023), the projected temperature rise is particularly concerning. However, despite practically ignoring the demographic temporal dynamics over the next decades, our assessment nevertheless highlights the increasing vulnerability of these age groups and emphasizes the need for appropriate and timely countermeasures. Some of the areas where the elderly population is concentrated are settlements of Dutovlje, Lokev and Komen (Figure 5).

In a near-term optimistic scenario, 70.6% of individuals, including 9.3% of young individuals and 17.8% of elderly individuals, reside in areas experiencing an increase in LST. Conversely, in the near-term pessimistic scenario, the number of people affected by the potential rise in LST slightly decreases to 70%, encompassing 9.2% of young individuals and 17.7% of elderly individuals. The differences between the two scenarios are subtle. The optimistic scenario predicts a marginally higher total

population (+0.5 percentage points), as well as slightly more young and elderly populations (+0.1 percentage point each) exposed to increased LST compared to the pessimistic scenario.

In a long-term optimistic scenario, 44% of individuals, including 5.8% of young individuals and 11.3% of elderly individuals, reside in areas experiencing a potential increase in LST. In contrast, in a long-term pessimistic scenario, the population affected by rising LST increases significantly to 83.8% of individuals, comprising 11.4% of young individuals and 21.1% of elderly individuals. Thus, in the pessimistic scenario, the overall affected population is nearly doubled compared to the optimistic scenario. Specifically, the number of young individuals affected increases by approximately 97%, while the number of elderly individuals affected shows an increase of about 86%. This indicates that under more adverse conditions, a significantly larger portion of both young and elderly populations are subjected to heightened LST, which could exacerbate the associated health risks and necessitate more robust adaptive measures.

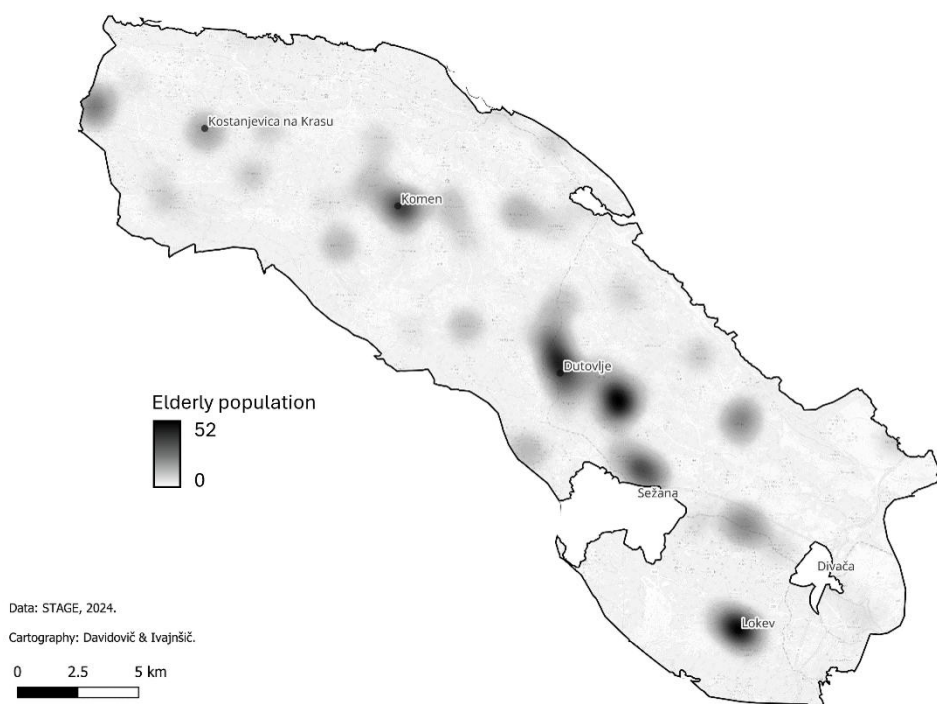


Figure 5: Elderly population across the Natura 2000 site Kras (variable is shown as an interpolated grid for visualization purposes only).

Source: Authors.

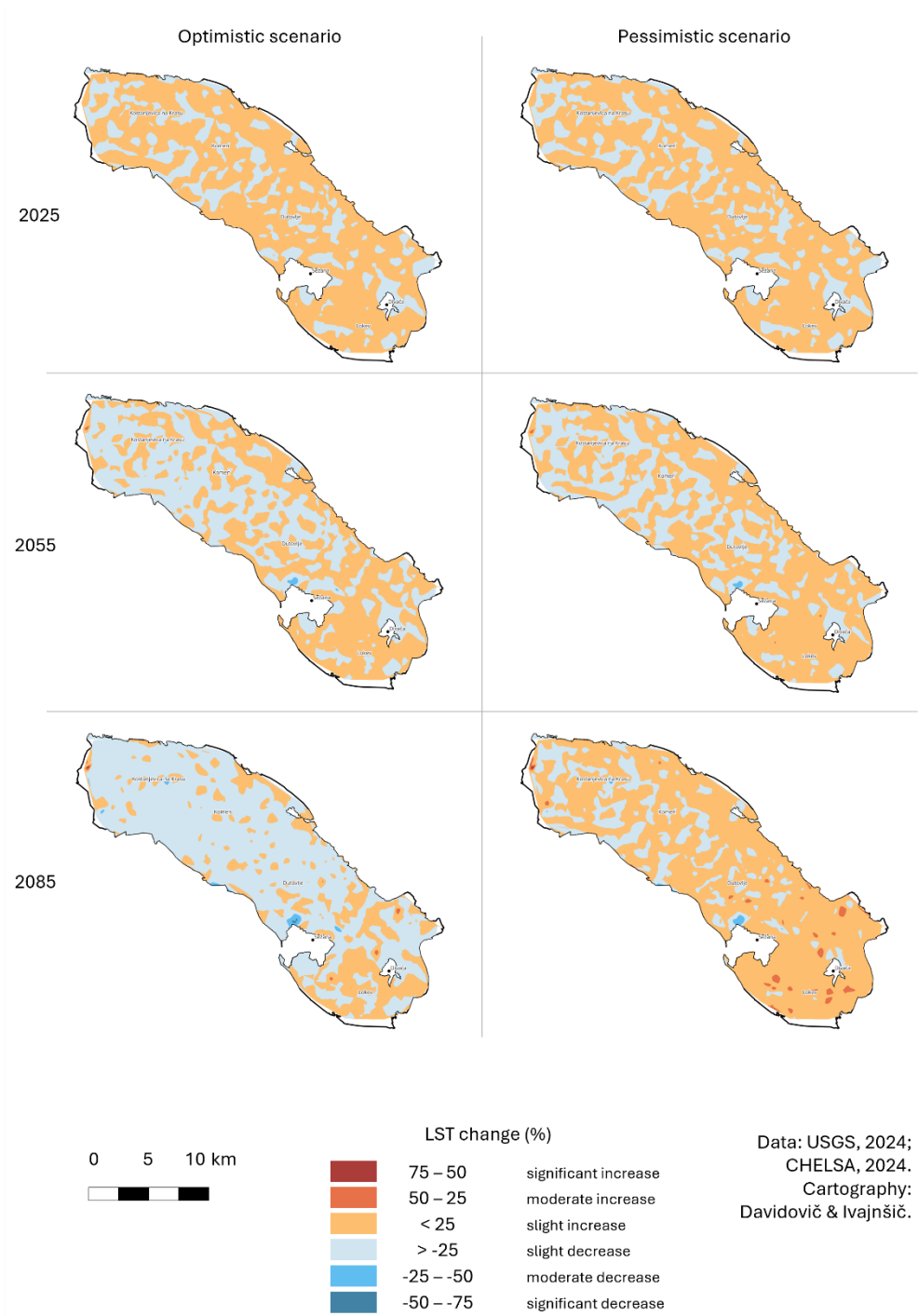


Figure 6: Future potential relative differences in heat stress across the Natura 2000 site Kras.
Source: Authors.

4 Conclusion

LST is a crucial variable for monitoring environmental changes and their impacts on the climate and biosphere at local, regional, and global scales. We used MGWR to model the spatial and temporal variability of LST using NDVI and TAS as predictor variables. Thus, the provided global climate model-based TAS variables (recent and future scenarios [pixel size = 1 km]) were downscaled for our specific study area (Natura 2000 site Kras) and then used to evaluate relative change in heat stress under predicated climate change scenarios in much better spatial resolution (pixel size = 30 m). The findings demonstrate significant spatial variability in LST (and thus potentially TAS), with higher temperatures notably in the southeastern parts of the study area. Future climate change scenarios predict an overall increase in relative heat stress, though areas with dense vegetation may experience a reduction. Human exposure to increased relative heat stress is projected to rise, with vulnerable populations being significantly affected.

Our findings confirm that the MGWR model effectively captures the spatial variability of LST in the study area. The integration of NDVI and TAS as predictors provides a robust framework for understanding the relationship between surface thermal conditions, air temperature and vegetation cover. The MGWR model successfully captured the spatial heterogeneity in LST, demonstrating a pronounced inverse relationship between NDVI and LST. Specifically, areas with higher vegetation cover typically exhibit lower LST, attributed to increased shading and evapotranspiration. Conversely, TAS exhibits a less pronounced relationship with LST, as it is more influenced by broader climatic patterns and elevation changes. However, our study proves that MGWR can be used to statistically downscale mean air temperature data (TAS) provided by global climate models for better regional and local scale studies.

The study confirms that relative changes in heat stress can be predicted for future climate change scenarios in better spatial resolution. The projections indicate a general increase in heat stress across the study area, with specific variations contingent on the scenario considered. The study delineates future relative heat stress patterns for near-term, mid-term, and long-term periods under both optimistic and pessimistic scenarios. These projections reveal that there is a consistent trend towards higher heat stress values, reflecting the broader impacts of global climate change. The magnitude of heat stress increase varies significantly between the scenarios, with the optimistic scenario projecting more moderate increases in heat stress and the pessimistic scenario suggesting more severe rises. Additionally, the rate of relative heat stress increase is not uniform over time, with near-term projections showing more gradual changes and mid-term to long-term projections indicating more pronounced increases. Spatial heterogeneity is also evident, as areas characterized by dense vegetation may experience smaller increases in heat stress or even slight decreases. These predictions emphasize the need for tailored regional planning and climate adaptation strategies approaches to address the specific thermal stress responses of different areas within the study region.

Human exposure to increased potential heat stress is anticipated to be substantial, particularly among vulnerable populations. The research projects that a significant portion of the population will inhabit areas experiencing elevated LST and heat stress under both optimistic and pessimistic climate scenarios. By the end of the century, the elderly, who are especially susceptible to heat stress, will be disproportionately affected. Beyond the direct impact on human health, elevated heat conditions can

also affect biodiversity, traditional activities such as the production of Karst Prosciutto ham, the spread of vector-borne diseases, the incidence of wildfires, drought, water availability, tourism activities and pollution levels. The research highlights the necessity for developing comprehensive adaptive strategies to mitigate the impacts of heat stress on both ecosystems and human health in the face of global warming.

The application of MGWR in this study has yielded a new understanding of heat stress patterns within the Natura 2000 site Kras under various climate change scenarios. Our findings delineate stark contrasts between optimistic and pessimistic scenarios, underscoring the potential benefits of implementing effective climate policies. The study also highlights the challenges posed by demographic changes in Slovenia, particularly the increasing proportion of elderly individuals, which is expected to place significant demands on healthcare systems. This demographic trend underscores the urgency of developing proactive strategies in healthcare services to ensure optimal living conditions amidst the anticipated impacts of climate change. Comprehensive and forward-thinking approaches are essential to address the compounded effects of climate and demographic changes, ensuring resilience and well-being of ecosystems and society.

References

- Adão, F., Fraga, H., Fonseca, A., Malheiro, A. C., & Santos, J. A. (2023). The Relationship between Land Surface Temperature and Air Temperature in the Douro Demarcated Region, Portugal. *Remote Sensing*, 15(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/rs15225373>
- Ahmed, M. R., Ghaderpour, E., Gupta, A., Dewan, A., & Hassan, Q. K. (2023). Opportunities and Challenges of Spaceborne Sensors in Delineating Land Surface Temperature Trends: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 23(7), 6460–6472. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2023.3246842>
- Almeida, C. R. de, Teodoro, A. C., & Gonçalves, A. (2021). Study of the Urban Heat Island (UHI) Using Remote Sensing Data/Techniques: A Systematic Review. *Environments*, 8(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/environments8100105>
- ARSO. (2019). Climate change projections for Slovenia over the 21st century (p. 23). https://www.meteo.si/uploads/probase/www/climate/text/en/publications/OPS21_brosura_ENG.pdf
- Awais, M., Li, W., Hussain, S., Cheema, M. J. M., Li, W., Song, R., & Liu, C. (2022). Comparative Evaluation of Land Surface Temperature Images from Unmanned Aerial Vehicle and Satellite Observation for Agricultural Areas Using In Situ Data. *Agriculture*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020184>
- Bird, D. N., Banzhaf, E., Knopp, J., Wu, W., & Jones, L. (2022). Combining Spatial and Temporal Data to Create a Fine-Resolution Daily Urban Air Temperature Product from Remote Sensing Land Surface Temperature (LST) Data. *Atmosphere*, 13(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/atmos13071152>
- Bivand, R. (2022). R Packages for Analyzing Spatial Data: A Comparative Case Study with Areal Data. *Geographical Analysis*, 54(3), 488–518. <https://doi.org/10.1111/gean.12319>
- Blum, M., Lensky, I. M., Rempoulakis, P., & Nestel, D. (2015). Modeling insect population fluctuations with satellite land surface temperature. *Ecological Modelling*, 311, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.05.005>
- Byrne, M. P., & O’Gorman, P. A. (2018). Trends in continental temperature and humidity directly linked to ocean warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(19), 4863–4868. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1722312115>
- CHELSEA. (2024). Chelsa Climate. <https://chelsa-climate.org/downloads/>
- Comber, A., Brunsdon, C., Charlton, M., Dong, G., Harris, R., Lu, B., Lü, Y., Murakami, D., Nakaya, T., Wang, Y., & Harris, P. (2023). A Route Map for Successful Applications of Geographically Weighted Regression. *Geographical Analysis*, 55(1), 155–178. <https://doi.org/10.1111/gean.12316>
- Congedo, L. (2021). Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64), 3172. <https://doi.org/10.21105/joss.03172>
- Davidovič, D., & Ivajnšič, D. (2020). Indeks vlažnosti tal Pomurja. *Revija Za Geografijo*, 15(1), 91–107.

Davidovič, D., Ivajnsič, D., & Čuš, J. (2022). Interakcija naravnih in družbenih razmer kot pospeševalec zaraščanja Krasa (pp. 101–120). <https://doi.org/10.18690/um.fnm.8.2022.5>

Dolgan-Petrič, M. (1989). Gozdni požari na kraškem gozdnogospodarskem območju Slovenije. *Geografski Vestnik*, 61, 71–82.

Donša, D., Grujić, V. J., Pipenbaher, N., & Ivajnsič, D. (2021). The Lyme Borreliosis Spatial Footprint in the 21st Century: A Key Study of Slovenia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212061>

Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., Dear, R. de, Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J., & Jay, O. (2021). Hot weather and heat extremes: Health risks. *The Lancet*, 398(10301), 698–708. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3)

ESA. (2024). Land Surface Temperature. <https://climate.esa.int/en/projects/land-surface-temperature/>

ESRI. (2024). Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR) (Spatial Statistics)—ArcGIS Pro | Documentation. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/multiscale-geographically-weighted-regression.htm>

Farr, D. (2022). Temperature trends in some major countries from the 1980s to 2019. *Journal of Geographical Sciences*, 32(1), 79–100. <https://doi.org/10.1007/s11442-022-1937-1>

Fotheringham, A. S., Oshan, T., & Li, Z. (2024). *Multiscale geographically weighted regression: Theory and practice* (First edition). CRC Press.

Fotheringham, A. S., Yang, W., & Kang, W. (2017). Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR). *Annals of the American Association of Geographers*, 107(6), 1247–1265. <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1352480>

Gallo, K., Hale, R., Tarpley, D., & Yu, Y. (2011). Evaluation of the Relationship between Air and Land Surface Temperature under Clear- and Cloudy-Sky Conditions. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50(3), 767–775. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2460.1>

Garcia-Santos, V., Niclòs, R., & Valor, E. (2022). Evapotranspiration Retrieval Using S-SEBI Model with Landsat-8 Split-Window Land Surface Temperature Products over Two European Agricultural Crops. *Remote Sensing*, 14(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/rs14112723>

GCOS. (2024). Land Surface Temperature. <https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/land-temperature>

Gkolemi, M., Mitraka, Z., & Chrysoulakis, N. (2023). Local scale surface temperature estimation by downscaling satellite thermal infrared observations using neural networks. 2023 Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE), 1–4. <https://doi.org/10.1109/JURSE57346.2023.10144083>

Hollmann, R., Merchant, C. J., Saunders, R., Downy, C., Buchwitz, M., Cazenave, A., Chuvieco, E., Defourny, P., Leeuw, G. de, Forsberg, R., Holzer-Popp, T., Paul, F., Sandven, S., Sathyendranath, S., Roozendaal, M. van, & Wagner, W. (2013). *The ESA Climate Change Initiative: Satellite Data Records for Essential Climate*

Variables. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94(10), 1541–1552.
<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00254.1>

Hulley, G. C., Ghent, D., Götsche, F. M., Guillevic, P. C., Mildrexler, D. J., & Coll, C. (2019). Land Surface Temperature. In *Taking the Temperature of the Earth* (pp. 57–127). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814458-9.00003-4>

IPCC. (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1st ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Ismaila, A.-R. B., Muhammed, I., & Adamu, B. (2022). Modelling land surface temperature in urban areas using spatial regression models. *Urban Climate*, 44, 101213. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101213>

Ivajnsič, D., Kaligarič, M., & Žiberna, I. (2014). Geographically weighted regression of the urban heat island of a small city. *Applied Geography*, 53, 341–353. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.07.001>

Ivajnsič, D., & Žiberna, I. (2019). The effect of weather patterns on winter small city urban heat islands. *Meteorological Applications*, 26(2), 195–203. <https://doi.org/10.1002/met.1752>

Kaligarič, M., & Ivajnsič, D. (2014). Vanishing landscape of the “classic” Karst: Changed landscape identity and projections for the future. *Landscape and Urban Planning*, 132, 148–158. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.004>

Kamal, H., Aljeri, M., Abdelhadi, A., Thomas, M., & Dashti, A. (2022). Environmental Assessment of Land Surface Temperature Using Remote Sensing Technology. *Environmental Research, Engineering and Management*, 78(3), Article 3. <https://doi.org/10.5755/j01.ere.m.78.3.31568>

Kenny, G. P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R. J., & Jay, O. (2010). Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 182(10), 1053–1060. <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050>

Kestens, Y., Brand, A., Fournier, M., Goudreau, S., Kosatsky, T., Maloley, M., & Smargiassi, A. (2011). Modelling the variation of land surface temperature as determinant of risk of heat-related health events. *International Journal of Health Geographics*, 10(1), 7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-10-7>

Khan, A., Chatterjee, S., & Weng, Y. (2021). 2—Characterizing thermal fields and evaluating UHI effects. In A. Khan, S. Chatterjee, & Y. Weng (Eds.), *Urban Heat Island Modeling for Tropical Climates* (pp. 37–67). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819669-4.00002-7>

Kim, S. W., & Brown, R. D. (2021). Urban heat island (UHI) intensity and magnitude estimations: A systematic literature review. *Science of The Total Environment*, 779, 146389. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146389>

Li, K., Guan, K., Jiang, C., Wang, S., Peng, B., & Cai, Y. (2021). Evaluation of Four New Land Surface Temperature (LST) Products in the U.S. Corn Belt: ECOSTRESS, GOES-R, Landsat, and Sentinel-3. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 9931–9945. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3114613>

- Li, Z.-L., & Duan, S.-B. (2018). Land Surface Temperature. In *Comprehensive Remote Sensing* (pp. 264–283). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10375-6>
- Li, Z.-L., Wu, H., Duan, S.-B., Zhao, W., Ren, H., Liu, X., Leng, P., Tang, R., Ye, X., Zhu, J., Sun, Y., Si, M., Liu, M., Li, J., Zhang, X., Shang, G., Tang, B.-H., Yan, G., & Zhou, C. (2023). Satellite Remote Sensing of Global Land Surface Temperature: Definition, Methods, Products, and Applications. *Reviews of Geophysics*, 61(1), e2022RG000777. <https://doi.org/10.1029/2022RG000777>
- Liang, S. (2018). 5.01 - Volume 5 Overview: Recent progress in Remote Sensing of Earth's Energy Budget. In S. Liang (Ed.), *Comprehensive Remote Sensing* (pp. 1–31). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10365-3>
- Liang, S., & Wang, J. (Eds.). (2020). Chapter 7—Land surface temperature and thermal infrared emissivity. In *Advanced Remote Sensing (Second Edition)* (pp. 251–295). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815826-5.00007-6>
- Liu, J., Hagan, D. F. T., & Liu, Y. (2021). Global Land Surface Temperature Change (2003–2017) and Its Relationship with Climate Drivers: AIRS, MODIS, and ERA5-Land Based Analysis. *Remote Sensing*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/rs13010044>
- Liu, Y., Wang, Y., Lin, Y., Ma, X., Guo, S., Ouyang, Q., & Sun, C. (2023). Habitat Quality Assessment and Driving Factors Analysis of Guangdong Province, China. *Sustainability*, 15(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su151511615>
- Maiti, A., Zhang, Q., Sannigrahi, S., Pramanik, S., Chakraborti, S., Cerda, A., & Pilla, F. (2021). Exploring spatiotemporal effects of the driving factors on COVID-19 incidences in the contiguous United States. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102784. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102784>
- NASA. (2023, December 31). [Text.Article]. Vegetation & Land Surface Temperature; NASA Earth Observatory. https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MOD_NDVI_M/MOD_LSTD_M
- NOAA. (2024). Annual 2023 Global Climate Report. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>
- Oshan, T., Li, Z., Kang, W., Wolf, L., & Fotheringham, A. (2019). MGWR: A Python Implementation of Multiscale Geographically Weighted Regression for Investigating Process Spatial Heterogeneity and Scale. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(6), 269. <https://doi.org/10.3390/ijgi8060269>
- Oshan, T. M., Smith, J. P., & Fotheringham, A. S. (2020). Targeting the spatial context of obesity determinants via multiscale geographically weighted regression. *International Journal of Health Geographics*, 19(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00204-6>
- Pablos, M., Martínez-Fernández, J., Piles, M., Sánchez, N., Vall-llossera, M., & Camps, A. (2016). Multi-Temporal Evaluation of Soil Moisture and Land Surface Temperature Dynamics Using in Situ and Satellite Observations. *Remote Sensing*, 8(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/rs8070587>
- Pouyan, S., Rahmanian, S., Amindin, A., & Pourghasemi, H. R. (2022). Chapter 15—Spatial and seasonal modeling of the land surface temperature using random forest. In H. R. Pourghasemi (Ed.), *Computers in Earth and Environmental Sciences* (pp. 221–234). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89861-4.00035-X>

- QGIS. (2024, April 19). <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>
- R. (2024). The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Reiners, P., Sobrino, J., & Kuenzer, C. (2023). Satellite-Derived Land Surface Temperature Dynamics in the Context of Global Change—A Review. *Remote Sensing*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/rs15071857>
- Rocha, N. S. da, Käfer, P. S., Skokovic, D., Veeck, G., Diaz, L. R., Kaiser, E. A., Carvalho, C. M., Cruz, R. C., Sobrino, J. A., Roberti, D. R., & Rolim, S. B. A. (2020). The Influence of Land Surface Temperature in Evapotranspiration Estimated by the S-SEBI Model. *Atmosphere*, 11(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/atmos11101059>
- RTVSLO. (2022, 6). Kras je najzahtevnejše področje za obnovo gozda. Sadi in seje se praktično v kamen. <https://www.rtvsl.si/okolje/kras-je-najzahtevnejse-podrocje-za-obnovo-gozda-sadi-in-seje-se-prakticno-v-kamen/635476>
- Shiff, S., Helman, D., & Lensky, I. M. (2021). Worldwide continuous gap-filled MODIS land surface temperature dataset. *Scientific Data*, 8(1), 74. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00861-7>
- STA. (2023). Mineva Leto Dni Od Požara Na Krasu. <https://www.sta.si/v-srediscu/pozar-kras-obletnica>
- STAGE. (2024). <https://gis.stat.si/>
- Sun, X., Tang, H., Yang, P., Hu, G., Liu, Z., & Wu, J. (2020). Spatiotemporal patterns and drivers of ecosystem service supply and demand across the conterminous United States: A multiscale analysis. *Science of The Total Environment*, 703, 135005. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135005>
- SURS. (2023, 5). <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/11124>
- TerrSet. (2020). Geospatial Monitoring and Modeling Software. <https://clarklabs.org/terrset/>
- Tomlinson, C. J., Chapman, L., Thornes, J. E., & Baker, C. (2011). Remote sensing land surface temperature for meteorology and climatology: A review. *Meteorological Applications*, 18(3), 296–306. <https://doi.org/10.1002/met.287>
- Ullah, W., Ahmad, K., Ullah, S., Tahir, A. A., Javed, M. F., Nazir, A., Abbasi, A. M., Aziz, M., & Mohamed, A. (2023). Analysis of the relationship among land surface temperature (LST), land use land cover (LULC), and normalized difference vegetation index (NDVI) with topographic elements in the lower Himalayan region. *Heliyon*, 9(2), e13322. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13322>
- UNICEF. (2023). Protecting Children from Heat Stress: A technical note (p. 54). <https://www.unicef.org/media/139926/file/Protecting-children-from-heat-stress-A-technical-note-2023.pdf>
- Ünsal, Ö., Lotfata, A., & Avcı, S. (2023). Exploring the Relationships between Land Surface Temperature and Its Influencing Determinants Using Local Spatial Modeling. *Sustainability*, 15(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su151511594>
- USGS. (2024). EarthExplorer. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Vargas Zeppetello, L. R., Raftery, A. E., & Battisti, D. S. (2022). Probabilistic projections of increased heat stress driven by climate change. *Communications Earth & Environment*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00524-4>

Veble, D., & Brečko Grubar, V. (2016). Pogostost in obseg požarov v naravi na Krasu in v slovenski Istri. *Geografski Vestnik*, 88(1), 9–20.

WMO. (2023, June 20). Climate Change Impacts Scar Europe, but Increase in Renewables Signals Hope for Future. <https://wmo.int/news/media-centre/climate-change-impacts-scar-europe-increase-renewables-signals-hope-future>

Zakšek, K., Marsetič, A., & Kokalj, Ž. (2007). Izkoriščanje sončne energije na Krasu. *Geodetski Vestnik*, 51(1), 35–47.

Zhang, Z., Li, J., Fung, T., Yu, H., Mei, C., Leung, Y., & Zhou, Y. (2021). Multiscale geographically and temporally weighted regression with a unilateral temporal weighting scheme and its application in the analysis of spatiotemporal characteristics of house prices in Beijing. *International Journal of Geographical Information Science*.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658816.2021.1912348>

Zhou, J., Teuling, A. J., Seneviratne, S., & Hirsch, A. (2022). Increasing population exposure to future heatwaves influenced by land-atmosphere interactions. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1990379/v1>

Žiberna, I., Pipenbaher, N., Donša, D., Škornik, S., Kaligarič, M., Bogataj, L. K., Črepinšek, Z., Grujić, V. J., & Ivajnšič, D. (2021). The Impact of Climate Change on Urban Thermal Environment Dynamics. *Atmosphere*, 12(9), Article 9.
<https://doi.org/10.3390/atmos12091159>

Povzetek

Temperatura površja (ang. *Land surface temperature, LST*) je ključna spremenljivka za monitoring okoljskih sprememb in njihovih vplivov na podnebje in biosfero. V raziskavi na Natura 2000 območju Kras smo uporabili satelitske posnetke in podnebne projekcije, ki smo jih obdelali z metodo geografsko obtežene regresije (ang. *Multiscale geographically weighted regression, MGWR*). Glavni rezultat je napovedni model, ki na podlagi temperature zraka (ang. *mean daily air temperature, TAS*) in vegetacijskega indeksa (ang. *normalized difference vegetation index, NDVI*) kaže prihodnje vrednosti LST v primeru optimističnih in pesimističnih scenarijev skupnega družbeno-ekonomskega razvoja (ang. *Shared Socioeconomic Pathways, SSP*). Praktično smo na ta način prostorsko izboljšali spremenljivko TAS in tako ocenili potencialen vpliv toplotnega stresa na prebivalstvo na obravnavanem območju.

Rezultati kažejo večjo prostorsko variabilnost sedanjih vrednosti LST, ki segajo od 19,27 °C do 29,72 °C. Kot pričakovano so višje vrednosti LST značilne za pozidana in nižje ležeča območja, medtem ko so nižje vrednosti značilne za gozdnata in višjih ležeča območja. Natančneje, višje vrednosti LST so koncentrirane v osrednjem delu okoli Komna ter severozahodnem in južnem delu raziskovalnega območja, medtem ko so nižje vrednosti značilne za obrobje Krasa.

Predvideno je, da bodo prihodnje podnebne razmere povzročile povišanje temperature zraka, tako da so v skoraj vseh napovednih obdobjih pričakovana povišanja vrednosti LST (in posledično TAS). Kljub blažilnemu vplivu vegetacije, ki se bo po pričakovanih širila zaradi pogozdovanja in ogozdovanja, splošni trend kaže na višje vrednosti LST in povečan toplotni stres. Obsežnejše in močnejše segrevanje je predvideno predvsem v južnih in osrednjih delih Krasa, zlasti na pozidanih in manj poraslih območjih.

Napovedni model kaže, da se bo izpostavljenost toplotnemu stresu močno povečala, kar bo lahko prizadelo predvsem mlado in starejše prebivalstvo. Glede na demografsko staranje Slovenije se bo občutljivost na toplotni stres še krepila. Poleg toplotnega stresa prebivalstva lahko povišane temperature tal in zraka vplivajo na biodiverziteti, tradicionalne dejavnosti, kot je proizvodnja kraškega pršuta, širjenje prenosljivih bolezni, požare, sušo, dostopnost vode, turizem in onesnaževanje.

Uporaba MGWR v raziskavi je omogočila novo razumevanje vzorcev toplotnega stresa na Natura 2000 območju Kras v različnih scenarijih podnebnih sprememb. Naše ugotovitve kažejo velike razlike med optimističnimi in pesimističnimi scenariji, kar nakazuje na velike potencialne koristi izvajanja učinkovitih podnebnih politik. Sonaravni ukrepi imajo lahko ključno vlogo pri zmanjševanju toplotnega stresa, ohranjanju biodiverzitete, izboljšanju zdravja, povečanju prehranske varnosti, zagotavljanju delovnih mest in povečanju sekvenciacije ogljika. Raziskava poudarja tudi izzive, ki jih prinašajo demografske spremembe, predvsem naraščanje deleža starejših. Zaradi nevarnih posledic podnebnih sprememb za ranljivo prebivalstvo so potrebni ciljno usmerjeni ukrepi javnega zdravja in urbanističnega načrtovanja. Tako se lahko s celovitimi in proaktivnimi strategijami zagotovi odpornost ekosistemov in kakovost bivalnega okolja družbo.

Mobilnostni načrt za Splošno bolnišnico Novo mesto: koraki k zmanjševanju okoljskih vplivov in povečanju podnebne odpornosti

Prejeto/
Received:
10. maj 24
Popravljen/
Revised:
14. maj 24
Sprejeto/
Accepted:
19. jun. 24
Objavljeno/
Published:
30. jun. 24

Vane Urh 

Razvojni center Novo mesto, d. o. o.; Novo mesto, Slovenija
vane.urh@rc-nm.si

Izvleček

V članku sta predstavljena postopek izdelave mobilnostnega načrta za Splošno bolnišnico Novo mesto in njegov prispevek k zmanjševanju okoljskega vpliva zdravstva in prometa. Posebej so predstavljeni analiza potovalnih navad in ukrepi, ki so prispevali k spodbujanju in ozaveščanju o prometnih značilnostih na lokaciji, ki ustvarja veliko prometa. Dodatno smo z analizo pomembnosti in učinkovitosti poskušali določiti dejavnike, ki lahko najbolj vplivajo na spremembo potovalnih navad v smeri bolj trajnostne mobilnosti, ki bo prispevala k zelenemu prehodu na način zmanjševanja in prilagajanja podnebnim spremembam.

Ključne besede

Mobilnostni načrt, potovalne navade, prilagajanje in blaženje podnebnih sprememb

Abstract

Mobility plan for the General Hospital Novo mesto: steps towards reducing environmental impacts and increasing climate resilience

The article presents the process of creating a mobility plan for the General Hospital Novo mesto and its contribution to reducing the environmental impact of healthcare and traffic sectors. An analysis of travel habits and measures that contributed to the promotion and awareness of sustainable mobility in a location that generates a lot of traffic are specifically presented. Additionally, by an importance-performance analysis, we tried to determine the factors that could most influence the change in travel habits in the direction of more sustainable mobility. Change of modal split in favour of more sustainable mobility will contribute to the green transition and have an impact to adaptation and mitigation of climate change.

Keywords

Mobility planning, travel habits, adaptation and mitigation of climate change



© Avtor/Author,
2024



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

1 Uvod

V času, ko negativne posledice podnebnih sprememb postajajo neizogibna realnost, njihove posledice pa vse hujše, se soočamo z vprašanji, ki zahtevajo trajnostne rešitve in inovativne pristope. V tej luči smo v okviru sodelovanja med regionalno razvojno agencijo Razvojni center Novo mesto, norveško univerzo Nord in Splošno bolnišnico Novo mesto izdelali mobilnostni načrt za omenjeno bolnišnico ne le kot odgovor na perečo potrebo po izboljšanju prometa in trajnostne mobilnosti, temveč tudi kot priložnost za povečanje odpornosti proti podnebnim spremembam.

Splošna bolnišnica Novo mesto je pomembno vozlišče zdravstvene oskrbe v regiji in ima ključno vlogo pri zagotavljanju zdravstvenih storitev številnim prebivalcem. Je druga največja regionalna in četrta največja bolnišnica v Sloveniji, ki v središču Novega mesta ustvarja številne prometne tokove. Na povprečni dan v letu 2019 je bilo v novomeški bolnišnici 1200 zaposlenih, 55 oskrbljenih pacientov, 465 ambulantnih pregledov in dodatno še obiskovalcev, poslovnih obiskov ter tovornega prometa. Iz raziskav o potovalnih navadah na državni ravni sklepamo, da je bila večina opravljenih poti izvedenih z osebnim vozilom. V letu 2016 je bilo v regiji Jugovzhodna Slovenija 87 % vseh poti opravljenih z osebnim vozilom, leta 2022 pa že 90 % (Pretnar, 2016; Rikato Ružič idr., 2022). Vse to ustvarja velik pritisk na lokalno in državno infrastrukturo ter ustvarja posredne prometne stroške v obliki zastojev, nesreč, onesnaženja in degradacije okolja. Za spremembo trenda v smeri bolj trajnostne mobilnosti in prometa z manjšimi vplivi na okolje in podnebje je bil izdelan mobilnostni načrt za Splošno bolnišnico Novo mesto. S tem se izboljšuje pogoje za bolj trajnostno mobilnost, načrtuje ukrepanje za blažitev podnebnih sprememb in prispeva k prilagajanju in odpornosti lokacije bolnišnice na podnebne spremembe.

Promet je eden večjih virov emisij toplogrednih plinov, ki prispevajo k podnebnim spremembam. Po podatkih Medvladnega foruma za podnebne spremembe (IPCC) je odgovoren za približno 14 % globalnih emisij toplogrednih plinov, v Evropski uniji pa je leta 2018 prispeval skoraj 40 % vseh emisij dušikovih oksidov ter približno 10 % vseh emisij trdih delcev premera 10 in 2,5 mikromilimetra. Od leta 1990 so emisije iz prometa kljub prizadevanjem za njihovo zmanjšanje naraščale, kar je povezano z visoko stopnjo motorizacije in dolgimi razdaljami. Za zmanjšanje vpliva prometa na podnebne spremembe je nujen prehod na trajnostne oblike mobilnosti, kar vključuje, na primer elektrifikacijo vozil, izboljšanje javnega prevoza in pametno načrtovanje mest, ki zmanjšujejo potrebo po dolgih potovanjih in spodbujajo trajnostne načine prevoza (IPCC, 2014; EEA, 2016). Podnebne spremembe bodo vplivale na prometno infrastrukturo in vzorce mobilnosti. Povišane povprečne temperature in pogostejši vročinski valovi lahko povzročijo poškodbe cestnih površin, deformacije železniških tirov in povečano obrabo infrastrukture. Močni nalivi in poplave ogrožajo prometne poti, povzročajo izpade v prometu in dodatno obremenjujejo vzdrževalne sisteme. Dolgotrajne suše lahko zmanjšajo zanesljivost hidroenergetskih virov, kar vpliva na delovanje električnih vozil in javnega prevoza. Prometni sektor se bo moral prilagoditi novim razmeram s trajnostnimi ukrepi, kot so nadgradnja in vzdrževanje infrastrukture, razvoj prožnejših prometnih sistemov ter spodbujanje uporabe okolju prijaznejših prevoznih sredstev. Pomembno bo načrtovanje mestnih območij, ki bodo manj občutljiva na podnebne spremembe, in povečanje odpornosti prometnih omrežij na ekstremne vremenske dogodke (Jaroszewski idr., 2010).

Z vidika mobilnostnega načrta za splošno bolnišnico podnebna odpornost pomeni sposobnost bolnišnice, da se prilagodi in odzove na izzive, ki jih prinašajo podnebne spremembe za mobilnost in promet. To zajema, na primer: 1) načrtovanje in izvajanje ukrepov, ki omogočajo nemoteno delovanje bolnišnice v primeru posebnih vremenskih razmer, kot so vročinski valovi, požari ali neurja; 2) sodelovanje z lokalno skupnostjo pri izobraževanju in ozaveščanju prebivalcev o okolju, podnebj in prometu; 3) uporabo digitalnih rešitev za spremljanje prometnih tokov in upravljanje mobilnosti.

Pri izdelavi mobilnostnega načrta je sodelovala skupina deležnikov, ki so bili vključeni v različnih fazah (analiza stanja, postavljanje vizije in ciljev, ukrepanje) in na različne načine (neposreden stik, delavnice, sestanki, prek spleta). Najpomembnejši so bili zaposleni na lokaciji, uporabniki zdravstvenih storitev in obiskovalci. Poleg teh smo vključili predstavnike interesnih skupin (društev in neformalnih organizacij), ponudnike storitev javnega prevoza potnikov, lokalno skupnost ter splošno javnost. Ti so bili vključeni skozi celoten proces izdelave mobilnostnega načrta, kar pomeni, da je bil izdelan na vključujoč način. Rezultati vključevanja javnosti so bili predstavljeni in raziskani v okviru različnih dejavnosti, ki jih podrobneje predstavljamo v naslednjih poglavjih. Poleg tega predstavljamo nekatere ukrepe, ki jih je Splošna bolnišnica Novo mesto izvedla z namenom blaženja in prilagajanja podnebnim spremembam.

2 Metodologija

Mobilnostni načrt za Splošno bolnišnico Novo mesto je bil izdelan kot instrument za izboljšanje mobilnosti na lokaciji in kot pristop k blaženju vplivov podnebnih sprememb. V luči povečanih povprečnih temperatur, vročinskih valov, dolgotrajnih suš, močnih nalivov in velikih temperaturnih nihanj, ki jih prinašajo podnebne spremembe, načrt vključuje ukrepe, ki prispevajo k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov in prometne obremenitve (izposoja koles, polnilna infrastruktura za alternativna goriva). S temi ukrepi načrt neposredno naslavlja izzive, kot so zmanjšanje onesnaženosti zraka in hrupa ter izboljšanje kakovosti življenjskega okolja. V skladu s Smernicami za pripravo mobilnostnih načrtov za ustanove, ki jih je izdalo Ministrstvo za infrastrukturo (Plevnik idr., 2019), smo izvedli različne metodološke pristope za pridobitev celovitih in zanesljivih podatkov. Namen mobilnostnih načrtov za ustanove je, da prepoznajo in izboljšajo razmere v prometu na njihovem ožjem in širšem območju. Tako kot nekatere občine pripravljajo in izvajajo celostne prometne strategije, lahko ustanove z izvajanjem mobilnostnega načrta prispevajo k izboljšanju kakovosti lokalnega okolja.

Prvi metodološki pristop je bil uporaba ankete, ki smo jo izvedli med zaposlenimi v bolnišnici, pacienti in obiskovalci s pomočjo spletnega vprašalnika ($n=279$). Z njo smo izvedli raziskavo o mobilnostnih navadah zaposlenih, pacientov in obiskovalcev Splošne bolnišnice Novo mesto. S pridobivanjem vpogleda v obstoječe mobilnostne navade smo oblikovali strategije za izboljšanje pogojev za trajnostno mobilnost. Ta analiza je bila ključnega pomena za razumevanje stanja in razvoj ukrepov, ki bi prispevali k doseganju dolgoročnejših ciljev mobilnostnega načrta. Anketa nam je omogočila zbiranje kvantitativnih podatkov o potovalnih navadah in odločitvah v zvezi s prevoznimi sredstvi.

Na podlagi rezultatov ankete smo izvedli analizo pomembnosti in uspešnosti (Martilla in James, 1977), s katero smo zasnovali okvir za opredelitev najbolj smiselnih

ukrepov, ki lahko vplivajo na spremembo potovalnih navad. Pri analizi pomembnosti in uspešnosti se najprej opredeli kazalnike, ki jih je treba meriti. Nato sta za vsak kazalnik v vprašalniku vsakemu anketirancu podani dve vprašanji oziroma trditvi. Prva izjava meri pomembnost, druga pa uspešnost (delovanja, izvajanja, izvrševanja). V analizi se primerja povprečne ocene za kazalnike glede pomembnosti in uspešnosti. To nam je pomagalo razumeti, kateri kazalniki so najbližje ravnovesju med pomembnostjo in uspešnostjo, kar pomeni, da je stanje zadovoljivo. Kjer je bila ocena pomembnosti kazalnika višja od ocene uspešnosti (v primeru naše raziskave zaznavanje ovir), to pomeni, da obstaja razhajanje med želenim in obstoječim stanjem. Nazadnje smo upoštevali teoretični okvir, ki je temeljil na uporabi psiholoških in ekonomskih teorij za razumevanje vplivov na izbiro prometnih načinov. Ta nam je pomagal razložiti motive in ovire za spreminjanje potovalnih navad ter oblikovati ukrepe za spodbujanje trajnostne mobilnosti (Bamberg, Ajzen in Schmidt, 2003).

Nadalje smo na podlagi rezultatov organizirali fokusno skupino in opravili intervju z izbrano skupino ključnih deležnikov (bolnišnica, lokalna skupnost, ponudnik javnega prevoza, predstavnik nevladne organizacije), da bi pridobili poglobljene informacije o njihovih stališčih, potrebah in pričakovanjih v zvezi z mobilnostjo na lokaciji bolnišnice.

V naslednjem koledarskem letu smo ponovili raziskavo o potovalnih navadah. S podporo informacijskega orodja smo objavili anketni vprašalnik in prek njega zbirali odzive med zaposlenimi, pacienti in obiskovalci lokacije. Zbrali smo 279 odzivov, kar pomeni, da je bil vzorec prve in ponovitvene raziskave enako obsežen, a ne enak (niso odgovarjale enake osebe). Za spremljanje potovalnih navad smo iskali informacijo o načinu zadnjega dostopa do lokacije Splošne bolnišnice Novo mesto. Če smo v prvi raziskavi bolj obširno zajeli stanje, smo se v ponovitveni raziskavi osredotočili na bistvene kazalnike potovalnih navad, ki kažejo na spremembe v vedenju in posledično na vpliv prometa na okolje in podnebje.

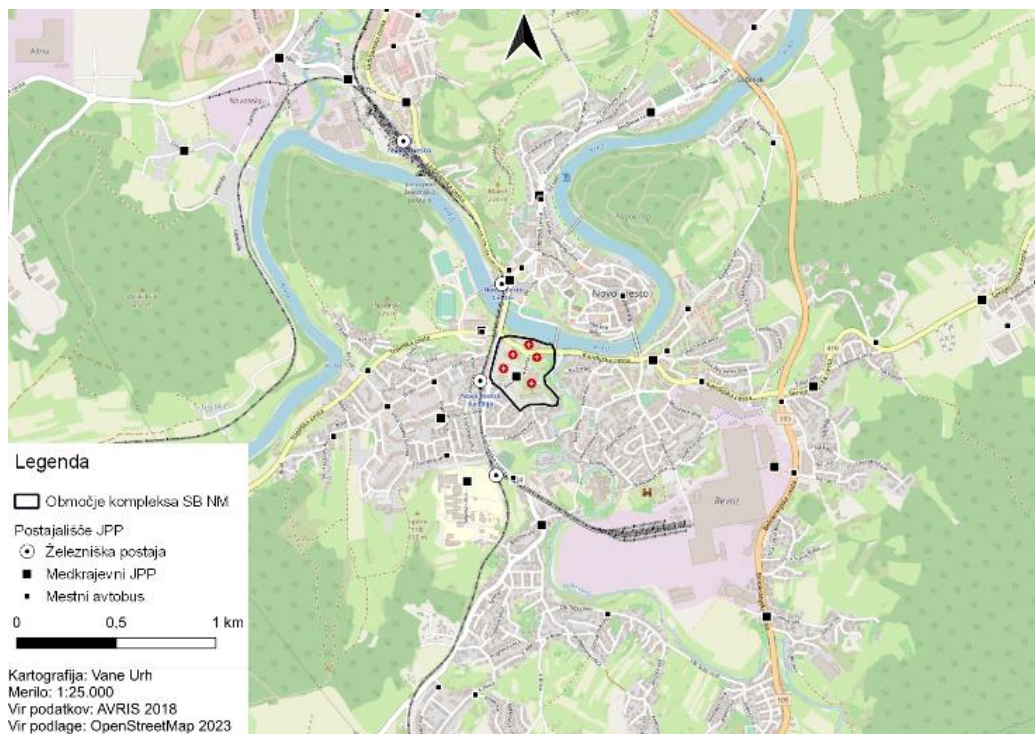
S štirimi različnimi metodološkimi pristopi smo zagotovili celovit in multidisciplinaren pogled na problematiko prometnih tokov v okolici bolnišnice ter osnovo za oblikovanje ukrepov v mobilnostnem načrtu, ki prispevajo k povečanju podnebne odpornosti in trajnosti. Poleg raziskovalnega dela so bile med izdelavo mobilnostnega načrta izvedene tudi druge dejavnosti, kot so promocija in sporočila za javnost, ukrepi za spodbujanje bolj trajnostne mobilnosti (postavitev postaje za izposajo koles in kolesarnice, nakup koles, polnilnice za električna vozila), dva študijska obiska med norveškimi in slovenskimi organizacijami za izmenjavo znanja, organizacija tematskih dogodkov ter mreženje med različnimi deležniki za razumevanje in izboljšanje stanja na področju vpliva prometa na podnebne spremembe in njegovo odpornost.

3 Rezultati

3.1 Prometne in potovalne značilnosti za Splošno bolnišnico Novo mesto

Splošna bolnišnica Novo mesto je ena pomembnejših in starejših ustanov v Novem mestu, ki je bila zgrajena leta 1894. Nahaja se ob okljuku reke Krke med železniško postajo Novo mesto Kandija, potokom Težka voda in državno cesto regionalnega značaja (Kandijska cesta), na kateri je bilo leta 2022 14.700 povprečnega letnega dnevnega prometa (Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija Republike Slovenije za ceste, 2024). Območje bolnišnice ob glavnih prometnicah je še posebej obremenjeno ob delovnikih, saj je Novo mesto močno regijsko gospodarsko središče s 24.851

delovnimi mesti (december 2023), večina poti pa je opravljenih z osebnim vozilom (Pretnar, 2016; SURS, 2024). Dodatno so ob kompleksu bolnišnice tudi ostale storitve splošnega pomena, kot so zdravstveni dom, lekarna, enota Zavoda za gozdove in enota Kmetijsko-gozdarske zbornice Slovenije. Prometna infrastruktura in storitve na območju so večinoma namenjene osebnim vozilom. V neposredni bližini so številna parkirna mesta, medtem ko je frekvenca voženj mestnega in medkrajevnega potniškega prometa slabša. V zadnjih letih so bile izvedene številne ureditve pešpoti in kolesarskih povezav, a je njihovo stanje še vedno ocenjeno kot manj varno, kar ne prispeva k povečanju deleža opravljenih poti peš ali s kolesom (Simsekoglu in Mathisen, 2024).

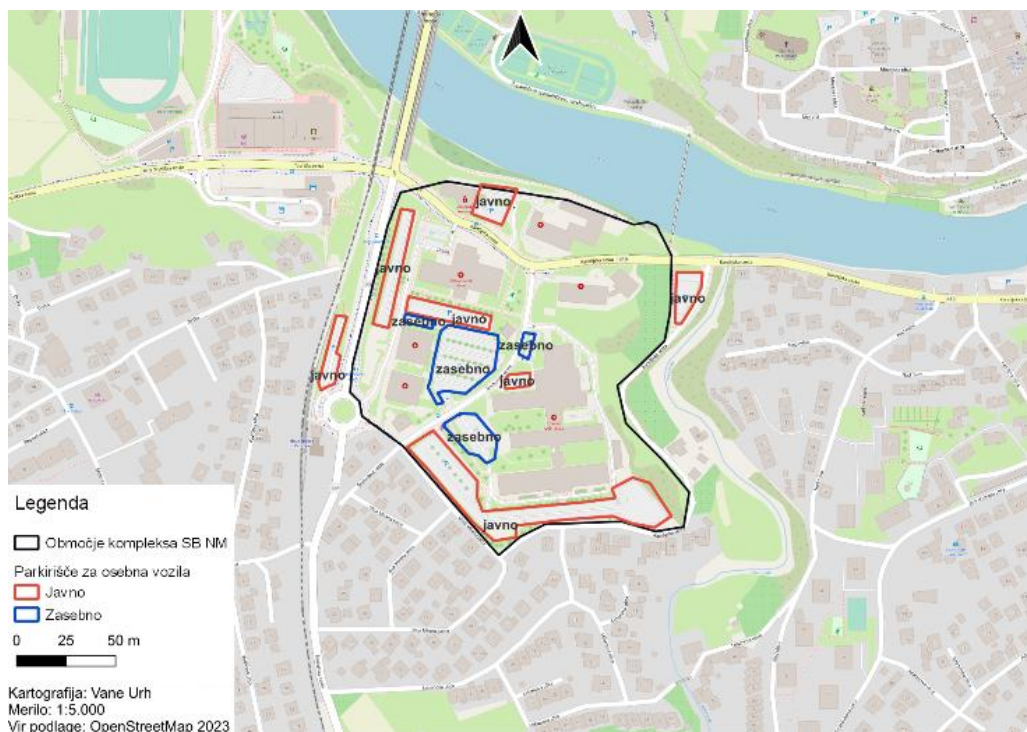


Slika 1: Območje kompleksa Splošne bolnišnice Novo mesto.

Vir: lasten prikaz.

S 1200 zaposlenimi je bila Splošna bolnišnica Novo mesto leta 2022 četrty največji delodajalec v Mestni občini Novo mesto. Največ zaposlenih je na delo prihajalo iz občin Novo mesto (44 %), Šentjernej (5 %), Trebnje (5 %), Črnomelj (4 %) in Krško (4 %). Splošna bolnišnica Novo mesto je eden pomembnejših ciljev opravljenih poti v regiji Jugovzhodna Slovenija. Leta 2021 je na ambulantni pregled prišlo 291.000 pacientov, leta 2022 311.000 in leta 2023 329.000. To pomeni med 1200 in 1500 dnevni prihodov in odhodov. Večina teh oseb je iz bližnjih občin in naselij, v manjši meri pa tudi iz drugih slovenskih občin. Vsi večinoma prihajajo z osebnimi vozili in parkirajo na različnih parkiriščih. Parkirišča za zaposlene in ostale so ločena. Pacienti in obiskovalci parkirajo na plačljivem parkirišču, ki se nahaja na zahodni in južni strani stavbe 1 ob Šmihelski cesti in Ulici Mirana Jarca. Možnost parkiranja obstaja tudi na plačljivih javnih parkiriščih, s katerimi upravlja Mestna občina Novo mesto – ta so pri

zdravstvenem domu, ob Težki vodi, pri železniški postaji Kandija ter pri Dolenjski lekarni na Kandijski cesti.



Slika 2: Ožje območje Splošne bolnišnice Novo mesto in možnosti parkiranja osebnih vozil.

Vir: lasten prikaz.

Leta 2023 je bila izvedena anketa o potovalnih navadah na lokaciji Splošne bolnišnice Novo mesto. Razvit je bil vprašalnik za merjenje potovalnih vzorcev in mnenj anketirancev o različnih vidikih trajnostnih načinov mobilnosti, zaznavanju ovir pred uporabo različnih načinov potovanja in končnih dejavnikov, ki bi jih spodbudili k uporabi bolj trajnostnih načinov potovanja. Prvi del ankete je vključeval vprašanja o mobilnostnih navadah (npr. avtomobil z bencinskim/dizelskim/elektro motorjem, avtobus, vlak, hoja), da bi ugotovili vzorce potovanja med anketiranci. Bila so tudi ostala vprašanja za zbiranje splošnih informacij, kot so razdalja do bolnišnice, lokacija parkirišča in delovni urnik (za osebje). Drugi del je vključeval lestvico, ki je merila izbrane psihološke spremenljivke, kot so odnos, osebna prepričanja, družbene norme, namere in navade, povezane z uporabo trajnostnih načinov potovanja. Te spremenljivke so bile izbrane na podlagi teorije načrtovanega vedenja. Anketiranci so ocenjevali odgovore z uporabo 5-stopenjske Likertove lestvice (1=popolnoma se ne strinjam, 5=popolnoma se strinjam). Tretji razdelek je vključeval tri lestvice za merjenje dejavnikov oviranja: 1) pri uporabi javnega prevoza (npr. pogostost voženj), 2) aktivnih načinov potovanja (npr. pomanjkanje varnih pešpoti in kolesarskih poti) in 3) skupnega prevoza (npr. nepoznavanje oseb za skupno potovanje). Za vsako lestvico so bili navedeni izbrani dejavniki, anketiranci pa so morali navesti, v kolikšni meri jih ti ovirajo pri uporabi omenjenega načina potovanja (1=sploh ne, 5=v veliki meri). Naslednji del je vseboval dve vprašanji. V prvem so anketiranci dobili seznam dejavnikov, ki bi jih spodbudili k zamenjavi avtomobila z okolju prijaznejšimi načini

prevoza (npr. povečanje pogostosti storitev javnega prevoza in izboljšanje kolesarskih povezav). Drugo vprašanje je bilo namenjeno opredelitvi prevoznega sredstva, ki bi ga najraje zamenjali s potovanjem z osebnim vozilom. Na koncu so bila splošna vprašanja, ki so zbrala demografski profil (starost, spol, izobrazba) ter osnovne podatke o mobilnosti (lastništvo in lastnosti vozil) (Simsekoglu in Mathisen, 2024).

Izvedba ankete je potekala tri mesece prek spletnega orodja Microsoft Forms in v bolnišnici. K reševanju so bili povabljeni vsi zaposleni Splošne bolnišnice Novo mesto, obvestilo o zbiranju podatkov pa je bilo objavljeno na spletnih straneh občin, zdravstvenih domov in drugih organizacij. Nekateri odgovori so bili zbrani na območju bolnišnice, predvsem z namenom zbiranja podatkov od starejšega prebivalstva. Sodelovanje v anketi je bilo prostovoljno, odgovori pa anonimni. Pridobili smo 279 odgovorov s povprečnim časom reševanja ankete 15 minut. 146 odgovorov so poslali zaposleni, 133 pa pacienti oziroma obiskovalci. Vprašanja za ciljni skupini so se razlikovala, saj so potovalne navade obeh različne – prvi prihajajo na delo skoraj vsakodnevno, drugi pa manj pogosto. Ugotovili smo, da osebe v 82,5 % primerih za dostop do lokacije pogosto ali vedno uporabijo osebno vozilo. Pri vzorcu odgovorov med osebjem bolnišnice so prevladovalе ženske, saj so predstavljale 81,5 % vzorca, medtem ko so moški predstavljali 18,5 %. Pri pacientih in obiskovalcih je bil delež žensk v vzorcu 74,4 %, moških pa 25,6 %. Povprečna starost anketiranega osebja bolnišnice je bila 44 let, medtem ko je bila povprečna starost anketiranih pacientov in obiskovalcev nekoliko višja (48 let). Glede izobrazbe so med osebjem bolnišnice prevladovalе osebe z visokošolsko izobrazbo ali več (45,9 %), sledili so tisti z višješolsko (29,5 %) in s srednješolsko izobrazbo (24 %). Pri pacientih in obiskovalcih je bila večina oseb z visokošolsko ali višjo izobrazbo (56,4 %), sledili so tisti s srednješolsko (27,8 %) in osebe z višješolsko izobrazbo (14,3 %). Glede mesečnega neto dohodka se večina oseb med zaposlenimi v bolnišnici uvršča v kategorijo dohodka med 1000 in 1500 EUR (34 %), četrtnina (24,6 %) pa jih presega znesek 2000 EUR. Pri pacientih in obiskovalcih se večina oseb uvršča v enako kategorijo dohodka – to je med 1000 in 1500 EUR, delež oseb z dohodkom nad 2000 EUR pa je nižji kot pri osebju bolnišnice. Kar zadeva družbeno-ekonomski položaj med pacienti in obiskovalci so prevladovalе zaposlene osebe (81 %) in upokojeanci (15 %).

Analiza pomembnosti in uspešnosti (Martilla in James, 1977) omogoča prepoznavo ovir, ki vplivajo na odločanje o izbiri prevoznega sredstva. Na primer, če anketirani ocenijo, da je pomanjkanje ustrezne infrastrukture za kolesarje zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na odločanje o kolesarjenju, je to področje, ki zahteva večjo pozornost. Če se izkaže, da je ozaveščanje o koristih trajnostne mobilnosti visoko na seznamu dejavnikov pomembnosti, a nizko na seznamu uspešnosti, bi morali vložiti več truda v izobraževalne kampanje. Na primer, če rezultati pokažejo, da je dostopnost javnega prevoza ocenjena kot visoko pomembna in zelo uspešna, je to področje, ki ga je vredno promovirati in dodatno krepiti. S pomočjo te analize lahko določimo, kateri ukrepi bodo imeli najhitreje največji vpliv na spremembo potovalnih navad.

Za razumevanje pomembnosti in uspešnosti dejavnikov v mobilnosti bi anketirance v idealnem primeru vprašali naj ocenijo vsako trditev na lestvici. Zaradi omejitev števila vprašanj v anketi takšnega pristopa ni bilo mogoče izvesti. Podatki so bili zbrani za analizo pomembnosti in uspešnosti ter psihološko teorijo načrtovanega vedenja. Kljub temu menimo, da so rezultati dovolj podrobni, da nudijo določene vpoglede. Zaradi omejitev v anketi smo pomembnost (P) in uspešnost (U) merili posredno. Kot približek pomembnosti smo uporabili odnos anketirancev do različnih dejavnikov v mobilnosti.

Za merjenje uspešnosti smo navedli seznam oviralnih dejavnikov za rabo bolj trajnostnih oblik mobilnosti, saj gre za merilo, ki temelji na osebnih ali praktičnih izkušnjah. Rezultati o pomembnosti in uspešnosti dejavnikov, ki ovirajo rabo javnega prevoza, so predstavljeni v preglednici 1 za obe ciljni skupini v raziskavi – zaposlenih in pacientov z obiskovalci. Dejavniki so razvrščeni glede na uspešnost za skupino zaposlenih – najvišji predstavljajo dejavnike, ki najbolj prispevajo k rabi javnega prevoza (so uspešni). Analiza razlike je pridobljena z odštevanjem uspešnosti od pomembnosti v dveh desnih stolpcih, kar predstavlja razkorak med pomembnostjo dejavnika in izvajanjem (uspešnostjo) (Simsekoglu in Mathisen, 2024).

Preglednica 1: Pomembnost in uspešnost dejavnikov, ki ovirajo uporabo javnega potniškega prometa na lokaciji Splošne bolnišnice Novo mesto (1=popolnoma se ne strinjam, 5=popolnoma se strinjam).

Vir: Simsekoglu in Mathisen, 2024.

Dejavnik	Pomembnost (P)		Uspešnost (U)		Razlika (P-U)	
	Zaposleni	Pacienti ¹	Zaposleni	Pacienti ¹	Zaposleni	Pacienti ¹
Nesreča	2,14	2,39	3,79	3,80	-1,65	-1,41
Nadlegovanje	2,14	2,39	3,74	3,80	-1,60	-1,41
Udobje	2,14	2,39	3,53	3,49	-1,39	-1,10
Strošek	2,88	3,02	3,40	3,29	-0,52	-0,27
Vreme	2,14	2,39	2,93	2,64	-0,79	-0,25
Razdalja	2,14	2,39	2,75	2,86	-0,61	-0,47
Zamude	3,75	4,03	2,42	2,74	1,33	1,29
Dolžina potovanja	3,75	4,03	2,31	2,46	1,44	1,57
Kombinacija prevozov	2,14	2,39	2,24	2,27	-0,10	0,12
Prilagodljivost	3,75	4,03	2,01	2,03	1,74	2,00
Pogostost voženj	3,75	4,03	1,73	1,89	2,02	2,14
Povprečje	2,79	3,04	2,80	2,84		

¹ Pacienti/obiskovalci

Iz preglednice 1 sklepamo, da se obe skupini potnikov na splošno strinjata glede pomembnosti in uspešnosti dejavnikov, ki vplivajo na potovalne navade. Povprečje pomembnosti za vse dejavnike je 2,8 za zaposlene in 3,0 za paciente in obiskovalce, kar kaže, da so slednjim ti nekoliko bolj pomembni. Obe skupini imata enako povprečno vrednost za uspešnost, vendar obstajajo manjše razlike, na primer, zaposlenim vreme ne predstavlja takšne ovire pri uporabi javnega prevoza kot pacientom ali obiskovalcem. Med pomembnostjo in uspešnostjo obstajajo opazne razlike. Ocenili smo, da so potrebne prednostne izboljšave dejavnikov z najvišjo oceno pomembnosti. Dejavniki, kot so zamude, poraba časa, prilagodljivost in pogostost voženj, imajo glede pomembnosti oceno okoli 4, hkrati pa so ocenjeni kot najslabši z oceno okoli 2,5 ali nižje. Nasprotno pa imajo dejavniki z nizko pomembnostjo, kot so nesreče, nadlegovanje in udobje, ki so ocenjeni kot manj pomembni, zelo visoko uspešnost. Pri preostalih dejavnikih so razlike med pomembnostjo in uspešnostjo manjše, med obema skupinama anketirancev pa so razlike zanemarljive.

Ocene pomembnosti in uspešnosti za aktivne načine prevoza (hoja, kolesarjenje in drugi) so predstavljene v preglednici 2 in razvrščene glede na uspešnost, kot jo ocenjujejo zaposleni. Rezultati iz prejšnje preglednice, ki prikazuje dejavnike oviranja uporabe javnega prevoza, se ne morejo neposredno primerjati s temi, saj na uporabo bolj aktivnih oblik mobilnosti vplivajo drugačni dejavniki, kot so, na primer

infrastruktura s storitvami za trajnostno mobilnost, možnost varnega parkiranja koles in garderoba za osvežitev.

Preglednica 2: Pomembnost in uspešnost dejavnikov, ki ovirajo aktivno mobilnost na lokaciji Splošne bolnišnice Novo mesto.
Vir: Simsekoglu in Mathisen, 2024.

Dejavnik	Pomembnost (P)		Uspešnost (U)		Razlika (P-U)	
	Zaposleni	Pacienti ¹	Zaposleni	Pacienti ¹	Zaposleni	Pacienti ¹
Nadlegovanje	3,60	3,58	3,64	3,66	-0,04	-0,08
Možnost izposoje koles	2,43	2,50	3,27	3,43	-0,84	-0,93
Zdravje	4,53	4,41	3,20	2,54	1,33	1,87
Udobje	2,43	2,50	2,67	2,36	-0,24	0,14
Nesreče	3,60	3,58	2,66	2,89	0,94	0,69
Izmenko delo	2,43	2,50	2,52	2,59	-0,09	-0,09
Oprema ²	2,43	2,50	2,47	2,72	-0,04	-0,22
Čas potovanja	3,75	4,03	2,33	2,09	1,42	1,94
Varnost poti	3,60	3,58	2,18	2,41	1,42	1,17
Vreme	2,43	2,50	2,07	1,93	0,36	0,57
Povprečje	3,12	3,17	2,70	2,66		

¹ Pacienti/obiskovalci

² Kolesarnica, prha, garderoba

Pri aktivnih načinih prevoza povprečne ocene kažejo majhne razlike med obema skupinama anketiranih. Na splošno se skupini strinjata, kateri dejavniki so pomembni in kako so uspešni. Povprečna uspešnost je nižja od povprečne pomembnosti, kar kaže na prostor za izboljšave. Podobno kot pri javnem prevozu je opazna analiza razlik. Za nesreče, čas potovanja in varnost poti, ki so trije najpomembnejši dejavniki, je uspešnost zelo nizka. Na drugi strani lestvice najdemo izposajo koles, ki presega pomembnost in nakazuje majhno potrebo po nadaljnjem razvoju tega ukrepa. Preostali dejavniki imajo oceno uspešnosti bolj ali manj v skladu s pomembnostjo.

3.2 Ukrepanje, ozaveščanje in spodbujanje v smeri bolj trajnostne mobilnosti

V poglavju se osredotočamo na korake in pristope, ki jih lahko izvedemo za spodbujanje bolj trajnostne mobilnosti med zaposlenimi, pacienti in obiskovalci na primeru bolnišnice. S preučevanjem različnih možnosti ukrepanja, ozaveščanja in spodbujanja lahko lokacija z veliko prometa postane spodbuda, ki prispeva k zmanjšanju prometnih obremenitev in izboljšanju kakovosti okolja (Petrunoff idr., 2015). Predstavljeni rezultati podpirajo uporabo bolj trajnostnih oblik prevoza in prispevajo k ustvarjanju okolja, ki spodbuja visoko stopnjo odgovornosti za potovalne navade in njihov vpliv na kakovost življenja.

Po analizi rezultatov potovalnih navad in izvedbi nekaterih ukrepov za spodbujanje bolj trajnostne mobilnosti smo rezultate preverili s ciljno izbranimi deležniki z razpravo na srečanju fokusne skupine. Na podlagi odgovorov in skupne razprave je iz intervjujev fokusne skupine možno razbrati štiri glavne usmeritve. Prva je spreminjanje miselnosti in navad potnikov. Informatorji so se strinjali, da nekateri potniki ne želijo uporabljati bolj trajnostnih načinov prevoza, kot je kolesarjenje, ker se jim zdijo manj varni, mnogi pa zaradi udobja in časovne stiske raje uporabljajo osebni avtomobil. Za spremembo te miselnosti je ključno nadaljevanje promocijskih aktivnosti, ki spodbujajo izbiro bolj trajnostnih oblik prevoza. Druga usmeritev je bila

o značilnosti storitev bolnišnice in kako to vpliva na izbiro potovalnega načina. Informatorji so poročali, da ljudje potrebujejo čim bližji in čim lažji dostop, ker so potovanje v bolnišnico pogosto nujna in kritična, zato je še toliko bolj pomembno, da je lokacija dobro dostopna. Prihod v bolnišnico, zlasti iz oddaljenih krajev, je dolg in naporen, zato so tisti, ki prihajajo iz bližjih krajev, zlasti mlajši, zdravi in aktivni potniki, glavna ciljna skupina za spremembe k bolj trajnostni mobilnosti. Tretja usmeritev je bila v možnosti ukrepanja, s katerim bi lahko izboljšali pogoje za trajnostno mobilnost. Izpostavljeni so bili številni, na primer zmanjšanje uporabe avtomobilov z uvedbo nekaterih prisilnih ukrepov (upravljanje parkiranja zaposlenih, uvajanje parkirnine, takse na gorivo, omejitev števila vozil), povečanje pogostosti medkrajevnega javnega prevoza, zaračunavanje parkirnin glede na razdaljo, ustvarjanje pogojev za možnosti skupnega prevoza in nagrajevanje tistih, ki uporabljajo trajnostne oblike mobilnosti. Zadnja usmeritev razprave fokusne skupine je bila o omejitvah pri izvajanju ukrepov za trajnostno mobilnost. Na področju javnega potniškega prometa je bilo omenjeno, da izvajalci vzpostavljajo vozne rede predvsem glede na okvir države ali občin, ki sofinancirajo izvajanje prevozov. Poleg organizacijskih zahtev izvajanja ukrepov v bolnišnici je omejitveni dejavnik tudi denar, še posebej pri bolj zahtevnih ukrepih. Prav tako so trajnostne oblike prevoza manj primerne za kombiniranje namena potovanja (na primer za službo, šolo, nakupovanje). Četrta omejitev je povezana z uporabo električnih avtobusov, ki so redko v uporabi ter še niso prilagojeni in primerni standardom prevoznikov na večjih razdaljah. Nazadnje je bila kot ovira omenjena še razdrobljenost informacij o razpoložljivih vozniških redih, kar bi lahko rešila enotna platforma, ki bi združevala vse informacije o razpoložljivem javnem prevozu (Simsekoglu in Mathisen, 2024).

Splošna bolnišnica Novo mesto je z namenom uresničevanja mobilnostnega načrta in prilagajanja podnebnim spremembam od leta 2022 izvedla štiri ukrepe, in sicer 1) postavitve enote za izposajo koles, ki je povezljiva z javnim občinskim sistemom GoNM, 2) postavitve polnilnic za električna vozila, 3) izgradnja kolesarnice in 4) vzpostavitev orodja za spremljanje in spodbujanje bolj trajnostnih potovalnih navad (Splošna bolnišnica Novo mesto, 2024). Vsi ukrepi so od uvedbe pridobivali na prepoznavnosti in postali pomembni elementi bolj trajnostnega prometnega sistema na območju bolnišnice. Na postaji za izposajo koles je bilo v prvem letu (2023) na mesečni ravni med 2 in 17 izposoj, količina mesečne porabljene energije za električna vozila pa se je v obdobju treh mesecev povečevala – prvi mesec 1 MWh, drugi mesec 1,7 MWh in tretji mesec 2,1 MWh. Uporabljati se je začelo tudi kolesarnico, spletno orodje pa je vzpostavilo trajen kanal za spremljanje potovalnih navad in promocijo ukrepov ter trajnostne mobilnosti.

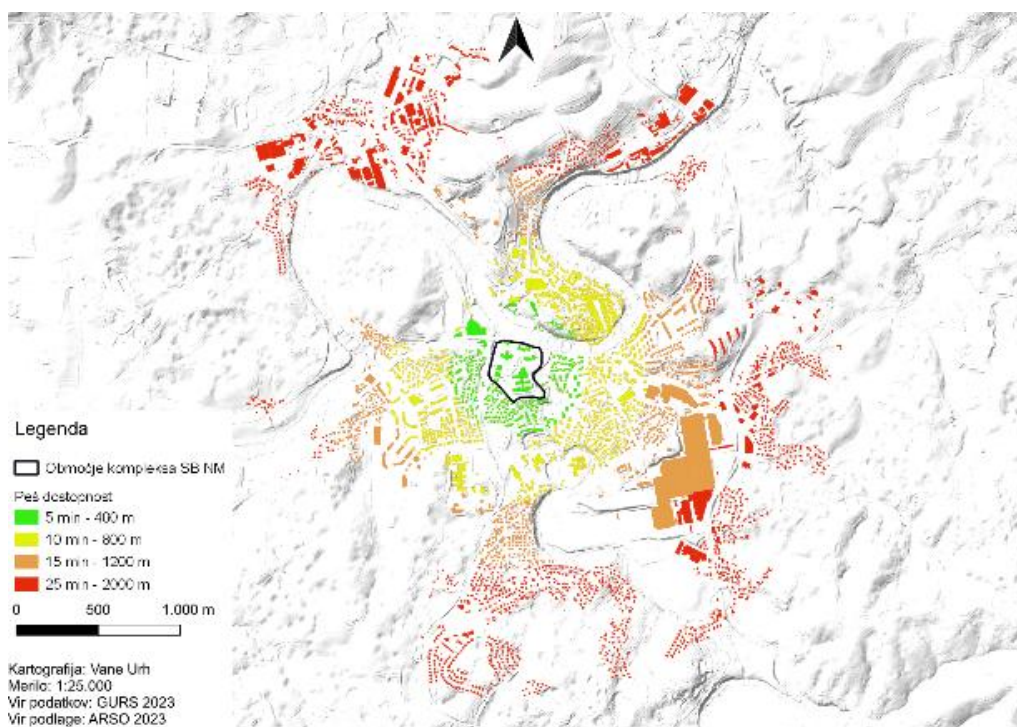
V obdobju enega leta izvajanja ukrepov in promocije je prišlo do spremembe potovalnih navad na lokaciji Splošne bolnišnice Novo mesto, kar je podrobneje predstavljeno v preglednici 3.

Preglednica 3: Rezultati spremljanja potovalnih navad na lokaciji Splošne bolnišnice Novo mesto.

Vir: lastni preračuni.

Kazalnik	2023	2024	Sprememba
Število odgovorov na anketo	279	279	0
Delež odgovorov zaposlenih	52 %	62 %	+ 10 %
Delež opravljenih poti z avtomobilom	82,5%	72,5 %	- 10 %
Delež anketiranih v oddaljenosti 0-2 km	15 %	22 %	+ 7 %
Delež anketiranih v oddaljenosti 2-7 km	24,5 %	35 %	+ 10,5 %
ZAPOSLENI			
Povprečna razdalja do Splošne bolnišnice Novo mesto	7,4 km	8,2 km	+ 0,8 km
Delež opravljenih poti z avtomobilom	80 %	75,7 %	- 4,3 %
Delež opravljenih poti z javnim potniškim prometom	1 %	3,5 %	+ 2,5 %
Delež opravljenih poti peš	15 %	15,6 %	+ 0,6 %
Delež opravljenih poti s kolesom	4 %	3,5 %	- 0,5 %
PACIENTI in OBISKOVALCI			
Povprečna razdalja do Splošne bolnišnice Novo mesto	7,9 km	6,7 km	- 1,2 km
Delež opravljenih poti z avtomobilom	85 %	67 %	- 18 %
Delež opravljenih poti z javnim potniškim prometom	4,5 %	8,5 %	+ 4 %
Delež opravljenih poti peš	9 %	20,8 %	+ 11,8 %
Delež opravljenih poti s kolesom	1,5 %	2,8 %	+ 1,3 %

V ponovitveni raziskavi v naslednjem koledarskem letu smo spremljali stanje potovalnih navad. Rezultati so pokazali, da je prišlo do spremembe v načinu prihoda na lokacijo v skupnem deležu 10 %. Zbiranje odgovorov je potekalo pretežno prek spleta in v bolnišnici. V primerjavi s prvo raziskavo je bilo bistveno več potnikov, ki so dostopali peš, z vlakom ali avtobusom. 10-odstotna sprememba v potovalnih navadah v prid trajnostne mobilnosti v Splošni bolnišnici Novo mesto, ki jo dnevno obišče skoraj 1500 oseb, pomeni, da je le 150 oseb spremenilo potovalne navade, dolgoročni cilj pa je, da bi jih vsaj 70 % (Splošna bolnišnica Novo mesto, 2024). Ob dejstvu, da trajnostna mobilnost do nedavno sploh ni bila del dejavnosti zdravstvene ustanove, so bili izvedeni prvi koraki, ki bodo podlaga za nadaljnje ukrepanje. Dodatno pozornost bo treba nameniti nadaljnjemu spremljanju prometne politike bolnišnice, upoštevanju ekonomskega vidika trajnostne mobilnosti ter pridobitvi dodatnih sredstev za izvajanje ukrepov, ki bodo lahko zagotovili bolj trajnosten in odporen prometni sistem za zeleni prehod. Navsezadnje se je treba zavedati, da je novomeška bolnišnica le ena od ustanov v Novem mestu, ki je šele šesta največja mestna občina, kar pomeni, da je takšnih lokacij, ki ustvarjajo veliko prometa, mnogo več in prav vsaka bo morala prispevati svoj delež k doseganju skupnih ciljev na področju blaženja podnebnih sprememb in odpornosti.



Slika 3: Peš dostopnost do Splošne bolnišnice Novo mesto.
Vir: lasten prikaz.

Na sliki 3 je prikazana peš dostopnost od stavb v osrednjem delu Novega mesta do Splošne bolnišnice Novo mesto. Večina mestnega jedra in poseljenega obrobja je dosegljiva v 25 minutah, kar je še sprejemljiva razdalja za hojo ali kolesarjenje. Na podlagi dejstva, da 44 % zaposlenih prihaja iz novomeške občine in da skoraj 30 % vseh prebivalcev občine živi v mestnem naselju, je potencial za hojo in kolesarjenje večji še za vsaj 10 %.



Slika 4: Promocijski plakat za spodbujanje bolj trajnostne mobilnosti.
Vir: Splošna bolnišnica Novo mesto, 2024.

4 Sklep

V članku smo predstavili postopek in vsebino izdelave mobilnostnega načrta za Splošno bolnišnico Novo mesto, njegov prispevek in učinek po enem letu, ki ga ima lahko na poti zelenega prehoda zdravstvenega in prometnega sektorja, kar je dolgoročni cilj Evropske komisije in Republike Slovenije (Evropska komisija, 2024). Mobilnostni načrt za Splošno bolnišnico Novo mesto predstavlja celovit in multidisciplinaren pristop k izboljšanju prometa in mobilnosti ciljnih skupin. S sodelovanjem med različnimi deležniki – zaposlenimi, pacienti, obiskovalci, občinami in strokovnjaki s področja trajnostne mobilnosti – smo določili ključne izzive in cilje ter oblikovali ukrepe za izboljšanje prometnih razmer na območju bolnišnice. Analiza prometnih in potovalnih značilnosti na lokaciji bolnišnice je pokazala, da je večina potovanj trenutno opravljenih z osebnimi vozili, kar ustvarja prometne zastoje, težave z dostopnostjo in onesnažuje zrak. Zato smo v mobilnostnem načrtu določili cilje za spodbujanje uporabe trajnostnih načinov prevoza, kot so pešačenje, kolesarjenje in javni prevoz, z namenom zmanjšanja prekomerne rabe osebnih vozil. Poudarek je bil na izboljšanju infrastrukture za pešce in kolesarje, povečanju dostopnosti do bolnišnice s trajnostnimi načini prevoza, ozaveščanju zaposlenih, pacientov in obiskovalcev ter uvedbi spodbud za uporabo izvedenih ukrepov. Poleg tega smo predlagali ukrepe za izboljšanje prometne varnosti, zmanjšanje parkiranja na območju bolnišnice in spodbujanje uporabe javnega prevoza. Ocenjujemo, da so postopek izdelave mobilnostnega načrta, ozaveščanje in promocijske dejavnosti o bolj trajnostni mobilnosti dosegli svoj namen – to je sprememba mobilnosti in zmanjšanje okoljskega vpliva. Ob tem pa poudarjamo, da vizija bolj trajnostne mobilnosti na območju Splošne bolnišnice Novo mesto še zdaleč ni dosežena, saj ostaja še veliko izzivov na področju doseganja »razogljičenja« zdravstvenega in prometnega sektorja (MacKay, 2013; Podnebno ogledalo, 2024).

Pri izvajanju mobilnostnega načrta so ključni sodelovanje vseh deležnikov ter stalno spremljanje in vrednotenje ukrepov za zagotovitev učinkovitosti in prilagodljivosti na spremembe v potovalnih navadah in novih trendih v mobilnosti. Le s sodelovanjem se lahko doseže bolj trajnostno in učinkovito mobilnost na območju Splošne bolnišnice Novo mesto, kar bo koristilo okolju, zdravju in kakovosti življenja vseh prebivalcev lokalne skupnosti in širše.

Poleg tega ugotavljamo, da bi bilo v prihodnje smiselno bolje raziskati področji ekonomskega prehoda trajnostne mobilnosti in ureditev v prometu za povečanje podnebne odpornosti, kar bi okrepilo ukrepanje za bolj trajnostno prihodnost. Razumevanje vpliva prometa na podnebne spremembe ter razvoj strategij in ukrepov, ki spodbujajo trajnostno mobilnost, sta ključna koraka za vzpostavitev bolj odpornih in trajnostnih skupnosti. Hkrati je ključnega pomena tesno povezovanje prostorskega in prometnega načrtovanja, kar lahko prispeva k oblikovanju bolj trajnostnih in odpornih mest. S sinergijo med tema lahko zmanjšamo odvisnost od individualnega avtomobilskega prometa, spodbujamo rabo javnega prevoza, kolesarjenja in hoje ter ustvarjamo kolesarjem in pešcem bolj prijazna okolja ter s tem zmanjšujemo vpliv prometa na okolje.

Izjava o omejitvi odgovornosti

Ta članek je bil pripravljen s finančno pomočjo Norveškega finančnega mehanizma in Finančnega mehanizma EGP 2014–2021 prek programa Blaženje in prilagajanje na podnebne spremembe. Stališča, izražena v tem dokumentu, nikakor ne odražajo uradnega mnenja Norveškega finančnega mehanizma in Finančnega mehanizma EGP 2014–2021.

Zahvala

Zahvala Norveškemu finančnemu mehanizmu in Finančnemu mehanizmu EGP 2014–2021, njegovemu Programu za blaženje in prilagajanje na podnebne spremembe ter Ministrstvu za kohezijo in regionalni razvoj, ki sta podprla projekt SALOMON. Rezultatov ne bi dosegli brez podpore partnerjev Splošne bolnišnice Novo mesto in norveške univerze Nord.

Literatura

Bamberg, S., Ajzen, I., in Schmidt, P. (2003). Choice of travel mode in the theory of planned behavior: The roles of past behavior, habit, and reasoned action. *Basic and applied social psychology*, 25(3), 175-187.
https://doi.org/10.1207/S15324834BASP2503_01

EEA (2016). Explaining road transport emissions. Poročilo. Pridobljeno 12. 7. 2024 z <https://www.eea.europa.eu/publications/explaining-road-transport-emissions>

Evropska komisija (2024). Zeleni prehod. Pridobljeno 1. 5. 2024 z https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition_sl

IPCC (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Poročilo. Pridobljeno 12. 7. 2024 z https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf

Jaroszweski, D., Chapman, L., in Petts, J. (2010). Assessing the potential impact of climate change on transportation: the need for an interdisciplinary approach. *Journal of Transport Geography*, 18 (2), 331-335.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.07.005>

Martilla, J. A., in James, J. C. (1977). Importance-performance analysis. *Journal of Marketing*, 41(1), 77–79. <https://doi.org/10.1177/002224297704100112>

Mackay, J. C. D. (2013). Trajnostna energija – brez razgretega ozračja. Ljubljana: Energetika.net

Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija Republike Slovenije za ceste (2024). Prometne obremenitve od leta 1997 dalje. Pridobljeno 1. 5. 2024 z <https://podatki.gov.si/dataset/pldp-karte-prometnih-obremenitev>

Plevnik, A., Mladenovič, L., Balant, M., Koblar, S. in Kukovec, M. (2019). Nacionalne smernice za pripravo Mobilnostnih načrtov za ustanove. Priročnik. Ljubljana: Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo.

Podnebno ogledalo (2024). Rezultati Slovenije LETNO PODNEBNO OGLEDALO. Pridobljeno 1. 5. 2024 z <https://podnebnapot2050.si/rezultati-slovenije/letno-podnebno-ogledalo/>

Petrunoff, N., Rissel, C., Wen, L. M. in Martin, J. (2015). Carrots and sticks vs carrots: Comparing approaches to workplace travel plans using disincentives for driving and incentives for active travel. *Journal of Transport & Health* 2(4), 563-567.
<https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.06.007>

Pretnar, G. (2016). Priprava in izvedba ankete po gospodinjstvih o prometnih navadah prebivalcev na nivoju Republike Slovenije. Poročilo. Pridobljeno 1. 5. 2024 z http://mzi.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mzi.gov.si/pageuploads/Kabinet_ministra/Prometne_navade_prebivalcev.pdf

Rikato Ružić, L., Miklič, K., Pretnar, G., Vozelj, J. in Naglič, A. (2022). Priprava in izvedba ankete po gospodinjstvih o prometnih navadah prebivalcev na nivoju Republike Slovenije. Poročilo. Pridobljeno 1. 5. 2024 z https://www.sptm.si/application/files/2217/0004/2391/22_1091-potovalne_navade_PNZ_20221207.pdf

Simsekoglu, Ö. In Mathisen T. A. (2024). Sustainable Mobility at High Traffic Locations – The Case of the General Hospital Novo mesto: Final report from the SALOMON project. Poročilo. Pridobljeno 1. 5. 2024 z <https://hdl.handle.net/11250/3116368>

Splošna bolnišnica Novo mesto (2024). Zaključek projekta Salomon. Pridobljeno 1. 5. 2024 z <https://www.sb-nm.si/aktualne-objave/zakljucek-projekta-salomon>

SURS (2024). Delovno aktivno prebivalstvo po statusu aktivnosti in občinah delovnega mesta, Slovenija, mesečno. Pridobljeno 1. 5. 2024 z <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/0700941S.px>

Summary

Mobility planning for high traffic locations in Slovenia is relatively a new instrument in the nexus of sustainable mobility. General Hospital Novo mesto is an important hub for healthcare in the region and plays a key role in providing healthcare services to many residents. It is the second largest regional and fourth largest hospital in Slovenia, which creates numerous traffic flows in the centre of Novo Mesto. On an average day in 2019, the hospital had 1200 employees, 55 treated patients, 465 outpatient examinations, and additionally visitors, business visits, and freight traffic. From research on travel habits at the national level, we conclude that most journeys made were by private vehicle (90 %). Such unsustainable mobility generates pressure on local and national infrastructure, and indirect transport costs in the form of congestion, accidents, pollution and environmental degradation. To change the trend in the direction of more sustainable mobility and traffic with less impact on the environment and climate, a mobility plan was drawn up for the General Hospital Novo mesto.

The mobility plan for the Novo mesto General Hospital was designed as a key step towards improving mobility at the site, and at the same time as an urgent response to the challenges brought about by climate change. In accordance with the Guidelines for the preparation of mobility plans for institutions issued by the Ministry of Infrastructure, we implemented an integrated approach that combined different methodological approaches to obtain comprehensive and reliable data. Besides the mandatory guidelines we used four additional methods: 1) survey, 2) focus group interview, 3) importance-performance analysis, and 4) a theoretical framework based on the use of psychological and economic theories to understand the influences on the choice of transport modes.

In the initial research we discovered that 82,5 % of travellers on the location use private vehicle. To understand reasons and factors how to address this challenge we identified the importance and performance of various factors. We estimated that the factors with the highest importance score require priority improvements. In the public transport section factors such as delays, time consumption, flexibility and frequency of journeys have a rating of around 4 in terms of importance, while they are rated as the worst with a rating of around 2.5 or below. In contrast, low importance factors such as accidents, harassment, and comfort, which are rated as less important, have very high performance, and the gap is reversed. Those were addressed during the implementation of measures and elaboration of a mobility plan. In the case of active modes of transport, the two groups agree on which factors are important and how they are successful. Average performance is lower than average importance, indicating room for improvement. As with public transport, the most interesting aspect is the analysis of the differences. For accidents, travel time and road safety, which are the three most important factors, the performance is very low. On the other hand, harassment, which is also one of the most important factors, works very well and has practically no loopholes. On the other side of the scale, we find bike-sharing, which exceeds importance and indicates little need for further development of this measure. After the initial analysis we focused on concrete steps and approaches that can be taken to promote more sustainable mobility among employees, patients and visitors, as they have proven to be successful in changing travel habits. By exploring different options for action, awareness and promotion, a high-traffic location can become an incentive in the community, contributing to reducing traffic loads and improving the quality of the environment. The results presented encourage more sustainable modes

of transport, while creating an environment where there is a high level of accountability for travel habits and their contribution to quality of life.

In the repeat survey, which took place at the beginning of 2024, we monitored the state of travel habits. With the support of information tools, we published a survey questionnaire and collected responses from employees, patients, and visitors to the location of the hospital. We collected 279 responses, which means that the sample of the first and repeat surveys was equally large, but not identical (not the same people responded). The first survey the travel attributes were covered more extensively, while the repeat survey was focused on the essential indicators of sustainable mobility (modal split), which indicate changes in behaviour and, consequently, the impact on the environment and climate. The results of the repeat survey showed that there was a change in the way of arriving at the location in the total share of 10 %. The collection of answers took place mainly online and at the location itself. Compared to the first survey, there were significantly more passengers who accessed on foot, by train or by bus. We estimate that the process of creating a mobility plan, raising awareness and promotional activities about more sustainable mobility was successful and achieved its purpose - in changing travel habits and reducing environmental impact. At the same time, we emphasize that the vision of more sustainable mobility at the location of the General Hospital Novo mesto is far from being achieved, as there are still many challenges in achieving "decarbonization" of the health and transport sectors. A 10 % change in travel habits in favour of sustainable mobility at the location of the General Hospital Novo Mesto, which is visited daily by almost 1500 people, means that only 150 people changed their travel habits, while the long-term goals target 70 % of modal split change. However, given the fact that sustainable mobility was not even part of the healthcare sector until recently, we can be proud of the first steps that will be the basis for further action. Special attention will need to be paid to the 1) further monitoring of the transport policy in high-traffic locations, 2) to take into account the economic aspect of sustainable mobility (in sustainable development we must take into account the environmental, social and economic aspects at the same time), and 3) to obtain additional dedicated funds for the implementation of measures that will be able to ensure a more sustainable and resilient traffic system for the European Green Deal.

Ekosistemske storitve v bioregiji Dravinjska dolina

Ana Vovk 

Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo in Mednarodni center za ekoremediacije; Maribor, Slovenija
ana.vovk@um.si

Prejeto/
Received:
06. jun. 24
Popravljeno/
Revised:
20. jun. 24
Sprejeto/
Accepted:
20. jun. 24
Objavljeno/
Published:
29. jun. 24

Izvleček

Bioregija Dravinjska dolina je območje ob reki Dravinji in zajema dno poplavne doline, obrobje Dravinjskih gor in vršne dele tega gričevja. V raziskavi nas je zanimala ocena ekosistemskih storitev na osnovi tam zastopanih ekosistemov, ki so določeni glede na naravne lastnosti pokrajine. Ocenili smo štiri skupine ekosistemov s pomočjo diagrama vrednosti ekosistemskih storitev, ki temelji na intenzivnosti rabe prostora. Večja kot je le-ta, nižje so ekosistemske storitve. Upoštevali smo delitev ekosistemskih storitev na podporne, oskrbovale, regulatorne in kulturne. Raziskava podpira interes občine Poljčane, da bi se na tem območju vzpostavila bioregija Dravinjska dolina. Rezultati ocene ekosistemskih storitev kažejo, da ne glede na druge značilnosti prostora, imata gozd in primarna vegetacija ključno vlogo pri podpiranju storitev okolja.

Ključne besede

Bioregija, ekosistemske storitve, Dravinjska dolina, ekosistem, prst, voda, rastlinstvo, gozd

Abstract

Ecosystem Services in the Dravinja Valley Bioregion

The Dravinja Valley bioregion is an area along the Dravinja River. It covers the valley bottom as well as the outskirts and the upper part of the Dravinjske Gorice Hills. In this research, we were interested in the assessment of the ecosystem services based on the ecosystems represented here, which are determined according to the natural landscape properties. We evaluated four groups of ecosystems with the help of a diagram of the value of ecosystem services, which are based on the intensity of use of space. The higher it is, the lower the ecosystem services. We have considered the well-established division of ecosystem services into supporting, provisioning, regulating and cultural services. The research supports the interest of the municipality of Poljčane to establish the Dravinja Valley Bioregion. The assessment results of the ecosystem services show that regardless of other characteristics of the area, forest and primary vegetation play a key role in supporting environmental services.

Keywords

Bioregion, ecosystem services, the Dravinja Valley, ecosystem, soil, water, vegetation, forest



© Avtorica/
Author, 2024



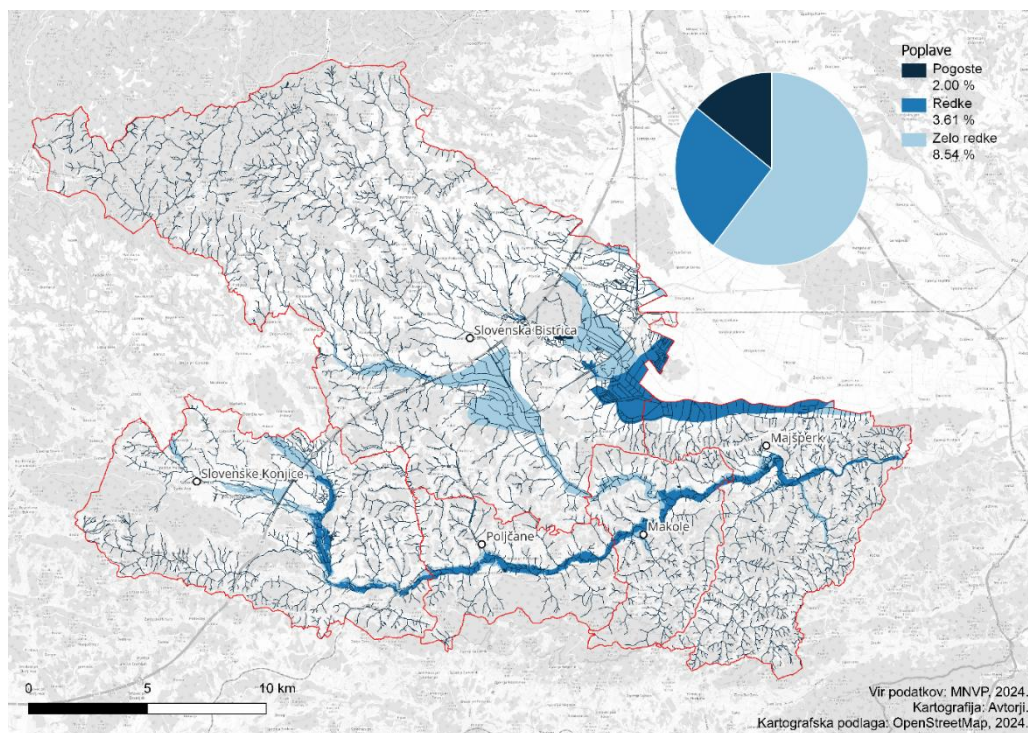
1 Uvod

Pojem bioregija uporabljamo za površino zemlje, katere meje določajo naravne in ne družbene značilnosti, torej območje, ki se od drugih razlikuje glede na floro, favno, vodo, podnebje, prst, različne reliefne oblike v naravi ter posledično poselitev ljudi ter njihove dejavnosti (Uršič, 1993). Znotraj bioregij so posamezni ekosistemi, ki jih je mogoče razvrstiti glede na ogroženost biotske raznovrstnosti, stanje njihovih naravnih habitatov in vrst ter stopnjo zaščite (Newkirk, 1975). Ekosistemi so sestavljeni iz biotopov in biocenoz, ki so življenjski prostori in živa bitja v ekosistemi (Vovk, 1996).

Bioregija zaradi ohranjene narave omogoča trajnostni način bivanja in se omenja v povezavi z ekovasmi in trajnostnimi naselji (Newkirk, 1975). Hočevnar (2011) je bioregijo poimenoval tudi ekovas, ki je v vseh značilnostih delujoče naselje manjše velikosti, v katerem so človeške aktivnosti neškodljivo vključene v naravo na način, ki podpira delovanje ekosistemov. Z ekovasjo so povezani zelena infrastruktura (Vovk, 2023), obnovljivi viri energije in avtonomna gradnja, katere glavni namen je minimalizirati ekološki odtis, vzpostaviti trajnostni habitat, pridelavati lokalno hrano in vzpostaviti samooskrbo (Hočevnar, 2011). V povezavi z ekovasmi danes veliko težo dajejo energijski trajnosti z vidika prometnih sredstev oziroma kako v urbanistični razvoj območja vključiti perspektivo trajnostne mobilnosti (Burgess, 2001), predvsem, kako vzpostaviti življenje v soseski, kjer uporaba avtomobila ni potrebna.

Trajnostna zasnova, kot jo opredeljujejo bioregije in ekoregije, je nujna, saj je mnogo naravnih virov preveč izkoriščenih, čeprav vemo, da so omejeni. Stanje danes kaže, da se tovrstno zavedanje šele začne, namreč večina držav in tudi Slovenija se sedaj nahajajo šele v stanju zavedanja pomena okolja z zelo šibko trajnostjo, le redke države pa so v fazi zaznavne trajnosti (Plut, 2008), kjer že uresničujejo celovite pristope v smeri samooskrbnosti in čezsektorskega sodelovanja. Bioregije in ekoregije so v Sloveniji območja, ki so jih lokalne skupnosti poimenovala zaradi velikega pomena narave, s katero človek živi na teh območjih kot npr. Bioregija od Pohorja do Bohorja ali ekovas Mokri potok.

Bioregija Dravinjske doline je dobila ime po reki Dravinji, ki je največji pritok Drave v Sloveniji, njeno vodozbirno območje, skupaj z večjimi pritoki Polskavo, Ložnico in Oplotnico pa obsega jugovzhodno pobočje Pohorja od Frama do Slovenskih Konjic ter nižinsko območje med Halozami in Dravskim poljem. Dravinja spada med eno izmed najbolj poplavnih rek v Sloveniji, saj dobiva hudourniške pritoke iz celotnega porečja (slika 1).



Slika 1: Porečje reke Dravinje s hudourniškiimi pritoki.

Vir: lasten prikaz.

Poplave v porečju Dravinje so pogoste in obsežne, vendar ne povzročajo večjih škod. V dolini Dravinje imamo eno najobsežnejših in najbolj značilnih poplavnih območij v Sloveniji (Komac, Natek in Zorn, 2008). V odstotkih to pomeni, da dolina Dravinja obsega 15,6 % vseh poplavnih območij v Sloveniji. Poplave se lahko pojavljajo kadarkoli čez leto. Ker ima Dravinja dežno-snežni režim, so poplave najpogostejše spomladi in pozno jeseni (Vovk, 1996). Zaradi hudourniškega delovanja pritokov Dravinje so poplave po navadi kratkotrajne. V zgornjem toku trajajo po navadi le nekaj ur, v srednjem in spodnjem toku redko več kot en dan. V primeru, da je deževje večdnevno, se tudi poplave podaljšajo (Komac, Natek in Zorn 2008). Poplavna voda se zadrži na površini največ 10 dni. Dlje časa se zadrži le v manjših depresijah in ostankih meandrov (Pušnik, 2007), kjer je na površini podtalnica. Najpogostejše poplave so na srednjem toku Dravinje, in sicer po prehodu v nižinsko območje. Na odseku od Draže vasi (avtocestni most) do izliva je v dolini Dravinje pri 5-letni visoki vodi poplavljenih 1016 ha površin, večina (860 ha) na odseku med Slapami in Dražo vasjo, kjer struga Dravinje ni regulirana, obdaja pa jo vegetacijska zarast (slika 2). Mnogo vode zadržijo okljuki reke, ki povzročajo visoke nivoje podtalne vode, kar zadržuje vodo na območju, kjer pade.



Slika 2: Pogled na meandre reke Dravinje.

Vir: osebni arhiv.

Glede na dosedanje sodelovanje je želja lokalnih skupnosti, da bi bioregija Dravinjska dolina postala tudi učilnica v naravi, kjer bi se naučili, kako živeti s poplavami, kako se povezati z naravo tudi na duhovni ravni in kako aktivirati lokalno prebivalstvo k trajnostnim pridelovalnim sistemom, vključno z razvojem lastnih gospodarskih dejavnosti. Prav zato je ta prispevek podpora bioregiji Dravinjska dolina za razumevanje pomena ohranjenosti narave, ki se kaže preko ohranjenosti ekosistemov in njihovih ekosistemskih storitev.

Bioregija Dravinjska dolina je prepoznana po Naturi 2000, saj je celotno območje vključeno v ta varstveni režim (Kaligarič idr., 2004). Ekosistemi kot manjše enote Dravinjske doline so poplavno dno doline ter ob pritokih, ravninsko dno doline, ki se ponekod razširi do obronkov Dravinjskih goric na levi strani ter do Boča na desni strani in preide v ekoregijo vznožja Dravinjskih goric ter ekoregijo gričevij ob dolini Dravinje. Posamezna bioregija ima značilne ekosisteme, ki opravljajo pomembne ekosistemske storitve, zato je pomembno njihovo poznavanje in varovanje (slika 3).



Slika 3: Ekosistemi grmičevja, drevesne vegetacije, poplavnih travnikov in njivskih površin ob reki Dravinji.

Vir: osebni arhiv.

Čprav so bili v porečje Dravinje storjeni precejšnji posegi, spada Dravinja med redke nižinske reke, ki še imajo ohranjeno vijugavo strugo. Poleg tega je Dravinja edini nižinski pritok Drave, ki ima še precej ohranjeno naravno strugo (Kaligarič idr., 2004). Dolžina Dravinje je okrog 80 km, od tega je 52 km struge v naravnem stanju in 28,8 km regulirane struge (Komac idr., 2008). Da bi se tudi v bodoče ohranilo to pomembno življenjsko okolje, v katerem živijo številne ogrožene rastlinske in živalske vrste, je precejšen del Dravinje, skupaj z njenim poplavnim območjem, postal del evropskega omrežja Natura 2000. Strma obrežja reke omogočajo gnezdenje ogroženemu vodomcu (Kaligarič idr., 2004). Za njegov obstoj so ključnega pomena peščene stene vzdolž bregov reke, v katere izkoplje svoj gnezdilni rov. Mokrotni travniki ob reki predstavljajo življenjski prostor tudi redkim in ogroženim vrstam metuljev. Kačji pastirji pa s svojo prisotnostjo ob Dravinji potrjujejo, da ima prostor ob reki vse kvalitete, potrebne za obstanek najboljčutljivejših vrst. Ravno zaradi vsega naštetega mora tudi v bodoče ostati ohranjena naravna struga Dravinje skupaj s poplavnimi območji. Redne poplave so namreč pomemben element v oblikovanju značilne rečne pokrajine in za ptice eden najpomembnejših habitatov tega območja (slika 4). Zaradi majhnosti reke in same odprte vodne površine pride hitro do izraza negativen vpliv dolgotrajnega zadrževanja športnih ribičev na gnezdeče vrste ptic. To velja zlasti za plašne vrste ptic, med katere sodi tudi vodomec.



Slika 4: Bogati življenjski prostori v Dravinjski dolini.

Vir: osebni arhiv.

2 Metodologija

V nadaljevanju je prikazan pristop določanja ekosistemov glede na fizično geografske značilnosti območja, ki je bil uporabljen v raziskavi o poplavnih območjih (Vovk, 1996) ter v študiji o trajnostnem razvoju lokalnih in regionalnih skupnostih (Vovk, 2015).

2.1 Členitev porečja Dravinje na tipe ekosistemov

V bioregiji Dravinjska dolina so štirje tipi ekosistemov, ki se razlikujejo glede na litološko osnovo, reliefno lego, vpliv podtalne vode in človekove dejavnosti. Tipi ekosistemov so označeni z velikimi črkami (A, B, C in D), posamezni ekosistemi pa imajo pripisano številko (A1, A2) in številko s »subscriptom«² glede na specifičnost posameznih ekosistemov.

Preglednica 1: Ekosistemi v Dravinjski dolini z njihovimi tipi in podtipi.

Vir: avtorica.

Tipi ekosistemov	Podtip ekosistemov	Posamezni ekosistemi
Ekosistemi A: ob reki Dravinji in pritokih, na nadmorski višini 250 – 270 m na holocenskih peščeno ilovnatih in peščeno glinastih naplavinah z recentno akumulacijo, občasnim vplivom podtalne vode in obrečnimi prstmi, prevladujoča raba tal so travniki. Ekosistem A sestavljajo trije tipi ekosistemov glede na tip prsti, ki odločilno vpliva na vlažnost v tleh in rabo tal	A1: obrečne, plitve prsti ob tekočih vodah, neoglejene na peščeno ilovnatih naplavinah	A11: travniki, občasno poplavljeni na plitvih obrečnih prsteh
		A12: njive na plitvih obrečnih prsteh
	A2: hipoglej, globoko oglejen na obrobju dolin na peščeno glinastih naplavinah	A21: njive in travniki na hipogleju
		A22: travniki na hipogleju
		A23: pozidano
	A3: ravninski psevdoglej na peščeno glinastih naplavinah	A31: njive na ravninskem psevdogleju
		A32: travniki na ravninskem psevdogleju
		A33: pozidano
		A34: nerodovitno
Ekosistemi B: v ravnini, na nadmorski višini 250 m, na pleistocenskih in holocenskih meljasto ilovnatih in meljasto glinasto ilovnatih nanosih, z rednim zastajanjem vode v hidromorfnih prsteh in oglejevanjem. Ekosistem B sestavljata dva tipa ekosistemov glede na tip prsti	B1: amfiglej, na meljsto ilovnatih nanosih	B11: hidromeliorirane njive na amfigleju
		B12: travniki na amfigleju
		B13: gozd črne jelše in podaljšanega šaša na amfigleju
		B14: dobov gozd na amfigleju
	B2: ravninski psevdoglej na meljasto glinastih ilovnatih nanosih. Dva tipa ekosistema se razlikujeta po rabi tal	B21: travniki na ravninskem psevdogleju
		B22: gozd belega gabra s čresmo (<i>Prunus padus</i>) na ravninskem psevdogleju
Ekosistemi C: reliefno razčlenjeno gričevje na laporjih, na nadmorski višini 300 do 450 m,	C1: rigolane prsti na strmih pobočjih na laporjih	C11: vinogradi na rigolanih prsteh

zaradi slabe prepustnosti laporjev za podzemni odtok vode pa se uveljavlja močna denudacija. Distrične in evtrične prsti so namenjene mešani njivsko-travniški in gozdni rabi. Ekosistem C sestavljajo trije tipi ekosistemov glede na reliefno lego, tip prsti in rabo tal	C2: distrične rjave prsti na peščenih laporjih na slemenih in vršinah slemen	C21: njivsko-travniška raba in razpršena poselitev na distričnih rjavih prsteh
		C22: gozd belega gabra z belkasto bekico na distričnih rjavih prsteh
		C23: gozd bukve s kostanji na distričnih rjavih prsteh
	C3: evtrične rjave prsti na glinastih laporjih ob vznožju pobočij, koluvialne. Delijo glede na razlike v gozdnih združbah in v rabi tal še na pet tipov	C31: njivsko-travniška raba na evtričnih rjavih prsteh
		C32: bukov gozd s tevjem na evtričnih rjavih prsteh
		C33: gozd belega gabra in belkaste bekice na evtričnih rjavih prsteh
		C34: gozd bukve in s kostanji na evtričnih rjavih prsteh
		C35: gozd hrasta doba in belega gabra na evtričnih rjavih prsteh
	D1: evtrične rjave prsti in rankerji na ilovici s peskom in prodom	D11: evtrična rjava prst z njivsko-travniško rabo na pobočjih
		D12: ranker z acidofilnim gozdom bukve in kostanja na vršinah slemen
	D2: evtrična rjava psevdoglejena prst na položnih pobočjih in v povirjih	D21: njivsko travniška raba in razpršena poselitev na evtrični rjavi psevdoglejeni prsti
		D22: acidofilni gozd bukve in kostanja na evtrični rjavi, psevdoglejeni prsti
Ekosistemi D: blago razrezano gričevje iz pleistocenskih ilovic s prodom in peskom, močno denudacijo na vršinah slemen in koluviacijo ob vznožjih pobočij, zaradi neodpornosti litološke osnove in humidne klime ter s procesi psevdoglejanja zaradi občasnega zastajanja padavinske vode v profilu prsti. Ekosistem D je iz treh tipov, ki se razlikujejo po reliefni legi in tipih prstih	D3: pobočni psevdoglej na prehodu gričevja v ravnino, na S ekspozicijah in meljastih sedimentih. Mezo-biotopi se delijo glede na vrsto rabe tal na sedem mikro-biotopov	D31: njivsko travniška raba na pobočnem psevdogleju
		D32: acidofilni gozd bukve in kostanja na pobočnem psevdogleju
		D33: pozidano

2.2 Tipizacija ekosistemskih storitev

Upravljanje ekosistemov, ki poskuša povečati proizvodnjo ene ES, pogosto povzroči znatno zmanjšanje zagotavljanja drugih ES. Zaradi tega so nedavne študije zahtevale večjo pozornost razvoju teoretičnega razumevanja odnosov med storitvami ekosistemov (Benett idr., 2009). Scenariji obravnavajo več obetavnih pristopov, vključno z uporabo biotske raznovrstnosti za izgradnjo odpornosti ES, aktivno prilagodljivo upravljanje in zeleno tehnologijo (Carpenter, 2006). ES so pogosto spregledane, če kot primer navedemo pogosto nizko košenje zelenic (angleška trava), ki je puščava za organizme in ne omogoča nobenega oprasovanja. V tem kontekstu ponuja koncept ES pomembno priložnost za razvoj okvira, ki bo podpiral pametno uporabo biotske raznovrstnosti in drugih naravnih virov. Čeprav je bila prednost uporabe ES za oblikovanje vrednotenja biotske raznovrstnosti dokumentirana (Zhang idr., 2007), so klasifikacijski sistemi uporabljali mešane procese (sredstva) za doseganje storitev in same storitve (cilje) znotraj iste klasifikacijske kategorije. To omejuje njihov prispevek k odločitvam v zvezi z biotsko raznovrstnostjo. Dvoumnost v definicijah ključnih izrazov – kot so ekosistemski procesi, funkcije in storitve – situacijo poslabšuje (Wallace, 2007).

Kmetijske ekosisteme aktivno upravljajo ljudje, da optimizirajo oskrbo s hrano, vlakninami in gorivom. Po Zhangu so ekosistemske storitve iz kmetijstva so uvrščene med oskrbovalne storitve in so odvisne od podpornih in regulacijskih storitev kot vložkov v proizvodnjo (npr. rodovitnost tal in oprasovanje). Kmetijstvo je deležno tudi slabih storitev ekosistema, ki zmanjšujejo produktivnost ali povečujejo proizvodne stroške (Zhang idr., 2007).

Čeprav ES prispevajo h gospodarstvu in prehranski varnosti, v kmetijstvu še vedno niso v celoti izkoriščene. Namesto tega so bili zunanji vložki uporabljeni za povečanje donosov, medtem ko so bili stroški naloženi javnim dobrinam. Ekološka intenzifikacija izkorišča storitve ekosistema za izboljšanje in stabilizacijo proizvodnje ter zmanjšanje potrebe po zunanjih vložkih, hkrati pa varčuje z okoljem. Posebej pomembne so ES, ki temeljijo na biotski raznovrstnosti in so povezane z rodovitnostjo tal, nadzorom škodljivcev in oprasovanjem. Ekološka intenzifikacija je uporabna v vseh regijah, vendar je za namene prehranske varnosti treba posebno pozornost nameniti izvajanju kot ekološkemu izboljšanju v regijah z velikimi vrzelmi v pridelku, ki sovpadajo s slabo prehransko varnostjo. Raznolik sistem obrezovanja obljublja ustvarjanje situacij, v katerih zmagajo vsi. Vse naštetost se izkazuje v potrebi po znanju o ekologiji in socialni-ekonomiji ES; kmetijske raziskave in inovacije pa morajo upoštevati učinkovitost rabe virov, stabilnost proizvodnje, minimalen vpliv na okolje, blaženje ekstremnih dogodkov in prilagajanje lokalnim razmeram (Bommarco idr., 2018; Vovk, 2015a; Vurunić idr., 2023.).

V nadaljevanju je upoštevana delitev ES, kot so najbolj pogosto navedene v poročilu Millenium 2005 (Millenium Ecosystem Assesment, 2005). Podporne storitve ekosistemov so opredeljene kot tiste, ki so nujno potrebne za delovanje vseh ostalih ekosistemskih storitev. Gre za procese znotraj ekosistemov, ki omogočajo fotosintezo in s tem primarno produkcijo, kroženje hranil (obstoj prehranjevalne verige in biogeokemično kroženje elementov), kroženje vode in tvorbo tal. Sem lahko štejemo tudi habitatno funkcijo ekosistemov, torej zagotavljanje življenjskega prostora najrazličnejšim organizmom. Med oskrbovalne storitve uvršča vse proizvode, ki jih lahko pridobimo iz ekosistemov, kot so hrana, vlaknine, viri za preskrbo z energijo,

genetski viri (genetska pestrost organizmov), različne kemikalije naravnega izvora, surovine za farmacevtsko industrijo, naravna zdravila, okrasni viri, mineralne surovine in pitna voda. Regulatorne storitve ekosistemov predstavljajo sposobnosti ekosistemov pri uravnavanju kakovosti vode, zraka in tal (zmožnost čiščenja vode, zraka in tal – samočistilna sposobnost), vpliva na klimo (na primer vezava CO₂ v rastlinah, vpliv na vlažnost zraka), vloge pri zmanjševanju erozije, širjenju bolezni, omogočanju opraševanja in vpliva na naravne nevarnosti (uravnavanje suše, poplav, vetra). Zadnjo kategorijo predstavljajo kulturne storitve ekosistemov. Gre za nematerialne koristi, ki izhajajo iz pokrajinske vrednosti ekosistemov: rekreacija, estetska izkušnja, duhovna obogatitev, izobraževalna funkcija. Z ekosistemskim pristopom reševanja posameznega okoljskega problema tako vedno vpletemo celotne ekosistemske funkcije in dosežemo še druge ekosistemske storitve. Kot primer lahko izpostavimo preprečevanje erozije tal na golih njivskih površinah z zasaditvijo grmovnih in drevesnih vrst v obliki mejic. Z zasaditvijo rastlin se bo močno zmanjšala jakost vetra in s tem iznos prašnih delcev z njivskih površin.

ES lahko opredelimo kot funkcije ekosistema. Ekosistemi delujejo kot sistemi, ki podpirajo življenje (ang. *life-support systems*), saj imajo vzdrževalno, preskrbovalno, regulatorno in kulturno vlogo. Ekosistemi tako s svojim delovanjem vplivajo na:

- lokalni in globalni pretok energije in kroženja snovi ter tako oblikujejo razmere na celotnem planetu,
- uravnavajo sestavo zraka,
- vplivajo na razporeditev in količino padavin,
- vzdržujejo globalno in vplivajo na lokalno temperaturo,
- blažijo posledice človekovega delovanja in onesnaževanja,
- uravnavajo kroženje, shranjevanje in zadrževanje vode,
- vplivajo na nastajanje in zadrževanje prsti,
- omogočajo shranjevanje, kroženje in privzemanje hranil,
- so vir biološkega materiala, hrane in surovin,
- dajejo možnost za rekreacijo, kulturno bogatitev in razvoj turizma.

2.3 Izbor raziskovalnega območja

Območje bioregije Dravinjske doline smo na osnovi geografske analize razčlenili na ekosisteme in tipe ekosistemov (A, B, C in D). Njihova velikost in število sta rezultata heterogenosti prsti, velikosti obravnavanega območja (v tem primeru 8.500 ha) ter merila preučevanja (1:25.000). Pri razčlenitvi površja na ekosisteme smo upoštevali dominantne značilnosti pokrajine, in sicer stabilne (reliefne značilnosti, matična osnova) in variabilne (podnebje, vodne razmere in vegetacija) ter dejavnosti človeka. Dolina Dravinje obsega mlado in rahlo valovito gričevje Dravinjskih gor, ki so nastale v času ledenih dob in še zlasti po tem obdobju. Ležijo na stičišču južnega Pohorja, Vitanjskih Karavank (Bočkega hribovja), zahodnega dela Dravskega polja in zahoda Haloz.

Za ekosistemsko členitev uporabljamo na terenu tri metode za ugotovitev tipov prsti, ki so osnova za rastlinstvo in rabo tal (tipe ekosistemov):

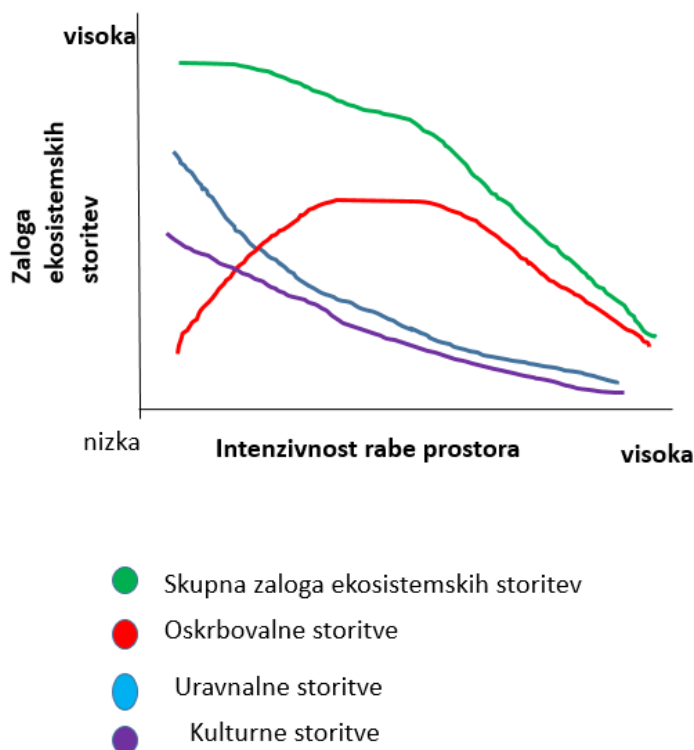
- opazovanje prsti s pomočjo reliefne razgibanosti pokrajine (iz oblik reliefa sklepamo na tip in značilnosti prsti), uporaba geološke karte pri pripravi na terensko spoznavanje prsti;
- ocenjevanje prsti s pomočjo pedološke karte: iz legende karte sklepamo o posameznih tipih prsti, še preden jih spoznamo v pokrajini;

- za pridobitev osnovne informacije o prsteh zadostuje ocenjevanje prsti s pomočjo talne ruše (z lopato izkopljemo zgornji sloj prsti, ki služi za ocenjevanje osnovnih značilnosti prsti);
- ocenjevanje in opazovanje prsti s pomočjo pedološkega profila: izkopljemo ga z lopato od površine do matične podlage. Omogoča vpogled v notranjost prsti, njeno genezo in zgradbo po horizontih, lastnosti prsti lahko ocenimo tudi s pomočjo poznavanja vegetacije, ker se le-ta spreminja zaradi posegov človeka, se te spremembe kažejo tudi v zastopanosti rastlinstva. Iz vrste in razširjenosti gozda sklepamo na prevladujoče lastnosti prsti (navadni kostanj uspeva na kislih prsteh, ki so sicer zelo prepustna za vodo; črna jelša raste na oglejeni prsti, črni gaber uspeva le na toplih legah, kjer so razvite rendzine).

2.4 Tipizacija ekosistemskih storitev

Obravnava ekosistemskih storitev temelji na kaskadnem pristopu, ki omogoča analizo toka koristi od ekosistemov, ki omogočajo nastanek ekosistemskih storitev, do družbe, ki po njih povprašuje in jih uživa. Podoben pristop je uporabljen v Priročniku za načrtovanje zelene infrastrukture (Bricelj, 2021). Visoka biotska raznovrstnost je pokazatelj večje zaloge in raznolikosti ekosistemskih storitev in obratno. Je tudi garancija za neprepoznane ekosistemske storitve (zdravila, uravnavanje številčnosti populacije določenih vrst). Zaloge ekosistemskih storitev se med seboj dopolnjujejo ali izključujejo (primer ekstenzivni gozd in intenzivna njiva).

Za oceno ekosistemskih storitev smo uporabili diagram intenzivnosti prostora v odvisnosti od zalog ekosistemskih storitev ter vključili oskrbovalne (pridružene so jih podporne), uravnalne in kulturne storitve ter skupno zalogo ekosistemskih storitev (slika 5).



Slika 5: Diagram za vrednotenje ekosistemskih storitev.

Vir: Prirejeno po Bricelj, 2021.

Vrednotenje poteka na način, da na terenu z neposrednim opazovanjem določimo stopnjo intenzivnosti rabe tal, kar je nakazano že v imenu tipa ekosistema, ter glede na krivulje pričakovanih ekosistemskih storitev (skupne zaloge, oskrbovalnih, uravnalnih in kulturnih) določimo položaj (stanje) posameznega ekosistema s točko na vsaki krivulji.

3 Rezultati

3.1 Storitve ekosistemov v bioregiji doline Dravinje

Za oceno skupne zaloge ekosistemskih storitev, oskrbovalnih, uravnalnih in kulturnih storitev smo uporabili poimenovanje ekosistemov in ekosistemskih tipov v dolini Dravinje (A, B, C in D), ki so zasnovani na rabi tal (dejavnosti človeka), kar je tudi kriterij ocene ekosistemskih storitev (intenzivnost rabe prostora od nizke do visoke), kar neposredno vpliva tudi na zaloge ekosistemskih storitev.

Ekosistemi A ob reki Dravinji in pritokih, z občasnim vplivom podtalne vode, se deli na tri tipe ekosistemov (A1, A2 in A3) in vsak do njih še na podtipe, ki so označeni s kombinacijo črke in dveh števil. Podtipi ekosistemov so bili osnova za oceno ekosistemskih storitev in so vneseni na diagram (slika 6).

A1 - obrečne, plitve prsti ob tekočih vodah, neoglejene na peščeno ilovnatih naplavinah

A1₁ – travniki, občasno poplavljeni na plitvih obrečnih prsteh

A1₂ – njive na plitvih obrečnih prsteh

A2 - hipoglej, globoko oglejen na obrobju dolin na peščeno glinastih naplavinah

A2₁ – njive in travniki na hipogleju

A2₂ – travniki na hipogleju

A2₃ – pozidano

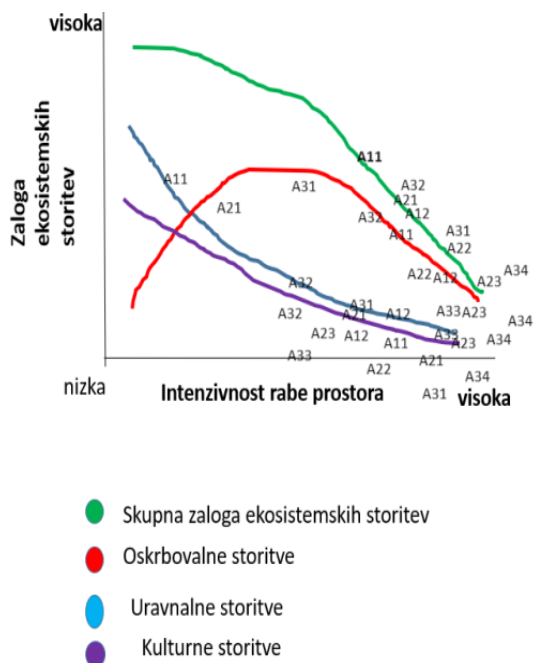
A3 - ravninski psevdoglej na peščeno glinastih naplavinah

A3₁ – njive na ravninskem psevdogleju

A3₂ – travniki na ravninskem psevdogleju –

A3₃ – pozidano

A3₄ – nerodovitno.



Slika 6: Umeščenost ekosistemov glede na prevladujoče ekosistemske storitve.
Vir: lasten prikaz.

Območja obrečnih plitvnih prsti ob tekočih vodah so občasno poplavljeni in kot travniki in njive spremenjena od človeka, vključena so v kmetijsko pridelavo, zato ekosistemske nimajo posebnih funkcij. Ekosistemi na globoko oglejenih prsteh nimajo sledov poplav in so kot travniki in njive s pozidanimi območji del ruralnega poselitvenega prostora. Ekosistemi na ravninskih psevdoglejih so prav tako del antropogene rabe, zato so storitve ekosistemov locirane v nizkih zalogah ekosistemskih storitev.

Ekosistemi B so v ravnini, z rednim zastajanjem vode v hidromorfih prsteh in oglejevanjem. Delijo se na dva podtipa B1 in B2, ki se razlikujeta po zastajanju vode v prsti in posledično rastlinstvu in rabi tal. B1 je dokaj naravni ekosistem s podtipi različnih gozdnih združb. B2 pa ima psevdoglejna rastišča brez zastajajoče vode (slika 7).

Ekosistem B: v ravnini, z rednim zastajanjem vode v hidromorfnih prsteh in oglejevanjem.

B1 - amfiglej, na meljasto ilovnatih nanosih

B1₁ - hidromeliorirane njive na amfigleju

B1₂ - travniki na amfigleju

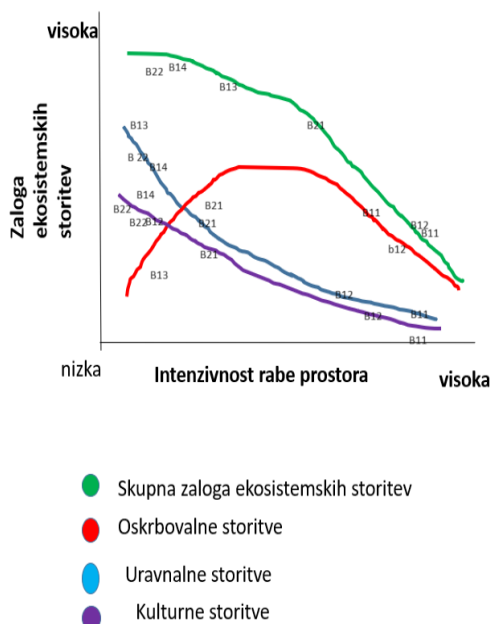
B1₃ - gozd črne jelše in podaljšane šaša na amfigleju

B1₄ - dobov gozd na amfigleju

B2 - ravninski psevdoglej na meljasto glinastih ilovnatih nanosih. Dva tipa ekosistema se razlikujeta po rabi tal

B2₁ - travniki na ravninskem psevdogleju

B2₂ - gozd belega gabra s čremo na ravninskem psevdogleju



Slika 7: Ocena ekosistemskih storitev v biotopih B.

Vir: lasten prikaz.

Prevlada zastajanja vode v rastiščih povzroča vzpostavljene močvirskih razmer, kar omogoča visoke ekosistemske storitve tipov in podtipov ekosistemov. Med drugim tako izstopajo hidromeliorirane površine ter travniki, ki jih redno kosijo in ti tipi ekosistemov se zaradi intenzivnosti rabe prostora uvrščajo med nižje ocenjene ekosistemske storitve. Nad dolinskim dnom reke Dravinje z ekosistemi A in B so na obrnkah Dravinjskih gor.

Ekosistemi C izstopajo predvsem po intenzivni rabi na območjih, kjer so laporji z evtrično prstjo in tam so tudi uredili kmetijske površine, ekosistemske storitve teh površin pa niti niso pretirano visoke. Na drugi stani pa so strmejša pobočja z gozdovi in avtohtono vegetacijo, ki opravljajo pomembne storitve, kar je tudi razvidno z diagrama ekosistemskih storitev (slika 8).

Ekosistem C: reliefno razčlenjeno gričevje na laporjih, zaradi slabe prepustnosti laporjev za podzemni odtok vode se uveljavlja močna denudacija.

C1 - rigolane prsti na strmih pobočjih na laporjih

C1₁ - vinogradi na rigolanih prsteh

C2 - distrične rjave prsti na peščenih laporjih na slemenih in vršinah slemen

C2₁ - njivsko - travniška raba in razpršena poselitve na distričnih rjavih prsteh

C2₂ - gozd belega gabra z belkasto bekico na distričnih rjavih prsteh

C2₃ - gozd bukke s kostanji na distričnih rjavih prsteh –

C3 - evtrične rjave prsti na glinastih laporjih ob vznožju pobočij, koluvialne. Delijo glede na razlike v gozdni družbah in v rabi tal še na pet tipov:

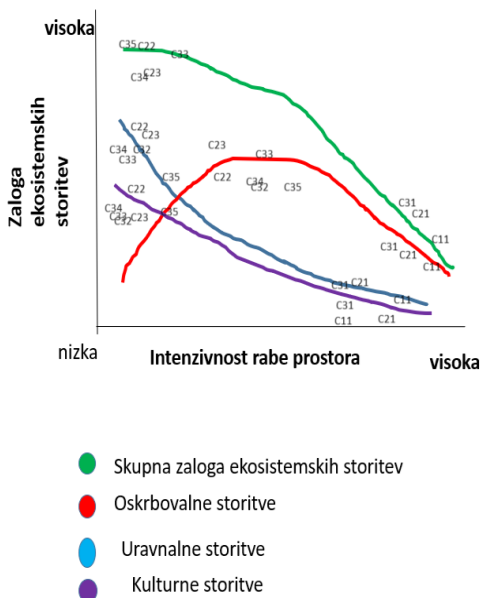
C3₁ - njivsko - travniška raba na evtričnih rjavih prsteh –

C3₂ - bukov gozd s tevjem na evtričnih rjavih prsteh

C3₃ - gozd belega gabra in belkaste bekice na evtričnih rjavih prsteh

C3₄ - gozd bukke in s kostanji na evtričnih rjavih prsteh

C3₅ - gozd hrasta doba in belega gabra na evtričnih rjavih prsteh.



Slika 8: Ocena ekosistemskih storitev gričevnatega območja bioregije Dravinjska dolina.

Vir: lasten prikaz.

Ekosistemi D se nahajajo v gričevnatih območjih Dravinjskih gor z mešano rabo tal in se razlikujejo po rastiščnih pogojih (evtrična rjava prst kot odlična za kmetijsko rabo) ter tu imamo tudi psevdogleje z gozdno vegetacijo (slika 9).

Ekosistem D: blago razrezano gričevje z močno denudacijo na vršinah slemen in koluviacijo ob vznožjih pobočij.

D1 - evtrične rjave prsti in rankerji na ilovici s peskom in prodrom

D1₁ - evtrična rjava prst z njivsko-travniško rabo na pobočjih

D1₂ - ranker z acidofilnim gozdom bukke in kostanja na vršinah slemen

D2 - evtrična rjava psevdoglejena prst na položnih pobočjih in v povirjih

D2₁ - njivsko travniška raba in razpršena poselitve na evtrični rjavi psevdoglejeni prsti

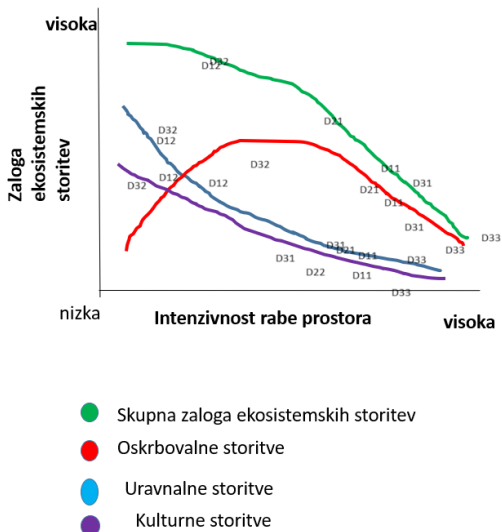
D2₂ - acidofilni gozd bukke in kostanja na evtrični rjavi, psevdoglejeni prsti

D3 - pobočni psevdoglej na prehodu gričevja v ravnino, na severnih ekspozicijah in meljastih sedimentih.

D3₁ - njivsko travniška raba na pobočnem psevdogleju –

D3₂ - acidofilni gozd bukke in kostanja na pobočnem psevdogleju

D3₃ – pozidano



Slika 9: Ocena ekosistemskih storitev vznožnih pobočnih ekosistemov D.

Vir: lasten prikaz.

Ekosistemi z intenzivno rabo kot so njive, travniška raba in poselitve znižujejo ekosistemske storitve, saj služijo predvsem oskrbovalnim storitvam, to je pridelavi travinja in poljščin. Zaradi drobno-posestne strukture kmetijske površine ne prinašajo visokih oskrbovalnih storitev. Antropogeno rabljene površine posledično znižujejo moč ekosistemskih storitev.

3.2 Pogled na ekosistemske storitve v bioregiji Dravinjska dolina

Analiza ocene stanja ekosistemskih storitev na nivoju tipov ekosistemov kaže močno povezavo med intenzivnostjo rabe tal o vrednosti ekosistemov. V praksi povezujemo oskrbovalne in podporne storitve ekosistemov, ker so oboje namenjene oskrbi človeka s hrano in materiali, kot je razvidno in preglednice 1.

Preglednica 2: Ekosistemi kombinirano opravljajo različne vrste storitev.

Vir: avtorica.

Ekosistemske storitve	Opis
Oskrbovalne storitve	Gojenje kulturnih rastlin, pašništvo, biotski materiali kot so les, vlakna, vodooskrba (pitna voda, namakanje, tehnološke vode), biomasa za pridobivanje energije, gorivo, materiali (kamen), biomasa za pridobivanje energije iz kulturnih rastlin, gozdov.
Uravnalne storitve	Zadrževanje hranil, čiščenje vode, omilitev visokovodnih odtokov in poplavne nevarnosti, omilitev sušnih razmer, nastajanje prsti, izboljšanje kakovosti zraka, ohranjanje populacij in habitatov, ponor ogljika, uravnavanje poplav, bolezni, kakovost vode (filtracija onesnažil v površinski vodi), prst zadržuje vodo
Kulturne storitve	Nudijo rekreacijo, estetske in duhovne koristi, raziskave, izobraževanje, turistični potencial, naravna in kulturna dediščina, kolesarjenje, pohodništvo
Podporne storitve	Omogočajo nastajanje prsti, fotosintezo, kroženje hranil, kroženje vode

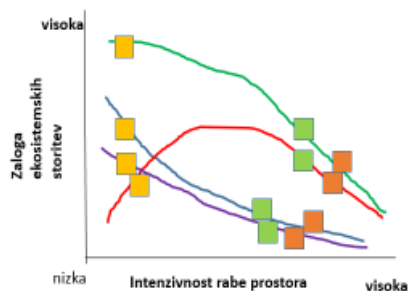
Visoka biotska raznovrstnost je pokazatelj večje zaloge in raznolikosti ekosistemskih storitev in obratno. Je tudi garancija za še neprepoznane ekosistemske storitve (zdravila, uravnavanje številčnosti populacije določenih vrst). Zaloge ekosistemskih storitev se med seboj dopolnjujejo ali izključujejo (primer ekstenzivni gozd in intenzivna njiva), zato je pomembno poznati ekosisteme na ravni posameznih rab tal.

Za primerjavo ocene ekosistemskih storitev na nivoju tipov ekosistemov (dvostopenjsko poimenovanje) smo ocenili še ekosisteme ob vodotokih in v naseljih. Ocena posameznih vodotokov kaže na ohranjenost ekosistemov ob izbranih vodotokih in uvršča potok Brežnica med najslabše in Topli potok med najboljše glede na intenzivnost rabe tal (slika 10).

Vrednotenje ekosistemskih storitev

Dolina Dravinje: ob pritokih potokov v reko Dravinjo

- pritok potoka Brežnica v Poljčanah
- pritok potoka Bela Zg. Poljčanah
- pritok Topli potok v Studenicah



- Skupna zaloga ekosistemskih storitev
- Oskrbovalne storitve
- Uravnalne storitve
- Kulturne storitve

Slika 10: Ocena ekosistemskih storitev po vodotokih.

Vir: lasten prikaz.

Bogata zaraščenost obrežij reke Dravinje vzpostavlja pomembne vzporedne funkcije, saj vrbe čistijo vodo s fitoremediacijo, so dom živalim, služijo kot prirast biomase, senčijo vodo in še druge funkcije (slika 11). Ocena ekosistemskih storitev v naseljih Poljčane, Modraže in Sp. Brežnica pokaže podobno ugotovitev in sicer bolj kot je intenzivnost rabe močnejša, nižje so storitve ekosistemov (slika 12).

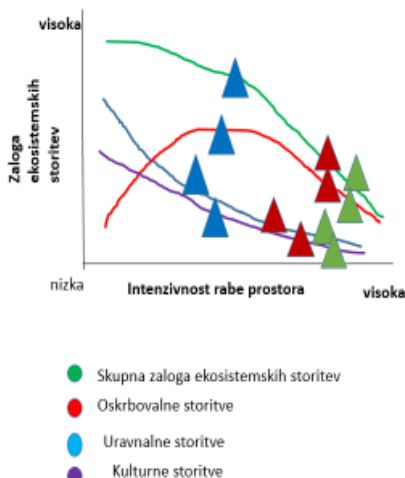


Slika 11: Vegetacijska zarast ob reki Dravinji.

Vir: osebni arhiv.

Vrednotenje ekosistemskih storitev

Dolina Dravinje: v naseljih



Slika 12: Naselja tudi v ruralnih območjih izkazujejo nizko stopnjo ekosistemskih storitev.

Vir: lasten prikaz.

Posledice procesov znotraj ekosistemov in njihovi produkti (ekosistemske storitve), ki jih lahko koristimo tudi mi, so močno odvisni od biotske raznovrstnosti in pestrosti znotraj ekosistemov (Wallace, 2007). Biotska raznovrstnost in pestrost predstavljata raznolikost vseh živih organizmov. Odražata se na več ravneh, in sicer genski raznovrstnosti organizmov, različnosti živih bitij in v raznovrstnosti sistemov (Zhang idr., 2007). Sprememba vrstne pestrosti lahko neposredno vpliva na spremembo potenciala nekega ekosistema za določene storitve. Na primer: nepravilni poseg v gozdni ekosistem lahko povzroči zmanjšanje vrstne pestrosti gozda, zmanjša se sposobnost gozda za zadrževanje vode, lahko se prične proces erozije. Pri tem pa vemo, da imajo gozdni ekosistemi pomembno vlogo pri kroženju snovi in hranil, primarni proizvodnji in fotosintezi. Večji posegi v gozdne ekosisteme tako vplivajo tudi na delovanje teh procesov (Vani idr., 2019).

S pravilnim načrtovanjem in upoštevanjem narave lahko dosežemo posamezni zastavljeni cilj, kot je na primer očiščenje odpadne vode. To lahko dosežemo tudi z uporabo tradicionalnih pristopov na področju preprečevanja in odstranjevanja onesnaženja. Za razliko od tradicionalnih pristopov pa nam ekoremediacijski pristop vedno ponudi širši nabor storitev, kot tudi dobrin. Gre torej za celoten spekter storitev ekosistemov in njihovih komponent (voda, tla, hranila, mineralne komponente in organizmi), na katerih temelji naš obstoj.

Bioregije kot naravnogeografsko specifične enote temeljijo na ohranjenosti ekosistemov in njihovih storitev, saj so potencial za turizem, ki povezuje naravno in kulturno dediščino (slika 13).



Slika 13: Naravna, kulturna dediščina in učne poti in učne točke v Dravinjski dolini.
Vir: Vovk, 2008.

4 Sklep

V preteklosti zasnovane ekosistemske členitve slovenskega ozemlja na biotope, ekotipe, ekosisteme in ekosistemske tipe so danes spet aktualne, saj lahko le poznavanje delovanja le-teh pripomore k njihovem varovanju. Za vzpostavljane bioregije na širšem območju doline Dravinje je pomembno, da upravljalci poznajo vrednosti ekosistemskih storitev posameznih območij. Kot je pokazala analiza, imajo na preučevanem območju največjo vrednost z gozdom pokrita območja, sledijo poplavni travni, mešana travniško njivska raba ekosistemov, njivski ekosistemi in najnižja je vrednost ekosistemskih storitev v pozidnih območjih. To sporočilo je pomembno tudi zaradi prilagajanja podnebnim razmeram, ki v kratkem času prispevajo veliko padavin, povzročajo dolga sušna območja, močne vetrove in umiranje plodne zemlje. Da se bo narava lahko obnavljala, je potrebno upoštevati delovanje tistih ekosistemov, ki največ prispevajo k vsem trem vrednostim (uravnalnim, oskrbovalnim, kulturnim) ekosistemskih storitev. Skupna vrednost

ekosistemskih storitev je ocena seštevka vseh in je najbolj odvisna od intenzivnosti rabe tal, saj le ta določa to vrednost. Za samooskrbo, torej krepitev oskrbovalnih storitev ekosistemov bo potrebno zagotavljati njihovo sposobnost vpijanja in zadrževanja vode, kroženja organske snovi, nastajanje humusa, krepitev življenja v tleh, kar zahteva na naravi temelječe pristope kmetovanja. Zato je poznavanje vrednosti ekosistemskih storitev pomembna, da lahko načrtujemo odgovorne posege v prostor.

Literatura

- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J., 2009: Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology letters*, 12(12), 1394-1404.
- Bricelj, M. 2021: Priročniku za načrtovanje zelene infrastrukture. Inštitut za vode in Ministrstvo za okolje.
- Bommarco, R., Vico, G., & Hallin, S., 2018: Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global food security*, 17, 57-63.
- Carpenter, S. R., Bennett, E. M., & Peterson, G. D. (2006). Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecology and Society*, 11(1).
- Hočevar, S. 2011: Pomen ekovasi za trajnostni razvoj. Koper: Univerza na Primorskem, Fakulteta za management.
- Kaligarič, S., Senegačnik, A., Jež, M. idr. 2004: Dravinja – reka bleščečega vodomca, Natura 2000. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. Ljubljana. Medmrežje: http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/natura2000_dravinja.pdf (11.2.2009).
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008: Geografski vidiki poplav v Sloveniji. SAZU. Ljubljana. (<http://www.ptujska-gora.si/slo/dogodki/poplave2006.htm> (19.4.2009).
- Millenium Ecosystem Assesment (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Newkirk, 1975: Bioregions: Towards Bioregional Strategy for Human Cultures. <https://www.cambridge.org/core/search?q=Bioregions%3A+towards+bioregional+s+strategy+for+human+cultures>, 11.4.2024
- Plut, D. 2008: Okoljska globalizacija: Svetovno gospodarstvo in Slovenija. Dela 30, str. 5-19.
- Pušnik, B. 2007: Zasnova vodne učne poti v porečju reke Dravinje za terensko delo v osnovnih in srednjih šolah. Diplomaska naloga, Filozofska fakulteta Univerze v Mariboru. Maribor.
- Uršič, M. 1993: Bioregionalizem: Tam, kjer živimo. *Gea*, št. 2, 48-49.
- Vani, V., Pavan Kumar, K., Ravibabu, M. V. 2019: Temperature and Vegetation Indices Based Surface Soil Moisture Estimation: A Remote Sensing Data Approach. Rao, P. J. idr. (ur.), *Proceedings of International Conference on Remote Sensing for Disaster Management*.
- Vovk, A., 1996: Poplave v dolini Dravinje septembra 1995. *Ujma*, št. 10. Ljubljana.
- Vovk, A., 2008: Dravinjska dolina je učilnica v naravi za geografe. *Geografija v šoli*. https://www.zrss.si/wp-content/uploads/2023/05/11_AnaVovkKorze.pdf
- Vovk, A., 2015: Lokalni in regionalni trajnostni razvoj. Maribor: Filozofska fakulteta, Mednarodni center za ekoremediacije: Geaart, 2014. 102 str., ilustr. ISBN 978-961-6930-20-8. [COBISS.SI-ID 79668225]
- Vovk, A., 2015a: Prepoznavnost Slovenije z učnimi regijami. Nazarje: GEaart, 2015. 106 str., ilustr. ISBN 978-961-93683-8-1. [COBISS.SI-ID 279251968]

Vurunić, S., Japelj, A., Šmid Hribar, M., Rac, I. 2023: Priročnik za identifikacijo in kartiranje ekosistemskih storitev. ZRC SAZU.

Vovk A. (2023). Možnosti za modro-zeleno infrastrukturo v Mariboru. *Revija Za Geografijo*, 18(2), 65-80. <https://doi.org/10.18690/rg.18.2.3362>

Wallace, K. J. 2007: Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological conservation*, 139(3-4), 235-246.

Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M., 2007: Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological economics*, 64(2), 253-260.

Summary

The Dravinja Valley bioregion is an area along the Dravinja River and covers the bottom of the flooded valley, the outskirts and the upper parts of the Dravinja Hills. It belongs to natural areas, as there have never been industrial and agricultural activities that would significantly affect its nature. In this research, we were interested in the assessment of ecosystem services based on the ecosystems represented there, which were determined according to natural properties such as the type of soil, vegetation, slope, rock base, relief and water. We evaluated four groups of ecosystems with the help of a diagram of the value of ecosystem services, which are based on the intensity of the use of space, the higher it is, the lower the ecosystem services. We took into account the established division of ecosystem services into administrative, service (here they are associated support) and cultures, as well as the total value of ecosystem services. The research supports the interest of the municipality of Poljčane to establish the bioregion of the Dravinja Valley in this area as an extended spatial unit with ecovillages, ecocities and sustainable micro-regions, with a strong emphasis on connecting human activities with nature. The results of the assessment of the ecosystem services show that regardless of other features of the area, forest and primary vegetation play a key role in supporting environmental services.

There are four types of ecosystems in the bioregion Dravinjska dolina, which differ according to the lithological basis, the relief position, the influence of groundwater and human activities. Ecosystem types are marked with capital letters (A, B, C and D), and individual ecosystems are assigned a number (A1, A2) and a number with a "subscript" according to the specificity of individual ecosystems.

In the following, the division of ecosystem services, as most often stated in the Millennium Report 2005, is taken into account. Ecosystem support services are defined as those that are absolutely necessary for the functioning of all other ecosystem services. These are processes within ecosystems that enable photosynthesis and thus primary production, nutrient cycling (the existence of a food chain and biogeochemical cycling of elements), water cycling and soil formation. This can also include the habitat function of ecosystems, i.e. providing a living space for a wide variety of organisms.

Supply services include all products that can be obtained from ecosystems, such as food, fibers, energy sources, genetic resources (genetic diversity of organisms), various chemicals of natural origin, raw materials for the pharmaceutical industry, natural medicines, decorative resources, mineral raw materials and drinking water. The regulatory services of ecosystems represent the capabilities of ecosystems in regulating the quality of water, air and soil (the ability to purify water, air and soil - self-purifying ability), influence on the climate (for example CO₂ binding in plants, influence on air humidity), roles in reducing erosion, spreading diseases, enabling pollination and influencing natural hazards (controlling drought, floods, wind). The last category are the cultural services. These are non-material benefits derived from the landscape value of ecosystems: recreation, aesthetic experience, spiritual enrichment and educational function.

The treatment of ecosystem services in this paper is based on a cascade approach, which analyses the flow of the benefits from the ecosystems that enable the creation

of ecosystem services to the society that demands and consumes them. A similar approach is used in the Green Infrastructure Planning Manual (Bricelj, 2021). High biodiversity is an indicator of a greater supply and diversity of ecosystem services and vice versa. It is also a guarantee for unrecognized ecosystem services (medicines, regulation of population abundance of certain species). Stocks of ecosystem services complement or exclude each other (for example, extensive forest and intensive arable land).

To assess the total stock of ecosystem services, supply, regulation and cultural services, we used the naming of ecosystems and ecosystem types in the Dravinja Valley (A, B, C and D), which are based on land use (human activity), which is also a criterion for assessing ecosystem services (intensity of use of space from low to high), which also directly affects the stocks of ecosystem services.

Ecosystems A along the Dravinja River and its tributaries, with the occasional influence of groundwater, are divided into three types of ecosystems (A1, A2 and A3) and each of them further into subtypes, which are indicated by a combination of a letter and two numbers. Areas of floodplain shallow soils next to running water are periodically flooded and changed by humans as meadows and fields, they are involved in agricultural production, so they do not have special ecosystem functions. Ecosystems on deeply indented fingers have no traces of flooding and, like meadows and fields with built-up areas, are part of the rural settlement area. Ecosystems on flat pseudogleys are also part of anthropogenic use, so ecosystem services are located in low stocks of ecosystem services. Ecosystems B are flat, with regular water stagnation in hydromorphic fingers and seepage. They are divided into two subtypes B1 and B2, which differ in the stagnation of water in the soil and the resulting vegetation and land use. B1 is a fairly natural ecosystem with subtypes of different forest communities. The predominance of water stagnation in the habitats causes established wetland conditions, which enables high ecosystem services of ecosystem types and subtypes. Among other things, hydromeliorated areas and meadows stand out, which are regularly mowed, and these types of ecosystems are classified as lower-rated ecosystem services due to the intensity of space use.

Above the valley floor of the Dravinja River with ecosystems A and B, on the slopes of the Dravinja Hills, which belong to the bioregion of the Dravinja Valley, there are ecosystems C, which, however, have completely different characteristics than types A and B. Ecosystems C stand out mainly due to the intensive use in areas where there are marls with eutric soil and where agricultural areas have also been arranged, and the ecosystem services of these areas are not even excessively high. On the other side, there are steeper slopes with forests and native vegetation that provide important services. Ecosystems D are located in the hilly areas of the Dravinja Hills with mixed land use and differences in growth conditions (eutric brown soil as excellent for agricultural use) and here we also have pseudogley with forest vegetation.

With proper planning and taking nature into account, we can achieve an individual goal, such as, for example, wastewater treatment. This can also be achieved by using traditional approaches in the field of pollution prevention and removal. Unlike traditional approaches, the ecoremediation approach always offers us a wider range of services as well as goods. It is therefore the entire spectrum of ecosystem services and their components (water, soil, nutrients, mineral components and organisms) on which our existence is based.

Estetika proti ekologiji: Kompleksnost ohranjanja starih drevoredov na primeru drevoreda v Pivoli

Prejeto/
Received:
1. 6. 2024
Popravljeno/
Revised:
06. okt. 24
Sprejeto/
Accepted:
29. jun. 24
Objavljeno/
Published:
30. jun. 24

Mirko Silan

Arboretum Volčji Potok; Radomlje, Slovenija
mirko.silan@arboretum.si

Izvleček

Članek obravnava problematiko ohranjanja in obnove lipovega drevoreda v Pivoli (Slovenija) ter izpostavlja kulturne, ekološke in praktične izzive pri upravljanju tovrstne dediščine. Drevoredi, oblikovani kot simetrične, estetske značilnosti, so skozi stoletja pridobili zgodovinski pomen in intrinzično ekološko vrednost, saj podpirajo biotsko raznovrstnost in zagotavljajo habitate redkim vrstam. Danes se soočajo z izzivi staranja dreves, okoljskih pritiskov in varnostnih zahtev. Članek predstavi prednosti hibridnega pristopa, ki ohranja veteranska drevesa in strateško vključuje nove zasaditve, upoštevajoč ekološko trajnost in zgodovinsko celovitost. Na ta način lahko zagotovimo, da te ikonične krajine ostanejo kulturna in okoljska dobrina tudi za prihodnje generacije.

Ključne besede

drevored, varovanje dediščine, veteranska drevesa, upravljanje krajine, biotska raznovrstnost, trajnostno upravljanje, grad Hompoš, Pivola

Abstract

Aesthetics versus Ecology: The Complexity of Conserving the Tree Avenue in Pivola

The article addresses the conservation and restoration of the linden tree avenue in Pivola, Slovenia, highlighting the cultural, ecological, and practical challenges associated with managing this type of cultural heritage. Designed as symmetrical, aesthetic features, avenues have acquired historical significance and intrinsic ecological value over the centuries, supporting biodiversity and providing habitats for rare and endangered species. Today they face the challenges from environmental pressures, tree aging, and safety requirements. This article outlines the benefits of a hybrid approach that conserves veteran trees and strategically integrates new planting, taking into account ecological sustainability and historical integrity. In this way, we can ensure that these iconic landscapes remain both a cultural and environmental asset for future generations.

Keywords

tree avenue, heritage conservation, veteran trees, landscape management, biodiversity, sustainable management, Hompoš Castle, Pivola



© Avtor/Author,
2024



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

Uvod: Drevored kot naravna in kulturna dediščina

Drevoredi predstavljajo pomembno skupno dediščino v evropski zgodovini. Z več kot 500-letno tradicijo prispevajo k posebnemu značaju in identiteti različnih regij, saj služijo kot bistveni elementi estetskega, kulturnega in psihološkega udobja (Pradines, 2010). Nadel in Oberlander (1977) navajata, da so široke, simetrične vrste dreves, ki obkrožajo bulvarje, kot je berlinska ulica Unter den Linden, mestnim prebivalcem omogočile povezavo z naravo ter vizualno in psihološko ugodje sredi živahnega mestnega življenja. Ta pristop k zasaditvi ima korenine v starodavnem krajinskem oblikovanju, ki črpa navdih iz formalnih ureditev Perzije, starega Egipta in Indije, kjer so vrste dreves simbolizirale red in harmonijo v krajini.

Drevoredi, kot jih poznamo danes, so se razvili v 17. in 18. stoletju po navdihu geometrijskih vzorcev baročnih vrtov, kot so bili tisti v Versaillesu (Johnston, 2021). Takrat so bila drevesa vključena v okrasne koridorje na obrobju mest in parkov, vendar jih na glavnih prometnicah in ulicah večinoma ni bilo. To se je bistveno spremenilo sredi 19. stoletja, ko so posamezniki, kot je baron Haussmann, na novo zasnovali vlogo dreves v mestih. Njegova obsežna preureditev Pariza je v široke, simetrične bulvarje vključila drevesa, ki so povezala naravno lepoto z mestnim življenjem, zelenje pa je postalo osrednja značilnost načrtovanja mesta. Haussmannovi pariški bulvarji, obkroženi z odraslimi drevesi, so še vedno trajen zgled za mestne drevorede po vsem svetu, saj ulice spreminjajo v prostore, ki so tako funkcionalni kot lepi (Nadel in Oberlander, 1977).

Lipov drevored med naseljem Pivola in gradom Hompoš v Sloveniji pooseblja ta kulturni in zgodovinski pomen. Verjetno izvira iz 18. stoletja (Simonič Korošak idr., 2024) in služi kot pot, ki povezuje lokalne znamenitosti in zagotavlja veličasten dostop do gradu. Vendar pa se tako kot mnoge druge zgodovinske drevoredne poteze zdaj sooča z nujnimi okoljskimi izzivi.

Kot poudarja Lonsdale (2013), so drevoredi zaradi svojega edinstvenega značaja in oblikovne raznolikosti poseben izziv za upravljavce zgodovinske krajine. Vsak odrasel drevored, ki je bil večinoma zasajen pred stoletji, se razlikuje po namenu, vrstni sestavi in obsegu, dramatičen učinek pa doseže predvsem s skrbno načrtovanimi razdaljami med drevesi in njihovo višino ter značilno morfologijo izbranih vrst ali specifičnih drevesnih klonov. Vrste, kot so na primer lipe (*Tilia spp.*), so bile še posebej priljubljene za ustvarjanje katedralnih perspektiv z obokanimi krošnjami. Zaradi te raznolikosti se pojavljajo različne oblike - posamezne vrste, mešane vrste, dvojne linije, četverne linije in druge - vsaka od njih je edinstveno zapletena pri prizadevanjih za ohranitev. Poleg tega so drevoredi, ki so nekoč služili zgolj kot krajinski elementi, zdaj pogosto vključeni v javne prometnice, kar povečuje praktične, ekološke in kulturne vidike njihovega današnjega upravljanja.

Različne vloge in pomeni drevorednih dreves

Drevoredi v krajino vnašajo živo, plemenito arhitekturo, ki je že dolgo navdih za slikarje, pisatelje in širšo javnost. Pričajo o lokalni zgodovini in so povezava s preteklostjo saj lahko preživijo tudi številne dvorce, h katerim so nekoč vodili (Pradines, 2010).

Vendar pa drevoredi in stara drevesa niso le zgodovinsko in kulturno pomembni. Po mnenju številnih avtorjev (Bengtsson, 2010; Butler 2024; Lonsdale, 2015; Pradines,

2010; Thurman, 2010; Tommasi idr., 2004) taka drevesa pomembno prispevajo k biotski raznovrstnosti, ohranjanju narave in genov. Majhne zaplate naravne vegetacije (kot so drevoredi), imajo pri tem pomembno vlogo, saj delujejo kot »stopni kamni« za različne vrste (Pirnat, 2024). Te zaplate ne nadomeščajo večjih habitatov, temveč služijo kot ključne povezave v krajini, zlasti kot zeleni koridorji, ki povezujejo večja naravna območja, kot so biotopi vzdolž parkov in drevoredov, ter tako krepijo ekološko povezljivost v urbanih krajinah. Prav ta povezljivost je ključna za ohranjanje ekološke odpornosti, saj podpira mobilnost vrst, kar posledično pomaga ohraniti genetsko raznolikost in podpira regionalno obstojnost redkih vrst (Pirnat, 2024). Zaradi tega lahko holistično gledano rečemo, da je celota kompleksnega sistema, kot je star drevored, funkcionalno večja od vsote njegovih posameznih delov. Gre za intrinzično multimodalno vrednost, ki jo imajo taki elementi narave.

Veteranska drevesa so izrednega pomena za lokalne ekosisteme, saj zagotavljajo nenadomestljive drevesne mikrohabitate številnim vrstam, kot so ptice, žuželke in glive (Bengtsson, 2010; Roobroeck idr., 2023), zaradi česar jih lahko imenujemo tudi »ključne vrste«. Ohranjanje obstoječih drevoredov, njihovih drevesnih mikrohabitatov in z njimi povezanih redkih in ogroženih vrst je nadvse pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti in trajnostni razvoj.

Izzivi ohranjanja: usklajevanje varovanja narave in zagotavljanja javne varnosti

Pri ohranjanju veteranskih dreves, zlasti tistih na javnih površinah, se pogosto srečujemo z izzivi usklajevanja ekoloških in varnostnih vidikov. Kot poudarjajo Nürnberger Schule idr. (2022), starejša drevesa, ki so ekološko dragocena, vsebujejo odmrli les, votline in odmrle veje, ki ustvarjajo bistvene drevesne mikrohabitate za redke in zaščitene vrste. Te lastnosti pa hkrati predstavljajo varnostno tveganje zaradi možnosti zloma vej ali porušitve drevesa, ki lahko poškoduje ljudi in povzroči materialno škodo.

Upravljanje teh dreves zahteva občutljiv pristop, ki usklajuje zagotavljanje prometne varnosti in ohranjanje habitatov. Radikalen pristop, kot je intenzivno obrezovanje ali odstranjevanje dreves, pogosto povzroči nepopravljivo izgubo habitata (Bengtsson, 2010; Lonsdale, 2015; Toussaint idr., 2002), medtem ko lahko neukrepanje privede do podobnih posledic, če se vprašanja varnosti ne rešujejo (Dietz idr., 2019). Ker se taka drevesa zelo razlikujejo po strukturi in stanju, ni univerzalne rešitve, temveč je treba vsak ukrep upravljanja skrbno oceniti na podlagi posameznega ekološkega in varnostnega stanja drevesa.

To ugotavlja tudi nemško raziskovalno združenje za razvoj in oblikovanje krajine - FLL, ki je razvilo praktične smernice za reševanje teh konfliktov. Tudi oni svetujejo, da se vsako drevo oceni posebej (FLL, 2013, 2020, 2021), pri čemer se ohraniti drevesa da prednost, kjer je to mogoče. Sodobni arboristični standardi v Evropi za nego dreves (Delovna skupina "Tehnični standardi pri delu z drevesi - TeST", 2021; FLL, 2017) v svojih priporočilih vključujejo tudi poglavja o pomembnosti varstva vrst, kar odraža širši trend k ohranitveno usmerjeni negi dreves, ki združuje tako ekološke kot varnostne potrebe.

Obvladovanje tveganja pri drevesih na javnih površinah

Upravljanje tveganja pri drevesih na javnih površinah, zlasti na kulturno in zgodovinsko pomembnih območjih, zahteva natančno razumevanje dejanskega in domnevnega tveganja.

Od zlate dobe drevoredov v 18. in 19. stoletju je zaradi staranja, škodljivcev, bolezni in predvsem širitve cest ter varnostnih ukrepov izginilo do 90 % dreves ob evropskih cestah. Povečana uporaba avtomobilov, hitrejša vozila in širše ceste so v ospredje postavili prometno varnost, kar je zaradi domnevno visokega tveganja obcestnih dreves za promet privedlo do njihovih številnih odstranitvev (Pradines, 2010).

Britanska delovna skupina za varnost dreves (NTSG, 2024) poudarja, da so tveganja, povezana z drevesi, na splošno zelo majhna, pri čemer je letno tveganje smrtnih žrtev zaradi padajočih dreves ali vej v Združenem kraljestvu približno 1 na 15 milijonov. Vendar pa lahko drevesa na javnih površinah z visoko stopnjo uporabe, zlasti stara, predstavljajo strukturno tveganje zaradi slabšega zdravstvenega stanja, naravnega razvoja ali izrednih vremenskih dogodkov.

Pomembno načelo smernic NTSG je, da mora biti ravnanje z drevesi sorazmerno z dejansko ugotovljeno stopnjo tveganja, pri čemer je treba upoštevati tudi precejšnje koristi, ki jih drevesa na javnih površinah nudijo. Pri veteranskih drevesih v lipovem drevoredu v Pivoli ta pristop pomeni oceno tveganja na podlagi strukturne celovitosti dreves ter njihove vloge v zgodovinski in ekološki krajini. Zato je treba pri odločitvah upoštevati tako varnostne kot varstvene vidike.

Veteranska drevesa v oblikovani krajini

Read (2000) meni, da je treba veteranska drevesa v oblikovanih krajinah obravnavati kot sestavni del zgodovinskega gradnika območja - enako pomembna kot arhitekturne strukture, kot so hiše, vstopna vrata posestva in parkovni zidovi. Kadar veteranska drevesa predstavljajo ogrodje zgodovinske zasnove, je njihovo ohranjanje izrednega pomena za ohranitev celovitosti krajine. Kot poudarja Lonsdale (2013), se je pri razmišljanju o obnovi ali prihodnjem upravljanju treba zavedati, da je popoln videz prvotne zasnove drevoreda težko doseči. Pogosto se vizualni učinek, ki so si ga zamislili oblikovalci, pojavi šele, ko drevesa preidejo v odraslo dobo, in je lahko sčasoma ogrožen zaradi nedoslednosti v rasti ali izgube posameznih dreves. S staranjem drevoreda se pojavi tudi dilema, ali obnoviti uniformnost ali pustiti naravne morfološke značilnosti veteranskih dreves, da se ohranijo. Na voljo je vrsta možnosti upravljanja, od nadomestnega sajenja v vrzelih do poseka, vsaka izbira pa ima kompleksne posledice za vizualno, zgodovinsko in ekološko celovitost drevoreda.

Ryan in Patch (2004) ugotavljata, da so zasnove drevoredov tradicionalno enotne glede na starost, velikost in vrsto. Ta enotnost ustvarja vizualni učinek in opredeljuje prostor, vendar je zaradi nje drevored tudi ranljiv za starostno propadanje in bolezni. Če drevoredi niso proaktivno upravljani, lahko hitro izgubijo predvideno obliko in podobo, kar povzroči neenoten videz, ki po njuno zmanjšuje estetsko in zgodovinsko vrednost drevoreda. Lonsdale (2013) priporoča, da se vsa prizadevanja za obnovo drevoredov vključijo v konservatorski načrt upravljanja, ki upošteva celotno zgodovinsko pokrajino, pri čemer se je treba zavedati, da strogo upoštevanje enotnosti ni vedno mogoče ali ekološko priporočljivo.

Lonsdale (2013) za upravljanje starajočih se drevoredov predstavi več strategij, od najbolj drastičnih do bolj konzervativnih pristopov:

1. Možnosti z visokim tveganjem za izgubo veteranskih dreves:
 - Golosek in celotna ponovna zasaditev: Ta pristop žrtvuje biotsko raznovrstnost in zgodovinski značaj veteranskih dreves ter je na splošno neprimeren za ohranjanje naravnih virov, ki jih zagotavljajo obstoječa drevesa.
 - Golosek in ponovna zasaditev po sklopih: Ta metoda s časovnimi razmiki v desetletjih omogoča postopno obnovo, čeprav bodo nekatera veteranska drevesa še vedno izgubljena.
 - Izmenična odstranitev vsakega drugega drevesa in ponovna zasaditev: Pri tej možnosti bo morda potrebno selektivno obrezovanje starejših ohranjenih dreves, da se novim drevesom omogoči dovolj svetlobe, zato je učinkovitejša za vrste, ki bolje prenašajo senco, kot sta bukev ali lipa.
 - Odstranitev notranjih ali zunanjih linij v dvojnih drevoredih: Ta možnost je izvedljiva, če jo spremlja selektivno obrezovanje, vendar lahko še vedno vpliva na veteranska drevesa, če so linije tesno razporejene.
2. Možnosti, usmerjene v ohranjanje narave, ki so primerne za ohranitev veteranskih dreves:
 - Zasaditev nove linije vzdolž že obstoječega drevoreda: Če prostor dopušča, lahko zasaditev znotraj ali zunaj sedanjega drevoreda podaljša življenjsko dobo in obliko drevoreda brez izgube veteranskih dreves, čeprav se s tem lahko spremeni prvotna zasnova.
 - Zamenjajva posameznih dreves, ko propadejo: Ta tradicionalni pristop omogoča postopno obnovo, ohranja vrsto dreves mešane starosti in podpira ekološko kontinuiteto. Morda bo potrebno obrezovanje, da se zagotovi svetloba za uspevanje mlajših dreves.
 - S pomočjo konservatorskega načrta se določi nadomestna lokacija novega drevoreda: Pri tem se lahko uživa v obstoječem drevoredu, hkrati pa se načrtuje prihodnja funkcija, ki zagotavlja nasledstvo in upošteva tako ohranitvene, kot oblikovalske potrebe.
 - Dopuščanje naravnega odmiranja in načrtovanje le dolgoročne nadomestitve: Pri zelo postopnem pristopu je mogoče uživati v učinku drevoreda do naravne izgube vseh dreves, pri čemer se šele takrat načrtuje ponovna vzpostavitev.

Upravljalški izzivi

Če bi bil lipov drevored v celoti posekan in ponovno zasajen, bi se najverjetneje pojavilo več pomembnih upravljalških izzivov, zlasti v zvezi s financiranjem in dolgoročnim vzdrževanjem. Kot ugotavljajo Vogt idr. (2015), so občinski proračuni za nego dreves pogosto omejeni zaradi konkurenčnih prednostnih nalog, kot so prekrškovni organi, reševalne službe, vzdrževanje cest in izobraževanje. Zato so proračunska sredstva za nego dreves pogosto uvrščena med nebistvena, zaradi česar imajo upravljalci mestnih gozdov omejena sredstva za proaktivno ali celo osnovno vzdrževanje dreves.

Velik izziv pri ponovni zasaditvi celotnega drevoreda je potreba po doslednem zalivanju in negi, zlasti v kritičnih prvih mesecih in letih po zasaditvi. Gilman (2001) poudarja pomembne stroškovne posledice nezadostnega zalivanja: če drevesa med vrašcanjem niso ustrezno zalivana, se poveča stopnja umrljivosti, kar vodi v pogostejše zamenjave in posledično višje stroške na preživelo drevo.

Ohranjanje populacij novo zasajenih dreves v urbanih okoljih je zaradi visoke stopnje umrljivosti zelo težavno. Glede na raziskave le 50 % novo zasajenih dreves ob cestah preživi več kot 13 ali 20 let (Roman in Scatena, 2011), nekatere starejše študije pa kažejo na še nižjo stopnjo preživetja - le 7 let (Moll, 1989). Glede na to bi lahko sedanji projektni pristop povzročil neto izgubo ekosistemskih storitev, ki jih zagotavljajo zrela drevesa, kot so čiščenje zraka, zadrževanje meteorne vode, uravnavanje temperature in jakosti vetra ter življenjski prostor za prostoživeče živali, od katerih so mnoge redke in ogrožene.

Poleg tega lahko le odzivno ali reaktivno upravljanje, ki se pogosto izvaja kot odziv na krizne dogodke, po ponovni zasaditvi povzroči dodatne posredne stroške in manjše koristi. Vogt idr. (2015) navajajo, da mestna drevesa zahtevajo proaktivno in sistematično vzdrževanje, da se optimizirajo njihove neto koristi in preprečijo konflikti z mestno infrastrukturo. Brez proaktivnega vzdrževanja lahko drevesa povzročijo posredne stroške, kot so strukturne okvare dreves, kopičenje drobirja in širjenje škodljivcev. To je lahko razvidno tudi iz praktičnega primera drevoreda iz Josipdola v Ribnici na Pohorju. Ob krajevni cesti so posekali 80 let star, zaščiten dvostranski lipov drevored dolg približno 150 m, v katerem je raslo več kot 50 lip in lipovcev. Drevored je bil najdaljši na Pohorju. Leta 2017 so drevored na novo zasadili. Kljub potrebi po vsaj osnovni negi, pa se je že vsaj dvakrat zamudilo periodo za pravilno nego novo zasajenih dreves (Simonič Korošak idr., 2024), kar ne daje dosti upanja za izboljšanje stanja, če bi podobno naredili tudi z drevoredom v Pivoli.

Z dolgoročno proaktivno strategijo upravljanja bi zagotovili boljše zdravstveno stanje dreves, zmanjšali verjetnost teh posrednih težav in podaljšali življenjsko dobo novih dreves. Nasprotno pa je lahko odzivno upravljanje manj učinkovito in sčasoma dražje (Vogt idr., 2015).

Zato je za doseganje optimalnega razmerja med koristmi in stroški bistvenega pomena ohranjanje uravnotežene dodelitve sredstev - dovolj za zagotavljanje dobrega zdravstvenega stanja in čim daljše življenjske dobe dreves. Dodelitev proračunskih sredstev pod to optimalno ravno lahko povzroči manj zdrava drevesa s krajšo življenjsko dobo, kar vodi do manjših koristi za ekosistem in večjih prihodnjih stroškov za odstranitve, zamenjave in krizno upravljanje (Vogt idr., 2015).

Glede na te izzive je proaktivna, v ohranjanje usmerjena strategija upravljanja, ki vključuje ohranjanje obstoječih, dobro vraščanih veteranskih dreves (katera bi se po potrebi ustrezno negovala), lahko bolj trajnostna in stroškovno učinkovita alternativa. Ohranjanje vraščanih dreves zmanjšuje potrebo po obsežnem ponovnem sajenju ter zagotavlja, da se ohranijo pomembni drevesni mikrohabitati in ekosistemske storitve brez visokih stroškov vzdrževanja popolnoma novega drevoreda.

Dobre prakse in priporočila: hibridni pristop

Ryan in Patch (2004) poudarjata, da mora upravljanje drevoredov vključevati opredelitev jasnih ciljev upravljanja, upoštevanje zgodovinske ohranitve in ekoloških koristi ter pripravo podrobnega pisnega načrta za redne preglede in obrezovanje v prihodnosti.

Glede na probleme, ki jih predstavljajo zbitost tal, podnebne spremembe in napadi škodljivcev, je idejni projekt, ki predvideva 3- do 5-letno vzdrževanje novo posajenih dreves, kot je predlagan v Konservatorskem načrtu (Simonič Korošak idr., 2024),

nezadosten. Žróbek-Sokolnik idr. (2021) predlagajo, da je potrebna daljša zavezanost - takšna, ki vključuje jamstva za zamenjavo vseh dreves, ki se ne bodo vrasla, in določbe za stalno nego, kot so zalivanje, obrezovanje in zatiranje škodljivcev. Fay (2010) gre še dlje in poudarja pomen 30 – 100 letne vizije pri pripravi upravljalških načrtov za drevoredna drevesa ter zagovarja skrbno ravnesje med ohranjanjem in praktičnim vzdrževanjem.

Številni avtorji (Bengtsson, 2010; Butler 2024; Lonsdale, 2015; Pradines, 2010; Thurman, 2010; Žróbek-Sokolnik idr., 2021) prepoznajo, da vključevanje novih dreves ob obstoječa veteranska drevesa lahko pripomore k ohranjanju biotske raznovrstnosti, hkrati pa se drevoredu povrne nekaj uniformnosti. V tem "aktivnem" scenariju se lahko nova drevesa strateško posadijo, tako da rastejo ob starejših drevesih, dokler niso dovolj zreli, da nadomestijo veteranska drevesa.

Zaključek: Na poti k trajnostni obnovi?

Drevoredi se lahko razvijejo v spektakularne, dolgotrajne in večnamenske krajinske elemente. Da bi zagotovili izpolnitev njihovega potenciala, je treba skrbno preučiti cilje, zasnovo, izbor rastlin in sprejetje dobrih kulturnih praks (Ryan in Patch, 2004). Pri ohranjanju in obnovi lipovega drevoreda v Pivoli je treba uskladiti dve konkurenčni prednostni nalogi: ohraniti zgodovinsko celovitost drevoreda ter hkrati zaščititi in povečati lokalno biotsko raznovrstnost. Ta cilja se ne izključujeta, vendar zahtevata skrbno načrtovanje, dolgoročno zavezanost ter vključevanje ekoloških in kulturnih vidikov.

Odstranitev in nadomeščanje odraslih, vraslih dreves - zlasti za ponovno vzpostavitev krajinske simetrije - je treba obravnavati previdno, saj ta praksa predstavlja tveganje za odstranitev bistvenih, nenadomestljivih habitatov v obsegu, ki je glede na trenutne izzive biotske raznovrstnosti in podnebja (npr. Pajk in Dolejši, 2024) vse bolj netrajosten. Odrasla drevesa že zagotavljajo pomembne ekosistemske storitve, podpirajo lokalni turizem ter pomembno prispevajo k vezavi ogljika in biotski raznovrstnosti (Bengtsson, 2010; Butler, 2024; Pradines, 2010).

Glede na svetovne pobude, ki spodbujajo množično sajenje dreves, je odstranjevanje odraslih dreves kontraproduktivno. Ohranjanje teh dreves je ključnega pomena za ohranjanje biotske raznovrstnosti, zato bi se morala prizadevanja namesto tega osredotočiti na podaljševanje življenjske dobe in funkcionalne vrednosti veteranskih dreves ter čim bolj zmanjšati nadaljnje izgube starih ali zavarovanih osebkov (Butler, 2024). Drevorede kot elemente oblikovane krajine je možno ponovno vzpostaviti, ko pa izgubimo biodiverzitetu, pa so posledice precej hujše in dolgotrajnejše (Bengtsson, 2010). V primerih, ko krajinski oblikovalci morda podcenjujejo ekološki in dediščinski pomen teh dreves, morajo zainteresirane strani, kot so arboristi in organizacije za ohranjanje narave, zagovarjati strategije, usmerjene v ohranjanje (Butler, 2024).

Lonsdale (2013) postavlja naslednji filozofski vidik o zgodovinskih drevoredih: Ali so njihovi snovalci predvideli redne zamenjave, da bi ohranili popolno simetrijo, ali pa so se strinjali, da se bodo drevoredi sčasoma zabrisali, ko bodo drevesa odmrli ali propadla, in pustili, da se zasnova naravno razvija? Poleg tega so prvotni drevoredi simbolizirali moč in ekskluzivnost tistih, ki so jih naročili, saj so bili namenjeni zasebnemu uživanju peščice izbrancev. Danes pa te krajine služijo javnosti, katere uporaba in pričakovanja se lahko bistveno razlikujejo. Glede na vse večji poudarek na okoljskih vrednotah bi lahko trdili, da je ohranjanje ekološko raznolikega, čeprav

neenakomernega drevoreda primernejše kot prizadevanje za absolutno oblikovalsko popolnost. Starajoča se drevesa ne krepijo le zgodovinske pripovedi o kraju, temveč ponujajo tudi estetsko in ekološko vrednost, kar povečuje naravno privlačnost krajine za širše občinstvo.

S hibridnim pristopom - ohranitvijo izbranih veteranskih dreves in ostalih vraslih dreves, ki izkazujejo dobro zdravstveno stanje, izboljšanjem rastnih pogojev, ustrezno nego izbranih dreves in strateško zasaditvijo novih - lahko projekt ohrani zgodovinsko funkcijo drevoreda in hkrati tudi njegovo ekološko vrednost. Ta strategija je v skladu z načeli trajnostnega razvoja, ki skušajo uravnotežiti uživanje ljudi in ohranjanje narave. Če se bo izvajala premišljeno, bo obnova grajskega drevoreda na Hompošu lahko služila kot model za upravljanje zgodovinskih elementov krajin na način, ki spoštuje njihovo kulturno dediščino ter hkrati podpira biotsko raznovrstnost in ekološko zdravje.

Literatura

- Bengtsson, V. (2010). Avenues as Natural Features: Conflicts and Resolutions. V Treework Environmental Practice Seminar 16: Avenues, Alleyways and Boulevards (str. 37-42). Treework Environmental Practice.
- Butler, J. (2024). Heritage trees and historic avenues: Retention v removal. V Arboricultural Association 2024 Conference. Arboricultural Association.
- Delovna skupina "Tehnični standardi pri delu z drevesi - TeST". (2021). Evropski standard za obrezovanje dreves. 01:2021, prevod in nacionalna priloga Slovenija 2022. Evropski arboristični standardi (EAS).
- Dietz, M., Dujesiefken, D., Kowol, T., Reuther, J., Reiche, T. in Wurst, C. (2019). Artenschutz und Baumpflege. Haymarket Media.
- Fay, N. (2010). Avenues, Alleyways and Boulevards: So Valuable, Vulnerable and Challenging. V Treework Environmental Practice Seminar 16: Avenues, Alleyways and Boulevards (str. 3-7). Treework Environmental Practice.
- FLL. (2013). Baumuntersuchungsrichtlinien - Richtlinien für eingehende Untersuchungen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V..
- FLL. (2017). Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Baumpflege, „ZTV-Baumpflege“. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V..
- FLL. (2020). Baumkontrollrichtlinien - Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen. 3. Aufl. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V..
- FLL. (2021). Fachbericht Artenschutz. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V..
- Gilman, E.F. (2001). Effect of nursery production method, irrigation, and inoculation with mycorrhizae-forming fungi on establishment of *Quercus virginiana*. Journal of Arboriculture, 27(1), 30–39.
- Johnston, M. (2021). The Tree Experts: A history of professional arboriculture in Britain. Oxbow Books.
- Lonsdale, D. (2013). Ancient and other veteran trees: Further guidance on management. The Tree Council.
- Moll, G. 1989. The state of our urban forest. American Forests 95, 61-64.
- Nadel, I.B., & Oberlander, C.H. (1977). Trees in the city. Pergamon Press Inc..
- NTSG: National Tree Safety Group. (2024). Tree risk management for parks and public spaces. Forest Research in Arboricultural Association.
- Nürnberger Schule, Danicek, F., Kuther, R., Heimbucher, D. in Böhn, P. (2022). Fantastische Wesen am Baum und wo sie zu finden sind. Patzer Verlag.
- Pajk B., & Dolejši N. (2024). Vpliv podnebnih sprememb na mestno drevnino: primer Velenja 2008–2023. *Revija Za Geografijo*, 7-26.
<https://doi.org/10.18690/rg.19.1.4445>
- Pirnat, J. (2024). Krajinska ekologija. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.

- Pradines, C. (2010). The Importance of Avenues: Recommendations in line with the European Landscape Convention. V *Treework Environmental Practice Seminar 16: Avenues, Alleyways and Boulevards* (str. 13-24). Treework Environmental Practice.
- Read, H. (2000). *Veteran Trees: A guide to good management*. English Nature.
- Roman, L. A. in Scatena, F. N. (2011). Street tree survival rates: Meta-analysis of previous studies and application to a field survey in Philadelphia, PA, USA. *Urban Forestry & Urban Greening* 10 (4), 269-274.
- Roobroeck, B., Peeters, W., Pachnowska, B., Nørgård Nielsen, C., Mölder, A., Oetjen, R., Daggfeldt, D., Hjelmqvist, P., Witkoś-Gnach, K., Bergen, B. in Bühler, O. (2023). *European Tree Technician Study Guide*. European Arboricultural Council.
- Ryan, J. in Patch, D. (2004). *Arboricultural Practice Notes 9: Management of Avenue Trees*. Arboricultural Advisory and Information Service.
- Simonič Korošak, T., Pečnik, A. in Babnik, I. (2024). Konservatorski načrt za kulturni spomenik Pivola - Lipov drevored (EID 1-09274). Studio TSK Oblikovanje krajine Tanja Simonič Korošak s.p..
- Thurman, P. (2010). Avenues as Landscape Features: Interpreting Their Design and Managing Their Future. V *Treework Environmental Practice Seminar 16: Avenues, Alleyways and Boulevards* (str. 31-36). Treework Environmental Practice.
- Tommasi, D., Miro, A., Higo, H.A., in Winston, M.L. (2004). Bee diversity and abundance in an urban setting. *Canadian Entomologist*, (136), 851-869.
- Toussaint, A., Kervyn de Meerendre, V., Delcroix, B. in Baudoin, J-P. (2002). Analyse de l'impact physiologique et économique de l'élagage des arbres d'alignement en port libre. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment* 6(2).
- Vogt, J.M., Hauer, R.J. in Fischer, B.C. (2015). The Costs of Maintaining and Not Maintaining the Urban Forest: A Review of the Urban Forestry and Arboriculture Literature. *Arboriculture & Urban Forestry* 41(6), 293-323.
- Żróbek-Sokolnik, A., Dynowski, P. in Żróbek, S. (2021). Preservation and Restoration of Roadside Tree Alleys in Line with Sustainable Development Principles—Mission (Im)possible?. *Sustainability*, (13), 1-17.

Summary

The article examines the importance of tree-lined avenues as cultural and environmental heritage assets, with a focus on the linden tree avenue between Pivola and Hompoš Castle in Slovenia. Historically, these avenues have been central to urban and rural landscapes, adding aesthetic and psychological value. Tracing back to ancient landscaping traditions, these pathways, which became prominent in Europe in the 17th and 18th centuries, often represented order, wealth, and status. By the 19th century, urban planners like Baron Haussmann integrated trees into cities, creating iconic boulevards in Paris that merged natural beauty with urban function.

The linden tree avenue near Hompoš Castle, likely from the 18th century, illustrates this heritage by linking landmarks and providing a stately entryway. Yet, like many historic avenues, it now faces challenges from environmental factors, urbanization, and the needs of modern infrastructure. European avenues, known for their symmetry and diverse designs, also support local identity and biodiversity. Besides their historical significance, these avenues serve essential ecological roles by offering habitats and connecting fragmented green spaces. As “stepping-stones,” they support species mobility and genetic diversity, reinforcing ecosystem health.

The article highlights the specific conservation challenges of managing aging trees in public spaces, which combine ecological value with potential safety risks. While deadwood and decay provide important habitats, they also pose hazards thus emphasising the importance of an individual tree assessment.

The management of roadside avenues, particularly in cities, also requires careful risk evaluation. Increased car use and road widening since WWII have led to the removal of many trees, with up to 90% lost in some areas. Although tree-related risks are generally low, concerns over public safety often prompt drastic measures that prioritize road infrastructure over ecological contributions.

Avenues are multifaceted, holding not only scenic and architectural value but also representing local history and legacy. The article argues that veteran trees, like those at Hompoš Castle, should be treated as essential parts of heritage, akin to architectural landmarks. Restoring and maintaining such avenues calls for a long-term, balanced approach, considering both conservation and aesthetic objectives.

For Hompoš Castle’s avenue, the article recommends a hybrid strategy that combines the preservation of established veteran trees with enhanced growing conditions and strategic planting of new trees. This method supports ecological integrity while aligning with sustainable development, offering a model for other historic landscapes that preserves both cultural and ecological functions.

Ultimately, the article supports a balanced conservation strategy that honors the historical and environmental roles of tree-lined avenues. Through careful, conservation-driven management, avenues like Hompoš Castle’s can remain cultural icons and ecological assets, preserving heritage and supporting biodiversity.

Changing small towns

Guest editors:

András Trócsányi*, troand@gamma.ttk.pte.hu

Éva Máté*, maesaet.pte@pte.hu

*University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography and Earth Sciences,
Department of Human Geography and Urban Studies

Different professions have varying definitions of small towns, and even geographical literature offers diverse perspectives on them. Adding spatial and geographical dimensions to this diversity, what seems to be a simple phenomenon becomes quite complex and colourful. Small towns are prevalent worldwide, with a special significance in Central and Eastern European (CEE) countries. Some boast rich cultural heritage and a strong identity as historic places, while others, once more prominent, have now been relegated to the small-town category. A certain type of small towns was established during the Soviet era and continues to maintain an outdated post-industrial atmosphere. Many small towns have only recently seen urbanisation (in the past three decades) through urban sprawl or tourism-based developments. Additionally, some small towns have acquired urban status through formal reclassification by the central government, despite their rural character. Aside from the wide variety of small towns stemming from different origins, local demographic, social, and political processes, influenced by globalization, deindustrialization and reindustrialization trends, have led to diverse developmental trajectories for small towns.

Our objective is to reveal the distinctive routes of small towns in Europe, with a specific focus on the CEE region. As Europeans we consider the small-town phenomenon to be characteristic of our continent, we are aware that in many parts of the world, from Patagonia to Siberia, from Lapland to the Cape, we find spaces and communities that have followed rather similar paths or are in a comparable situation, influenced by local or even global processes.

The Journal for Geography – *Revija za geografijo* is excited to announce a call for papers for a special thematic issue focusing on "small towns". We are inviting researchers and practitioners from all fields of geography and other spatial sciences to contribute original research articles, reviews, and case studies that explore various dimensions of small towns across the globe. This issue aims to delve into the diverse aspects of small towns as spatial-administrative units, local communities, demographic categories, heritage and built-up areas, or specific development issues.

We encourage submissions that address, but are not limited to, the following areas:

- Defining small towns from various aspects in different geographic locations
- The changing role of small towns in the urban networks
- Global vs local processes
- Local communities, common interests and conflicts
- Changing urban character of small towns
- Development routes of small towns
- Shrinking and restructuring
- The resilience of small towns

Submission Guidelines:

- Submissions should be original, scientifically rigorous, and contribute to the field of spatial sciences.
- Manuscripts must conform to the Journal's guidelines.
- All submissions will undergo peer review for their scientific quality and relevance to the issue's theme.
- Manuscripts should be submitted via the journal's online submission platform (accessible at: <https://journals.um.si/index.php/geography/>).

Important Dates:

- Abstract submission deadline: 30 March 2025
- Manuscript submission deadline: 15 April 2025
- Expected publication date (online): 30 June 2025
- Expected publication date (printed): September 2025