



HUSZPO

HRVATSKA UDRUGA STRUČNJAKA ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA

ISSN: 2459-5896

ZBORNİK RADOVA **PROCEEDINGS**

**ČETVRTA REGIONALNA
KONFERENCIJA
O PROCJENI UTJECAJA
NA OKOLIŠ**

**VODICE, HRVATSKA
18. - 21. rujna 2019.**

**FOURTH REGIONAL
CONFERENCE
ON ENVIRONMENTAL
IMPACT ASSESSMENT**

**VODICE, CROATIA
September 18th - 21st, 2019**

ZBORNIK RADOVA **PROCEEDINGS**

ČETVRTA REGIONALNA KONFERENCIJA O
PROCJENI UTJECAJA NA OKOLIŠ
FOURTH REGIONAL CONFERENCE ON
ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

VODICE
HRVATSKA / CROATIA

18. - 21. rujna 2019. / September 18th – 21st, 2019

Zagreb, lipanj 2020. / Zagreb, June 2020

NAKLADNIK / PUBLISHER

Hrvatska udruga stručnjaka zaštite prirode i okoliša, Zagreb, Hrvatska /
Croatian Association of Experts in Nature and Environmental Protection, Zagreb,
Croatia

Kontakt / Contacts

Adresa / Address: Berislavićeva 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska / Croatia

Adresa elektronske pošte / E-mail address: huszpo@huszpo.hr

UREDNICI / EDITORS

Oleg Antonić

Nenad Mikulić

TEHNIČKI UREDNICI ZBORNIKA / TECHNICAL BOOK EDITORS

Božica Križan

Željka Medven Korman

DIZAJN NASLOVNICE / COVER DESIGN

Hrvatska udruga stručnjaka zaštite prirode i okoliša, Zagreb, Hrvatska /
Croatian Association of Experts in Nature and Environmental Protection, Zagreb,
Croatia

NAKLADA / CIRCULATION

Online

Zbornik radova (Regionalna konferencija o procjeni utjecaja na okoliš) je prvi put
objavljen 2014. godine /

Proceedings (Regional Conference on Environmental Impact Assessment) was first
published in 2014

Učestalost objavljivanja: dvogodišnja publikacija /

Pediodicity: biannual publication

Autori su odgovorni za sadržaj svojih tekstova, kao i za lekturu te prijevod.

© 2020 autori

Authors are responsible for the content of their texts, as well as for proofreading and
translating them.

© 2020 authors

Zagreb, lipanj 2020. / Zagreb, June 2020

**ČETVRTA REGIONALNA KONFERENCIJA O
PROCJENI UTJECAJA NA OKOLIŠ**
**FOURTH REGIONAL CONFERENCE ON
ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT**

POKROVITELJI / PATRONS

predsjednica Republike Hrvatske Kolinda Grabar-Kitarović /
President of the Republic of Croatia Kolinda Grabar-Kitarović

Ministarstvo zaštite okoliša i energetike Republike Hrvatske /
Ministry of Environment and Energy of the Republic of Croatia

Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta Republike Hrvatske /
Ministry of Economy, Entrepreneurship and Crafts of the Republic of Croatia

Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske /
Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske /
Ministry of the Sea, Transport and Infrastructure of the Republic of Croatia

Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja Republike Hrvatske /
Ministry of Construction and Physical Planning of the Republic of Croatia

Hrvatska gospodarska komora /
Croatian Chamber of Economy

STRUČNO-ORGANIZACIJSKI ODBOR /
EXPERT- ORGANIZING COMMITTEE

Nenad Mikulić
Oleg Antić
Jerzy Jendroška
Maja Jerman Vranić
Vesna Kolar Planinšić
Ivan Martinić
Merica Pletikosić
Ilija Šmitran
Željko Tusić

ZNANSTVENI ODBOR /
SCIENTIFIC COMMITTEE

Oleg Antić
Marijan Babić
Danko Biondić
Vasilije Bušković
Aljoša Duplić
Vladimir Jelavić
Dušan Jelić
Jerzy Jendroška
Mihone Kerolli-Mustafa
Vesna Kolar Planinšić
Ivan Martinić
Anamarija Matak
Anđelka Mihajlov
Nenad Mikulić
Merica Pletikosić
Milan Rezo
Trajče Stafilov
Igor Stankić
Alan Štimac
Ivan Vučković
Irina Zupan

SAVJETODAVNI ODBOR /
ADVISORY COMMITTEE

Tea Aulavuo
Brankica Cmiljanović
Srebrenka Golić
Matjaž Harmel
Igor Kreitmeyer
Blaženka Leib
Anamarija Matak
Stjepan Matić
Maja Pokrovac

TEHNIČKI ODBOR /
TECHNICAL COMMITTEE

Martina Cvitković
Branimir Ivšić
Matea Kalčiček
Željka Medven Korman
Bojana Nardi
Jasmina Trstenjak

TAJNIŠTVO /
SECRETARIAT

Željka Medven Korman

SADRŽAJ / TABLE OF CONTENTS

SEKCIJA A / SECTION A

PROCJENA UTJECAJA NA OKOLIŠ / ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT6

Birkić Draženka, Draga Mihalić, Zrinka Mesić

Analiza indikatora utjecaja na okoliš u turizmu obrađenih u studijama utjecaja na okoliš i elaboratima zaštite okoliša7
The analysis of the indicators of environmental impact in tourism in environmental impact studies and elaborations of environmental protection.....7

Matko Bišćan, Berislav Marković, Matej Vucić, Dušan Jelić

Innovative method for assessing the species baseline status used for the environmental impact assessment procedure.....20

Goran Lončar, Vladimir Hršak, Maja Kerovec, Stjepan Dekanić, Domagoj Vranješ

Mogućnosti suzbijanja invazivne vrste *Amorpha fruticosa* (čivitnjača) – primjer Odranskog polja25

Jadranka Matić, Nediljka Gaurina-Međimurec, Diana Prpić, Karolina Novak Mavar

Eksplatacija ugljikovodika na kopnu Hrvatske i procjena utjecaja na okoliš.....34

Roko Andričević, Hrvoje Gotovac, Matea Kalčiček, Nenad Mikulić, Bojana Nardi

Ocjena stanja voda na području utjecaja odlagališta otpada „Piškornica“44
Assessment of water quality status in the impact area of the „Piškornica“56

Mirela Poljanac

Emission of fine particles (PM_{2.5}) from residential biomass combustion in Croatia and how to reduce it57

SEKCIJA B / SECTION B

STRATEGIJA ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA / ENVIRONMENTAL AND NATURE PROTECTION

STRATEGY.....71

Marina Stenek, Bojana Nardi, Nenad Mikulić

Razvoj i procjena utjecaja varijanti strategije razvoja na okoliš u strateškoj procjeni72

SEKCIJA C / SECTION C

ODRŽIVI I UKLJUČIVI RAZVOJ / SUSTAINABLE AND INCLUSIVE GROWTH.....81

Matko Bišćan, Berislav Marković, Perica Bušić, Marijana Kotaran Munda, Renata Vidaković Šutić

Revitalization and rewilding projects - challenges of the future and opportunities for coexistence82

Dina Rnjak, Goran Rnjak, Stipe Maleš, Dino Grozić, Josip Križan, Oleg Antonić

Dizajn mjera zaštite faune šišmiša na vjetroelektrani Rudine, Hrvatska89
Design of mitigation measures for bat fauna at the Rudine wind farm, Croatia90

SEKCIJA A / SECTION A

PROCJENA UTJECAJA NA OKOLIŠ / ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Analiza indikatora utjecaja na okoliš u turizmu obrađenih u studijama utjecaja na okoliš i elaboratima zaštite okoliša

Birkić Draženka¹, Draga Mihalić², Zrinka Mesić¹

¹*Veleučilište u Karlovcu, Trg J. J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska
(dbirkic@vuka.hr; zmesic@vuka.hr)*

²*Zagreb, Hrvatska (dragamihelic2@gmail.com)*

Sažetak

Cilj ovog rada jeste istražiti razinu integracije politike zaštite okoliša u zahvatima u prostoru iz područja turizma kroz analizu zastupljenosti europskih indikatora utjecaja na okoliš objavljenih u *European Tourism Indicator System*, 2013. i 2016. (ETIS). Rad bi također trebao doprinijeti spoznaji kako postići održivi razvoja turizma kroz integraciju politike zaštite okoliša u postupcima prostornog planiranja razvoja turizma. Analiza 8 studija utjecaja na okoliš (SUO) i 7 elaborata zaštite okoliša za zahvate u prostoru iz područja turizma pokazala je da se u procjeni utjecaja na okoliš ne analiziraju mogući utjecaji na način koji je usklađen sa relevantnim indikatorima utjecaja na okoliš ETIS (2013. i 2016.). Njihova obrađenost je vrlo općenita i neprecizna, što onemogućava kvalitetniju procjenu utjecaja zahvata u prostoru iz područja turizma na okoliš u njegovoj funkcionalnoj fazi. S ciljem održivog razvoja turizma ključno je dati veći poticaj integraciji politike zaštite okoliša u procesu turističkog planiranja, uključujući i prostornog planiranja. Sagledana je mogućnost integracije elemenata održivog turizma i politike zaštite okoliša za zahvate u prostoru iz područja turizma kroz primjenu ETIS-a iz 2013. i 2016. Nužan je prelazak iz sektorskog pristupa planiranja na integrirani pristup planiranja razvoja turizma s ciljem održivog turističkog razvoja.

Ključne riječi: održivi turistički razvoj, zahvati u prostoru, ETIS, integralna politika zaštite okoliša.

The analysis of the indicators of environmental impact in tourism in environmental impact studies and elaborates of environmental protection

Birkić Draženka¹, Draga Mihalić², Zrinka Mesić³

¹*Karlovac University of Applied Sciences, Trg J. J. Strossmayera 9, Karlovac, Croatia
(dbirkic@vuka.hr)*

²*Zagreb, Croatia (dragamihelic2@gmail.com)*

³*Karlovac University of Applied Sciences, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Croatia
(zmesic@vuka.hr)*

Summary

The purpose of this paper is to study the level of the integration of environmental protection policy regarding spatial interventions in tourism by means of the analysis of the adoption of European indicators of environmental impact, published in European Tourism Indicator System in 2013 and 2016 (ETIS). The paper should also make a contribution to insights about the means of the realization of sustainable tourism

development through the integration of environmental protection policy in actions concerning the spatial planning of tourism development. The analysis of eight studies on environmental impact (EIA) and seven elaborations on environmental protection regarding spatial interventions in tourism has shown that the assessment of environmental impact does not include the analysis of possible impacts according to the relevant indicators of environmental impact, ETIS (2013 and 2016). Their adoption is very general and imprecise, which disables the measuring and monitoring of the impact of spatial interventions in tourism on the environment in its functional phase. When it comes to reaching the goal of sustainable tourism development, it is necessary to encourage the integration of environmental protection policy in the process of tourism planning, as well as spatial planning. The paper also studies the integration of the elements of sustainable tourism and environmental protection policy in spatial interventions in tourism by means of implementing ETIS from 2013 and 2016. The transition from a sectoral approach to planning to an integrated approach to tourism development planning with the goal of sustainable development is considered necessary.

Keywords: sustainable tourism development, spatial interventions, ETIS, integral policy of environmental protection.

Uvod

S ciljem održivog razvoja turizma ključno je dati veći poticaj integraciji politike zaštite okoliša u proces turističkog planiranja. Proces planiranja u turizmu, da bi bio uspješan, treba primijeniti opsežan integralan pristup koji prepoznaje da su svi sektori razvoja, objekti i usluge koji ga podržavaju međusobno povezani. Još uvijek nema dovoljno spoznaja o tome u kojoj mjeri politike razvoja turizma pridonose održivom razvoju turizma [1,7,8,4], odnosno spoznaji kako postići održivi razvoj turizma kroz integraciju politike zaštite okoliša u postupcima prostornog planiranja razvoja turizma [2,4]. Vezano uz to razumijevanje, [9] opisuju integraciju politike zaštite okoliša kao proces gdje različiti sektori razmatraju sveukupne posljedice vlastite politike na okoliš, te poduzimaju aktivne i rane korake kako bi ih razumjeli i uključili u donošenje politika relevantne razine upravljanja.

S ciljem izbjegavanja zagađenih i prenapučenih plaža, erodiranih krajolika i ubrzanog nekontroliranog razvoja turističkih područja, ekoloških incidenata koji su rezultat nekontroliranog i strateški neplanskog turističkog razvoja, ključno je turističko planiranje koje treba obuhvatiti viziju budućeg razvoja ali i mehanizme za njegovu kontrolu [13], koji su vidljivi u obliku prostornog planiranja, kao i razmatranje utjecaja određenih turističkih zahvata na okoliš.

U ovom radu razmatrat će se kako tome doprinosi zakonski propisana smjernica Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš, kao i European Tourism Indicator System, 2013. i 2016. (ETIS) koji su sukladni sa postupkom procjene utjecaja zahvata na okoliš ali i mnogo konkretniji. Integralnom politikom razvoja turizma moguće je osigurati koordiniranu i usklađenu akciju s prioritetom integracije elemenata održivog turizma i politike zaštite okoliša u zahvatima u prostoru iz područja turizma u njegovoj funkcionalnoj fazi kroz primjenu ETIS 2013. i 2016.

Pregled literature

Turizam je, za razliku od mnogih drugih grana gospodarstva, iznimno vezan za prostor, jer koristi cjelokupni prostor namijenjen turističkoj rekreaciji. S obzirom na prirodu turističke industrije naglasak treba staviti na turističko planiranje koje se između ostaloga

treba temeljiti na integralnom pristupu, slijediti sustavni i sveobuhvatan pristup, promatrati planiranje i razvoj turizma kao integralan sustav. Prostornim planiranjem treba biti obuhvaćen ekološki pristup i pristup održivog razvoja. Ključno je razvijati i poticati turizam koji osigurava očuvanje prirodnih i kulturnih resursa koje turistička djelatnost koristi te sačuvati i za buduće generacije.

Turističke zone rjeđe su planirane konceptualno, a češće po logici zauzimanja neizgrađenog prostora i preuzimanja lokacija određenih prethodno važećim prostornim planovima, uz obvezatna usklađenja s novim zakonskim dokumentima. Programi uređenja turističkih odredišta su istovrsni, bez isticanja lokalnih osobitosti i prepoznatljivosti prostora. Posljedica nedovoljnih planerskih standarda jest da se stvarno stanje prostora razlikuje od planskih polazišta i predodžbi o prostornoj rasprostranjenosti, kvaliteti i raspoloživim kapacitetima turističke ponude. Turistička izgradnja treba se podrediti postojećim prirodnim privlačnostima i urbanističko-arhitektonskim obilježjima određenog područja s naglaskom na čuvanje i isticanje prirodnih vrijednosti, u uvjetima sve jače urbanizacije.

Kontinuitet kod procjenjivanja održivog turizma, uz pomoć korištenja osnovnih indikatora je od presudne važnosti [12]. Jedno od ograničenja korištenja indikatora jesu poteškoće vezane uz dostupnost, odnosno statističko praćenje relevantnih pojava i procesa [3,16], što se reflektira na proces mjerenja održivosti i utjecaja zahvata na okoliš [11], te poteškoće u prikupljanju značajnih količina potrebnih informacija [5]. Ne postoji dogovor oko univerzalnog popisa indikatora koji bi omogućili usporedbu razine održivosti različitih turističkih destinacija zbog multivarijantnog karaktera održivosti [5,11]. Postoje dva glavna pristupa kreiranju indikatora utjecaja zahvata na okoliš. S jedne strane znanstveni pristup, koji se uglavnom trudi prikupiti veliku količinu informacija, a s druge strane politički pristup, koji se vrlo često svodi na sažimanje podataka koji su u startu dostupni te se na taj način dobivaju sintetički indikatori koji uglavnom oslikavaju i pomažu pri podržavanju političkih odluka i koji se pojednostavnjuju kako bi ih javnost lakše razumjela i kako bi se ubrzao proces donošenja razvojnih odluka [12]. Kreiranje indikatora znanstvenim i političkim pristupom često je u sukobu. Znanstvenici svojim pristupom uglavnom ignoriraju ili podcjenjuju važnost političke dimenzije svega toga, zbog čega njihovi indikatori ne uspijevaju dobiti legitimitet kod političara. S druge strane nalazi se treći pristup koji se zasniva na konsenzusu ili lokalnoj politici te podržava sudjelovanje dionika u razvijanju zajedničkih ciljeva unutar turističke destinacije. Prema tome sadržaj i prioritet različitih indikatora ovisi vrlo često o afinitetima ljudi koji su zaduženi za njihov razvoj, bili oni znanstvenici ili političari [12]. Na taj način bi se uspješno izbjegla manipulacija koncepta održivog turističkog razvoja za marketinške svrhe; smanjio rizik od nedovoljnog shvaćanja najvažnijih dimenzija održivog razvoja, a kako bi se ostvarili određeni politički ciljevi; ostvarila veća kompatibilnost između strategija održivog turizma koje predlažu različiti oblici vlasti.

Brojna znanstvena i stručna istraživanja iz područja planiranja turizma navode procjenu turističke nosivosti kao jednu od glavnih koncepata održivog planiranja turizma u svrhu racionalnog korištenja temeljnih okolišnih resursa. Nositelji javne vlasti na lokalnoj razini učestalo se svrstavaju na istu stranu s poduzetničkim sektorom. Poduzetnički sektor, vođen je motivom brze zarade i teži ubrzanju izgradnji novih smještajnih kapaciteta. Nositelji javne vlasti, pritisnuti potrebom rješavanja različitih socijalnih, političkih, ekonomskih i infrastrukturnih problema, teže povećavaju prihodovne strane lokalnog proračuna. Posljedice se ogledaju u nedovoljno selektivnom izdavanju lokacijskih i/ili

građevinskih dozvola odnosno u stvaranju preduvjeta za pojačano ubiranje različitih fiskalnih i parafiskalnih davanja.

S ciljem korištenja prostora u ekonomskom smislu, na lokalnoj razini politička i gospodarska elita često manipulira biračkim tijelima [10,14], a što često ima za posljedicu promoviranje turističkih razvojnih projekata, koji ne udovoljavaju potrebi društveno odgovornog upravljanja prostorom, a s time ni načelima održivog razvoja. Rezultat takve, lokalnim elitama pogodovane razvojne politike, u pravilu može dovesti do degradacije okoliša, gubitka prepoznatljivog kulturnog identiteta turističkih destinacija odnosno sve bržeg urušavanja socijalne kohezije lokalnog stanovništva [13]. Prema tablici 1 analizom 11 međunarodnih studija koje su se bavile indikatorima održivog turističkog razvoja dan je pregled problemskih područja koji su se najčešće susretali u 11 promatranih i analiziranih studija [12].

Tablica 1. Pregled najučestalijih problemskih područja u izradi indikatora održivog turističkog razvoja dobivenih proučavanjem međunarodnih studija koje su se bavile indikatorima održivog turističkog razvoja

Problemska područja	Što mjeriti
Voda	potrošnja vode u sklopu turističkog sektora
Ekosistem	zaštita prirodne sredine
Atmosfera	zagađivanje zraka u sklopu turističkog sektora
Snabdijevanje energijom	potrošnja energije u sklopu turističkog sektora
Smeće	% recikliranog otpada, postupanje s otpadom u odnosu na ukupnu količinu otpada
Okoliš	kvaliteta tla, vode, jezera, mora i rijekama
Sigurnost	odnos između broja turista i lokalnog stanovništva na kulturnim dešavanjima
Zdravlje	razina zadovoljstva lokalnog stanovništva
Otpornost i rizici	ugroženost okoliša/ koliko je okoliš otporan i koliko odolijeva zagađenjima iz turizma
Zadovoljstvo	razina zadovoljstva turista
Sudjelovanje javnosti	razina sudjelovanja lokalnog stanovništva u procesima odlučivanja
Kultura	razina zaštite kulturno povijesnih dobara
Pristup	frekventnost i kapacitet uporabe ili razina uporabe postojeće prometne infrastrukture do destinacije
Investicije	% novoizgrađenih smještajnih kapaciteta namijenjenih turizmu
Promocija eko turizma	broj poduzeća (hotela) koji su nositelji ekoloških markica

Ekonomska vitalnost	% prihoda koji su ostvareni od turizma u lokalnoj zajednici)
Zaposlenost	% novootvorenih radnih mjesta u turističkom sektoru koje obavlja lokalno stanovništvo
Marketing	% posjetitelja koji se vraćaju po drugi put lojalni
Distinkcija	broj posjeta kulturno-povijesnim znamenitostima,
Turistički promet	broj turista, ostvarena turistička noćenja

Izvor: Prilagođeno prema Tanguay i sur. (2013), Sustainable tourism indicators: selection criteria for policy implementation and scientific recognition, str. 873.

Za definirana problemska područja nužno je definirati indikatore. Jedan od načina za prepoznavanje i definiranje indikatora održivog turističkog razvoja mogu biti sljedeći: važnost i istaknutost za planiranje i upravljanje područjima na promatranim područjima; prostorni odnos u analizi; osiguravanje utjecaja indikatora, u različitim stupnjevima, na pitanjima značajnim za destinacije; raspoloživost statističkih podataka u procjeni / prosudbi indikatora[12].

Vlada Republike Hrvatske je na sjednici održanoj 05. siječnja 2017. donijela Uredbu o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN, 61/14 i 3/17), u nastavku (Uredba).¹ U nastavku je ukratko prikazan Prilog IV Uredbe, *Obavezni sadržaj studije* koji daje opis utjecaja zahvata na okoliš, tijekom građenja, korištenja i uklanjanja zahvata što uključuje:

- utjecaje na stanovništvo, zdravlje ljudi, biološku raznolikost, životinjski i biljni svijet, tlo, korištenje zemljišta, vode, zrak, klimu, krajobraz, materijalna dobra i kulturnu baštinu, te utjecaje među njima i u vezi sa zahvatom;
- utjecaj na postizanje ciljeva zaštite voda;
- utjecaj zahvata na stanje vodnih tijela (primjerice izravan utjecaj zahvata na stanje vodnih tijela u užem području provedbe zahvata uključujući procjenu utjecaja primjenom metodologije kombiniranog pristupa)
- utjecaj poplava na zahvat (primjerice procjena potencijalnih štetnih posljedica za zahvat u slučaju nastupanja poplava u odnosu na stupanj vjerojatnosti pojavljivanja poplava);
- utjecaj zahvata na klimu (primjerice: vrsta i količina emisija stakleničkih plinova) i podložnost zahvata klimatskim promjenama;
- utjecaje od onečišćujućih tvari, buke, vibracije, svjetlosti, topline, radijacije, štetnih djelovanja, zbrinjavanja i uporabe otpada i slično.

Uz to Europska komisija osmislila je proces Europskog sustava pokazatelja za turizam (ETIS) za održiva odredišta kojima se upravlja na lokalnoj razini, a namijenjen je za praćenje, upravljanje i jačanje održivosti turističkog odredišta. Sukladni su s postupkom procjene utjecaja zahvata na okoliš, ali i mnogo konkretniji (više vidjeti The European Tourism Indicator System- ETIS, 2016:21-26).

¹ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_05_61_1138.html
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_01_3_118.html

Tablica 2. Pokazatelji utjecaja na okoliš prema ETIS sustavu iz 2013. i 2016.

Utjecaj na okoliš	
Smanjenje utjecaja prijevoza 2013. i 2016.	% turista i jednodnevnih posjetitelja koji koriste privatni prijevoz do odredišta
	% turista i jednodnevnih posjetitelja koji koriste javni prijevoz kako bi prošli destinaciju
	Prosječni ugljični otisak turista koji putuju od kuće do odredišta (2016.)
Klimatske promjene 2013. i 2016.	Uključenost destinacije u ublažavanje klimatskih promjena (otpuštanje CO ₂ , niskoenergetski sustavi) i aktivnosti prilagodbe
	% turističkog smještaja u „ranjivim zonama“
Gospodarenje otpadom 2013. i 2016.	Proizvodnja otpada turista u odnosu na proizvodnju otpada stanovništva (kg/osoba)
	% turističkih poduzeća koja odvajaju različite vrste otpada
	% ukupno recikliranog otpada po turistu u odnosu na ukupni reciklirani otpad po stanovniku godišnje
Pročišćavanje otpadnih voda 2013. i 2016.	% i stupanj pročišćavanja otpadnih voda prije ispuštanja
Gospodarenje vodama 2013. i 2016.	Potrošnja vode po turistu u odnosu na potrošnju vode po stanovniku
	Poduzimanje mjera za smanjenje potrošnje vode
	Korištenje reciklirane vode
Korištenje energije 2013. i 2016.	Potrošnja energije po turistu u odnosu na potrošnju energije po stanovniku
	Mjere za smanjenje potrošnje energije
	% energije koja se troši iz obnovljivih izvora u usporedbi s ukupnom potrošnjom energije na razini odredišta
Zaštita krajobraza i biološke raznolikosti 2013. i 2016.	% poduzeća u sektoru turizma koji aktivno podupiru zaštitu, očuvanje i upravljanje lokalnom biološkom raznolikošću i krajobrazom
Gospodarenje bukom i svjetlosnim onečišćenjem 2013.	Smetnje stanovnicima i divljim životinjama
Kvaliteta vode za kupanje 2013.	Očuvanje zdravlja i sigurnosti turista, bakterije uzročnici bolesti i znak slabog pročišćavanja

*Izvor: European Tourism Indicator System Detailed Indicator Reference Sheets
 For Sustainable Destinations, DG Enterprise and Industry, February 2013
 The European Tourism Indicator System, ETIS toolkit for sustainable destination management,
 March 2016*

Na prostorno-administrativnoj razini turističkih destinacija moguće je uspostaviti temeljne indikatore predložene od međunarodnih organizacija ili znanstvenika, no međutim, većina tih indikatora može se realizirati i primijeniti isključivo uz korištenje internih i uz poseban zahtjev pribavljenih podataka od lokalnih i regionalnih organizacija, a manjim dijelom iz službenih publikacija statističkih zavoda [3, 16]. U kreiranju i u

konačnom odabiru indikatora održivog turističkog razvoja nužna je upućenost procjenitelja na alternativne izvore podataka uz pomoć kojih će se kreirati temeljni indikatori održivog turizma.

Okvir istraživanja i primijenjena metodologija

Za potrebe ovog rada analizirano je 8 studija² koje se navode u nastavku: Luka nautičkog turizma Smrka – Nerežišće, 2013., Nautičko-turistički kompleks Sv. Katarina i Monumenti – Pula, 2014., Golf igralište Larun sa smještajnim kapacitetima i ostalim sadržajima nužnim za funkcioniranje golfa, 2014., Dogradnja luke otvorene za javni promet i izgradnja luke nautičkog turizma Sućuraj, 2015., Naselje turističke namjene Široki rat – Hvar, 2016., Rekonstrukcija i dogradnja luke nautičkog turizma „Eko marina Tučepi“ i uređenje kupališta s uljevom korita bujice „Suhi potok“ u Tučepima, 2017., Golf igralište Stancija Grande – Vrsar, 2017., Golf igralište Stancija Grande – Savudrija, 2018. Isto tako za potrebe ovog rada analizirano je 7 elaborata³ kako slijedi u nastavku: Luka nautičkog turizma Brajdica, 2015., Uređenje plaže i prometnice Jadranovo, 2016., Izgradnja luke nautičkog turizma Pašman s pristupnom cestom i šetnicom, 2016., Uređenje plaže Starine u Pirovcu, 2016., Uređenje plaže od Slavinja do Ravnica u Omišu, 2016., Uređenje gradske plaže na predjelu Osejava u Makarskoj, 2016., Novi terminal za kruzere i trgovački centar u Dubrovniku, 2016.

S obzirom da su ETIS 2013. i 2016. sukladni s postupkom procjene utjecaja zahvata na okoliš, ali i mnogo konkretniji, istraživanje i analiza za potrebe ovog rada rađeni su usporedbom indikatora utjecaja na okoliš iz sustava pokazatelja EU za turizam 2013. i 2016. (ETIS) s opisom utjecaja zahvata na okoliš prema SUO na primjeru navedenih studija i elaborata.

Pokazatelji iz ETIS sustava za okoliš iskorišteni su za analizu utvrđivanja utjecaja na okoliš obrađenih u SUO i elaboratima izrađenima za zahvate iz područja turizma, a u kojima se i inače obrađuju kao sastavnice okoliša (voda, tlo, zrak), opterećenja na okoliš (buka, otpad, svjetlosno onečišćenje) i druge elemente relevantne za pojedini zahvat. Zajedničko ETIS sustavu i dokumentima iz područja zaštite okoliša je utvrđivanje utjecaja na okoliš. Stoga je u ovom radu obavljena analiza opisanih utjecaja na okoliš. U nastavku dan je prikaz pokazatelja utjecaja na okoliš prema ETIS sustavu objedinjenih iz izvora za 2013. i 2016. SUO i elaborati zaštite okoliša obrađuju još dodatno utjecaj buke, svjetlosnog onečišćenja i kvalitete vode za kupanje, a kojih kao pokazatelja nema navedenih u ETIS 2016. ali su zastupljeni u ETIS 2013.

Rezultati istraživanja i rasprava

U nastavku ovog dijela slijedi iznošenje rezultata istraživanja pojedinačno za svaku sastavnicu okoliša odnosno opterećenje okoliša. Rezultati su prikazani u pojedinačnim tablicama i analizirani sa stajališta istraživača.

² <https://puo.mzoip.hr>, https://mzoe.gov.hr/doc/studija_o_utjecaju_na_okolis

³ <https://puo.mzoip.hr>, https://mzoe.gov.hr/doc/studija_o_utjecaju_na_okolis

Tablica 3. Analiza pokazatelja utjecaja prijevoza na okoliš prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Utjecaj prijevoza	% turista koji koriste privatni prijevoz	0/8	0/7
	% turista koji koriste javni prijevoz	0/8	0/7
	Prosječni ugljični otisak turista (2016.)	0/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 3 utjecaji su obrađeni, ali ne prema ETIS sustavu, odnosno nema konkretnih pokazatelja utjecaja prijevoza na okoliš. Niti jedna SUO ne navodi koliko turista će se koristiti kojim prijevozom niti koliko će zahvat doprinijeti povećanju prometa te koliko će biti prosječni ugljični otisak turista s obzirom na novi zahvat u okolišu. Četiri SUO za luke nautičkog turizma i jedna za golf igralište navode broj vozova i broj parkirališnih mjesta. Ugljični otisak turista uopće se ne navodi. Česti opis utjecaja prijevoza s obzirom na novi zahvat je vrlo općenito formuliran na slijedeći način: *utjecaj na zrak zbog povećanja ispušnih plinova, ali se radi o prihvatljivoj utjecaju*. Prema ETIS-su potrebno je definirati % turista koji će prilikom dolaska i boravka koristiti javni odnosno privatni prijevoz. Prema SUO ostaje nepoznat % turista koji dolaze javnim, odnosno privatnim prijevozom, samim tim nepoznat je ugljični otisak turista. Dva elaborata uopće ne navode utjecaj prometa, a samo dva govore o prometnom kapacitetu zahvata. Jedan navodi zanemarivi utjecaj, a jedan navodi utjecaj uslijed izvanrednih događaja.

Tablica 4. Analiza pokazatelja utjecaja zahvata na klimatske promjene prema ETIS sustavu prikazanih u SUO i elaboratima

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Klimatske promjene	Uključenost u ublažavanje klimatskih promjena i aktivnosti prilagodbe	4/8	1/7
	% turističkog smještaja u „ranjivim zonama“	0/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 4. utjecaji zahvata na klimatske promjene su obrađeni tek u četiri SUO od ukupno analiziranih 8 i to na način da 4 studije navode da utjecaj zahvata nije značajan za klimatske promjene, ali bi klimatske promjene na njih mogle imati utjecaj: dostupnost vode za piće, temperaturni ekstremi, povećanje razine mora, ekstremne padaline. Prema ETIS-u zahtjeva se analiza uključenosti zahvata u ublažavanje klimatskih promjena kao i aktivnosti prilagodbe. Pet elaborata uopće ne navodi utjecaj klimatskih promjena. Jedan elaborat uzima u obzir klimatske promjene u fazi projektiranja dok jedan navodi beznačajnost zahvata da bi utjecao na klimatske promjene. Također izostavljena je analiza turističkog smještaja u ranjivim zonama, kako u Studijama tako i u elaboratima.

Tablica 5. Analiza pokazatelja utjecaja zahvata s obzirom na gospodarenje otpadom prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Gospodarenje otpadom	Proizvodnja otpada turista u odnosu na proizvodnju otpada stanovništva (kg/osoba)	1/8	0/7
	% turističkih poduzeća koja odvajaju različite vrste otpada	8/8	1/7
	% recikliranog otpada po turistu u odnosu na ukupni reciklirani otpad po stanovniku godišnje	0/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 5 za gospodarenje otpadom utjecaji su obrađeni, ali ne prema ETIS sustavu, odnosno nema konkretnih pokazatelja utjecaja. Jedino SUO za Golf igralište Stancija Grande – Vrsar daje procjenu količina otpada koji će nastajati. Ne navodi se mogućnost recikliranja otpada, već samo razvrstavanja i predaje ovlaštenim tvrtkama. Prema ETIS-u zahtjeva se navesti količine otpada koji će nastajati, odvajanje i reciklaža otpada u %. SUO ne navode količine otpada koji će nastajati, nema odvajanja otpada niti njegova recikliranja. Prepoznate su vrste otpada koje će nastajati, ali ne i količine. Navodi se samo razvrstavanje opasnog otpada u lukama. Elaborati ne navode količine otpada koji će nastajati, nema odvajanja otpada niti njegova recikliranja.

Tablica 6. Analiza pokazatelja utjecaja gospodarenja vodama i utjecaja otpadnih voda prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Pročišćavanje otpadnih voda	% i stupanj pročišćavanja otpadnih voda prije ispuštanja	1/8	0/7
Gospodarenje vodama	Potrošnja vode po turistu u odnosu na potrošnju vode po stanovniku	4/8	0/7
	Poduzimanje mjera za smanjenje potrošnje vode	0/8	0/7
	Korištenje reciklirane vode	4/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 6. od 8 SUO u 4 je dana procjena potrebne ukupne količine vode. U sedam zahvata navodi se da će se opskrbljivati vodom iz javne vodovodne mreže, a jedan desalinizacijom morske vode. Samo jedan zahvat planira pročišćavanje svih otpadnih voda. Kod 4 zahvata ponovno će se koristiti pročišćena voda ili prikupljena oborinska voda. Prema ETIS-u SUO ne obrađuju potrošnju vode po turistu u odnosu na potrošnju po stanovniku. Nisu planirane mjere za smanjenje potrošnje niti se otpadna voda pročišćava da bi se ponovno koristila. U elaboratima za plaže nije prepoznat utjecaj na vode, potreba za pročišćavanjem otpadnih voda i gospodarenje vodama iako su predviđeni sanitarni objekti, tuševi i caffè barovi. U elaboratima za luke navedeno je pročišćavanje oborinskih voda preko separatora ulja i masti. Ostale vode se skupljaju i predaju. Prema ETIS-u ni elaborati ne obrađuju potrošnju vode po turistu u odnosu na potrošnju po stanovniku. Nisu planirane mjere za smanjenje potrošnje niti da se otpadna voda pročišćava da bi se ponovno koristila.

Tablica 7. Analiza utjecaja korištenja energije prijevoza na okoliš prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Korištenje energije	Potrošnja energije po turistu u odnosu na potrošnju energije po stanovniku	0/8	0/7
	Mjere za smanjenje potrošnje energije	0/8	0/7
	% energije koja se troši iz obnovljivih izvora u usporedbi s ukupnom potrošnjom energije na razini odredišta	1/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 7. od 8 SUO 3 uopće ne obrađuju korištenje energije, 4 navode priključenje na javnu električnu mrežu. Samo jedan zahvat će koristiti alternativne izvore energije (fotonaponske ćelije + agregati), ali se ne navodi u kojem postotku. Prema ETIS-u, u SUO potpuno je nepoznata potrošnja energije po turistu u odnosu na potrošnju po stanovniku. Nema ili je nepoznato korištenje energije iz obnovljivih izvora. Nema mjera za smanjenje potrošnje energije. Četiri elaborata uopće ne navode korištenje energije, dok je u tri predviđeno napajanje električnom energijom iz distribucijske mreže. Prema ETIS-u u elaboratima potpuno je nepoznata potrošnja energije po turistu u odnosu na potrošnju po stanovniku. Nema ili je nepoznato korištenja energije iz obnovljivih izvora. Nema mjera za smanjenje potrošnje energije.

Tablica 8. Analiza utjecaja zahvata na krajobraz i biološku raznolikost prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Zaštita krajobraza i biološke raznolikosti	% poduzeća u sektoru turizma koji aktivno podupiru zaštitu, očuvanje i upravljanje lokalnom biološkom raznolikošću i krajobrazom	8/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 8 sve SUO obrađuju utjecaj na krajobraz i biološku raznolikost te podupiru zaštitu, očuvanje i upravljanje biološkom raznolikošću i krajobrazom. Prema ETIS-u SUO podupiru zaštitu, očuvanje i upravljanje biološkom raznolikošću i krajobrazom. Svi elaborati obrađuju utjecaj na krajobraz i biološku raznolikost, ali mijenjanje krajobraza i gubitak dijela biološke raznolikosti smatra se prihvatljivim u korist funkcioniranja zahvata. Prema ETIS-u, u elaboratima nije moguće zaključiti da podupiru zaštitu, očuvanje i upravljanje biološkom raznolikošću i krajobrazom i kako se to namjerava postići.

Tablica 9. Analiza utjecaja buke i svjetlosnog onečišćenja na okoliš prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Gospodarenje bukom i svjetlosnim onečišćenjem	smetnje stanovnicima; divljim životinjama	2/8; 1/8	0/7; 0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 9. od 8 SUO 2 nisu opisale utjecaj, ali su propisale mjere zaštite. Jedino je SUO za Naselje turističke namjene Široki rat prepoznala utjecaj na divlje vrste. Tri SUO govore o zahvatu u već naseljenom području pa dodatno svjetlo neće značajnije utjecati. Dvije SUO pod utjecajem navode mjeru zaštite. Prema ETIS-u SUO nisu obradile mogućnost da svjetlosno onečišćenje zahvata smeta stanovnicima i divljim životinjama. U 6 elaborata nije prepoznato svjetlosno onečišćenje bez obzira na postojanje rasvjetnih tijela. Samo jedan elaborat navodi da zahvat neće značajnije pridonijeti svjetlosnom onečišćenju. Prema ETIS-u elaborati nisu obradili mogućnost da svjetlosno onečišćenje zahvata smeta stanovnicima i divljim životinjama. Svih 8 SUO utjecaj buke za vrijeme gradnje zahvata svodi na privremen bez podatka koliko dugo je i taj privremeni utjecaj. Za vrijeme korištenja zahvata, tamo gdje je utjecaj i prepoznat, minorizira se činjenicom da je zahvat u nenaseljenom području. Značajna utjecaj uočen je samo u SUO za luku u Tučepima. Jedino SUO Golf igralište Stancija Grande - Vrsar je prepoznala i utjecaj buke na faunu i njeno migriranje iz prostora zahvata.⁴ Prema ETIS-u SUO nisu obradili mogućnost da buka zahvata smeta stanovnicima i divljim životinjama. U elaboratima za plaže navodi se da neće do povećanja razine buke dok se za luke navodi prihvatljiv utjecaj. Prema ETIS-u elaborati nisu obradili mogućnost da buka zahvata smeta stanovnicima i divljim životinjama.

Tablica 10. Analiza kvalitete vode za kupanje prema ETIS sustavu, a prikazanih u SUO i elaboratima zaštite okoliša

INDIKATOR	METODA	STUDIJE	ELABORATI
Kvaliteta vode za kupanje	Očuvanje zdravlja i sigurnosti turista, bakterije uzročnici bolesti i znak slabog pročišćavanja	2/8	0/7

Kao što se može vidjeti iz Tablice 10. od 8 SUO 2 su prepoznale utjecaj, a tek 1 je propisala mjeru praćenja. Prema ETIS-u SUO ne govore o kvaliteti vode za kupanje koja ne smije ugroziti zdravlje kupaca. Niti jedan elaborat ne opisuje utjecaj na kvalitetu vode za kupanje već se navodi da se mjeri kvaliteta mora. Isto tako prema ETIS-u elaborati ništa ne govore o kvaliteti vode za kupanje koja ne smije ugroziti zdravlje kupaca.

Zaključak

Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN, br. 61/14 i 3/17), Prilog IV. Obvezni sadržaj SUO, propisuje da se opisi utjecaja moraju dati na temelju korištenja odgovarajućih stručno-znanstveno utemeljenih modela, drugih modela koji su prihvaćeni u općoj metodologiji procjene utjecaja na okoliš te kombiniranom primjenom modela.

⁴ Zakon o zaštiti od buke utvrđuje mjere u cilju izbjegavanja, sprječavanja ili smanjivanja štetnih učinaka na zdravlje ljudi; obavezno je mjerenje buke

Utjecaji obrađeni na takav način u stručnim dokumentima zaštite okoliša dali bi konkretne podatke za utvrđivanje prihvatnog kapaciteta okoliša. Kao što možemo vidjeti iz priloženog smjernice Uredbe su previše općenite, nema dogovora oko popisa indikatora koji bi se koristili u procesu ocjene utjecaja zahvata na okoliš, metodologija nije definirana ni precizirana i sve ovisi o afinitetu i subjektivnoj procjeni ljudi koji rade na ocjeni zahvata na okoliš. Slijedeći Europsku komisiju i Europski sustav pokazatelja za turizam moguće je izbjeći neke od zamki ovako propisane Uredbe. SUO i elaborati zaštite okoliša su dokumenti koji u ranoj fazi planiranja zahvata u okolišu trebaju dati konkretne podatke koji mogu doprinijeti utvrđivanju prihvatnog kapaciteta okoliša te očuvanja istoga. Ministarstvo nadležno za zaštitu okoliša je krovno tijelo u čijem zakonodavstvu su propisani sadržaji dokumenata iz područja zaštite okoliša i u čijim postupcima se koriste za ocjenu prihvatljivosti zahvata za okoliš. Stoga je to tijelo i odgovorno za njihovu kvalitetu kad je riječ o podacima korisnim za procjenu utjecaja zahvata na okoliš. S ciljem održivog razvoja turizma ključno je dati veći poticaj integraciji politike zaštite okoliša u procesu turističkog planiranja, uključujući i prostornog planiranja. Isto tako od presudne je važnosti s ciljem unapređenja Uredbe integrirati elemente održivog turizma i politike zaštite okoliša za zahvate u prostoru iz područja turizma kroz primjenu ETIS-a iz 2013. i 2016. Nužan je prelazak iz sektorskog pristupa planiranja na integrirani pristup planiranja razvoja turizma s ciljem održivog turističkog razvoja i očuvanja okoliša sa svim njegovim sastavnicama.

Literatura

- [1] Aall,C,(2014).Sustainable tourism in practice:Promoting or preverting the quest for a sustainable development? Sustainability. Broj 6, str. 2562-2583.
- [2] Aall,C., Dodds,R., Saelensminde,I., i Brendehaug, E.,(2015). Introducing the concept of environmental policy integration into the discourse on sustainable tourism: A way to improve both policymaking and research? Journal of Sustainable Tourism. Vol.23, broj7, str. 977-989.
- [3] Blažević, B., Maškarin Ribarić, H., Smolčić Jurdana, D. (2013). Analitička podloga upravljanja održivim turizmom. Ekonomski pregled. Vol. 64, broj.2, str.143-158.
- [4] Brendehaug, E., Carlo, A., Rachel, D., (2017). Environmental policy integration as a strategy for sustainable tourism planning:issues in implementation. Journal of Sustainable Tourism, Vol.25, broj 9, str. 1257-1274.
- [5] Cernat, L., i Gourdon, J. (2012). Paths to success: Benchmarking cross-country sustainable tourism. Tourist managment. Broj 33, str.1044-1056.
- [6] ETIS <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/21749>
- [7] Hall,C.M.(2010). Changing paradigms and global change:From sustainable to steady-state tourism.Tourism Recreation Research. Vol. 35, broj 2, str. 131-143.
- [8] Holden,A. (2009). The environment- tourism nexus: Influence of market ethics. Annals of Tourism Research, Vol.36, broj.3, str.373-389.
- [9] Jordan,A., i Lenschow,A. (2010). Environmental polocy integration: A state of the art review. Environmental Policy and Governance. Vol.20, broj 3, str.147-158.
- [10] Liu,A. i Wall, G.(2006). Planning tourism employment: a developing country perspective. Tourism managment. Broj 27, str. 159-170.
- [11] Pulido-Fernández, J., Andrades–Caldito, L., Sánchez-Rivero,M.(2015). Is sustainable tourism an obstacle to the economic performance of the tourism industry? Evidence from an international empirical study. Journal of Sustainable Tourism. Vol. 23, broj 1, str. 47-64.

- [12] Tanguay,A.G., Raajaonson, J., Therrien, M.C. (2013). Sustainable tourism indicators:selection criteria for policy implementation and scientific recognition. Journal of Sustainable Tourism. Vol.21, broj 6, str. 862-879.
- [13] Tosun,C. i Jenkins C.I.(1998). The evolution of tourism planning in third world countries: a critique. Progress in Tourism and Hospitality Research. Broj 4, str. 101-114.
- [14] Tosun,C.(2001) Chalanges of sustainable tourism development in the developing world:the case of Turkey. Tourism managment. Broj. 22, str. 289-303.
- [15] Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš
https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_05_61_1138.html
- [16] Vojnović, N. (2014). Problematika implementacije temeljnih indikatora održivog turizma u hrvatskim općinama i gradovima. Ekonomska misao i praksa. Broj 1, str. 171-190.
- [17] Studije utjecaja zahvata na okoliš:
<https://puo.mzoip.hr>, https://mzoe.gov.hr/doc/studija_o_utjecaju_na_okolis

Innovative method for assessing the species baseline status used for the environmental impact assessment procedure

Matko Bišćan¹, Berislav Marković¹, Matej Vucić², Dušan Jelić²

¹ EKONERG Ltd., Koranska 5, Zagreb, Republic of Croatia,
(matko.biscan@ekonerg.hr, berislav.markovic@ekonerg.hr)

² BIOTA Ltd., Maksimirska cesta 129/5, Zagreb, Republic of Croatia,
(matejvucic@gmail.com, jelic.dusan@gmail.com)

Abstract

For the purposes of environmental impact assessment procedure biological baseline surveys were conducted for the location of the planned project. In addition to the usual methods for fauna survey, an innovative method for detecting species baseline status (and in this case for olm (*Proteus anguinus*)) was used – environmental DNA. Since the olm is an aquatic cave organism, its research is generally a major problem. Classical method includes cave-diving within flooded cave systems in order to determine the species presence and its population size and density. This classical method requires a great deal of team effort, finances and equipment. Therefore, a step forward in the research of this species has enabled the development of a non-invasive method based on so-called environmental (e) DNA. The eDNA method is generally based on collecting of environmental sample (water, soil, air), without directly sampling the tissue of the animal, and using metabarcoding eDNA method for monitoring of olm was developed in 2017. For this environmental impact assessment procedure eDNA method was used for the first time in the Republic of Croatia for commercial purposes. So, the eDNA method used for environmental assessment procedure is a great example how fundamental scientific research can be applied in the economy. This also gives a new light to why the economic sector should invest in science as well.

Keywords: EIA, biological baseline survey, eDNA, olm, hydropower

Introduction

Environmental (e) DNA is genetic material obtained directly from environmental samples (soil, sediment, water, etc.) without directly sampling the tissue of the animal [1]. eDNA arose with the idea of obtaining nucleic acids of microbes directly from environmental samples [3] [4] [5]. After that, eDNA from microorganisms has been studied extensively in soil [6], permafrost [7] [8], freshwater [9] and seawater [10], which has given valuable insights to bacterial diversity [11] and functional genomics [12]. One of the first studies retrieving macro-organismal eDNA from freshwater, focused on DNA from human, cow, pig and sheep, as a method to detect the sources in faecal contaminated surface water [13]. Later, eDNA from American bullfrogs, an invasive amphibian species native to North America, was successfully retrieved from natural pond water samples in France [14]. So, eDNA is genetic material obtained from the environment on which a collection of molecular methodologies and analyses tools (such as DNA metabarcoding) subsequently can be applied to answer questions in e.g. ecology, conservation biology and palaeontology. According to mentioned above, eDNA was, for the first time in Croatia, used for Environmental Impact Assessment project.

A small hydropower plant with a capacity of 2.8 MW was planned in the area of Baćina Lakes. For the Environmental Impact Assessment process, it was necessary to investigate all the bio-ecological features of the project area. According to the Terrestrial Non-Forest Habitats Map of the Croatia, the following habitat types are predominant in the wider area of the planned project (Vrgorac field, Baćina Lakes and the Neretva Delta) in accordance with the Ordinance on the list of habitat types, habitat maps and endangered and rare habitat types (OG 88/14): A.1.1. Permanent lakes, A.2.3. Permanent watercourses, A.4.1. Marsh and Bogs, E. Forests, I.5.2. Olive groves and I.1.8. Uncultivated agricultural land. The fauna of aquatic and wetland habitats is certainly characteristic with many vertebrates, fish, reptiles and birds. As noted earlier, the project is located within several ecological network areas under the Ecological Network Regulation and the responsibilities of public institutions managing the ecological network areas (OG 80/19): HR2000951 Krotuša, HR5000031 Delta Neretve and HR1000031 Delta Neretve. One of the target species was olm (*Proteus anguinus*), which is a cave-aquatic organism. Olms rarely come to the surface, only because of lack of food or ejection by water torrents in spring [15]. The population trend is declining due to pollution and habitat fragmentation [15]. Its research is generally a major problem due to its cave habitat, so the huge effort is required to explore its habitats by classical transect methods. Classical methods include cave diving and line transects within cave aquatic systems to determine the presence of the species itself and its size and density. Given the demanding terrain of the project area (existing drainage tunnel and karst environment), the eDNA method was used to determine olm presence, for the first time in the Republic of Croatia for the purpose of environmental impact assessment.

Materials and Methods

eDNA method for monitoring olm was developed in 2017 [2] and consists of few steps. Firstly, markers were developed, while all available sequences were taken from NCBI Genbank covering the entire known range of the species. Then secondly, the primers were tested in vitro. It was done with non-target species samples: two fish species that are frequently present in cave habitats in Croatia (*Phoxinus phoxinus* and *Squalius illyricus*) and three amphibian species (*Bufo bufo*, *Bombina variegata*, and *Salamandra atra*). The method was tested for the detection validation. It was done both, in situ with water samples from aquarium tanks where olm was kept, and ex situ on 16 field samples. eDNA method successfully confirmed the presence of olm in 10 and detected the species for the first time in 5 other caves.

Literature research was firstly done regarding the possible olm habitat and other cave systems at the project area. After that eDNA method was done. Water samples were taken at two locations (

Figure 1), upstream of the project location - at Vrgorac field (Figure 2) and downstream of the project location - at Baćina Lakes (Figure 3). For each location five liters of water were filtered by a HydroTech Vacuum pump through a sterile 0.45 µm cellulose nitrate filter. The samples (filters) were subsequently processed in the laboratory to determine the presence of olm eDNA in the sample.

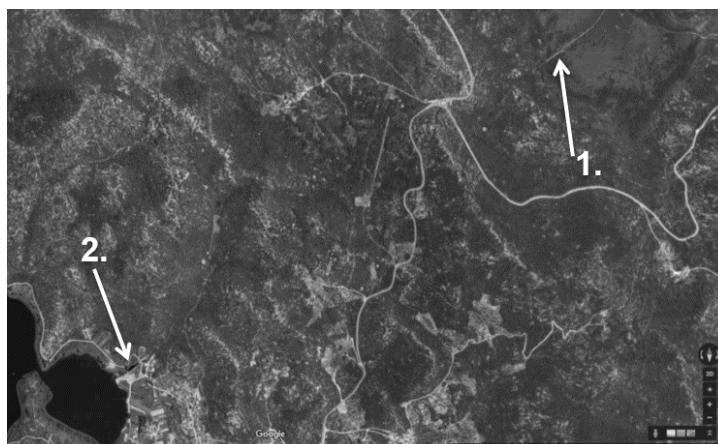


Figure 1 Water sampling locations (location 1: 578008, 4773380, location 2: 575878, 4771811)



Figure 2 Habitats at water sampling location 1

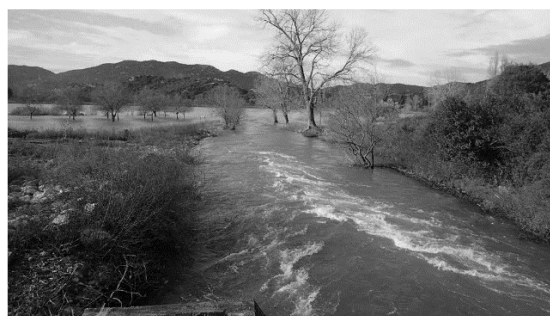


Figure 3 Habitats at water sampling location 2

Results

Using eDNA method all water samples were negative for the presence of olm in the project area. So, the results showed that the olm is not present neither on the upstream location (Vrgorac field) nor in the downstream area (Baćina Lakes), i.e. the surrounding karst area.

Discussion

Due to the very high water level and high flow of the system during the sampling, there is a very small possibility that olm is still present but not detected. Preliminary studies of this eDNA method [16] have shown that high water level due to natural conditions such as snow melting or heavy rain mostly in springtime resulting in fast waterflow of underground water systems, can decrease the chance of eDNA detection. Also, the environmental factors that affect eDNA persistence were reviewed [17] and showed that abiotic factors, e.g. temperature, ultraviolet radiation and light exposure has negative impact on DNA degradation. So, given the high sensitivity of the method and the fact that there are no literary findings in this area, it was concluded that the species is very likely not present in project area.

Conclusion

eDNA method was used to determine olm presence for the purpose of environmental impact assessment for the planned project of small hydropower plant in the area of Baćina

Lakes. It was a first usage of this method in the Republic of Croatia for the purpose of environmental impact assessment. Water samples that were taken at the project area were negative for the presence of olm.

For the future usage of eDNA method most studies have focused on detection of amphibians [18] [19] [20] [21] and even quantification [20], which provides a potential new range of opportunities for estimating relative abundance. Quantification of fish biomass from freshwater samples has also been attempted [22], as well as species composition and communities [23]. eDNA possess huge potential in applications for purposes of environmental impact assessments. Although currently this method is developed only for olm (*P. anguinus*), it can be developed and applied on all rare and elusive aquatic species, especially Natura 2000 target species, which are of a main concern in environmental impact assessments.

Literature

- [1] Thomsen, P. F. & Willerslev, E. (2015) Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation*, Volume 183 (4-18)
- [2] Ogram, A., Sayler, G. & Barkay, T. (1987) The extraction and purification of microbial DNA from sediments. *J. Microbiol. Methods*, Volume 7 (57-66)
- [3] Olsen, G. et al. (1986) Microbial ecology and evolution: a ribosomal RNA approach. *Annu. Rev. Microbiol.*, Volume 40 (337-365)
- [4] Pace, N., Stahl, D., Lane, D. & Olsen, G. (1986) The analysis of natural microbial populations by ribosomal RNA sequences. Marshall, K.C. (Ed.), *Advances in Microbial Ecology*. *Advances in Microbial Ecology*, Springer, US, pp. 1-55.
- [5] Fierer, N. & Jackson, R. (2006) The diversity and biogeography of soil bacterial communities. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Volume 103 (626-631)
- [6] Johnson, S. et al. (2007) Ancient bacteria show evidence of DNA repair, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Volume 104 (14401-14405)
- [7] Willerslev, E. et al. (2004) Long-term persistence of bacterial DNA. *Curr. Biol.*, Volume 14 (R9-R10)
- [8] Fisher, M. & Triplett, E. (1999) Automated approach for ribosomal intergenic spacer analysis of microbial diversity and its application to freshwater bacterial communities, *Appl. Environ. Microbiol.*, Volume 65 (4630–4636)
- [9] Venter, J. et al. (2004) Environmental genome shotgun sequencing of the Sargasso Sea. *Science*, Volume 304 (66–74)
- [10] Zinger, L. et al., 2011. Global patterns of bacterial beta-diversity in seafloor and seawater ecosystems. *PLoS ONE* 6, e24570.
- [11] Tringe, S. et al. (2005) Comparative metagenomics of microbial communities. *Science*, Volume 308 (554–557)
- [12] Martellini, A., Payment, P. & Villemur, R. (2005) Use of eukaryotic mitochondrial DNA to differentiate human, bovine, porcine and ovine sources in fecally contaminated surface water. *Water Res.*, Volume 39 (541–548)
- [13] Ficetola, G., Miaud, C., Pompanon, F. & Taberlet, P. (2008) Species detection using environmental DNA from water samples. *Biol. Lett.* Volume 4 (423–425)
- [14] Jelić, D. et al. (2012) Red book of Amphibians and Reptiles of Croatia. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb pp. 232.
- [15] Vörös, J. et al. (2017) Surveying Europe's Only Cave-Dwelling Chordate Species (*Proteus anguinus*) Using Environmental DNA. *PloS ONE*, Volume 12 (1-14).

- [16] Klymus, K., Richter, C., Chapman, D. & Paukert, C. (2015) Quantification of eDNA shedding rates from invasive bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* and silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*. *Biol.Conserv.*, Volume 183 (77-84)
- [17] Barnes, M. et al. (2014) Environmental Conditions Influence eDNA Persistence in Aquatic Systems. *Environ. Sci. Technol.*, Volume 48 (1819–1827)
- [18] Goldberg, C., Pilliod, D., Arkle, R. & Waits, L. (2011) Molecular detection of vertebrates in stream water: a demonstration using rocky mountain tailed frogs and idaho giant salamanders. *PLoS ONE* 6, e22746.
- [19] Olson, Z., Briggler, J. & Williams, R. (2013) An eDNA approach to detect eastern hellbenders (*Cryptobranchus a. alleganiensis*) using samples of water. *Wildl.Res.* Volume 39 (629-636)
- [20] Pilliod, D. et al. (2013) Estimating occupancy and abundance of stream amphibians using environmental DNA from filtered water samples. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Volume 70 (1123–1130)
- [21] Santas, A., Persaud, T., Wolfe, B. & Bauman, J. (2013) Noninvasive method for a statewide survey of eastern hellbenders *Cryptobranchus alleganiensis* using environmental DNA. *Int. J. Zool.* e174056.
- [22] Takahara, T. et al. (2012) Estimation of fish biomass using environmental DNA.. *PLoS ONE* 7, e35868.
- [23] Minamoto, T. et al. (2011) Surveillance of fish species composition using environmental DNA. *Limnology*, Volume 13 (193–197)

Mogućnosti suzbijanja invazivne vrste *Amorpha fruticosa* (čivitnjača) – primjer Odranskog polja

Rad je prihvaćen za objavu u časopisu „Environmental Engineering – Inženjerstvo okoliša“ pod DOI brojem <https://doi.org/10.37023/ee.7.2.5> (aktivno od prosinca 2020. godine)

Goran Lončar¹, Vladimir Hršak², Maja Kerovec³, Stjepan Dekanić⁴,
Domagoj Vranješ¹

¹Vita projekt d.o.o., Ilica 191C, Zagreb, Hrvatska (goran.loncar@vitaprojekt.hr,
domagoj.vranjes@vitaprojekt.hr)

²Kneza Domagoja 16, Zagreb, Hrvatska (vharsak53@yandex.com)

³WYG Savjetovanje d.o.o., Ulica Grada Vukovara 269G/IV, Zagreb, Hrvatska
(maja.kerovec@wyg-c.eu)

⁴PERCEPTIVES j.d.o.o., Koprivnička 38, Zagreb, Hrvatska (stjepan@perceptives.org)

Sažetak

Amorpha fruticosa (čivitnjača) invazivna je biljna vrsta čija su staništa nizinska poplavna područja. Raste u gustim sklopovima i mijenja sastav zajednica potiskujući autohtone vrste te time značajno smanjuje raznolikost flore područja. Na području Odranskog polja velika je zastupljenost ove vrste. Tijekom izrade Studije glavne ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu „Sustava zaštite od poplava sisačkog područja“ (2019.), jedan od zadataka bio je odrediti lokacije nalazišta materijala za izgradnju nasipa koje bi bile prihvatljive kako s aspekta zaštite prirode, tako i s ekonomskog aspekta (blizina nasipa radi manjih troškova prijevoza materijala, lokacije nalazišta materijala u vlasništvu Republike Hrvatske i sl.). Kao nalazišta materijala predložene su lokacije unutar poplavnog područja sa značajnom zastupljenošću čivitnjače prema karti kopnenih nešumskih staništa Republike Hrvatske (2016.). U radu se daje pregled načina uklanjanja i zbrinjavanja ove invazivne vrste kojima se umanjuje mogućnost njezinog širenja ili ponovnog pojavljivanja. Također, navode se smjernice za uređenje nalazišta materijala te pozitivni utjecaji korištenja predloženih lokacija za nalazišta materijala, koji se u bitnom odnose na smanjenje zastupljenosti čivitnjače, povećanje raznolikosti staništa i povećanje zastupljenosti ciljnih staništa i staništa ciljnih vrsta. Na kraju su dani pozitivni primjeri uređenih nalazišta materijala iz Hrvatske i Engleske.

Ključne riječi: čivitnjača, invazivne vrste, Odransko polje, poplavna područja

Uvod

Čivitnjača (amorfa, bagremac, kineski bagrem) (*Amorpha fruticosa* L.) je listopadni grm iz porodice mahunarki (*Fabaceae*), najčešće visok 1-2 m, no može narasti i do 6 m. Listovi su neparno perasti, s 5-12 (ponekad do 17) parova jajastih do eliptičnih liski. Cvjetovi grade karakteristične uspravne, guste, 10-15 cm duge, tamnoljubičaste metlice. Čivitnjača cvjeta od travnja do lipnja te brojnim uočljivim cvjetovima i nektarom privlači brojne kukce oparašivače. Po uspješnom oprašivanju i oplodnji iz nadrasle plodnice građene od jednog plodnog lista razvija se 6-9 mm duga, žljezdasta mahuna. Osim sjemenkama, čivitnjača se brzo širi vegetativno tjeranjem podzemnih podanaka [1]. Čivitnjača uspijeva na srednje vlažnim do vlažnim tlima, s osrednjom količinom humusa, umjereno bogatim do bogatim dušikom. Pokazatelj je umjereno kiselih tala. Uspijeva na

područjima neposredno izloženim sunčevu svjetlu te podnosi samo djelomično zasjenjenje. Sklona je izrazito termofilnim staništima gotovo submediteranskih odlika. Pojavljuje se na poluprirodnim i prirodnim staništima [1].

Porijeklom je iz Sjeverne Amerike, a u Europu je unesena u 18. stoljeću kao ukrasna biljka, biljka za stabilizaciju tla i izradu pletenih predmeta. Koristi se i kao živica, bilo radi omeđivanja zemljišta ili kao vjetrobran. Cijenjena je medonosna biljka i cvjetanje počinje upravo kada bagrem prestaje sa cvatnjom. Med je tamnocrvenkast, proziran i ugodnog okusa, sporo se kristalizira, a sadrži 53% šećera. Pčele sakupljaju i velike količine peluda koji je vrlo cijenjen i tražen za ljudsku upotrebu [2]. Kao medonosna biljka zabilježena je u literaturi proizvođača meda kao „paša amorfe“ [1]. Usitnjeno sjemenje koristi se kao začim dok se stabljika koristi za stelju. Smolaste bradavice na stabljici čivitnjače imaju insekticidno djelovanje pa se biljka koristi i kao repelent. Iz navedenog se može vidjeti da se radi o biljci s velikim spektrom moguće upotrebe.

U Europi se smatra invazivnom vrstom jer tvorbom gustih skupina jedinki na području na kojem raste negativno utječe na razvoj autohtonih biljnih vrsta i smanjuje biološku raznolikost zahvaljujući lakoj kljavosti sjemenki, njihovim lakim širenjem (vjetrom, vodom) te brzim rastom. Čivitnjača raste u vrlo gustim sklopovima te na zaposjednutim površinama postiže izrazito visoku gustoću i gotovo je jedina vrsta. Mijenja sastav zajednica agresivnim prodorom koji ometa razvoj ostalih biljaka. Na područjima koja prekrije raznolikost flore drastično opadne, što ima za posljedicu i negativne promjene u ukupnoj biološkoj raznolikosti i druge neželjene promjene staništa (prehrambeni lanci, kruženje materije i sl.). Raste znatno brže od klimazonalnih šumskih vrsta te preraštavanjem i zagušivanjem može dovesti do propadanja mladih šumskih sastojina [1]. Zbog svog brzog rasta i velike otpornosti, čivitnjača ima potencijal i kao obnovljivi izvor energije [3].

U Hrvatskoj se najviše proširila u dolinama Save, Drave i Dunava, gdje agresivno osvaja šumske površine čineći velike probleme kod prirodne obnove šuma hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Problemi se događaju u slučajevima kada prirodna obnova nije obavljena na odgovarajući način te je došlo do zakorovljenja pomladne površine [3]. Osim mladih šumskih nasada, česta je u poplavnim područjima, uz riječne nasipe i prometnice.

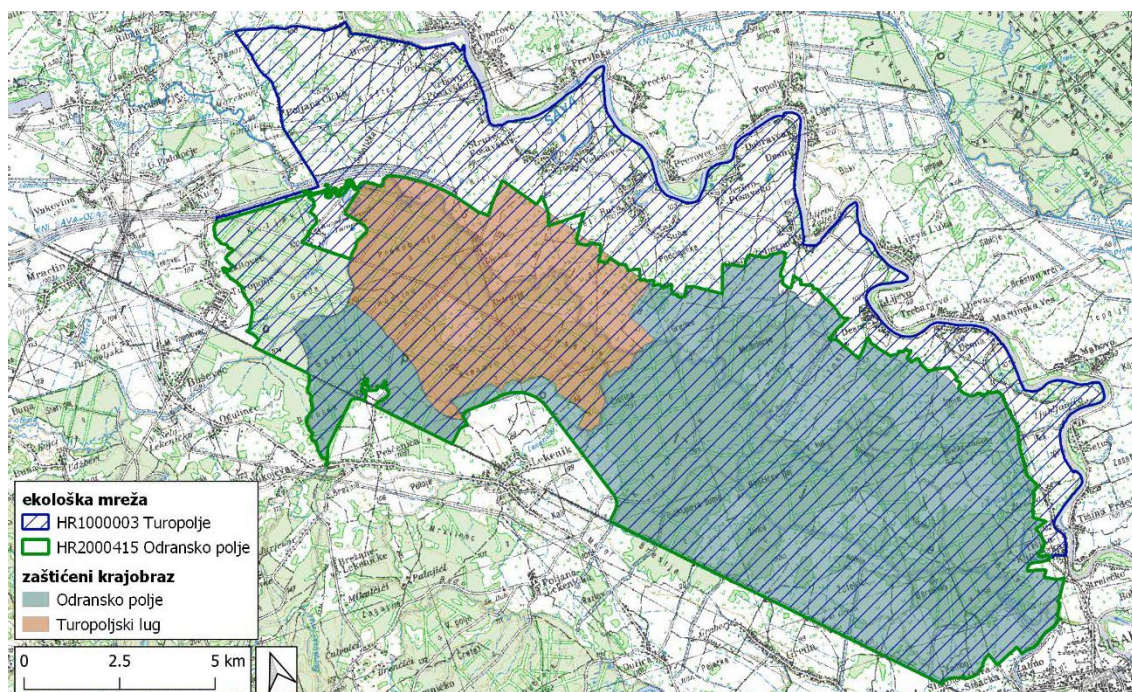
Uzimajući u obzir sve navedeno, čivitnjača je primjer biljke koja s jedne strane izaziva višestruke štete, a s druge se uspješno koristi.

Odransko polje

Odransko polje smješteno je s desne obale rijeke Save, između gradova Velike Gorice i Siska, duljine oko 30 km i širine oko 8 km. Rijeka Odra čini okosnicu hidrološko-hidrauličkog režima ovog područja, o kojem ovise aluvijalne šume hrasta lužnjaka i vlažni travnjaci razvijeni na ovom području. Očuvane površine vlažnih staništa nalaze se u srednjem i donjem toku rijeke te ih karakterizira velika biološka raznolikost. Lijevo zaobalje Odre, Gornju Posavinu, prekrivaju vlažne livade i pašnjaci – prirodno stanište izvorne pasmine konja Hrvatskog posavca i Posavske guske, kao i ugroženih svojti koje ovise o košnjoj livadi i ekstenzivnom načinu stočarenja. Na desnom zaobalju, Turopolju, u šumama hrasta lužnjaka prirodno je stanište i druge autohtone hrvatske pasmine – Turopoljske svinje, ali i stanište orla štekavca i orla kliktaša, te jedno od najbogatijih područja u Hrvatskoj s obzirom na faunu vodozemaca i gmazova [4].

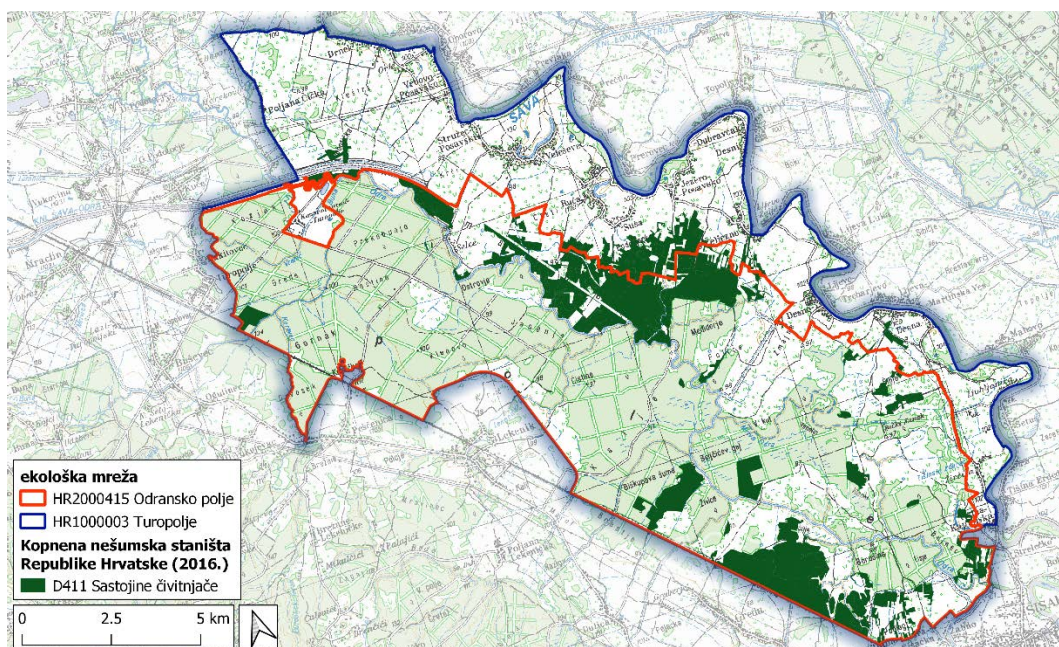
Plavljenje Odranskog polja događa se u hladnom dijelu godine (studen-travanj), kad visoke vode rijeke Kupe kroz ušće rijeke Odre kod Siska ulaze u Odransko polje. Kako je visinska razlika između izvorišta i ušća rijeke Odre manja od 3 m, a korito relativno plitko, dolazi do izlijevanja vode iz korita i plavljenja Odranskog polja [5].

Na ovom prostoru nalazi se nekoliko zaštićenih područja – značajni krajobraz i Turopoljski lug i Odransko polje te područja ekološke mreže HR2000415 Odransko polje (područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove) i HR1000003 Turopolje (područje očuvanja značajno za ptice) (Slika 1.). Zavičajne pasmine životinja značajna su vrijednost prirodnog i kulturnog nasljeđa nekog područja, a u Odranskom polju su se održale zahvaljujući tradicijskom stočarstvu, kao važnoj grani gospodarstva. Tradicijsko stočarstvo omogućava održavanje pašnjaka i vlažnih livada, kao staništa brojnih biljnih i životinjskih vrsta, a predstavlja i posebnu krajobraznu osobitost ovog kraja. Sve su ovo razlozi za proglašenje Odranskog polja zaštićenim krajolikom [6].



Slika 1. Zaštićena područja i područja ekološke mreže u Odranskom polju

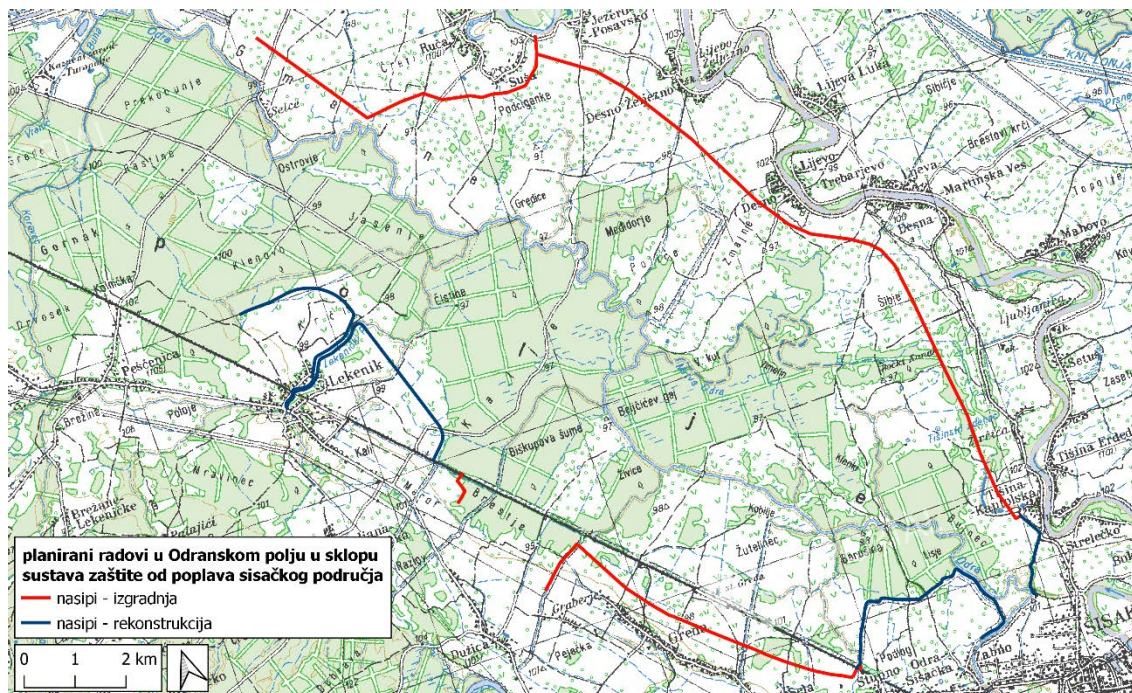
Kao što je ranije navedeno, čivitnjača je raširena u dolinama velikih rijeka kontinentalne Hrvatske, a jedno od područja s velikom zastupljenošću je upravo Odransko polje. Prema karti kopnenih nešumskih staništa Republike Hrvatske (2016.), na području ekološke mreže HR1000003 Turopolje površina staništa D411 Sastojine čivitnjače iznosi između 930,97 ha i 1.578,10 ha, što iznosi između 4,65% i 7,89% površine ovog područja, dok na području HR2000415 Odransko polje površina staništa D411 iznosi između 813,25 ha i 1.357,46, što iznosi između 5,92% i 9,88% površine (Slika 2).



Slika 2. Raširenost čivitnjače na području Odranskog polja

Sustav zaštite od poplava sisačkog područja

Izgradnja sustava zaštite od poplava sisačkog područja dio je većeg projekta zaštite od poplava na slivu rijeke Kupe, odnosno zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja. Sustav zaštite od poplava sisačkog područja bazira se na izgradnji i rekonstrukciji nasipa, obaloutvrda i zidova uz rijeku Kupu te nasipa u Odranskom polju. Ovim projektom će se zaštititi naselja uz Kupu od poplavnih voda Kupe te naselja uz rub Odranskog polja od poplavnih voda Odre. Na slici 2. prikazani su planirani objekti za izgradnju i rekonstrukciju u Odranskom polju. Koncept zaštite od poplava rubnih područja uz Odransko polje bazira se na „ograđivanju“ Odranskog polja nasipima, dok se prirodni režim plavljenja ne mijenja, odnosno održat će se postojeći hidrološki uvjeti koji omogućuju opstanak šuma hrasta lužnjaka i vlažnih travnjaka.



Slika 3. Planirani radovi u Odranskom polju u sklopu sustava zaštite od poplava

Nalazišta materijala

Planirani radovi u Odranskom polju uključuju izgradnju oko 29 km nasipa te rekonstrukciju još oko 18 km, za što su potrebne velike količine zemljanog materijala. Tijekom izrade Glavne ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu „Sustav zaštite od poplava sisačkog područja“ (2019.), određene su lokacije nalazišta materijala koje su prihvatljive s aspekta zaštite prirode. Prilikom predlaganja i odabira lokacija, postavljani su uvjeti koje je bilo potrebno u najvećoj mogućoj mjeri ispuniti: a) udaljenost nalazišta materijala od same lokacije izgradnje/rekonstrukcije nasipa mora biti što manja kako bi se smanjili troškovi prijevoza materijala; b) lokacije nalazišta su u najvećoj mjeri u vlasništvu Republike Hrvatske kako bi se smanjili troškovi otkupa zemljišta i c) na lokacijama nalazišta velika je zastupljenost čivitnjače.

Korištenjem lokacija na kojima je prisutna čivitnjača smanjuje se ukupna površina u Odranskom polju na kojoj je ova vrsta zastupljena. Osim pozitivnog utjecaja smanjenja zastupljenosti čivitnjače, adekvatnim uređenjem nalazišta nakon završetka eksploatacije zemljanog materijala stvaraju se nove površine doprirodnih stanišnih tipova čime se povećavaju površine staništa pogodnih za brojne životinjske vrste (beskralješnjaci, vodozemci, gmazovi, ptice). Naime, završetkom eksploatacije nastat će manje depresije koje će se oborinskim i podzemnim vodama ispuniti vodom te će nastati manja vodna tijela. Budući da je Odransko polje prirodno poplavno područje na kojem su prisutne vrste tipične za ovakva staništa, nove vodene površine će se ovdje idealno uklopiti. Adekvatnim uređenjem ovih depresija, kao i onemogućavanjem njihovog korištenja u sportsko-ribolovne svrhe, stvaraju se nova vodena i močvarna staništa koja će omogućiti veću bioraznolikost područja.

Uklanjanje i zbrinjavanje čivitnjače

Kako bi se stvorili željeni stanišni uvjeti na lokacijama nalazišta materijala, te kako bi se spriječilo širenje čivitnjače na lokacije izgradnje/rekonstrukcije nasipa, potrebno je kod

eksploatacije zemljanog materijala, njegovog transporta na lokacije izgradnje/rekonstrukcije nasipa te uređenja nalazišta posebnu pažnju obratiti na sljedeće: a) način uklanjanja čivitnjače i površinskog zemljanog sloja na nalazištima materijala te postupanje s istim – Blagojević i Kurjakov (2015.) u svojem radu navode kako se količina sjemena čivitnjače u tlu smanjuje s dubinom tla te kako je na dubini većoj od 30 cm količina sjemena zanemariva [7]. Budući da se čivitnjača vrlo uspješno vegetativno razmnožava, kako bi se spriječilo njezino širenje i ponovni rast, ostatke biljnog materijala (debla, granje, korijenje) nakon uklanjanja potrebno je adekvatno zbrinuti na sigurnom mjestu [1]. Materijal je moguće spaliti, usitniti, a moguće ga je i odložiti u sam iskop te zatim prekriti zemljanim materijalom debljine od 1,5 m koji ne sadrži dijelove biljke. Nakon uklanjanja nadzemnog dijela biljke i njezinog korijena, potrebno je ukloniti i površinski zemljani sloj debljine najmanje 0,5 m, kako bi se omogućilo iskapanje zemljanog materijala koji će se koristiti za izgradnju/rekonstrukciju nasipa, a koji ne sadrži sjeme biljke. Ovaj uklonjeni površinski zemljani sloj također je moguće odložiti u iskopano nalazište, te ga kao i prethodno uklonjene dijelove biljke, prekriti nekontaminiranim zemljanim materijalom.

b) uzimanje i transport zemljanog materijala za nasipe – prije utovara i transporta materijala, vozila i opremu je potrebno detaljno očistiti i oprati kako bi se spriječilo prenošenje ostatka biljnog materijala. Također, prije uzimanja materijala potrebno je detaljno pregledati površinu nalazišta i ukloniti sve ostatke biljaka. Na ovaj način će se umanjiti opasnost od prijenosa biljnog materijala na nove lokacije.

c) uređenje nalazišta – kako bi se stvorila nova doprinska staništa koja će povećati bioraznolikost područja i pružiti stanište većem broju autohtonih biljnih i životinjskih vrsta, nalazišta je potrebno urediti upravo u tu svrhu. Nalazišta trebaju biti nepravilnog tlocrtnog oblika i nepravilne površine dna, što veće razvedenosti rubnog dijela, blagih pokosa (1:3 do 1:20) terasastog oblika s postupnim prijelazima prema dubljim dijelovima te ukoliko je moguće i s malim otocima. Uz rub nalazišta potrebno je saditi autohtonu aluvijalnu drvenastu i močvarnu vegetaciju, koja će stabilizirati rub nalazišta i spriječiti eroziju. Time će se ujedno značajno pridonijeti kvaliteti staništa, budući da je riparijska vegetacija iznimno bitna za vrste vezane za vodena staništa (ovdje se nalaze skloništa, hranilišta i mrjestilišta mnogih vrsta). Na najvišim rubovima nalazišta i u određenom pojasu uz nalazište preporuča se formiranje šumskog pojasa s aluvijalnim vrstama. Na ovaj način omogućit će se razvoj više slojeva riparijske vegetacije, od kojih svaki predstavlja važno mikrostanište za velik broj životinjskih vrsta [8].

Primjeri uredenih nalazišta materijala

U nastavku su dana 2 primjera uređenja nalazišta materijala kojima se pozitivno utječe na bioraznolikost područja.

Nalazište materijala u Odranskom polju u blizini naselja Desna Martinska Ves

Na lokaciji oko 2,5 km južno od naselja Desna Martinska Ves zemljani materijal je eksploatiran prije 15-ak godina. Formirana je depresija nepravilnog oblika, različitih nagiba pokosa, u kojoj je voda prisutna čitavu godinu (nalazište presuši tek u godinama s ispodprosječnim količinama oborina). Osim samog oblikovanja nalazišta nisu poduzimane dodatne radnje na njegovom uređenju, no i s ovim malim uložnim naporom, stvoreno je područje značajne bioraznolikosti. Ovdje je zabilježena prisutnost vretenaca i brojnih drugih beskralješnjaka, nekoliko vrsta vodozemaca, a u vrijeme poplava poplavnom vodom ovdje dolaze i ribe, koje ovo nalazište koriste i kao mrjestilište. Na slici 4. prikazan je današnji izgled nalazišta. Na žalost, problem širenja čivitnjače prisutan

je i na ovom području te je ona značajno zastupljena neposredno sjeverno od predmetne lokacije.



Slika 4. Današnji izgled nalazišta materijala u blizini naselja Desna Martinska Ves

A14 Cambridge to Huntingdon

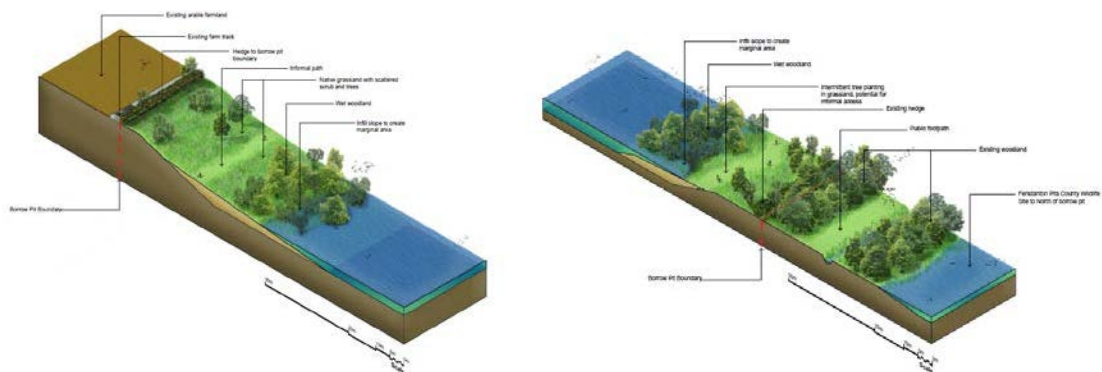
Izgradnja autoceste A14 između gradova Cambridge i Huntingdon predstavlja velik cestovni projekt u Engleskoj. Projekt uključuje izgradnju nove autoceste te proširenje i nadogradnju postojeće ceste u duljini od 34 km. Za izvedbu ovog projekta nedostajalo je oko 5.000.000 m³ zemljanog materijala te su kao nalazišta materijala predložene lokacije smještene u blizini trase nove autoceste. Odabrano je 6 lokacija nalazišta materijala, a projektom je predviđeno njihovo krajobrazno uređenje nakon završetka eksploatacije, s glavnim ciljem povećanja bioraznolikosti područja. Čitavo područje uz planiranu trasu autoceste karakterizira mozaik poljoprivrednih površina, s tek nešto manjim udjelom površina šumskih i vodenih staništa. Kod izrade projekata uređenja nalazišta u što većoj mjeri se pokušalo ispuniti sljedeće zahtjeve: stvoriti više tipova staništa koja će omogućiti prisutnost većeg broja vrsta i povećati bioraznolikost područja; stvoriti povezane koridore staništa poput grmlja i šikara, a koji će omogućiti kretanje životinjskih vrsta na širem području nalazišta; integrirati lokacije nalazišta u krajobraz šireg područja; omogućiti korištenje lokacija u rekreacijske svrhe (naglasak na neintenzivnom korištenju, bez popratnih sadržaja osim šetnice i klupa); lokacije nalazišta staviti u funkciju retencija za zaštitu od poplava gdje je to moguće itd.

Kod projektiranja budućeg izgleda nalazišta vodilo se računa da pokosi nalazišta budu što blaži, nagiba do 1:20, što će omogućiti razvoj močvarne vegetacije i postepen prijelaz iz vodenog staništa u kopneno, a time i veću raznolikost mikrostaništa. Također, kod projektiranja nalazišta vodilo se računa da lokacije budu što je moguće više zaštićene od buke i uznemiravanja s prometnica (pojas drveća), kao i da se onemogući dolazak životinja na cestu te time i njihovo stradavanje.

Na slici 5. prikazano je postojeće stanje lokacija nalazišta br. 1 te vizualizacija lokacije nakon njezinog uređenja, dok su na slici 6. prikazani presjeci obalnog područja uz novoformirana vodna tijela. Iz navedenih slika može se vidjeti da je predviđeno formiranje nekoliko vodenih površina nepravilnog oblika, s manje ili više razvijenom riparijskom vegetacijom. U usporedbi s postojećim stanjem, gdje su prisutne poljoprivredne površine i vrlo male površine drvenaste vegetacije, na uređenim lokacijama nalazišta bit će prisutna značajno veća raznolikost staništa te se može očekivati veća prisutnost životinjskih vrsta i povećanje bioraznolikosti područja [9].



Slika 5. Lokacija nalazišta br. 1. (gore – postojeće stanje, dolje – projektirano stanje)
(Highways England: A14 Cambridge to Huntingdon improvement scheme)



Slika 6. Presjeci obalnog područja uz novoformirana vodna tijela (Highways England: A14 Cambridge to Huntingdon improvement scheme)

Zaključak

Nalazišta zemljanog materijala nužna su za izgradnju infrastrukturnih objekata kao što su prometnice ili nasipi za zaštitu od štetnog djelovanja voda. Lokacije nalazišta po mogućnosti se nastoje odrediti u neposrednoj blizini gradilišta kako bi se umanjio trošak transporta materijala do gradilišta. No osim zadovoljavanja ekonomskih preduvjeta smanjenja troškova izgradnje navedenih objekata, lokacije nalazišta mogu se urediti i u svrhu povećanja bioraznolikosti područja. Naročito se to odnosi na slučajeve izgradnje nasipa u svrhu zaštite od poplava u aluvijalnim ravninama, gdje se često nalazišta materijala nakon završetka eksploatacije materijala pretvaraju u nove vodne površine.

U ovome se radu na primjeru Odranskog polja, gdje je planirana izgradnja i rekonstrukcija nasipa, a gdje velik problem predstavlja invazivna biljna vrsta čivitnjača, prikazuje kako je pažljivim odabirom lokacija nalazišta materijala, kao i planiranjem uređenja nalazišta nakon završetka eksploatacije, moguće ostvariti višestruke koristi za bioraznolikost područja – smanjiti zastupljenost čivitnjače te povećati površinu kvalitetnih staništa za velik broj životinjskih vrsta. Prikazana su i dva primjera iz Hrvatske i Engleske gdje su nalazišta zemljanog materijala uređena u svrhu povećanja bioraznolikosti područja. Vodene površine važna su staništa velikom broju beskralješnjaka, vodozemaca, gmazova, sisavaca poput dabra i vidre te ptica kojima predstavljaju odmorišta, gnjezdilišta i zimovališta. Kako je šire područje Odranskog polja zaštićeno u kategoriji značajnog krajobraza, a ovdje su prisutna i dva područja ekološke mreže, predviđeni pozitivni utjecaji na bioraznolikost još su značajniji.

Literatura

- [1] Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014): Flora Hrvatske – Invazivne biljke, Alfa d.d., Zagreb
- [2] Priroda i biljke, <https://www.plantea.com.hr/?s=amorfa>
- [3] Agroklub, <https://www.agroklub.com/sumarstvo/amorfa-nije-samokorov/16357/>
- [4] Glasnović Horvat, M., Vizner, M. (2011): Odra – Zeleno blago u sjeni Zagreba, Hrvatska vodoprivreda, broj 194, siječanj/ožujak 2011., 80-83
- [5] Vita projekt d.o.o. (2019): Glavna ocjena prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu: Sustav zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, II. faza – sisačko područje
- [6] Općina Lekenik, <http://lekenik.hr/o-nama/bastina/prirodna-bastina/>
- [7] Blagojević, M., Kurjakov, A. (2015): Seed Bank od *Amorpha fruticosa* L. on Some Ruderal Sites in Serbia, Journal of Agricultural Science and Technology B 5, 122-128
- [8] Institut IGH d.d. (2016): Elaborat zaštite okoliša u postupku ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš: Modernizacija lijevoobalnih savskih nasipa od Račinovaca do Nove Gradiške
- [9] Highways England: A14 Cambridge to Huntingdon improvement scheme, <https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/uploads/projects/TR010018/TR010018-002114-Highways%20England%20-%20HE-A14-EX-104%20Borrow%20Pits%20-%20Design,%20Restoration%20and%20Aftercare%20Proposals.pdf>

Eksploatacija ugljikovodika na kopnu Hrvatske i procjena utjecaja na okoliš

Jadranka Matic¹, Nediljka Gaurina-Međimurec², Diana Prpić³, Karolina Novak Mavar⁴

¹ Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Ulica grada Vukovara 78, Zagreb, Hrvatska (jadranka.matic@mzoe.hr)

² Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska (ngaumed@rgn.hr)

³ INA - Industrija nafte, d.d. Lovinčićeva 4, Zagreb, Hrvatska (diana.prpic@ina.hr)

⁴ Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska (karolina.novak-mavar@rgn.hr)

Sažetak

Mogući utjecaji eksploatacije nafte i plina na okoliš i propisivanje mjera za ublažavanje tog utjecaja postali su obveza sukladno prvom Pravilniku o izradi studije o utjecaju na okolinu iz 1984. godine. Do 2019. godine, zakonodavstvo koje se odnosi na eksploataciju ugljikovodika se mnogo puta mijenjalo sa svrhom unapređenja zaštite okoliša i prirode. Ovim radom obuhvaćen je razvoj zakonodavstva koje se odnosi na eksploataciju ugljikovodika te zakonodavstva koje se odnosi na procjenu utjecaja na okoliš i njihovo međusobno djelovanje, a koje se reflektira kroz obveze trgovačkog društva INA-Industrija nafte d.d. prema tijelima državne, regionalne i lokalne uprave.

Ključne riječi: 1. eksploatacija, 2. ugljikovodici, 3. bušenje, 4. propisi, 5. zaštita okoliša

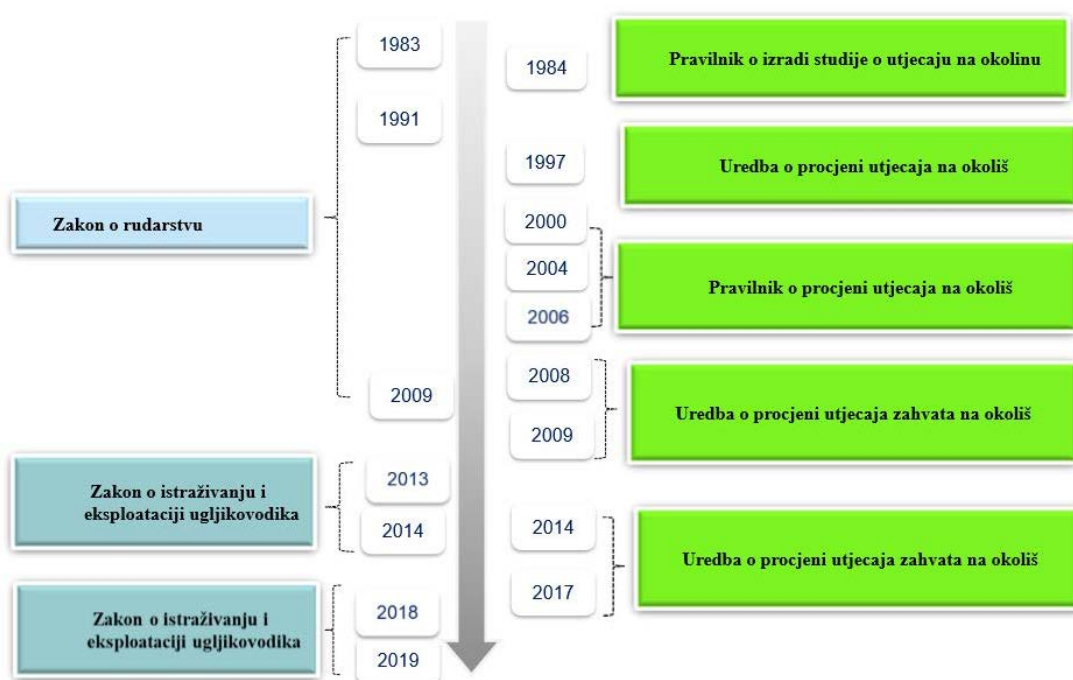
Uvod

Hrvatska ima dugogodišnju povijest u istraživanju i eksploataciji ugljikovodika na kopnu. Od 1952. godine do danas je opremljeno i pušteno u rad 45 naftnih i 30 plinskih polja te izrađeno oko 4 500 istražnih i razradnih bušotina. Među njima je oko 1 200 proizvodnih naftnih bušotina i oko 200 proizvodnih plinskih bušotina.

Do 2013. godine, istraživanje i eksploatacija ugljikovodika provedeni su sukladno Zakonu o rudarstvu [1-5], nakon čega su izdvojeni u Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika [6]. Novi Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika usvojen je 2018. godine, izmijenjen 2019. godine te se trenutno prema njemu provodi istraživanje i eksploatacija ugljikovodika [7].

Povijesni razvoj zakonodavstva

U razdoblju od 1983. do 2019. godine zakonodavstvo koje se odnosi na istraživanje i eksploataciju ugljikovodika se mnogo puta mijenjalo sa svrhom unapređenja reguliranja radova i aktivnosti koje se provode u rudarstvu te zaštiti okoliša i prirode. Na *Slici 1* prikazan je povijesni razvoj zakonodavstva koje se odnosi na istraživanje i eksploataciju ugljikovodika i procjenu utjecaja na okoliš.

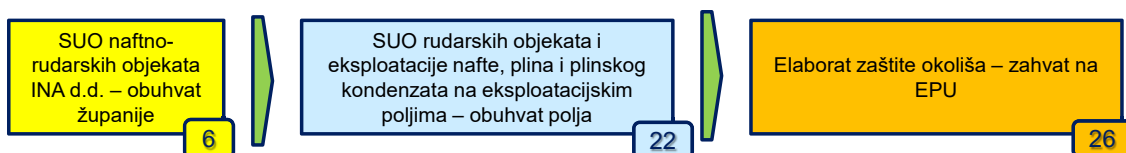


Slika 1. Povijesni razvoj zakonodavstva koje se odnosi na istraživanje i eksploataciju ugljikovodika i procjenu utjecaja na okoliš [2-7; 11-15]

Već je 1984. godine postojao Pravilnik o izradi studije na okolinu [11], a u to vrijeme bio je na snazi Zakon o rudarstvu iz 1983., koji je vrijedio do 1991. godine [2]. Prema Pravilniku o izradi studije na okolinu postojala je obveza izrade studije za eksploataciju i preradu mineralnih sirovina, odnosno provedba postupka procjene utjecaja na okoliš. Nakon toga slijedila je Uredba o procjeni utjecaja na okoliš iz 1997. godine [13], u kojoj je bila obveza izrade studije za eksploatacijsko polje nafte i plina na kopnu i moru. Novim Pravilnikom o procjeni utjecaja na okoliš iz 2000., 2004. i 2006. godine [12], ostala je obveza izrade studije za eksploatacijsko polje nafte i plina na kopnu i moru. Uredbom o procjeni utjecaja zahvata na okoliš iz 2008. godine, izmijenjenom 2009. godine [14], promijenjen je način definiranja obveze tako da se navodi obveza izrade studije za eksploataciju nafte i plina, uz pojašnjenje da se to odnosi na crpljenje, oplemenjivanje, tj. odstranjivanje nečistoća i vode, transport kada je u vezi s eksploatacijskim poljem i skladištenje u geološkim strukturama. Kroz cijelo to vrijeme na snazi je bio Zakon o rudarstvu [1-4].

Nova Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš usvojena je 2014. godine [15], te se u njoj navodi obveza izrade studije za eksploataciju ugljikovodika (nafte, prirodnog plina, plinskog kondenzata i zemnog voska). U toj Uredbi po prvi puta se spominju ugljikovodici jer je 2013. godine iz Zakona o rudarstvu [5], izdvojeno istraživanje i eksploatacija nafte i plina u Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika [6]. Izmjenom Uredbe, 2017. godine, ostala je ista obveza za izradu studije, odnosno provedba postupka procjene utjecaja zahvat na okoliš, ali se uvodi obveza izrade elaborata zaštite okoliša za istražne i druge duboke bušotine, odnosno provedba postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš.

Tijekom proteklog razdoblja INA d.d. je bila u obvezi provesti postupke procjene utjecaja zahvata istraživanja i proizvodnje ugljikovodika na okoliš u ovisnosti o trenutno važećoj regulativi iz područja zaštite okoliša. Izrađeno je 28 studija o utjecaju na okoliš i 26 elaborata zaštite okoliša te su provedeni odgovarajući postupci (Slika 2).



Slika 2. Pregled broja izrađenih Studija i Elaborata (INA-Industrija nafte d.d.)

Posljednjih godina mjere propisane u Rješenjima čine sastavni dio naftno rudarskih projekata te se i fizički ulažu u iste.

Obveze očuvanja okoliša i prirode

Svi zakoni o eksploataciji mineralnih sirovina navedeni na *Slici 1* [2-7] sadrže članke u kojima se ističe i zahtijeva poduzimanje mjera osiguranja kojima se isključuje mogućnost nastupanja opasnosti za ljude, imovinu i okoliš. Tako je člankom 11. Zakona o rudarstvu iz 1991. [3] utvrđeno da naknada za eksploataciju iznosi 2,5 % ukupnog prihoda ostvarenog prodajom eksploatiranih količina ugljikovodika, a ustupa se u cijelosti općini na području koje se eksploatiraju ugljikovodici i koristi za gospodarski razvoj i zaštitu okoliša. Stupanjem na snagu Izmjena i dopuna iz 2001., iznos naknade za eksploataciju povećava se na 2,6 %. Kasnije, Zakon o rudarstvu iz 2009. i 2013. [4 i 5] i Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika iz 2013. i 2018. [6 i 7], više ne navode zaštitu okoliša kao svrhu korištenja naknade.

Prema trenutno važećoj Uredbi o naknadi za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika (»Narodne novine«, br. 37/14 i 72/14) [16], ukupna novčana naknada za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika sastoji se od: novčane naknade za površinu odobrenog istražnog prostora, u iznosu od 400,00 kn/km²; novčane naknade za površinu utvrđenog eksploatacijskog polja, u iznosu od 4.000,00 kn/km², novčane naknade za sklapanje ugovora između investitora i Vlade RH temeljem izdane dozvole; novčane naknade za pridobivene količine ugljikovodika; dodatne novčane naknade za ostvarenu eksploataciju ugljikovodika i novčane naknade za administrativne troškove.

Novčana naknada za površinu odobrenog istražnog prostora te novčana naknada za površinu utvrđenog eksploatacijskog polja plaća se za razdoblje važenja istih, a predstavlja prihod državnog proračuna RH koji se u cijelosti ustupa jedinici lokalne samouprave na čijem području se nalazi istražni prostor ili eksploatacijsko polje. Iznos novčane naknade za pridobivene količine ugljikovodika, prihod je državnog proračuna RH i iznosi 10 % od tržišne vrijednosti pridobivenih ugljikovodika, a raspodjeljuje se na lokalnu (30 %) i regionalnu samoupravu (20 %) i državni proračun (50 %).

Koncesionar prilikom izvođenja naftno-rudarskih radova ima i sljedeće obveze, sukladno članku 113. stavku 2. Zakona [7]: primijeniti najučinkovitije metode i tehnologije za izvođenje naftno-rudarskih radova; pridržavati se svih zahtjeva koji se odnose na zaštitu okoliša i prirode, zaštitu ležišta, sigurnost i zdravlje ljudi, a sve sukladno uvjetima izdane dozvole za istraživanje i eksploataciju, ugovora o istraživanju i podjeli eksploatacije te dostaviti odgovarajuće jamstvo, odnosno odvajati na poseban račun ugovoreni novčani iznos za sanaciju istražnog prostora ili eksploatacijskog polja.

Tijekom i nakon završetka ili trajnog obustavljanja istraživanja, odnosno tijekom eksploatacije i nakon njenog trajnog obustavljanja, nositelj odobrenja za istraživanje mineralnih sirovina (ovlaštenik istražnog prostora) na prostoru na kojemu se izvode ili su izvedeni istražni radovi, odnosno koncesionar na prostoru na kojem se provodi ili je završena eksploatacija, dužni su provesti sve mjere osiguranja radi sprečavanja nastanka

opasnosti za ljude, imovinu i okoliš. Potvrdu o provedenim mjerama do 2009. godine izdavala su nadležna tijela za zaštitu okoliša, a od 2009. godine izdaje inspekcija zaštite okoliša, a kroz cijelo vrijeme rudarska inspekcija. Potvrde su izdavane nakon što se nadzorima utvrdilo da su provedene mjere i sanacija prostora dovoljne, a korištene su u svrhu brisanja istražnog prostora/eksploatacijskog polja iz registra istražnih prostora/eksploatacijskih polja. Neprovođenje propisanih mjera zaštite na radu i sigurnosti ljudi, imovine i okoliša u fazi istraživanja, kao i ugrožavanje života i zdravlja radnika i drugih osoba, imovine i okoliša tijekom eksploatacije može biti razlog za oduzimanje odobrenja za istraživanje, odnosno odobrenja za eksploataciju mineralnih sirovina [7].

Također, koncesionar je dužan racionalno iskorištavati ležišta mineralnih sirovina u skladu s ugovorom o istraživanju i podjeli eksploatacije ugljikovodika i u skladu s propisima iz zaštite prirode i okoliša. Ako se utvrdi da je istražni prostor mineralnih sirovina trajno ili sezonsko stanište strogo zaštićene biljne ili životinjske vrste može se ukinuti rješenje o odobrenju za istraživanje. Isto tako, rješenje se može ukinuti i u slučaju ako se utvrdi da koncesionar provodi istraživanje mineralnih sirovina kojim ometa u razvoju, bitno uznemirava i rastjeruje, ili uništava strogo zaštićenu biljnu ili životinjsku vrstu [7].

Strateška procjena

Gospodarenje ugljikovodicima provodi se i sukladno Okvirnom planu i programu istraživanja i eksploatacije ugljikovodika na kopnu, iz kolovoza 2015. godine [17], kojim su definirani uvjeti, ograničenja i mjere zaštite okoliša prilikom izvođenja i praćenja aktivnosti istraživanja i eksploatacije ugljikovodika.



Slika 3. Karta eksploatacijskih polja i istražnih prostora u RH iz Okvirnog plana i programa istraživanja i eksploatacije ugljikovodika na kopnu [17]

Postupak strateške procjene Okvirnog plana i programa istraživanja i eksploatacije ugljikovodika na kopnu proveden je tijekom 2015. godine za nove istražne prostore unutar kojih su izuzeta eksploatacijska polja. U Panonskom dijelu istražni prostori su Drava 2-4, Sava 6-12, Sjeverozapadna Hrvatska 1 i 5, te Dinaridi 13 – 16 (*Slika 3*).

Svi utvrđeni uvjeti i ograničenja sastavni su dio natječajne dokumentacije i kasnije dozvola za istraživanje i eksploataciju i ugovora o istraživanju i podjeli eksploatacije ugljikovodika

Za svaki istražni prostor utvrđeni su uvjeti i ograničenja, prikazani u *Tablici 1*.

Tablica 1. Uvjeti i ograničenja iz Okvirnog plana i programa istraživanja i eksploatacije ugljikovodika na kopnu [17]

Područja prirodne baštine	Od istraživanja i eksploatacije izuzimaju se područja nacionalnih parkova, Regionalni park Mura-Drava, PP Lonjsko polje i PP Kopački rit i strogi rezervati.
Ekološka mreža	Izuzimaju se područja kopnenog dijela ekološke mreže manja od 100 km ² i područje u krugu 500 m od stanišnog tipa „Špilje i jame zatvorene za javnost“.
Vodno gospodarstvo	Izuzima se I. zona sanitarne zaštite, zatim inundacijski pojas unutar 250 m uz vodotoke i jezera Dunavskog sliva te unutar pojasa od 1 000 m uz velike rijeke Dunavskog sliva. Istražno i eksploatacijsko bušenje u II. i III. zoni sanitarne zaštite voda može se izvoditi tek nakon provedenog mikrozoniranja, ako se utvrdi da radovi neće naštetiti podzemnim vodama.
Šume i šumarstvo	Izuzimaju se od istraživanja područja šuma posebne namjene, koje su registrirane kao šumski sjemenski objekti.
Poljoprivreda	Izuzimaju se od istraživanja zemljišta kategorije P1.
Kulturno-povijesna baština	Izbjegavati oštećenja i uništenja postojećih i potencijalnih arheoloških lokaliteta.
Infrastruktura	Izuzimaju se od istraživanja zone širine 30 m sa svake strane plinovoda i naftovoda, zone od 40 m sa svake strane autocesta, lokalnih cesta 10 m, željeznica 100 m.
Građevinske zone i područja	Izuzimaju se zone ugostiteljsko-turističke i sportsko-rekreacijske, te je potrebno utvrditi odgovarajuću udaljenost od pojedinih objekata ovisno o dopuštenoj razini buke.

Postupci tijekom istraživanja i eksploatacije

Ugljikovodici (nafta, prirodni plin i plinski kondenzat) su dobra od interesa za Republiku Hrvatsku i u njenom su vlasništvu, oni imaju njezinu osobitu zaštitu i smiju se iskorištavati samo pod uvjetima i na način koji su propisani krovim Zakonom o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika („Narodne novine“ br. 52/18 i 52/19, u daljnjem tekstu Zakon). Na pitanja zaštite okoliša i prirode koja nisu uređena krovim Zakonom primjenjuju se odredbe Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“ br. 80/13, 78/15, 12/18 i 118/18) i Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br. 80/13, 15/18 i 14/19), a na pitanja prostornog uređenja koja nisu uređena, primjenjuju se odredbe Zakona o prostornom uređenju („Narodne novine“ br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19). Ostala pitanja koja se odnose na zaštitu na radu i sigurnost uređuju se odgovarajućim zakonima, ali u ovom radu neće biti razmatrani.

Za praćenje istraživanja i eksploatacije ugljikovodika nadležna je Agencija za ugljikovodike koja provodi i pripreme radnje za objavu nadmetanja za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika. S aspekta zaštite okoliša važno je istaknuti da Ponuda za nadmetanje mora, između ostalog, sadržavati i prikaz stručnih, tehničkih i financijskih uvjeta, kao i uvjeta iz područja zaštite zdravlja, sigurnosti i očuvanja okoliša koje ponuditelj mora zadovoljiti te isprave kojima se dokazuje njihovo ispunjenje (Članak 16. stavak 6. Zakona [7]). Tehnička i stručna sposobnost sudionika procjenjuje se prema podacima ponuditelja o sudjelovanju u istraživanju i eksploataciji ugljikovodika u proteklih pet ili više godina, kao i referencijama ponuditelja u pogledu pridržavanja pravila zaštite okoliša i zaštite na radu (Članak 19. stavak 3. Zakona [7]).

Istraživanje (5 godina)

Istraživanje obuhvaća istražne radove i aktivnosti, a kojima je svrha utvrditi postojanje, položaj i oblik ležišta, količinu i kakvoću rezervi te uvjete eksploatacije ugljikovodika, a traje 5 godina. Naftno-rudarski radovi na istraživanju ugljikovodika mogu se izvoditi isključivo na temelju izdane dozvole za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika i sklopljenog ugovora o istraživanju i podjeli eksploatacije ugljikovodika.

Vlada za svaki pojedini istražni prostor donosi odluku o izdavanju dozvole za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika koja, među ostalim, sadržava obvezu ovlaštenika dozvole za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika o usklađivanju sa svim postavljenim uvjetima u svezi sa zaštitom prirode i okoliša, kao i druge posebne uvjete kojima ovlaštenik mora udovoljavati tijekom njezina trajanja (Članak 23. stavak 2. Zakona [7]). Ako investitor izvodi naftno-rudarske radove u suprotnosti s mjerama zaštite na radu, sigurnosti ljudi i imovine i u suprotnosti s mjerama i obvezama glede zaštite prirode i okoliša, sukladno članku 26. stavku 7. Zakona [7], Vlada mu ukida dozvolu za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika.

Sukladno članku 132. Zakona [7] idejni projekt se izrađuje za sve naftno-rudarske projekte kao stručna podloga za prethodnu ocjenu prihvatljivosti na ekološku mrežu, za izradu elaborata o zaštiti okoliša, te studije utjecaja na okoliš naftno-rudarskog zahvata i ishoda lokacijske dozvole (*Slika 4*).

Tijekom istražnog razdoblja izrađuju se tri idejna projekta. Na samom početku izrađuje se idejni projekt geofizičkog snimanja, koji je stručna podloga za ishoda rješenja iz postupka ocjene o prihvatljivosti za ekološku mrežu. To razdoblje obuhvaća geofizička i druga geološka snimanja, interpretaciju prikupljenih podataka i njihovu obradu.

Nakon provedenih geofizičkih snimanja izrađuje se drugi idejni projekt za projekt istražne bušotine, a koji je stručna podloga za izradu elaborata zaštite okoliša. Prema točki 10.12. Priloga II. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš [15] postoji obveza provedbe postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, temeljem elaborata zaštite okoliša. Na idejni projekt Sektor za naftno rudarstvo i geotermalne vode za energetske svrhe, u skladu s člankom 132. stavkom 4. Zakona [7], daje suglasnost. Ta suglasnost mora biti navedena u elaboratu o zaštiti okoliša. Sastavni dio elaborata o zaštiti okoliša su opisi naftno-rudarskih radova koji obuhvaćaju: bušenje, produbljivanje, skretanje, opremanje, ispitivanje, privremeno napuštanje ili likvidaciju i napuštanje istražnih i ocjenskih bušotina. Također, mora biti obrađen i način sanacije cijelog bušotinskog radnog prostora i vraćanje lokacije u prethodno stanje ili stanje najbliže prethodnom – ako je nalaz negativan, odnosno bušotina negativna. Ako je bušotina pozitivna, mora se razmotriti smanjenje bušotinskog radnog prostora i način sanacije „isplaćne jame“.

Nakon utvrđivanja količina i kakvoće rezervi ugljikovodika izrađuje se treći idejni projekt razrade i eksploatacije, koji je stručna podloga za izradu studije o utjecaju na okoliš. Postupak procjene utjecaja na okoliš provodi se u skladu s točkom 40. Priloga I. Uredbe [15]. Kako bi se započeo postupak procjene utjecaja na okoliš potrebno je ishoditi potvrdu o usklađenosti eksploatacijskog polja s prostorno-planskom dokumentacijom. Sastavni dio studije o utjecaju na okoliš su opisi naftno-rudarskih radova koji obuhvaćaju: eksploatacijske bušotine; priključne, lokalne i magistralne vodove; te sustave postrojenja koji se odnose na bušotine. Rješenjem iz postupka procjene utjecaja na okoliš eksploatacije na budućem eksploatacijskom polju utvrđuju se mjere zaštite okoliša i prirode, koje moraju biti sastavni dio projekta razrade i eksploatacije.

Rješenjem o utvrđivanju eksploatacijskog polja prema članku 45. Zakona [7], završava istražno razdoblje. Tim rješenjem se utvrđuju granice eksploatacijskog polja, ukupne rezerve eksploatacijskog polja i rok u kojem je investitor dužan podnijeti Ministarstvu na provjeru projekt razrade i eksploatacije ugljikovodika.



Slika 4. Grafički prikaz postupaka tijekom istražnog razdoblja

Eksploatacija (25 godina)

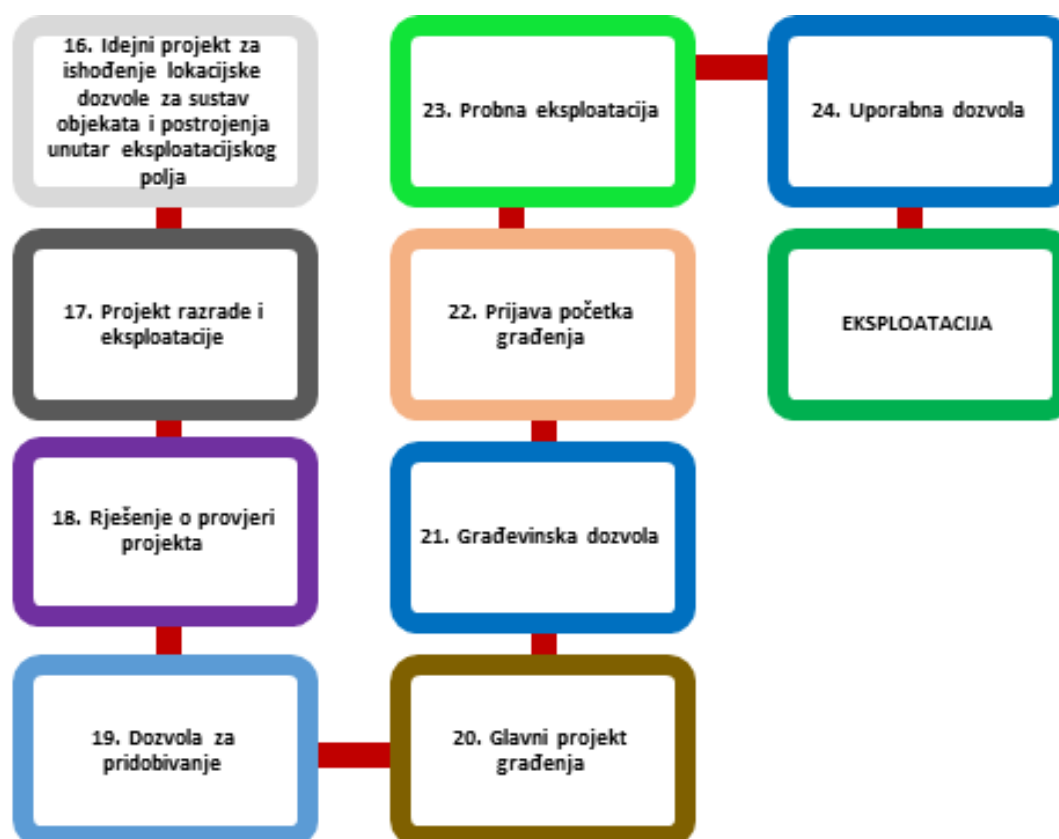
Eksploatacija se odnosi na pridobivanje ugljikovodika iz ležišta, oplemenjivanje i transport do točke isporuke, uključujući cjevovode kada su u tehnološkoj svezi s eksploatacijskim poljima. Dozvola za pridobivanje ugljikovodika izdaje se na razdoblje najdulje 30 godina, koje obuhvaća i istražno razdoblje (5 godina) i razdoblje eksploatacije (25 godina).

Idejni projekt za ishođenje lokacijske dozvole za cjelokupan sustav objekata i postrojenja, izrađuje se u skladu s idejnim projektom razrade i eksploatacije i Rješenjem iz postupka

procjene utjecaja na okoliš. Lokacijska dozvola za rudarske objekte i postrojenja izdaje se u skladu s člancima 125. i 126. Zakona o prostornom uređenju [10].

Projekt razrade i eksploatacije mora uzeti u obzir sve uvjete iz lokacijske dozvole, te mjere i program praćenja iz Rješenja o prihvatljivosti zahvata. Nakon što je izdano rješenje o provjeri projekta razrade i eksploatacije ugljikovodika, Vlada bez provođenja bilo kakvih daljnjih postupaka izdaje dozvolu za pridobivanje, osim u slučaju postojećeg prava na eksploataciju kada istu izdaje Ministarstvo (Članak 48. stavak 1. Zakona [7]). Dozvola za pridobivanje ugljikovodika obvezno sadrži i obavezu očuvanja i zaštite prirode i okoliša, zdravlja i sigurnosti ljudi te mjere sigurnosti za očuvanje istog (Članak 29. stavak 1. Zakona [7]).

Tijekom eksploatacije ugljikovodika koriste se naftno-rudarski objekti i postrojenja što zahtjeva njihovu izgradnju, rekonstrukciju i uklanjanje. Stoga se za njih izrađuje glavni projekt građenja koji mora biti u skladu s projektom razrade i eksploatacije. Građevinska dozvola za rudarske objekte i postrojenja izdaje se temeljem odredaba Poglavlja IV. Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika [7] (Slika 5).



Slika 5. Grafički prikaz postupaka tijekom eksploatacijskog razdoblja

Za izgrađene naftno-rudarske objekte i postrojenja provodi se probna eksploatacija, ako je potrebno ispitivanje temeljnih zahtjeva, određivanje eksploatacijskih parametara i drugih spoznaja koje proizlaze iz takvih ispitivanja (Članak 179. Zakona [7]). Naftno-rudarski objekti i postrojenja mogu se početi koristiti, odnosno staviti u pogon nakon što Ministarstvo izda uporabnu dozvolu (članak 168. Zakona [7]).

Mjere zaštite okoliša i prirode

Utvrđivanje mjera zaštite okoliša i prirode u skladu s odredbama Zakona [7], provodi se u nekoliko odvojenih postupaka. Prvi uvjeti i mjere zaštite okoliša i prirode utvrđeni su

za istražne prostore u sklopu strateške procjene utjecaja na okoliš Okvirnog plana i programa istraživanja i eksploatacije ugljikovodika (*Tablica 1*).

Mogući utjecaji na okoliš i prirodu razmatraju se u postupku ocjene o potrebi procjene koja se provodi za istražne bušotine u skladu sa člankom 82. Zakona o zaštiti okoliša [8], te se u tim postupcima procjenjuje značajnost utjecaja i potreba provedbe postupka procjene utjecaja na okoliš.

Koncesionar je u obvezi ishoditi lokacijsku dozvolu za istražnu bušotinu u skladu sa člankom 125., stavkom 1., točkom 2. Zakona o prostornom uređenju [10]. Lokacijskom dozvolom za istražnu bušotinu utvrđuju se uvjeti i ograničenja za lociranje bušotine. Slijedi izrada projekta istražne bušotine koji mora uzeti u obzir sve uvjete utvrđene lokacijskom dozvolom i rješenjem iz postupka ocjene/procjene.

Kada je bušotina pozitivna utvrđuju se količina i kvaliteta rezervi ugljikovodika, na temelju elaborata o rezervama, rješenjem u skladu sa člankom 45. Zakona [7]. Zatim, idejni projekt razrade i eksploatacije izrađuje se temeljem utvrđenih rezervi, a kao stručna podloga za izradu studije o utjecaju eksploatacije ugljikovodika na eksploatacijskom polju. Temeljem studije o utjecaju na okoliš provodi se postupak procjene utjecaja na okoliš, koji rezultira rješenjem iz članka 89. Zakona o zaštiti okoliša [8]. Po ispunjenju prethodnih propisanih obveza, koncesionar je dužan ishoditi rješenje o utvrđivanju eksploatacijskog polja u skladu sa člankom 66. Zakona [7]. Projekt razrade i eksploatacije mora uzeti u obzir mjere zaštite okoliša i program praćenja stanja okoliša iz provedenog postupka procjene utjecaja na okoliš.

Nakon što je koncesionaru izdano rješenje o provjeri projekta razrade, on podnosi zahtjev za izdavanje dozvole za pridobivanje ugljikovodika.

Prije izrade glavnog projekta građenja, koji je posljednji projekt u nizu projekata za pripremu eksploatacije, koncesionar je u obvezi ishoditi lokacijsku dozvolu za pojedine objekte i postrojenja unutar eksploatacijskog polja. Lokacijska dozvola sadrži uvjete i rješenje iz postupka procjene utjecaja na okoliš, koji moraju biti ugrađeni u glavni projekt građenja.

Zaključak

Dugogodišnju povijest istraživanja i eksploatacije ugljikovodika u Republici Hrvatskoj pratile su izmjene zakonskih i podzakonskih propisa koji su se odnosili na mineralne sirovine i zaštitu okoliša. Njihova međusobna povezanost očitovala se i još uvijek se očituje kroz obveze očuvanja okoliša i prirode tijekom istraživanja i eksploatacije ugljikovodika.

Obveze očuvanja okoliša i prirode, odnosno mjere i programi praćenja za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika, prema zakonskim odredbama utvrđuje se u postupcima ocjene/procjene utjecaja na okoliš za pojedine zahvate i/ili eksploatacijska polja. Mjere zaštite okoliša i program praćenja stanja okoliša koji su navedeni u Rješenju o prihvatljivosti zahvata ugrađuju se u naftno rudarske projekte (projekt izrade bušotine, projekt razrade i eksploatacije) te glavni projekt građenja.

Provođenje propisanih mjera zaštite okoliša i programa praćenja stanja okoliša gospodarski subjekt kontrolira internim nadzorima, kako bi tijekom nadzora nadležnih inspektora, zaštite okoliša i energetskog inspektora, zaduženog za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika, imao dokaze o monitoringu. Program praćenja okoliša, u dijelovima koji zahtijevaju određena mjerenja, povjeravaju se vanjskim kompanijama radi vjerodostojnosti podataka.

Međutim, moramo naglasiti da sami postupci procjene zahvata utjecaja na okoliš moraju biti usklađeni na svim razinama državne administracije i javno-pravnih tijela u postupku,

kako bi se trajanje ishoda Rješenja provelo u zakonski propisanom roku i investitorima omogućilo realno planiranje preostalih dozvola.

Naime, Rješenje o prihvatljivosti zahvata na okoliš tek je prvi korak koji investitor mora proći, da bi u konačnici došao do lokacijske, odnosno građevinske dozvole.

Literatura

- [1] Zakon o rudarstvu („Narodne novine“ br. 18/75)
- [2] Zakon o rudarstvu („Narodne novine“ br. 19/83)
- [3] Zakon o rudarstvu („Narodne novine“ br. 27/91., 26/93., 92/94., 35/95. – pročišćeni tekst, 114/01 i 190/03 – pročišćeni tekst)
- [4] Zakon o rudarstvu („Narodne novine“ br. 75/09 i 49/11)
- [5] Zakon o rudarstvu („Narodne novine“ br. 75/13 i 49/14)
- [6] Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika („Narodne novine“, br. 94/13 i 14/14)
- [7] Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika („Narodne novine“, br. 52/18 i 52/19)
- [8] Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine“ br. 80/13, 78/15, 12/18 i 118/18)
- [9] Zakon o zaštiti prirode („Narodne novine“ br. 80/13, 15/18 i 14/19)
- [10] Zakon o prostornom uređenju („Narodne novine“ br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19).
- [11] Pravilnik o izradi studije na okolinu („Narodne novine“ br. 31/84)
- [12] Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš („Narodne novine“ br. 59/2000, 136/04 i 85/06)
- [13] Uredba o procjeni utjecaja na okoliš („Narodne novine“ br. 34/97 i 37/97)
- [14] Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš („Narodne novine“ br. 64/08 i 67/09)
- [15] Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš („Narodne novine“ br. 61/14 i 3/17)
- [16] Uredba o naknadi za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika („Narodne novine“ br. 37/14 i 72/14)
- [17] Okvirni plan i program istraživanja i eksploatacije ugljikovodika na kopnu, 2015 (https://www.mingo.hr/public/energetika/OKVIRNI_PLAN_I_PROGRAM_ISTRA%C5%BDIVANJA_%20I_EKSPLOATACIJE_UGLJIKOVODIKA_NA_KOPNU.pdf)

Ocjena stanja voda na području utjecaja odlagališta otpada „Piškornica“

Rad je prihvaćen za objavu u časopisu „Environmental Engineering – Inženjerstvo okoliša“
pod DOI brojem <https://doi.org/10.37023/ee.7.2.8> (aktivno od prosinca 2020. godine)

Roko Andričević¹, Hrvoje Gotovac¹, Matea Kalčiček², Nenad Mikulić^{2,3},
Bojana Nardi²

¹ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu, Ul. Matice hrvatske 15,
21000 Split

² Eko Invest, d.o.o., Draškovićeve 50, 10 000 Zagreb info@ekoinvest.hr

³ Tehničko veleučilište Zagreb, Avenija Većeslava Holjevca 15, 10010 Zagreb

Sažetak

Odlaganje komunalnog i industrijskog otpada na lokaciji Piškornica započelo je 1982. godine, na tada neuređenu plohu odlagališta, uz procjeđivanje onečišćenja u podzemlje. Sanacija odlagališta provodila se od 2005.-2013., sukladno uvjetima i mjerama zaštite okoliša propisanim Rješenjem iz postupka PUO i do danas nije u potpunosti provedena. Za sanaciju odlagališta izdana je i Okolišna dozvola. Rješenjem i Okolišnom dozvolom propisan je i monitoring kakvoće podzemnih voda. Prethodno je još 1991. godine izvedeno i stavljeno u funkciju 5 piezometara.

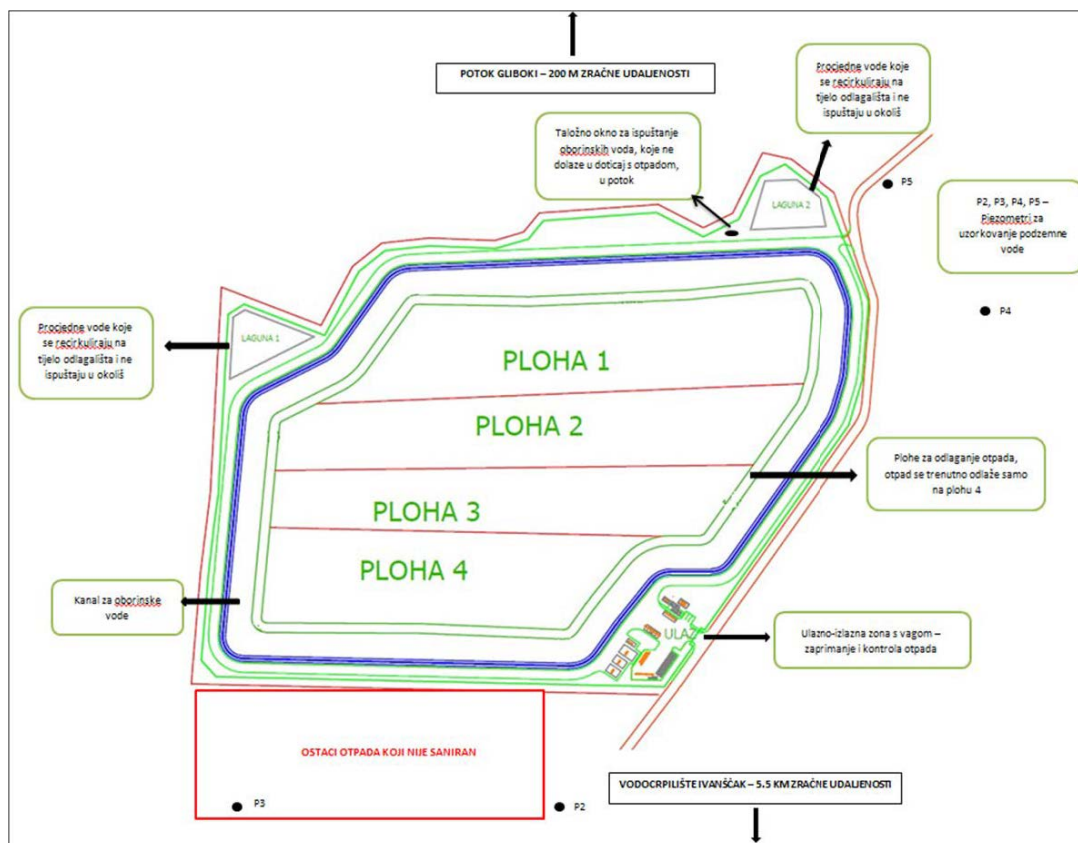
Cilj ovog rada bio je utvrditi moguće razlike u kvaliteti podzemnih i površinskih voda nastale uslijed rada odlagališta, djelotvornost provedene sanacije te moguć rizik od onečišćenja obližnjeg vodocrpilišta Ivanščak. Rezultati ispitivanja podvrgnuti su statističkoj analizi (t-test, ANOVA). Temeljem regionalnog modela tečenja izrađen je numerički model toka podzemne vode i pronosa zagađenja te su dani scenariji mogućeg širenja zagađenja s odlagališta otpada Piškornica s obzirom na različite režime rada vodocrpilišta. Zaključeno je a) da je provedba makar i nepotpune sanacije poboljšala stanje podzemnih voda i b) da pri svim analiziranim realnim scenarijima tečenja ne dolazi do zakretanja strujnica prema vodocrpilištu. Uzimajući u obzir razvojne aktivnosti na širem području, odnosno vjerojatno povećanje kapaciteta vodocrpilišta Ivanščak, predložen je monitoring na dodatnim mjernim točkama.

Ključne riječi: monitoring, utjecaj odlagališta, sanacija odlagališta, pronos zagađenja, rizik onečišćenja

Uvod

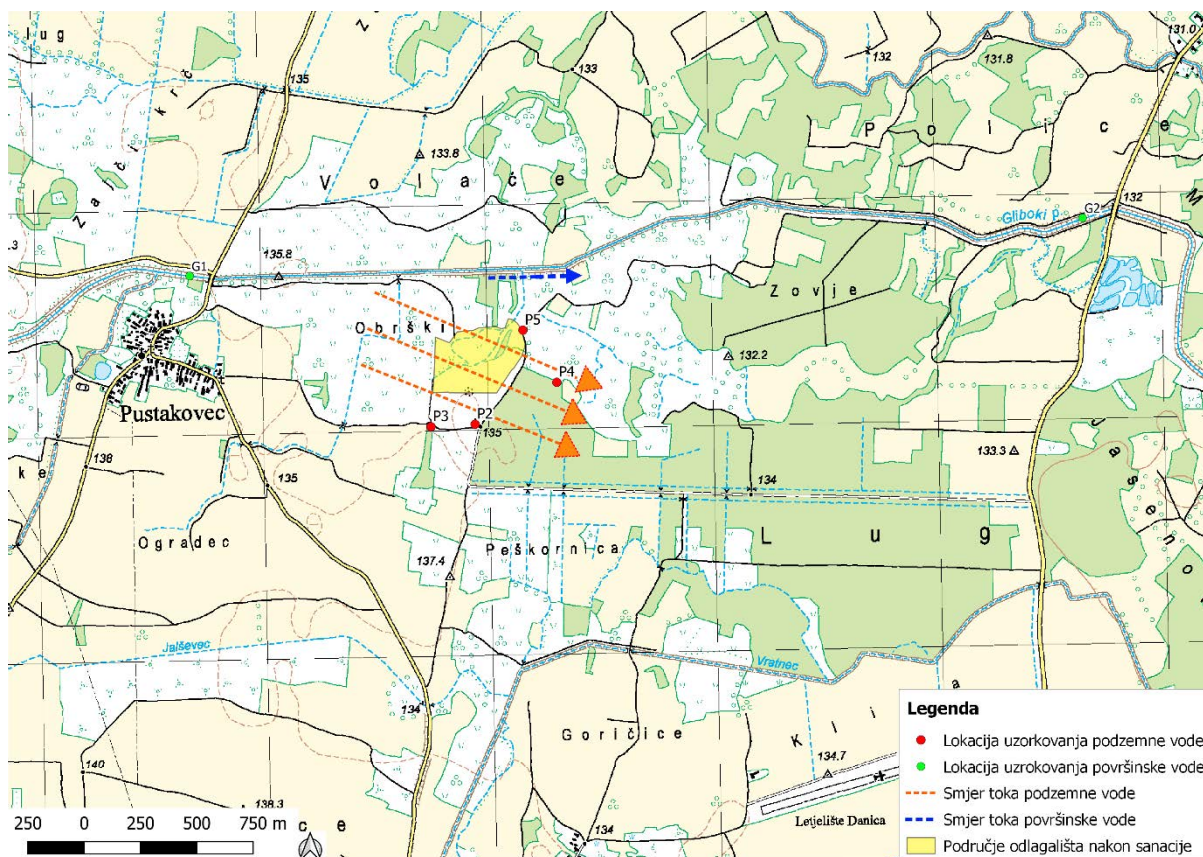
Odlagalište otpada Piškornica nalazi se na području općine Koprivnički Ivanec, sjeverno od grada Koprivnice na udaljenostima od oko 1 km zračne udaljenosti od najbližeg naselja Pustakovec, oko 2 km zračne udaljenosti od naselja Koprivnički Ivanec te oko 8 km zračne udaljenosti od centra grada Koprivnice. Lokacija odlagališta otpada planirana je prostornim planom Koprivničko-križevačke županije. Na trenutnoj lokaciji odlaganje industrijskog i komunalnog otpada vrši se od 1982. godine, pri čemu se do sanacije odlaganje vršilo na ne sanitaran način, odnosno nije bilo izvedeno nepropusno dno s riješenom odvodnjom procjednih voda na uređaj za pročišćavanje. Godine 1991. izrađeno je prvo idejno rješenje sanacije odlagališta, u okviru kojega je planiran nastavak rada kao

sanitarnog odlagališta. Desetak godina kasnije (2001) izrađeno je novo „Idejno rješenje odlagališta otpada I. kategorije na lokaciji Piškornica – Koprivnica“ (IPZ Uniprojekt MCF, Zagreb), a u ožujku 2001. godine prihvaćena je Studija utjecaja na okoliš. Lokacijska i građevinska dozvola za sanaciju i konačno uređenje odlagališta Piškornica izdane su 2004. godine. Sanacija odlagališta je započela 2005. godine te se provodila u nekoliko faza kroz više godina. Danas je na odlagalištu otpada Piškornica izvedena sanacija ploha 1, 2 i 3 te se otpad od 2018. godine odlaže na plohu 4 na sanitarni način. U trenutnoj situaciji je ostalo nesanirano oko 100 000 m³ otpada izvan granica odlagališta, odnosno izvan današnje ograde, južno od tijela odlagališta (Slika 1.).



Slika 1. Skica odlagališta Piškornica s plohom koja nije sanirana

Kako bi se pratila kakvoća podzemnih voda u neposrednoj blizini odlagališta otpada 1991. godine je izvedeno 5 piezometara (P1-P5). Danas je temeljem okolišne dozvole, odlagalištu otpada Piškornica propisana obveza provođenja mjerenja osnovnih pokazatelja kakvoće vode u podzemnim vodama na piezometrima P2, P3, P4 i P5 te u površinskim vodama na vodnom tijelu Gliboki na lokacijama G1 (most Pustakovec) i G2 (most Đelekovec) s minimalnom učestalosti uzorkovanja četiri puta godišnje za vrijeme rada odlagališta te uz primjenu analitičke metode mjerenja (Slika 2).



Slika 2. Lokacije piezometara i točke uzorkovanja na vodnom tijelu Gliboki s označenim smjerovima toka podzemne i površinske vode na području odlagališta otpada Piškornica

Ispitivanja stanja kakvoće podzemnih i površinskih voda u proteklim godinama, uključivo i 2018. godinu, obavljana su od strane akreditiranog laboratorija Zavoda za javno zdravstvo Koprivničko-križevačke županije, u suradnji sa Zavodom za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije i Nastavnim zavodom za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar.

Analiza podzemnih i površinskih voda

Rezultati ispitivanja promatrani su u vremenskom periodu prije i za vrijeme sanacije do 2012. godine, te nakon provedene sanacije do 2018. godine. Vrijeme same sanacije koja je trajala od 2005. do 2013. promatrano je kao vrijeme prije sanacije.

Analizirani su rezultati ispitivanja uzoraka vode iz piezometara (P2, P3, P4 i P5) i to parametri elektrovodljivosti, KPK, BPK i željeza te ispitivanja uzoraka površinskih voda s najbližeg vodnog tijela Gliboki koji se nalazi sjeverno od samog odlagališta otpada Piškornica. Vodno tijelo Gliboki je uzorkovano na dvije lokacije, uzvodno od lokacije odlagališta, na mostu Pustakovcu (G1) koji je uzet kao kontrolni uzorak i nizvodno od samog odlagališta otpada, na mostu Đelekovcu (G2) koji je pod mogućim utjecajem odlagališta otpada. Za vodno tijelo Gliboki analizirani su parametri elektrovodljivosti, KPK, BPK, bakra i cinka.

Za obradu kako na piezometrima tako i na potoku Gliboki uzeti su oni parametri koji imaju najduži vremenski niz ispitivanja i koji obuhvaća period prije (za vrijeme) i nakon sanacije. Za analizu podzemnih i površinskih voda su odabrani oni teški metali koji su imali najduži vremenski period mjerenja.

Dodatno, kako bi se utvrdile moguće razlike u kvaliteti podzemnih i površinskih voda na području odlagališta otpada Piškornica, te u blizini same lokacije odlagališta u različitim fazama rada odlagališta (period prije i nakon sanacije do 2018. godine) provedena je statistička analiza odabranih nizova podataka.

Kao polazišta u analizi su uzete pretpostavke da su sva ispitivanja provedena u istom referentnom laboratoriju, uz primjenu iste metodologije za sve analizirane parametre. Tok podzemne vode uzet je prema toku korištenom u modelu i prikazanom kasnije u ovome radu.

Jednako kao i za praćenje kakvoće površinskih voda, za praćenje kakvoće vodotoka najbližeg površinskog vodnog tijela - Gliboki odabrani su parametri koji imaju najdužu povijest ispitivanja te su stoga odabrani parametri elektrovodljivosti, KPK, BPK5 te teških metala bakra i cinka.

Statistički su obrađeni rezultati ispitivanja sljedećih uzoraka:

- podzemne vode uzorkovane iz piezometara na lokacijama oko odlagališta otpada (P2, P3, P4 i P5) i to za sljedeće značajke kakvoće vode: KPK, BPK, elektrovodljivost i Fe.
- površinske vode vodotoka Gliboki uzetih uzvodno (lokacija G1) i nizvodno (lokacija G2) od odlagališta otpada i to za sljedeće značajke kakvoće vode: KPK, BPK, elektrovodljivost, Cu i Zn.

Primjenom odgovarajućih statističkih metoda (T-test, Analiza varijanci) uspoređene su, za sve promatrane značajke kakvoće, i za sve lokacije (P2, P3, P4, P5, G1 i G2), srednje vrijednosti rezultata ispitivanja provedenih prije dovršetka sanacije tj. do kraja 2012. god (V1) s onim rezultatima ispitivanja provedenih nakon završetka sanacije tj. od 2013. do 2018. god. (V2).

Nadalje statistički su obrađeni i prikazani trendovi rezultata ispitivanja uzoraka za:

- podzemne vode uzorkovane iz piezometara na lokacijama oko odlagališta otpada (P2, P3, P4 i P5) i to za sljedeće značajke kakvoće vode: KPK, BPK, elektrovodljivost i Fe te
- površinske vode vodotoka Gliboki uzetih uzvodno (lokacija G1) i nizvodno (lokacija G2) od odlagališta otpada i to za sljedeće značajke kakvoće vode: KPK, BPK, elektrovodljivost, Cu i Zn

Rasprava rezultata obrade podataka dobivenih mjerenjem

Cilj statističke analize i analize trendova bio je da se uz primjerenu pouzdanost procijeni djelotvornost sanacije odlagališta otpada Piškornica koja je sukladno projektnom zadatku ugovora provedena u razdoblju od 2005. do 2012. godine.

a) Podzemne vode

Za vrijednosti udjela Fe za niti jednu lokaciju piezometra (P2 do P5) nisu utvrđene signifikantne razlike među rezultatima ispitivanja provedenih prije dovršetka sanacije (V1) i rezultata ispitivanja udjela Fe za rezultate dobivene nakon provedene sanacije (V2). Osim toga, nema signifikantnih razlika među srednjim vrijednostima rezultata ispitivanja dobivenih na lokacijama piezometara P2 do P4 u odnosu na vrijednosti na lokaciji piezometra P5. Visoke vrijednosti za varijance ukazuju na to da postoji veliko rasipanje pojedinačnih rezultata ispitivanja udjela Fe iz kojih se računa srednja vrijednost.

Iz provedene statističke analize zaključuje se kako je provedenom sanacijom odlagališta otpada Piškornica došlo do signifikantnog smanjenja vrijednosti za KPK, BPK i elektrovodljivost na lokaciji piezometra P5 i u nešto manjoj mjeri na lokacijama P2 (za vrijednosti od KPK, BPK) i P4 (za vrijednosti od KPK). Iz prikazanih rezultata zaključuje se da su vrijednosti za KPK i elektrovodljivost na lokaciji P5 signifikantno veće od onih na ostalim lokacijama (P2 do P4), uz napomenu da su razlike među lokacijama za vrijednosti izmjerene nakon provedene sanacije odlagališta manje od razlika za vrijednosti izmjerene prije provedene sanacije.

b) Površinske vode

Na temelju rezultata provedene statističke analize za izmjerene vrijednosti promatranih značajki kakvoće KPK; BPK; elektrovodljivost, Cu i Zn zaključuje se da utjecaj odlagališta otpada Piškornica na kakvoću površinske vode vodotoka Gliboki nije zamjetan, uz napomenu da je mogući uzrok povećanja udjela Cu nakon provedene sanacije na tom području uzrokovan utjecajem poljoprivrednih aktivnosti na rezultate ispitivanja.

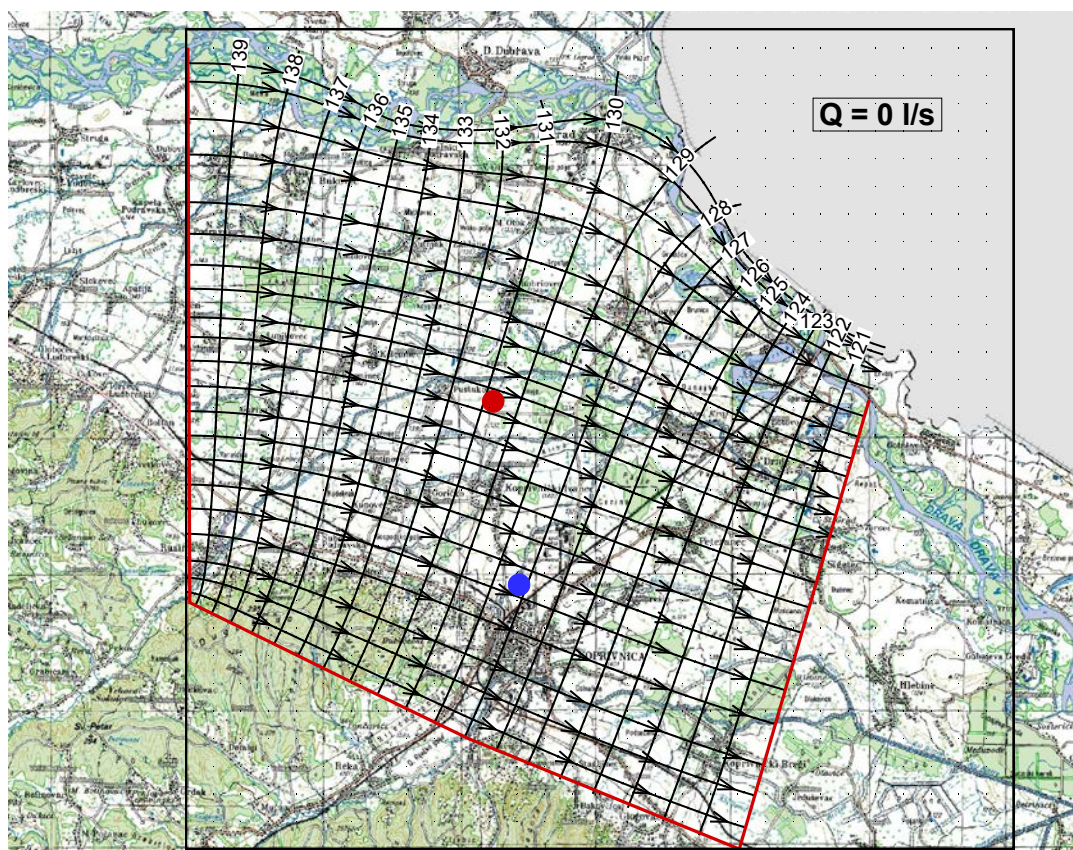
Regionalni model tečenja na području Piškornica

Za numeričko modeliranje tečenja podzemne vode i pronosa zagađenja na širem području odlagališta Piškornica korišten je program Fi (Gotovac, 2002; Jović, 1993; Urumović, 2003). Program je za elektronično računalo napisan u jeziku Fortran, a koristi se za numeričku analizu stacionarnog procjeđivanja kroz dvodimenzionalni porozni medij metodom konačnih elemenata.

U programskom rješenju koriste se dvije formulacije: potencijalna i strujna. Za diskretizaciju geometrije područja koriste se osmočvorni konačni elementi. Hidraulička propusnost je zadana punim tenzorom propusnosti koji je konstantan na elementu, ali varijabilan po području. To omogućava promatranje stacionarnog tečenja kroz heterogeni akvifer ili vodonosnik (svaki element može imati različit tenzor propusnosti). Prisilni rubni uvjeti zadaju su u obliku specificirane piezometarske visine (potencijala) ili strujne funkcije. Uključene su točke crpljenja i prihranjivanja kao koncentrirani dotoci u čvorove mreže, distribuirano opterećenje ili produkcija traženog polja po području (konstantno na elementu) i fluksevi po rubnim stranicama elemenata koji se promatraju kao jednodimenzionalni elementi i odvojeno se zadavaju. Tako zadani fluksevi predstavljaju prirodne rubne uvjete. Sustav jednadžbi se rješava frontalnim postupkom s već ugrađenim predfrontom koji uključuje inicijalizaciju zadnjeg pojavljivanja čvora u listi veze s negativnim predznakom.

Opis rubnih uvjeta

Na slici 3. prikazani su rubovi/granice promatrane domene regionalnog modela tečenja. Da bi dobili realno stanje tečenja na području oko odlagališta Piškornica, bilo je neophodno ispravno postaviti rubne uvjete. Sa sjeverne strane Drava je rubna granica koja mora determinirati globalno regionalno tečenje u modelu. Drava je uzeta kao nepropusna granica (strujnica toka) tako da regionalni tok mora teći paralelno s Dravom što pokazuju i mjerenja na terenu. Na istočnom dijelu određena je granica s prisilnim rubnim uvjetom od 140 m. Na zapadnom dijelu određena je granica s prisilnim rubnim uvjetom od 120 m. Južna granica je nepropusna granica (odnosno strujnica) koja je približno paralelno položena u odnosu na tok Drave, a s druge strane dovoljno udaljena od Piškornice i crpilišta da ne bi utjecala na rezultate modela. Ovako definiranje rubnih uvjeta je u skladu sa studijom Urumović i dr. (1996).



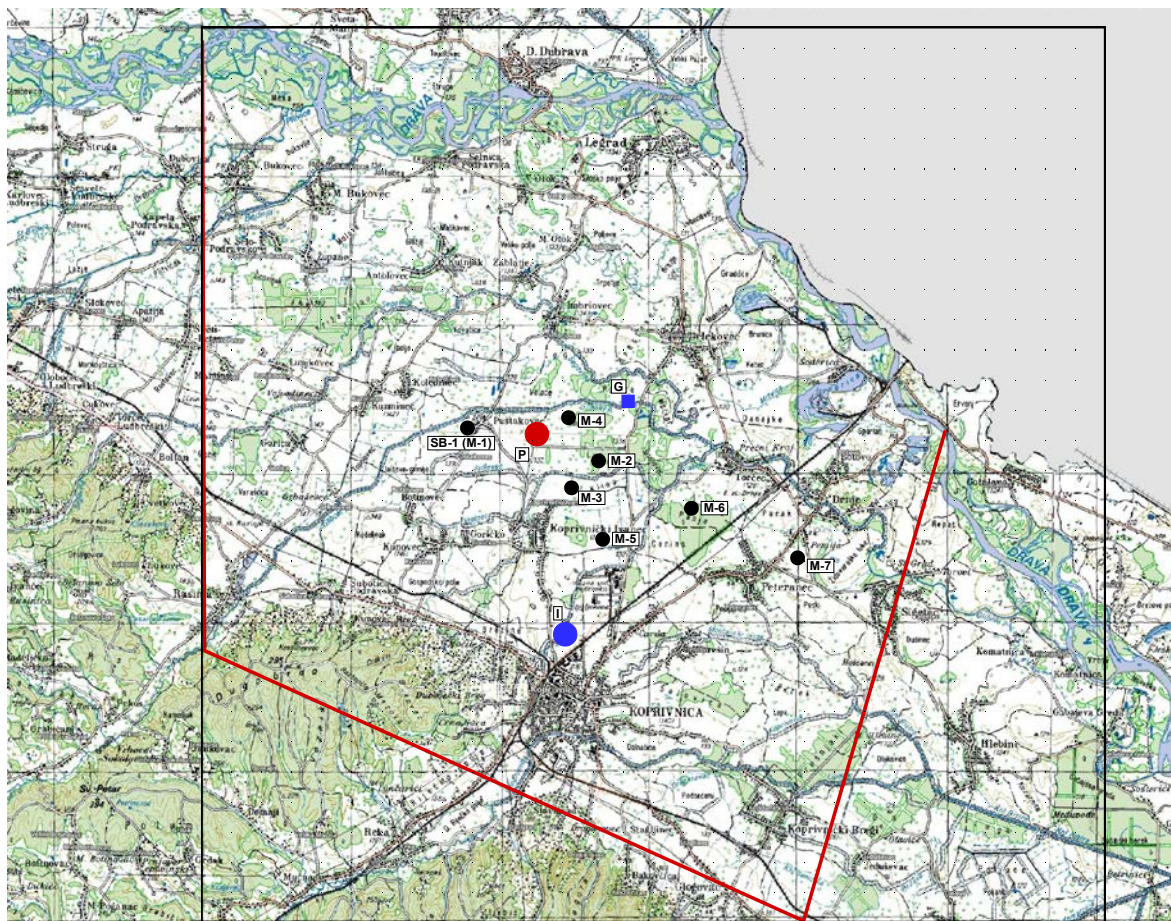
Slika 3. Prikaz domene regionalnog modela tečenja na području odlagališta Piškornica (crveni krug – odlagalište, plavi krug - crpilište Ivanščak, crvene linije – rub domene)

Crpilište Ivanščak

Crpilište Ivanščak (Slika 4.) je udaljeno oko 5.5 km zračne linije od odlagališta. Hidrogeološka analiza crpilišta je rađena u studiji Urumović i dr. (1996). Crpilište ima značajan utjecaj na hidrodinamičku sliku strujanja na promatranoj domeni. Značajno prekomjerno crpljenje može izazvati direktnu vezu između odlagališta Piškornica i crpilišta koje opskrbljuje grad Koprivnicu. Treba napomenuti da područje odlagališta ne spada u I, II i IIIa zaštitnu zonu crpilišta. Dosadašnja eksploatacija ne potvrđuje utjecaj odlagališta na kvalitetu vode u crpilištu. S obzirom na crpilište kao najznačajnije vodno tijelo u promatranoj domeni te njegov utjecaj na rezultate regionalnog modela tečenja, određeno je pet osnovnih scenarija tečenja S1-S5 te je polje brzina glavna ulazna varijabla za analizu konzervativnog pronosa na odlagalištu koja definira advektivnu komponentu pronosa:

- S1 – $Q = 0$ (l/s); nema crpljenja.
- S2 – $Q = 100$ (l/s); odgovara sadašnjem prosječnom crpljenju.
- S3 – $Q = 200$ (l/s); odgovara sadašnjem maksimalnom crpljenju.
- S4 – $Q = 420$ (l/s); odgovara maksimalnom crpljenju s obzirom na sadašnji kapacitet crpilišta.
- S5 – $Q = 600$ (l/s); odgovara crpljenju koje bi uzrokovalo direktnu hidrodinamičku vezu između crpilišta i odlagališta Piškornica.

Svaki scenarij tečenja je definiran drugačijom slikom strujanja što implicira drugačija svojstva širenja oblaka u smislu njegovog prostornog i vremenskog kretanja kao i veličine koncentracije.



Slika 4. Prikaz opservacijskih točaka korištenih u analizi pronosa na području odlagališta Piškornica (odlagalište – P, crpilište Ivanščak – I, potok Gliboki – G, piezometri M1 – M7 koji će predstavljati budući monitoring)

Na slici Slici 4. prikazana je domena promatranog područja s deset opservacijskih točaka u kojima je praćeno kretanje oblaka zagađenja i analizirani mogući efekti na vodna tijela. Tri osnovne opservacijske točke su odlagalište Piškornica – P, crpilište Ivanščak - I potok Gliboki – G. Ostale opservacijske točke predstavljaju piezometre M1 do M7 koje kasnije mogu definirati budući monitoring. M1 je piezometar udaljen oko 2 km od odlagališta na mjestu gdje se nalazi duboka bušotina SB-1. Predlaže se da se ta bušotina koristi kao M-1 koja će odrediti uvjete tečenja i kvalitete vode uzvodno od odlagališta. Piezometar M-2 se nalazi oko 1.75 km od odlagališta i nalazi se na strujnici iz odlagališta za simulaciju crpljenja S2 koja odgovara današnjim uvjetima crpljenja. Piezometar M-3 se nalazi oko 1.75 km od odlagališta i nalazi se na strujnici iz odlagališta za simulaciju crpljenja S5 kada je uspostavljena direktna hidrodinamička veza između odlagališta i crpilišta. M-4 je piezometar udaljen oko 1.25 km od odlagališta blizu potoka Gliboki. M-4 se može kompenzirati s mjerenjima u potoku Gliboki jer ima zadaću praćenja oblaka zagađenja prema ovom vodnom tijelu. Piezometri M-6 i M-7 imaju zadaću odrediti kretanje oblaka

zagađenja iz glavnog mogućeg pravca širenja zajedno sa M-2. M-6 je udaljen oko 4.87 km, a M-7 oko 8.12 km od odlagališta. M-5 udaljen 3.3 km od odlagališta ima zadatak odrediti kretanje oblaka iz odlagališta prema crpilištu Ivanščak zajedno s M-3. Na ovaj način se prate sva tri moguća nizvodna smjera širenja oblaka u prostoru i vremenu.

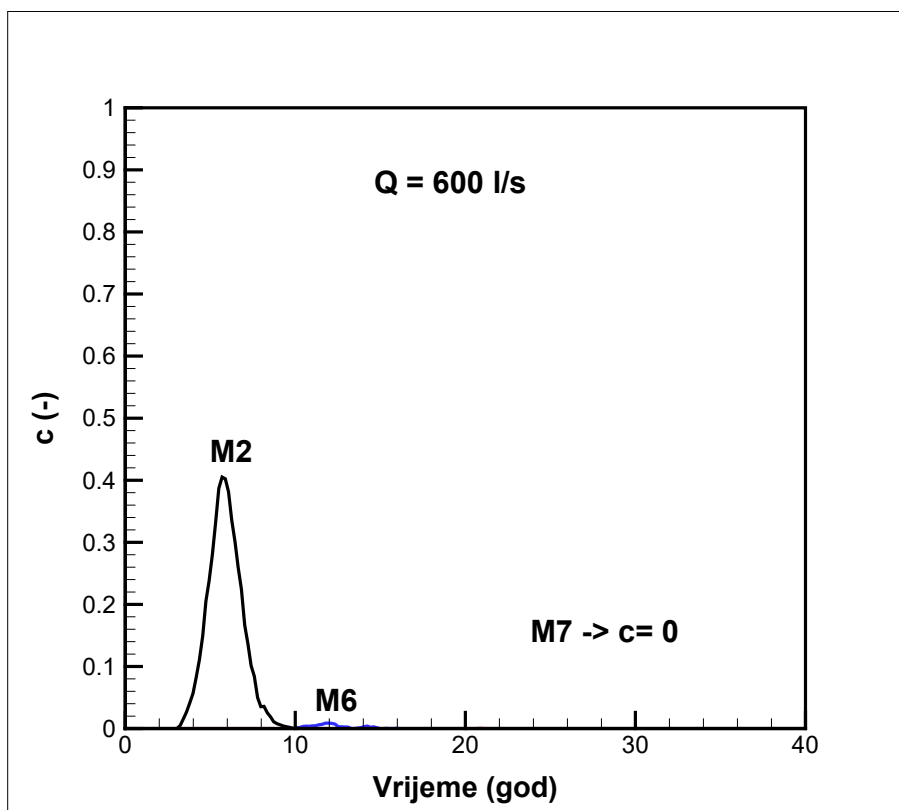
Osnovni ulazni podaci su dani u regionalnom modelu tečenja, dakle domena, rubovi, mreža konačnih elemenata te polje brzina za scenarije tečenja S1-S5. Na odlagalištu otpada se formira efluent, oblak zagađenja koji se u analizi pronosa promatra kao niz čestica. U ovoj analizi promatramo trenutno utiskivanje otpada u trenutku otvaranja odlagališta kada utiskujemo u model 2000 čestica (Slika 4. - prikazano crvenim krugom – P). Naime, ovo je jednostavnija varijanta, dok je drugi način zadavanje kontinuiranog izvora zagađenja (što se realno događa na odlagalištu) što zahtijeva unošenje novih čestica u svakom vremenskom koraku. Međutim, ova jednostavnija varijanta će pokazati sva bitna svojstva konzervativnog pronosa u smislu prostorne i vremenske distribucije oblaka zagađenja. Realni scenarij bio bi mnogo važniji kada bi sagledavali i reaktivni kemijski pronos.

Rasprava rezultata dobivenih s pomoću modela

Na osnovi pet scenarija tečenja S1-S5 uslijed različite količine crpljenja u crpilištu Ivanščak analiziran je pronos oblaka zagađenja nizvodno od odlagališta Piškornica. Analizira se širenje oblaka zagađenja u prostoru i vremenu, a oblak se prati u deset opservacijskih točaka. Dakle, zagađenje se prati u uzvodnom piezometru M1 i tijelu odlagališta (točka P) te u tri osnovna pravca; 1) u smjeru glavnog regionalnog toka koji se proteže od sjeverozapada prema jugoistoku između potoka Gliboki i crpilišta Ivanščak (piezometri M2, M6 i M7), 2) u smjeru od odlagališta do crpilišta Ivanščak (piezometri M3, M5 i I) i 3) u smjeru od odlagališta do potoka Gliboki (piezometar M4, postojeća mjerna postaja G).

Rezultati analize pokazuju da za scenarije tečenja S1-S3 nema značajnijih razlika između rezultata pronosa zagađenja. Regionalni tok se kreće od sjeverozapada prema jugoistoku. Advekcija uzrokuje da oblak putuje između potoka Gliboki i crpilišta, ali bliže potoku. Pri tome nema direktne hidrodinamičke veze između odlagališta i crpilišta te odlagališta i potoka Gliboki. Stoga, polje strujnica iz odlagališta koje definira advekciju prisiljava oblak zagađenja da njegov centar putuje po trasi P-M2-M6-M7.

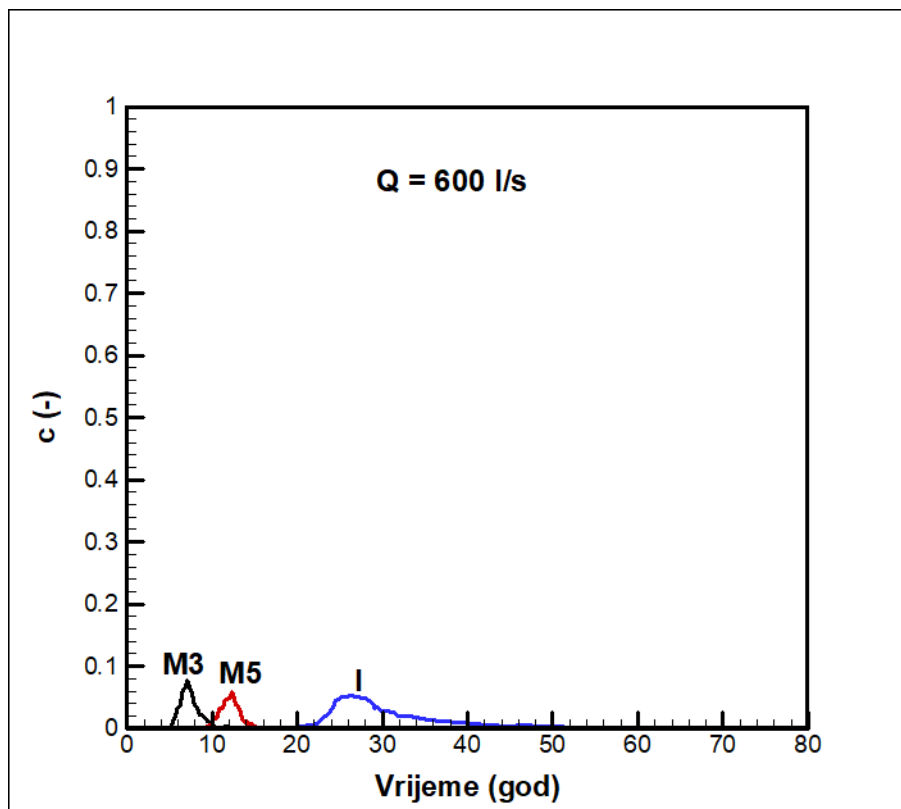
Uslijed crpljenja od 600 l/s u crpilištu Ivanščak, strujnice su zakrenute prema crpilištu tako da je ostvarena direktna hidrodinamička veza između odlagališta i crpilišta. Stoga, polje strujnica iz odlagališta koje definira advekciju prisiljava oblak zagađenja da ide direktno prema crpilištu. Na Slici 5. se vidi da su maksimalne koncentracije u piezometru M2 (40% od početne koncentracije) smanjene u odnosu na scenarije S1-S3 te se značajno smanjuju u M6 (0.7%), dok oblak zagađenja ne dolazi do M7 (0%). Krivulje koncentracije u piezometrima imaju oblik vrlo sličan normalnoj razdiobi gdje maksimum postižu u M2 za 6 godina, a u M6 za 12 godina. Sve krivulje c-t imaju vrijednosti nula dok prve čestice zagađenja ne dođu u njihovu okolinu. Stoga su prva vremena putovanja oblaka zagađenja do M2 oko 5 godina, do M6 oko 12 godina, a do M7 oko 25 godina. Krivulje c-t imaju nenulte vrijednosti u vremenskom razdoblju dok oblak zagađenja putuje preko tog područja. Nakon prolaska oblaka vrijednosti koncentracije prolazne krivulje c-t su opet nula. Ovaj nenulti vremenski segment definira varijancu prolazne krivulje c-t (varijanca je jednaka njegovoj šestini) koja iznosi oko 1 godinu za piezometre M2 i M6.



Slika 5. Prikaz ovisnosti bezdimenzionalne koncentracije i vremena za scenarij tečenja S5 u opservacijskim točkama M2, M6 i M7

Dimenzije oblaka zagađenja su u odlagalištu procijenjene kao $0.5 \times 0.5 \text{ km}$. Oblak zagađenja nošen nizvodno advekcijom i disperzijom se povećava i razrjeđuje te nakon 15 godina se dijeli u dva dijela tako da jedan dio oblaka ide prema crpilištu, a drugi dio prema rijeci Dravi.

Na Slici 6. se vide karakteristike pronosa zagađenja prema crpilištu Ivanščak. U ovom scenariju tečenja S5 oblak direktno dolazi do crpilišta. Potrebno je 20 godina da stigne do crpilišta i nakon 60 godina oko 43% početne mase zagađenja dođe u pitku zahvaćenu vodu. Nakon 26 godina maksimalna koncentracija u odlagalištu je 5.1%. Dva postavljena piezometra između odlagališta i crpljenja pokazuju da je u M3 maksimalna koncentracija 7.5%, a u M5 5.7%.



Slika 6. Prikaz ovisnosti bezdimenzionalne koncentracije i vremena za scenarij tečenja S5 u opservacijskim točkama I – Ivanščak te piezometrima M3 i M5

Preostalo pitanje je da li oblak zagađenja ugrožava potok Gliboki u ovom scenariju S5? S obzirom na direktnu vezu između odlagališta i crpilišta, regionalni tok je okrenut u potpuno drugom smjeru, pa u M4 i potoku Gliboki – G koncentracija je nula što znači da nema zagađenja i da potok Gliboki nije u direktnom kontaktu s oblakom zagađenja iz odlagališta.

Rezultati pokazuju da u svim realnim scenarijima tečenja S1-S4 ne dolazi do širenja oblaka zagađenja u vodna tijela potoka Gliboki i crpilišta Ivanščak. U smjeru regionalnog toka (Slika 3.) za scenarij tečenja S3 se vidi da su maksimalne koncentracije u piezometru M2 (59% od početne koncentracije) te se gradualno smanjuju u M6 (25%) i M7 (16%). Krivulje koncentracije u piezometrima imaju oblik vrlo sličan normalnoj razdiobi gdje maksimum postižu u M2 za 7.5 godina, u M6 za 19 godina te u M7 za 35 godinu. Prva vremena putovanja oblaka zagađenja su do M2 oko 3 godine, do M6 oko 13 godina, a do M7 oko 26 godina. Oblak zagađenja prolazi najudaljeniji piezometar M7 nakon 35 godina kada ima dimenzije oko 4*3 km. Također, scenarij S4 pokazuje da ni u slučaju maksimalnog kapaciteta crpilišta od 420 l/s ne dolazi do onečišćenja crpilišta Ivanščak. Eventualno povećanje kapaciteta crpljenja u budućnosti na cca 600 l/s u scenariju tečenja S5 bi uzrokovalo direktnu hidrodinamičku vezu između odlagališta i crpilišta te bi se zagađenje pitke vode javilo nakon dvadesetak godina od formiranja oblaka u odlagalištu, kada odlagalište ne bi bilo u potpunosti sanirano. U konačnici, deset opservacijskih točaka korištenih u analizi pronosa zagađenja će služiti za predložak budućeg monitoringa.

Zaključak

Na temelju provedene analize rezultata laboratorijskih ispitivanja zaključuje se da je provedena sanacija odlagališta rezultirala značajnom pozitivnom promjenom stanja

podzemnih voda u okolišu odlagališta u odnosu na vrijednosti za KPK, BPK i elektrovodljivost, dok se rezultati ispitivanja udjela Fe nisu značajno promijenili nakon provedene sanacije odlagališta.

Najveće promjene vrijednosti promatranih značajki kakvoće vode nakon provedene sanacije odlagališta utvrđene su na lokaciji P5, koja se nalazi pokraj sjeveroistočnog dijela odlagališta, dok na lokaciji piezometra P3, koji se nalazi pokraj jugozapadnog dijela odlagališta, nisu utvrđene značajne promjene vrijednosti promatranih značajki kakvoće vode nakon provedene sanacije odlagališta.

Nadalje analiza je pokazala da utjecaj odlagališta otpada Piškornica na kakvoću površinske vode vodotoka Gliboki nije zamjetan.

Rezultati analize s pomoću modela pokazuju da u svim realnim scenarijima tečenja S1-S4 ne dolazi do širenja oblaka zagađenja u vodna tijela potoka Gliboki i crpilišta Ivanščak. U smjeru regionalnog toka (Slika 3.) za scenarij tečenja S3 se vidi da su maksimalne koncentracije u piezometru M2 (59% od početne koncentracije) te se gradualno smanjuju u M6 (25%) i M7 (16%). Krivulje koncentracije u piezometrima imaju oblik vrlo sličan normalnoj razdiobi gdje maksimum postižu u M2 za 7.5 godina, u M6 za 19 godina te u M7 za 35 godinu. Prva vremena putovanja oblaka zagađenja su do M2 oko 3 godine, do M6 oko 13 godina, a do M7 oko 26 godina. Oblak zagađenja prolazi najudaljeniji piezometar M7 nakon 35 godina kada ima dimenzije oko 4*3 km. Također, scenarij S4 pokazuje da ni u slučaju maksimalnog kapaciteta crpilišta od 420 l/s ne dolazi do onečišćenja crpilišta Ivanščak. Eventualno povećanje kapaciteta crpljenja u budućnosti na cca 600 l/s u scenariju tečenja S5 bi uzrokovalo direktnu hidrodinamičku vezu između odlagališta i crpilišta te bi se zagađenje pitke vode javilo nakon dvadesetak godina od formiranja oblaka u odlagalištu, kada odlagalište ne bi bilo u potpunosti sanirano. U konačnici, deset opservacijskih točaka korištenih u analizi pronosa zagađenja će služiti za predložak budućeg monitoringa.

LITERATURA

- [1] Ackerer P., Younes A., Mose R., Modeling variable density flow and solute transport in porous medium: 1. Numerical model and verification. *Transp Porous Media*;35(3):345-73, 1999.
- [2] Duić Ž., Urumović, K., Utjecaj strukture legradskog praga na hidrogeološke značajke u području koprivnice, Rudarsko-geološko- naftni zbornik, RGN, Zagreb, 2007.
- [3] Elinder CG. (1986) Zinc, u: *Handbook on the toxicology of metals*, 2. izd., Amsterdam: Elsevier Science Publishers, str. 664-679.
- [4] Gotovac H., Fi-program za analizu tečenja i pronosa u podzemlju, FGAG, Split, 2002.
- [5] Halamić J. & Miko, S. (2009): *Geokemijski atlas Republike Hrvatske*, Hrvatski geološki institut, Zagreb.
- [6] Holzbecher E., *Modeling density-driven flow in porous media*, Berlin, Springer, 1998.
- [7] Ruk, D., Nemcic-Jurec, J., Horvat, I., Martinaga, N., Gres, N. (2018): Izvještaj radne skupine za odlagalište otpada Piškornica o monitoringu površinskih i podzemnih voda, Piškornica - sanacijsko odlagalište d.o.o., Koprivnica.
- [8] Jović V., *Uvod u inženjersko numeričko modeliranje*, Aqarius, Split, 1993

- [9] Klima i klimatske promjene, DHMZ,
http://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene#a10 (13.12.2018.)
- [10] La Bolle, E.M., Fogg, G.E., Tompson, A.F.B., Random-Walk Simulation of Transport in Heterogeneous Porous Media: Local Mass-Conservation Problem and Implementation Methods, *Water Resources Research*, 32, 3, 1996.
- [11] Mendenhall, W., Sincich, T. (1988) *Statistics for the Engineering and Computer Sciences*, 2nd ed., San Francisco: Dellen Publ. Comp.
- [12] Rješenje o okolišnoj dozvoli za postojeće postrojenje odlagališta otpada „Piškornica“, (2016) Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Zagreb.
- [13] Park C-H., Beyer C., Bauer C., Kolditz O., A study of preferential flow in heterogeneous media using random walk particle tracking, DOI: 10.1007/s12303-008-0029-2, *Geosciences Journal* 12(3):285-297, 2008.
- [14] Rubin Y., *Applied subsurface hydrogeology*, Prentice Hall, New York, 2003.
- [15] Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet. (2017): Analiza i interpretacija rezultata izvješća o ispitivanju površinskih, podzemnih, procjednih (otpadnih) i oborinskih voda na odlagalištu Piškornica za ožujak i lipanj 2017. Godine, Zagreb
- [16] Uniprojekt MCF d.o.o. (2000): Studija o utjecaju na okoliš uređenja postojećeg odlagališta komunalnog otpada „Piškornica“, Piškornica d.o.o., Koprivnica.
- [17] Urumović, K., Hlevnjak, B., Gold, H., Vodoopskrbni sustav Koprivnice. Hidrogeološka studija razvitka crpilišta Ivanščak, RGN, Zagreb, 1996.
- [18] Urumović, K., Fizikalne osnove dinamike podzemnih voda, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2003.
- [19] Voss C.I., A finite-element simulation model for saturated-unsaturated fluid-density dependent groundwater flow with energy transport or chemically-reactive single-species solute transport, *U.S. Geol. Surv. Water Resour. Invest.*, 409 pp. [Rep 84-4369], 1984.
- [20] Zavod za javno zdravstvo Koprivničko-križevačke županije, (2009): Elaborat o procjeni početnom stanju kakvoće voda na odlagalištu otpada „Piškornica“, Piškornica d.o.o., Koprivnica
- [21] Piškornica-sanacijsko odlagalište d.o.o. (2019) Izvješća o ispitivanju kakvoće podzemnih, površinskih, otpadnih i procjednih voda. Koprivnica

Assessment of water quality status in the impact area of the „Piškornica“

Roko Andričević², Hrvoje Gotovac², Matea Kalčiček¹, Nenad Mikulić^{1,3},
Bojana Nardi¹

¹ Eko Invest, d.o.o., Draškovićeve 50, 10 000 Zagreb info@ekoinvest.hr

² Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu, Ul. Matice hrvatske 15,
21000 Split

³ Tehničko veleučilište Zagreb, Avenija Većeslava Holjevca 15, 10010 Zagreb

Abstract

Disposal of household and industrial waste at the Piškornica location began back in 1982 on what was then the unmanaged landfill cell, allowing contamination to be passed through into the underground. Landfill rehabilitation was conducted between 2005 and 2013, in conformity with the environmental protection conditions and measures proscribed by the Decision arising from the EIA procedure, but it has still not been fully completed to this day. Environmental Permit was issued for the rehabilitation of the landfill. The Decision and Environmental Permit proscribed groundwater quality monitoring. Prior to these documents, 5 piezometers were put into operation in 1991.

The objective of this paper is to establish potential differences in ground and surface water quality resulting from the landfill operation, the efficiency of the rehabilitation and the potential risk of contamination of the Ivanščak water well. The results of the research were subject to statistical analysis (t-test, ANOVA). Based on the regional flow model, numerical groundwater flow model and contamination transport model was created, with scenarios of potential spread of the pollution from the Piškornica landfill considering different water well operation regimes.

It was concluded that a) even though rehabilitation was not completed, the groundwater quality status improved and b) none of the analysed real flow scenarios generated redirection of streamline patterns towards the Ivanščak water well. Taking into consideration the future development and the likely increase of the Ivanščak capacity, the expansion of monitoring was proposed at additional measuring locations.

Keywords: monitoring, landfill impact, landfill rehabilitation, contamination transport, contamination risk

Emission of fine particles (PM_{2.5}) from residential biomass combustion in Croatia and how to reduce it

Rad je prihvaćen za objavu u časopisu „Environmental Engineering – Inženjerstvo okoliša“ pod DOI brojem <https://doi.org/10.37023/ee.7.2.6> (aktivno od prosinca 2020. godine)

Mirela Poljanac¹

¹*EKONERG Ltd., Koranska 5, Zagreb, Croatia (mirela.poljanac@ekonerg.hr)*

Abstract

Wood burning in residential appliances is very represented in the Republic of Croatia. It is a main or an additional form of heating for many households in rural and urban areas and is therefore an important source of air pollution. The choice of energy and the combustion appliance used in home have a significant impact on PM_{2.5} emissions. The paper informs the reader about PM_{2.5} emissions, their main sources and impacts on human health, environment, climate, air quality, and the reason why PM_{2.5} emissions from residential wood burning are harmful. Paper also gives an overview of spatial PM_{2.5} emission distribution in Croatia, their five air quality zones and four agglomerations. The paper analyses the sources and their contribution to PM_{2.5} emissions with the relevance of PM_{2.5} emissions from residential plants, the use of fuels in residential plants and their contribution to PM_{2.5} emissions and PM_{2.5} emissions by fuel combustion technologies in residential sector. Appropriate strategies, policies and actions to reduce the impact of residential biomass (wood) burning on the environment, air quality and human health are considered.

Keywords: air pollution, spatial emission distribution, combustion impact, environmental protection strategy, air quality zones

Introduction

In the Republic of Croatia, the wood consumption in residential sector is a main source of energy use for space heating, cooking, and water heating. Therefore, the residential biomass combustion is estimated as a key source of fine particles (PM_{2.5}) emissions in Croatia [1]. This paper considers primary particulate matter emissions data from the anthropogenic sources. For performed analysis, the main source of data is Croatian national emission inventory. The biomass (fuelwood) is a renewable source of energy that has advantage with regard to climate. In theory, the combustion of biomass considers a sustainable CO₂ neutral source of energy. In reality, the carbon dioxide is emitted when burning wood but the fact is that this carbon was taken up by the tree from the air during its growing and this part of the emissions is considering as carbon-neutral.

Burning wood at home appliances is in generally under non-optimal operating conditions (e.g., with low efficiency fireplaces and stoves, poor fuel quality, bad burn practises, lacking proper maintenance of fireplaces and stoves) which results with significant emissions of air pollutants and particularly PM_{2.5}. The combustion of the fuel wood in small appliances is incomplete which results with many times greater emissions than in bigger plants.

Rising energy prices of natural gas and electricity, and in some extent, poor financial situation of many Croatian citizens leads to the bigger use of biomass as a residential fuel. This results in negative impacts on air quality, human health, environment, climate and visibility. To minimize the negative impact of fuelwood combustion in residential sector and to reduce the PM_{2.5} emissions joint actions on global, national, regional, local and home level are required.

PM_{2.5} emissions, sources and impacts

Particulate matter (PM) is a widespread air pollutant, consisting of a mixture of solid and liquid particles suspended in the air. The mass concentration of particles with a diameter of less than 10 µm (PM₁₀) and particles with diameter less than 2.5 µm (PM_{2.5}) is commonly used indicator for describing PM that are relevant to health (WHO 2013, Health effects of particulate matter).

Emissions of PM_{2.5} originate from a variety of anthropogenic i.e. made by human and natural activities and may be directly emitted (“primary PM”) or formed in the atmosphere (“secondary PM”). Primary emissions of PM can exist as solid or liquid matter (the “filterable” portion) or as gases (the “condensable” portion). The sources of primary anthropogenic PM_{2.5} emissions (see figure 1) may be point, area, line and fugitive ones. Activities from which are primary anthropogenic PM_{2.5} emissions originate include wood (biomass) and fossil fuel combustion, building construction and demolition, quarrying and mining, vehicle tyre and break wear, road abrasion, and agricultural activities. Natural sources such as forest fires and volcanos may have local and global impact on environment, climate, air quality and human health in respect of PM pollution. Secondary PM is formed by physical and chemical reactions from other pollutants (SO_x, NO_x, VOCs, NH₃) called precursors. Secondary PM can be formed at locations distant from the sources that release the precursor gases.

Impacts of PM_{2.5} emissions are various. The particle pollution can causes adverse health effects like: coughing or difficulty breathing, increase the risk of asthma attack, heart attack, decreased lung function, causes premature death and decreasing the air quality (outdoor and indoor) [2, 3, 4].

It has negative impact on the climate in many ways: wood smoke (PM) absorbs sunlight, impacts on cloud formation and precipitation as well as deposition on ice surfaces [5]. As particles from wood burning are transported over large distances, they also harm sensitive ecosystems, such as the arctic that are far away from the initial sources of pollution [6].

Fine particles (PM_{2.5}) are the main cause of deterioration of visibility, environmental damage and damage of materials [7]. Environmental damage with PM manifests as ecosystem degradation, depleting the nutrients in soil, damaging sensitive forests, damaging farm crops, affecting diversity of ecosystems, contributing to acid rain effects and affecting animal health and productivity. Deposition of PM causes damage of materials like stain and damage of stone and other materials, like culturally and historically important objects such as statues, monuments and buildings.

Figure 1. shows various sources of PM_{2.5} emissions and their multiple impacts i.e. adverse effects.

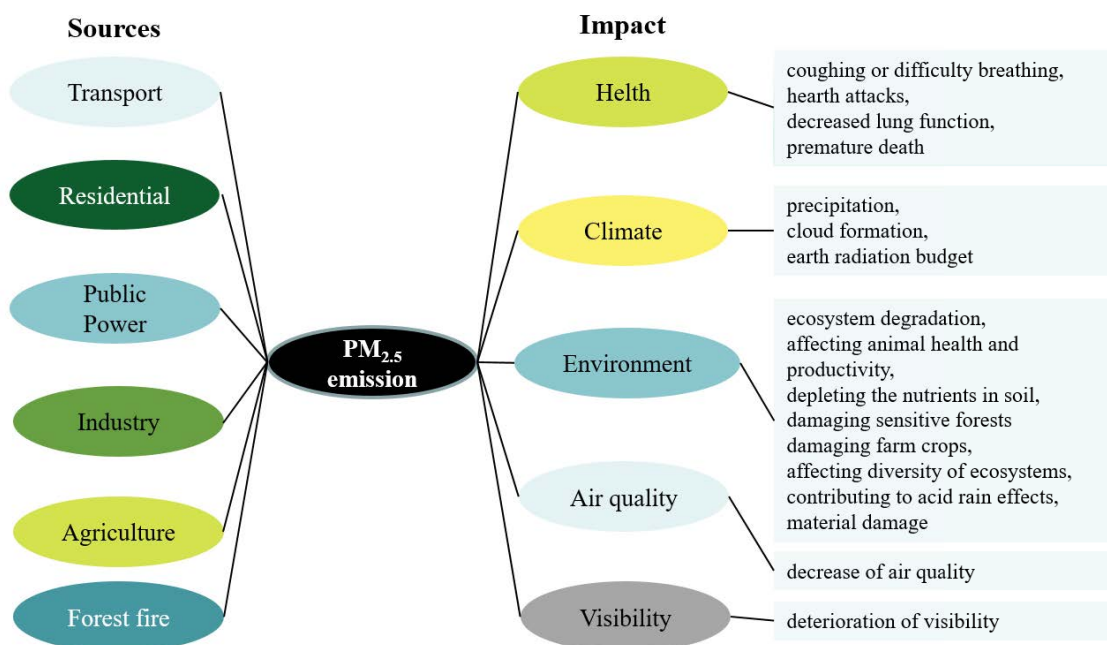


Figure 1. Sources and impacts of PM_{2.5} emissions

Biomass (wood) burn is considered to have neutral impact on CO₂ emissions (carbon neutral) and on the other hand is a cause of air pollution in urban and rural areas (see Figure 2). Carbon neutral theory for wood burning stems from theory that trees assimilate the same amount of CO₂ throughout their lifetime as the amount released when burning the wood at home. However, even if the wood burning is considered as the carbon neutral, the truth is that it is not climate neutral if biomass is used not sustainably and that there are reasons to be concerned about the fact that wood is widely used energy in residential sector.

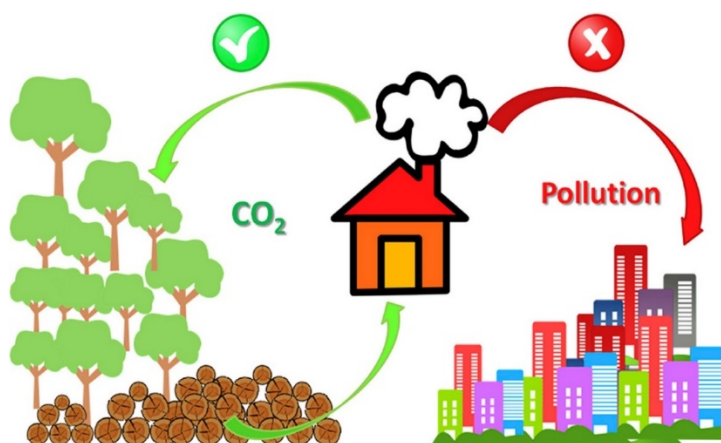


Figure 2. Impact of biomass (wood) burn on CO₂ and air pollutants emissions

Source: Alessandra Cincinelli et al.: Residential wood combustion and its impact on urban air quality in Europe, 2019, *Current Opinion in Environmental Science & Health*, vol. 8 [8]

Reasons to be concerned about residential wood combustion are the impact on ambient air pollution and health, the climate policy, and economic hardship that usually lead to

fuel switching. Its negative impact on ambient air pollution and health can be found in many studies [e.g. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Exceedances of the EU's air quality limit values are still one of the major environmental problem in EU. For 2015 up to 8 % of the urban population was exposed to concentrations above the EU limit value of $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for fine particulate matter ($\text{PM}_{2.5}$), and more than 82% to levels above the much stricter WHO guideline value of $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [18].

According to WHO/CLRTAP Report [19] combustion of wood in residential areas and often under cold, calm meteorological conditions can lead to high exposure compared to other pollution sources, owing to the principle of intake fraction (the proportion of a released material that is inhaled by humans) (see figure 3).

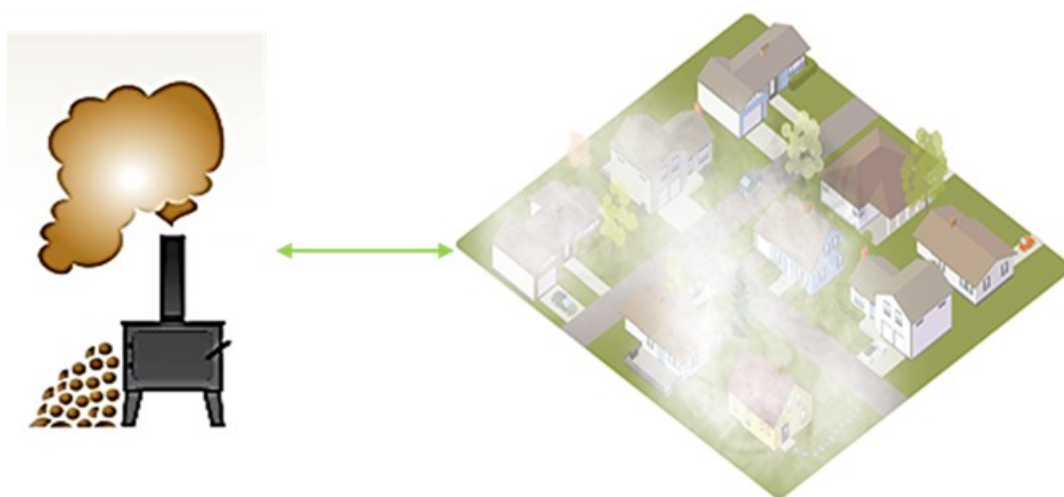


Figure 3. Residential biomass (wood) combustion as source of fine particle pollution

Sources: see <https://woodsmokepollution.org/wood-smoke-is-pm.html> [20]

Burning wood in homes produces more neighbourhood-level particulate matter pollution than using electricity, natural gas, or liquid fuels for heating, and effecting on ambient air quality [21]. WHO also reported that, in 2012, 3.7 million premature deaths occurred due to exposure to outdoor (ambient) particulate air pollution, including 482,000 in Europe and 94,000 in Canada and the United States, and that residential wood combustion is a contributor to mentioned outdoor air pollution (available on: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>).

The reason why PM pollution from burning wood in homes is harmful for humans lays down at the fact that fine particles ($\text{PM}_{2.5}$) have a small diameter and are able to inhale by humans and income deeply into the respiratory tract, reaching the lungs, blood and can get embedded in organs (see figure 4).

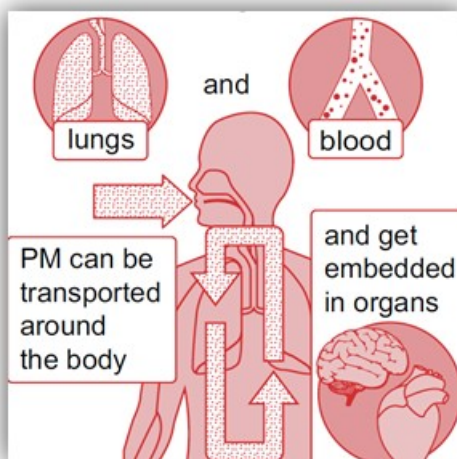


Figure 4. Impact of fine particles $PM_{2.5}$ when inhaled by humans

Sources: *Clean air strategy 2019, DEFRA, 2019 [22]*

Another reason for concern comes from the climate and energy policies. Biomass fuels were included in the European Commission’s strategy for reaching the “20-20-20” targets (20% reduction in greenhouse gas emissions, 20% of final energy consumption from renewable energy and 20% increase in energy efficiency by 2020) [23]. However, it has been evidenced that climate-oriented policies may not always work in line with air quality-oriented policies, and vice-versa. Residential heating with wood is encouraged in many European countries and touted as a renewable fuel that can assist with climate change mitigation, contribute to energy security, and contribute to the alleviation of energy poverty [e.g. 24, 25, 26, 27].

Due to government incentive/subsidy, increasing costs of other energy sources and the public perception that it is a “green” option. So, as a result of all mentioned is that the presence of residential wood combustion is still high and rising in some countries.

Poor economic situation, energy poverty and affordability that consequently leads to fuel switching in homes from e.g. natural gas to fuel wood, wood waste or from electricity to fossil fuels or fuel wood is also reason for concern [28].

Burning conditions of residential wood combustion are often inefficient due to incomplete combustion and there are often no household-level emissions controls for PM or regulations as is the case with emissions from transport, industry and power plants that are already controlled or legislation is in place to their reduction. Therefore, wood stoves even that with eco designed emit more fine particulates ($PM_{2.5}$) than most diesel vehicles. Figure 5 shows comparison of estimated PM emission rates from a 5 kW stove (g/h) compared to typical exhaust PM emissions (g/h) from different Euro standards diesel road vehicles based on emissions limits (*data from table 5 of [29]*). According to comparison made by Air Quality Expert Group in the UK, it can be concluded that one conventional wood fired stove emits PM like 40 diesel passenger cars (EURO 5/6) and approximately 13 new heavy duty vehicles (Euro IV) (see figure 5). They also find out that one eco-designed wood fired stove will reduce PM emissions by 54% comparing to conventional

wood fired stove and in the same time that this eco-designed wood fired stove emits PM like 18 diesel passenger cars (EURO 5/6).

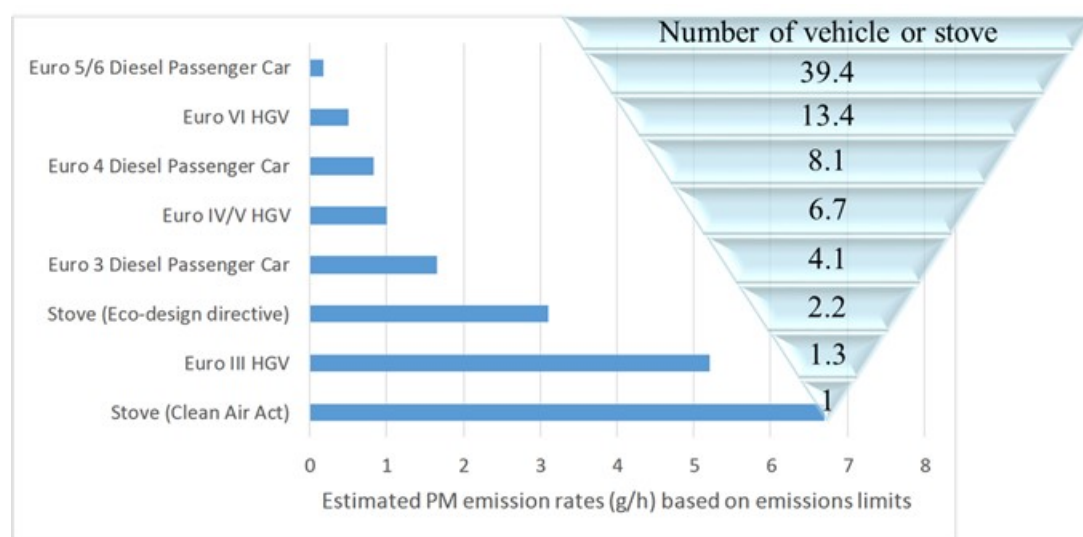


Figure 5. PM emissions from 5 kW wood stove (g/h) compared to exhaust PM emissions (g/h) from diesel vehicles

Sources: *Potential Air Quality Impacts from Biomass Combustion*, Air Quality Expert Group (UK), 2017 [29]

Use of biomass (wood) in residential combustion as a source of air pollution with PM_{2.5} in Croatia

The source that is contributing most to PM_{2.5} emissions in Croatia, is a Small combustion (see figure 6). Within the Small combustion installations activities that are considered to have a thermal capacity $\leq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, a Residential sector has a domination regarding PM_{2.5} emissions in Croatia during the history and nowadays (see figure 7). In 1990, the Small combustion was responsible for 75% of PM_{2.5} emissions in Croatia. The Industry represented only 10%, and all other sources 15% of PM_{2.5} emissions in Croatia in 1990. The Off-road transport and Road transport were responsible for 5% and 3% of total PM_{2.5} emissions in Croatia in 1990. There has been little change over 27 years, so in 2017, the Small combustion was responsible for 68% of total PM_{2.5} emissions, while the Road transport accounted for 9% (that is an increase of approx. 13%) and Industry 8% (that is an decrease of approx. 64%) in Croatia.

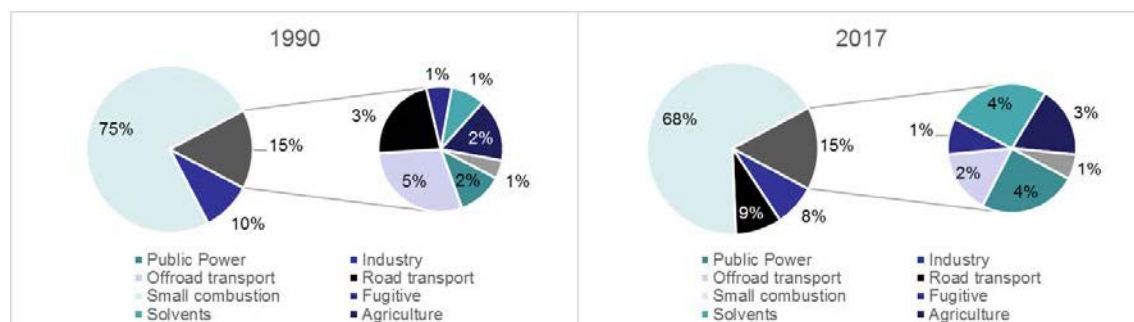


Figure 6. Emissions of PM_{2.5} in Croatia, 1990 and 2017

Data source: *Inventory files NFR* [30]

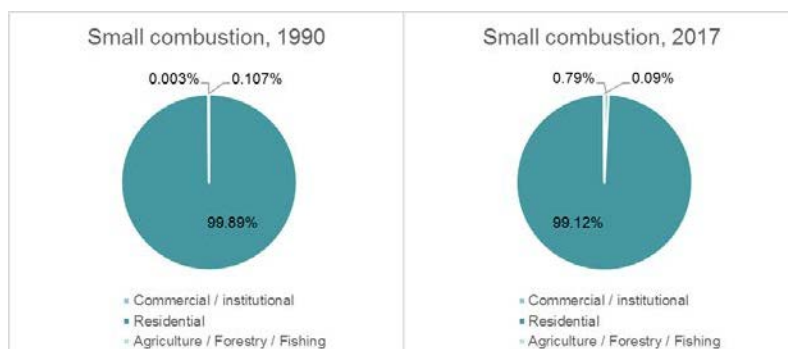


Figure 7. Relevance of residential plants on PM_{2.5} emissions in Croatia, 1990 and 2017

Data source: Inventory files NFR [30]

In the Republic of Croatia, there is a biomass (wood) domination in residential stationary fuel consumption both now and in the 90's. Since 1990 a total energy consumption in residential sector in 2017 has increased by 2%. The use of solid fuels (coal) and liquid fuels has decreased by 97% and 63% respectively in the observed period, while the use of natural gas and biomass have increased by 144% (approx. by 2.44 times) and 8% respectively (see figure 8).

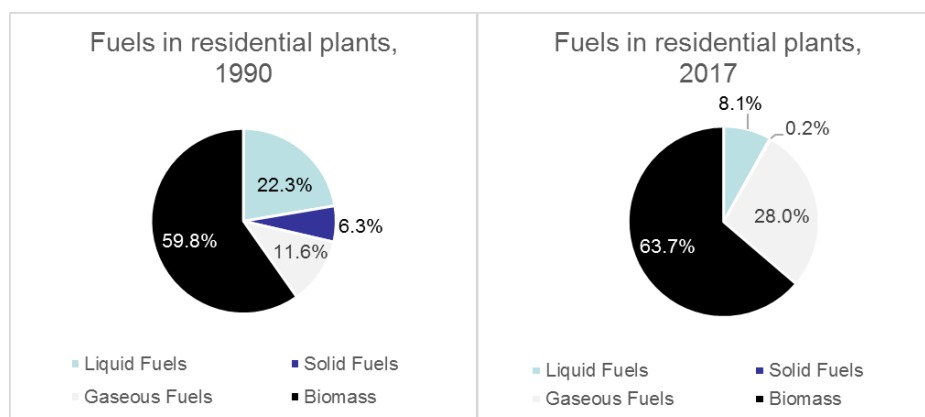


Figure 8. Fuel consumption (PJ) in residential plants in Croatia, 1990 and 2017

Data source: Inventory files NFR [30]

In residential sector a variety of fuel combustion technologies are applied. Emissions of PM_{2.5} from residential combustion appliances are function of fuel combustion technology type and fuel type (see figure 9) but as well as of fuel quality, operational practices and maintenance. It can be seen that the most polluting appliance is open fire fireplaces burning wood, following by wood fired conventional stoves. The less polluting residential combustion appliances in respect of PM_{2.5} emissions are gas fired boilers, following by liquid fired boilers, fireplaces on natural gas and pellet stoves. By comparison of PM_{2.5} emissions characteristic for each residential heating appliance type provided by *EMEP/EEA Guidebook 2016* [31], it can be stated that that the PM_{2.5} emissions from one open fire fireplace are equivalent to the emissions of approximately 4100 natural gas fired boilers, 28 pellet stoves or 9 modern advanced / ecolabeled stoves / boilers burning wood.

From the above it follows that significant air quality benefits can be expected by changing fuel from wood to natural gas or by replacement of an old conventional stove with new efficient appliance or modern pellet system.

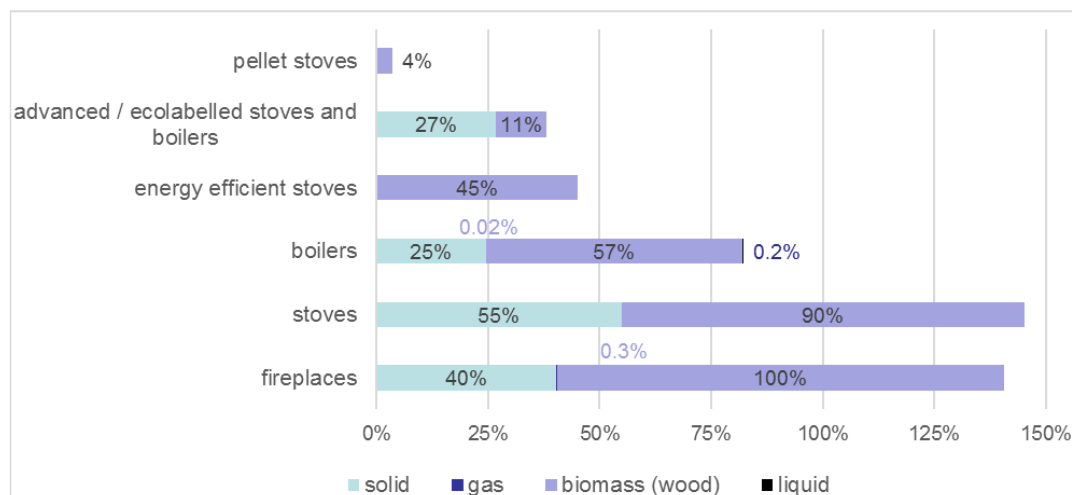


Figure 9. Relative PM_{2.5} emissions by type of residential plants (100% = 820 g/GJ)

Data source: EMEP/EEA Guidebook 2016 [31]

Spatial distribution of PM_{2.5} emissions in Croatia

EKONERG Ltd. has developed a model to distribute emissions from the national emission inventories on a EMEP grid, resolution 0.1° x 0.1° (lon - lat) in a geographic coordinate system (WGS84) ≈ 7 km x 7 km. The model is covering the Croatian land and sea territory along with Croatian 5 Air quality zones and on an EMEP grid, resolution 0.5 km x 0.5 km (lon, lat) covering the Croatian 4 agglomerations. Zones and agglomerations were set according to the *Regulation determining zones and agglomerations according to levels of air pollution on Croatian territory* (O.G. 24/2014). The new spatial high-resolution distribution model for emissions to air (EKOREGIS) has been developed according to the requirements for reporting of gridded emissions to the EMEP/EEA guidance. The results of this model are spatial emissions data that are an input for the air quality modelling, which is an input for assessment of atmospheric concentrations and deposition. The results of model assessments inform national and international policies used to improve the environment and human health [31]. EKOREGIS is developed to generate improved quality of spatial emission data for use in air quality modelling in assessing the existing air quality situation, air quality forecasting, air quality planning, source apportionment and air pollution exposure studies. EKOREGIS includes emission distributions for each of NFR and SNAP source category in the Croatian inventory system; stationary combustion, mobile sources, fugitive emissions, industrial processes and product use, agriculture, waste, forest fires. The results of the model EKOREGIS are available at: <https://emep.haop.hr/>.

In Croatia there are three main climatic regions continental, central (mountain) and costal (maritime). These three climatic regions are conditioned with an extremely varied relief with three main types: lowland Pannonian, mountainous Dinaric and coastal Adriatic. The central part of Croatia is the coolest one with the mountain climate and the continental part is with the continental climate that is slightly milder than in the central part. The coastal part of Croatia has mild Mediterranean climate. The last digital Köppen-Geiger

climate classification at an unprecedented 1-km resolution for the present-day (1980–2016) [32] for Croatia is available at https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Koppen-Geiger_Map_HRV_present.sv. This climatic classification was used as one of variables for spatial distribution of PM_{2.5} emissions at the Croatian territory. It can be seen that emissions of PM_{2.5} are not equally distributed on the territory of the Republic of Croatia (see figure 10). Areas where the most of national PM_{2.5} emissions are allocated, are at the continental and central part of Croatia, and at the most populated urban areas - big cities. The coastal part of Croatia is the area where the less of PM_{2.5} emissions are allocated, with exception of the big cities.

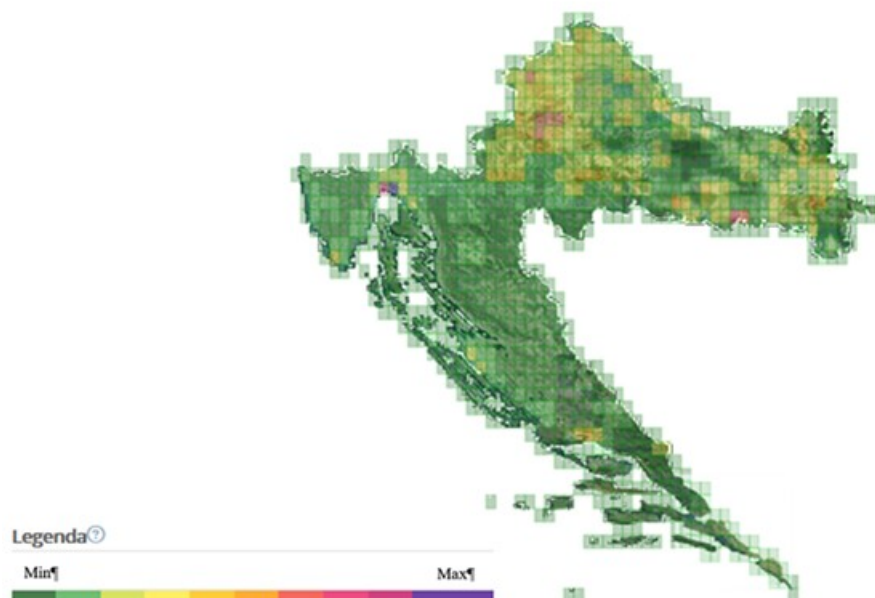
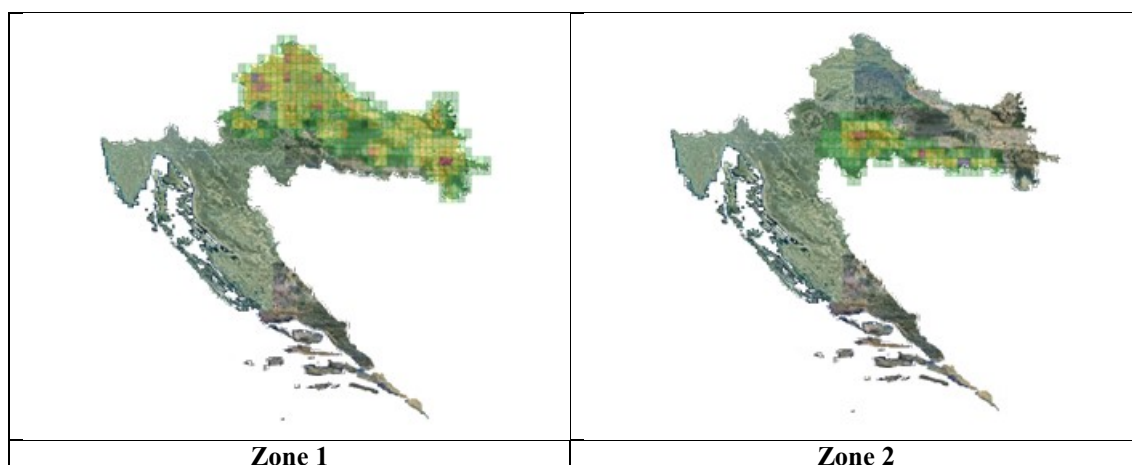


Figure 10. Spatial distribution of PM_{2.5} emissions in Croatia, 2015

Source: Portal of spatial emission distribution [33]

Figure 11 shows PM_{2.5} gridded emissions by 5 Croatian air quality zones. These maps cover the total national PM_{2.5} emissions without PM_{2.5} emissions for four agglomerations.



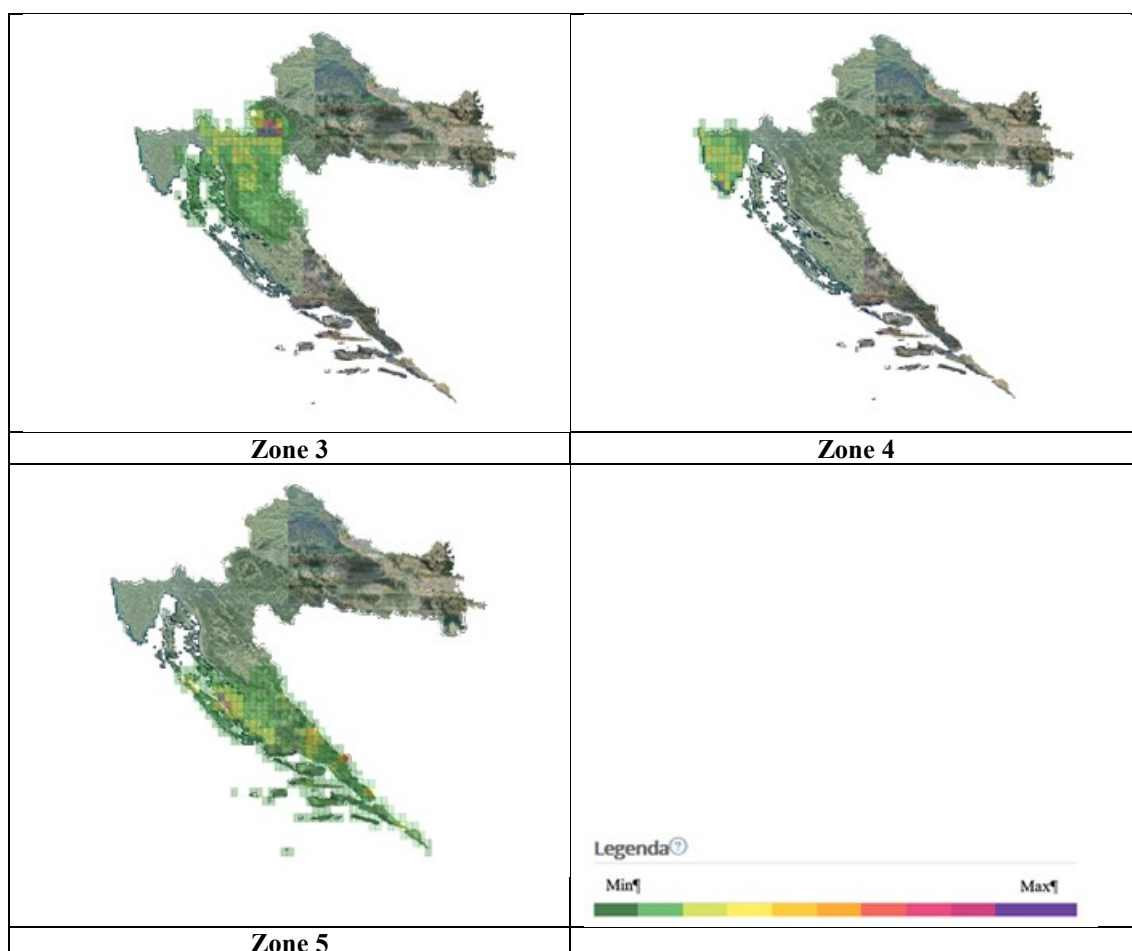
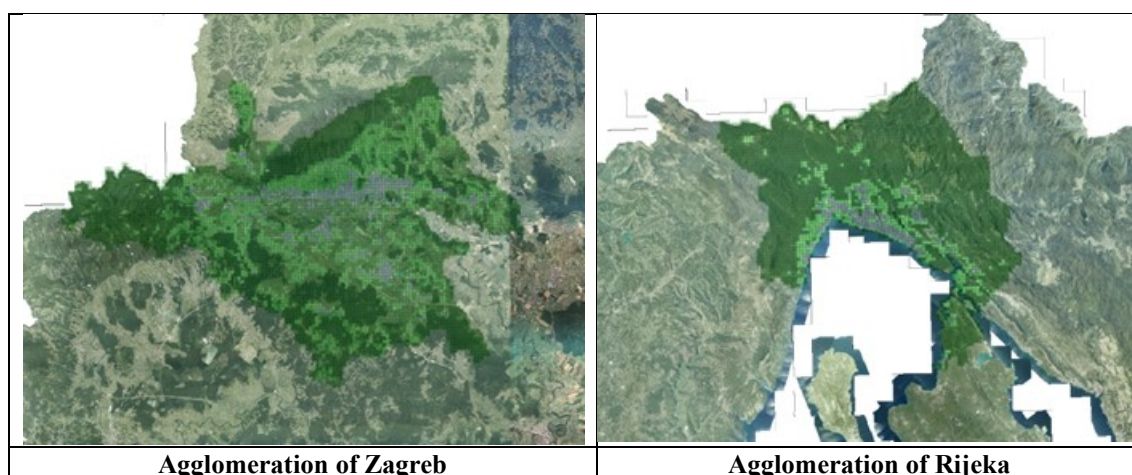


Figure 11. Spatial distribution of PM_{2.5} emissions in Croatia by air quality zones, 2015

Source: Portal of spatial emission distribution [32]

Figure 12. shows PM_{2.5} gridded emissions by four Croatian agglomerations in resolution 0.5 km x 0.5 km (lon, lat) created at the base of EMEP grid.



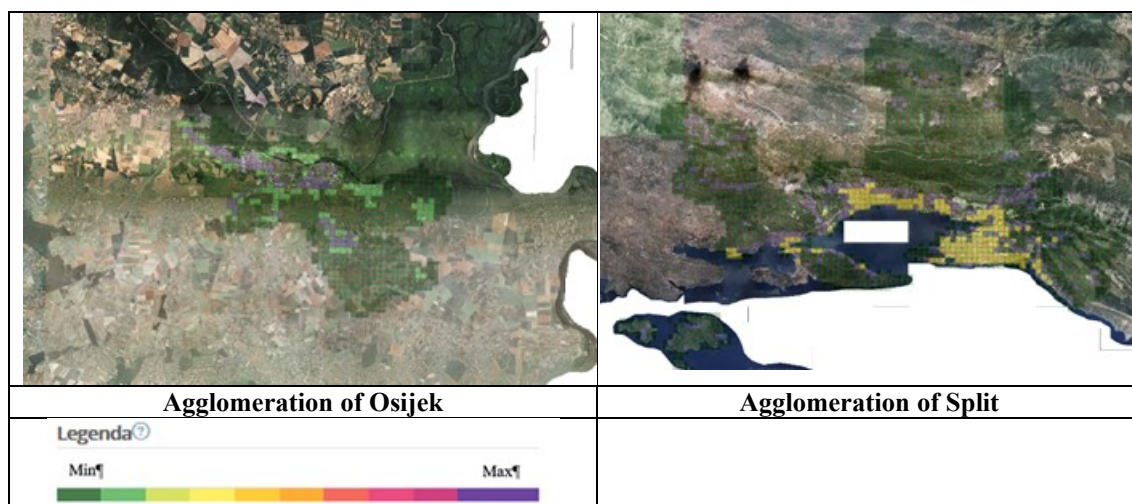


Figure 12. Spatial distribution of PM_{2.5} emissions in Croatia by agglomerations, 2015

Source: Portal of spatial emission distribution [33]

How can PM_{2.5} emissions from residential wood stoves be reduced

For PM_{2.5} emissions reduction from residential wood stoves requires joint actions on global, national, regional, local and home level.

Global actions are taken on EU level through the National Emission Ceilings Directive⁵ (NECD Directive) and Ecodesign Directive⁶. NEC Directive establishes the emission reduction commitments for the Member States' certain anthropogenic atmospheric emissions including fine particulate matter (PM_{2.5}). Ecodesign Directive establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products is implemented with two Regulations that define ecodesign requirements on solid fuel stoves⁷ and boilers⁸. Ecodesign requirements will enter into force in 2020 for boilers and in 2022 for solid fuel local space heaters that will also assist in tackling emissions of PM. Ecodesign requirements are defined for seasonal space heating energy efficiency and for emissions of particulate matter (PM), organic gaseous compounds (OGCs), carbon monoxide (CO) and nitrogen oxides (NO_x).

National / regional / local policy and actions that can reduce the impact of PM_{2.5} emissions from domestic wood burning are addressed to fuel switching, technology exchange and educational efforts addressing burning practice. National / regional / local authority can: support fuel switching from wood to cleaner fuels (e.g. natural gas or electricity), support replacement of old stoves with new ones with eco-labels or high efficiency, support pellet systems, introduce district heating and public education programs. Objectives of educational campaigns and programmes can be addressed to promote responsible wood burning appliances but without encouraging more wood burning, educate wood burning users on what and how they burn and on how is that connected with the impact on their health and environment, and to promote energy efficiency and savings.

⁵ Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants

⁶ Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009

⁷ Commission Regulation 2015/1185, OJ EU L 193, 21.07.2015

⁸ Commission Regulation 2015/1189, OJ EU L 193, 21.07.2015

Home individual actions are harmonized with national, regional and/or local policy and actions. Using cleaner energy (e.g. gas, electricity), replacing of old wood stove with ecodesigned and efficient new one or replacing it with pellets system, regularly maintaining the heating appliance and chimney by a competent person and personal education on wise burning wood, will all contribute to PM_{2.5} emission reductions, improve local air quality regarding PM_{2.5} concentrations and minimize its negative impact on health.

Conclusion

Residential combustion of biomass (wood) is major source of fine particulate matter PM_{2.5} emissions in Croatia. For PM_{2.5} emission reduction from residential biomass (wood) stoves requires joint action by decision makers and residents. To protect health and environment, there is a need for policymakers in areas that have relatively high levels of outdoor air pollution from household heating-related combustion to provide incentives to switch from biomass to gas- or electricity-based heating or to provide incentives for replacement of old stoves on wood with new ones with lower PM_{2.5} emissions (EC).

When assessing the environmental impact of the operation (e.g. road construction, construction of transport facilities, construction of buildings, etc.) in areas with poor air quality with respect to PM_{2.5}, measures should be consider to prevent additional ambient air pollution with PM_{2.5}.

Literature

- [1] Ministry of Environment and Energy. Republic of Croatia 2019 Informative Inventory Report (1990-2017) (IIR 2019). p.36, 48-50, 70-72, 119-121
- [2] American Lung Association. State of the Air 2019, 2019, p.39-41
- [3] WHO. Ambient (outdoor) air quality and health, May 2018. Available on: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health))
- [4] Doctors and Scientists Against Wood Smoke Pollution © 2019. Particulate Matter and Air Pollution. Available on: <https://woodsmokepollution.org/particulate-pollution.html>
- [5] Dr. James E. Hansen, NASA Goddard Institute for Space Studies (2008). Available on: <http://www.russfrei-fuers.klima.de/kampagne/klimasch%C3%A4den/>)
- [6] Clean heat. Residential wood burning Environmental impact and sustainable solutions. March 2016
- [7] EPA. Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM). June 2018. Available on: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>)
- [8] Alessandra Cincinelli et al.: Residential wood combustion and its impact on urban air quality in Europe, (2019). Current Opinion in Environmental Science & Health. vol. 8
- [9] L. R. Crilley et al. Sources and contributions of wood smoke during winter in London (2015). Atmospheric Chemistry and Physics. vol.15, p.3149–3171
- [10] Herich et al. Overview of the impact of wood burning emissions on carbonaceous aerosols and PM in large parts of the Alpine region (2014). Atmospheric Environment. vol.89. p.64–75
- [11] Saarnio K, Niemi JV, Saarikoski S, Aurela M, Timonen H, Teinilä K et al. Using monosaccharide anhydrides to estimate the impact of wood combustion on fine

- particles in the Helsinki Metropolitan Area (2012). *Boreal Environ Res.* Vol.17(3–4). P.163–183
- [12] Naeher LP, Brauer M, Lipsett M, Zelikoff JT, Simpson CD, Koenig JQ et al. Woodsmoke health effects: a review (2007). *Inhal Toxicol.* Vol.19(1). P.67–106
- [13] Pascal, M. et al. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: Results of the Aphekom project (2013). *Science of the Total Environment.* p.390–400.
- [14] Caseiro A, Bauer H, Schmidl C, Pio C, Puxbaum H. Wood burning impact on PM₁₀ in three Austrian regions (2009). *Atmos Environ.* Vol.43(13). P.2186–2195.
- [15] Chen L-A, Watson J, Chow J, Green M, Inouye D, Dick K. Wintertime particulate pollution episodes in an urban valley of the western US: a case study (2012). *Atmos Chem Phys.* Vol.12(21). P.10051–64.
- [16] Hellen H, Hakola H, Haaparanta S, Pietarila H, Kauhaniemi M. Influence of residential wood combustion on local air quality (2008). *Sci Total Environ.* Vol.393(2–3). p.283–290.
- [17] Saarikoski S, Sillanpää M, Saarnio K, Hillamo R, Pennanen A, Salonen R. Impact of biomass combustion on urban fine particulate matter in central and northern Europe (2008). *Water Air Soil Pollut.* Vol.191(1–4). p.265–277.
- [18] COM(2018) 446 final - The First Clean Air Outlook, p. 2
- [19] World Health Organisation (WHO)/United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP) Convention Task Force. Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America (2015).p.10.
- [20] <https://woodsmokepollution.org/wood-smoke-is-pm.html>
- [21] ECE/EB.AIR/WG.1/2014/14 Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America
- [22] DEFRA. Clean air strategy 2019.
- [23] COM(2010) 2020, Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth, EC, (2009).
- [24] International Energy Agency (IEA). Nordic energy technology perspectives: pathways to a carbon neutral energy future (2013). Paris: International Energy Agency. Available on: http://energiorekund.org/pic_m/23_verdi_182_Nordic-Energy-Technology-Perspectives.pdf
- [25] Levander T, Bodin S. Controlling emissions from wood burning: legislation and regulations in Nordic countries to control emissions from residential wood burning – an examination of past experience (2014). Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- [26] Ofgem. About the Domestic Renewable Heat Incentive (2014). London: Office of Gas and Electricity Markets. Available on: <https://www.ofgem.gov.uk/environmentalprogrammes/domestic-renewable-heat-in>
- [27] Kyprianou, D.K. Serghides and A. Varo et al. Energy poverty policies and measures in 5 EU countries: A comparative study (2019). *Energy & Buildings.* Vol.196. p.46–60.
- [28] Saffari A, Daher N, Samara C, Voutsas D, Kouras A et al. Increased biomass burning due to the economic crisis in Greece and its adverse impact on wintertime air quality in Thessaloniki (2013). *Environ. Sci. Technol.* Vol.47. p.13313–13320.
- [29] Air Quality Expert Group (UK). Potential Air Quality Impacts from Biomass Combustion (2017)

- [30] CEIP-EMEP. Inventory files NFR for Croatia (2019). Available on:
https://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2019_submissions/
- [31] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. 1.A.4. Small combustion (2016).
- [32] Hylke E. Beck, Niklaus E. Zimmermann, Tim R. McVicar, Noemi Vergopolan, Alexis Berg & Eric F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution (2018). Wood Scientific Data. Vol5, Article number: 180214. Nature Scientific Data. DOI:10.1038/sdata.2018.214
- [33] Ministry of Environment and Energy. Portal of spatial emission distribution (2018). Available on: <https://emep.haop.hr/>

SEKCIJA B / SECTION B

STRATEGIJA ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA / ENVIRONMENTAL AND NATURE PROTECTION STRATEGY

Razvoj i procjena utjecaja varijanti strategije razvoja na okoliš u strateškoj procjeni

Rad je prihvaćen za objavu u časopisu „Environmental Engineering – Inženjerstvo okoliša“ pod DOI brojem <https://doi.org/10.37023/ee.7.2.7> (aktivno od prosinca 2020. godine)

Marina Stenek¹, Bojana Nardi², Nenad Mikulić³

¹*Ekoinvest d.o.o., Draškovićeve 50, Zagreb, Hrvatska (marina.stenek@ekoinvest.hr)*

²*Ekoinvest d.o.o., Draškovićeve 50, Zagreb, Hrvatska (bojana.nardi@ekoinvest.hr)*

³*Ekoinvest d.o.o., Draškovićeve 50, Zagreb, Hrvatska (nenad.mikulic@ekoinvest.hr)*

Sažetak

Razvoj i procjena varijanti ključan je proces u strateškoj procjeni utjecaja na okoliš, kojim se omogućava unaprjeđenje stanja okoliša, informirano donošenje odluka, veća transparentnost i bolje mogućnosti sudjelovanja javnosti. To je ujedno i najveći izazov procjene, te se varijante često ili izbjegavaju ili razmatraju u mjeri da se zadovolje pravni zahtjevi. Izostanak varijanti u procesu značajno umanjuje doprinos strateške procjene sustavu zaštite okoliša.

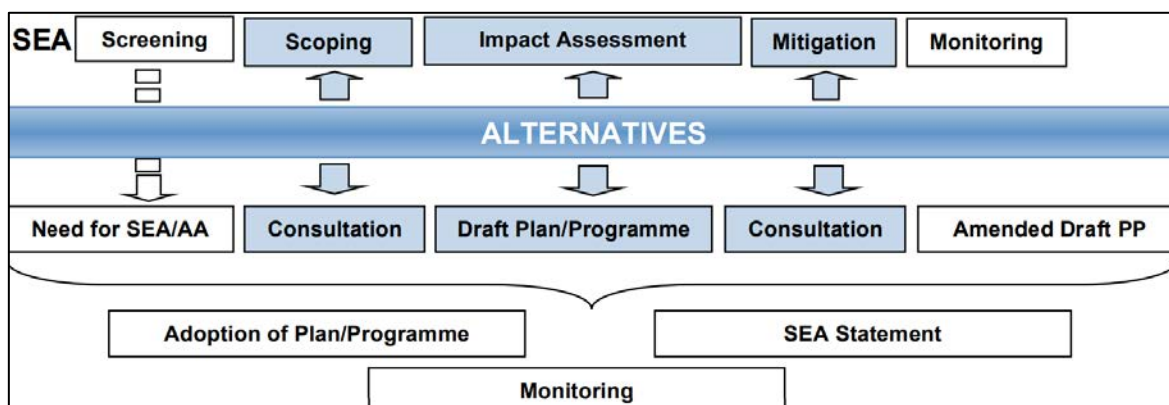
Radom će se prikazati opće primjenjiva metodologija razvoja i procjene utjecaja varijanti na okoliš u strateškoj procjeni provedenoj za strategiju razvoja Grada Solina, temeljena na razvoju okolišne varijante, koja značajno doprinosi razvoju održivih strateških rješenja.

Ključne riječi: 1. Varijante strateške procjene, 2. Okolišna varijanta, 3. Procjena utjecaja, 4. Strateška studija

Uvod

Strateška procjena utjecaja na okoliš (u daljnjem tekstu: SPUO) analitički je instrument kojim se kroz objedinjavanje uvjeta za zaštitu okoliša u strategije, planove i programe pojedinog područja stvara osnova za promicanje održivog razvitka [1]. Budući da koncept održivosti predstavlja kritiku trenutne prakse i trendova donošenja politika (strategija, planova i programa), on u svojoj biti podrazumijeva obvezu kreiranja varijanti koje će dugoročno biti održivije i atraktivnije za očuvanje ekološke stabilnosti, a o kojoj konačno ovisi i dobrobit ljudi [2]. Obveza određivanja, opisivanja i procjene vjerojatno značajnih utjecaja razumnih varijanti strategije, plana i programa na okoliš i zakonski je regulirana Uredbom o strateškoj procjeni utjecaja strategije, plana i programa na okoliš, kao i Direktivom o strateškoj procjeni (Directive 2001/42/EC).

Smjernice o razvoju i procjeni varijanti u strateškoj procjeni [2] navode kako je to ključan proces u procjeni utjecaja na okoliš, koji je iterativan, te započinje već pri određivanju sadržaja strateške studije (Slika 1. Razmatranje varijanti u pojedinim fazama SPUO postupka [2]).



Slika 1. Razmatranje varijanti u pojedinim fazama SPUO postupka [2]

Svrha razvoja i procjene varijanti je pronaći najodrživiji način zadovoljavanja ciljeva prijedloga strategije, plana ili programa i to na dva načina: povećanjem koristi za okoliš, te smanjenjem ili izbjegavanjem potencijalno značajnih negativnih utjecaja provedbom predmetnih dokumenata. Jedino razvojem i uspoređivanjem varijanti mogu se dobiti informacije o mogućim utjecajima koje će donositeljima odluka omogućiti da odrede najprihvatljiviji (optimalni) način postizanja strateških ciljeva čineći kompromise između biofizičkih, socijalnih, ekonomskih, povijesnih, kulturnih i političkih čimbenika, čime se postiže zdravo odlučivanje temeljeno na načelima održivog razvoja. [3]

Također, dokumentiranje utjecaja svih varijanti i postupaka u donošenju odluka vodi ka priznanju da se takve odluke razvijaju, usmjeravaju, uče, obrazlažu i strukturiraju prije "službenog donošenja" [4].

Provedene analize učinkovitosti SPUO postupaka u mnogim EU zemljama (npr. Irska [5], Njemačka [6] ...) ukazale su da je upravo razvoj razumnih varijanti jedan od najvećih izazova. Sljedeći problemi, koji se navode kroz spomenute dokumente, bez iznimke se susreću i u hrvatskoj praksi:

- planovi više razine ponekad ograničavaju varijante koje bi inače bilo moguće razmatrati za planove niže razine,
- varijante za planove više razine ponekad su teorijske i akademske zbog razine poznatih podataka,
- neke razmatrane varijante namjerno su nerealne i predlažu se samo da bi se zadovoljili zahtjevi SPUO Direktive,
- varijante se često razvijaju retrospektivno,
- politički zahtjevi i upute ponekad ograničavaju mogućnosti razvijanja varijanti,
- u studijama se opravdava zašto varijante nisu uopće razmatrane.

Izostankom varijanti i dokumentiranja procesa njihova razvoja, bitno se umanjuje značaj strateške procjene u sustavu zaštite okoliša, budući da su mjere umanjivanja negativnih utjecaja, koje proizlaze iz SPUO, neobvezujuće za nositelje izrade, tj. donositelja odluke.

Mnoge su zemlje izdale metodološke smjernice za provođenje strateške procjene utjecaja na okoliš, koje uključuju razvoj i procjenu utjecaja varijanti. U Hrvatskoj je administrativna provedba jasno opisana kroz zakonodavstvo i smjernice, dok je metodologija u strateškom postupku prepuštena odabiru ovlaštenika, zbog čega ovaj rad predstavlja doprinos u dijelu razvoja i procjene varijanti.

Glavni cilj rada je prikazati postupak razvoja razumnih varijanti, te čitav proces procjene utjecaja na okoliš kroz stratešku studiju, a koji vodi do utvrđivanja završnog dokumenta, u situacijama kada one nisu zadane kao dio nacrtu dokumenta ili sadržajem strateške studije, te utvrditi doprinos postupka unaprjeđenju odnosa dokumenta prema okolišu.

Postupak je prikazan na primjeru strateške procjene utjecaja nacrtu Strategije razvoja Grada Solina do 2025. godine (u daljnjem tekstu: Strategija razvoja) na okoliš.

Materijali i metode

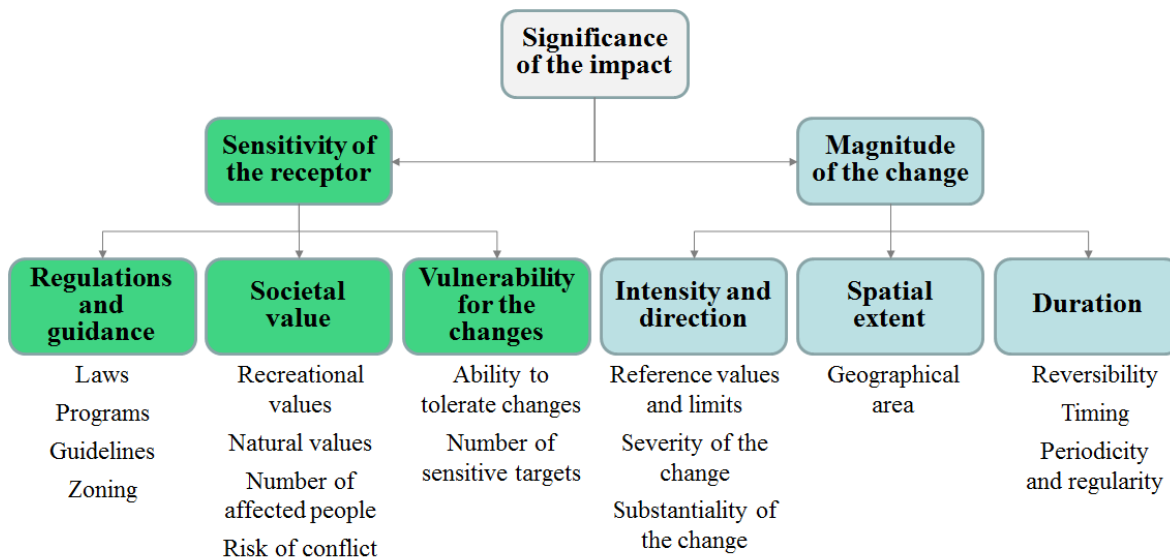
Nacrt Strategije razvoja, bez predloženih varijanti, utemeljen je na interaktivnoj analizi (radna skupina) postojećeg stanja uočavanjem uzročno-posljedičnih veza, koja je obuhvatila podatke o društvu i društvenoj infrastrukturi, gospodarstvu, urbanom okruženju, institucionalnom i razvojnom okviru. Temeljem analize izrađena je vizija razvoja, te su definirana tri opća cilja s pripadajućim prioritetima po pojedinim sektorima. U zadnjem koraku definirane su mjere za ostvarenje strategije, što će se redovito pratiti i kontrolirati temeljem određenih pokazatelja ishoda (kvantitativni i kvalitativni), te po potrebi služiti za prilagodbu odnosno reviziju same Strategije razvoja.

S obzirom na procjenjivani dokument, za svaki postupak strateške procjene utjecaja na okoliš ključno je odrediti detaljnost procjene, obuhvat procjene, kriterije značajnosti utjecaja, te alate procjene utjecaja.

Detaljnost procjene određuje se s obzirom na položaj procjenjivanog dokumenta u vertikalnoj i horizontalnoj hijerarhiji, te njegov značaj u postupku odobrenja za realizaciju drugih dokumenata ili zahvata značajnih za okoliš. Strategija razvoja lokalne razine je dokument koji je usmjeren i ograničen višim razvojnim dokumentima, sektorskim dokumentima i prostornim planovima za koje je također potrebno provesti postupke SPUO. Na temelju njega pokreću se investicije, ali se odobrenja za gradnju izdaju temeljem prostornog plana, s kojim je u čvrstoj horizontalnoj sprezi i uvjeta iz provedenih procjene utjecaja zahvata na okoliš (u daljnjem tekstu: PUO). S obzirom na dostupnu količinu i strukturiranost podataka, te konkretne pokazatelje ishoda predloženih razvojnih rješenja sadržane u Strategiji razvoja, omogućena je vrlo detaljna procjena na lokalnoj razini, osobito kumulativnih utjecaja. Procjena s manjom razinom detaljnosti provodila se za pojedinačna razvojna rješenja, čija realizacija zahtijeva usklađenost s prostorno planskom dokumentacijom (SPUO) ili podliježu postupku PUO.

Pri određivanju obuhvata procjene, budući da je Strategija razvoja višesektorski dokument, koji ima zadaću odrediti razvojne potencijale teritorija i načine njihove realizacije, u svrhu integriranja različitih agendi gospodarskih, ekoloških, kulturnih i socijalnih politika, krenulo se od pretpostavke da se njenom provedbom mogu ostvariti utjecaji na sve sastavnice okoliša, pa i na prostoru širem od administrativnih granica samog Grada Solina.

Kriteriji značajnosti definirani su na temelju osjetljivosti potencijalnih okolišnih receptora na koje dokument može utjecati i magnitude promjene koju će provedba dokumenta uzrokovati, sukladno shemi prikazanoj na slici 2.



Slika 2. Određivanje kriterija značajnosti utjecaja na okoliš

Za potrebe definiranja osjetljivosti receptora, analizirano je početno stanje okoliša na području Grada Solina, te opisan mogući razvoj okoliša bez provedbe dokumenta, što predstavlja nultu varijantu ili varijantu ne činiti ništa, koja zapravo pruža referentni okvir za procjenu. Temeljem spomenute analize izdvojene su okolišne značajke područja na koja provedba može značajno utjecati, te postojeći okolišni problemi koji su važni za dokument. Na toj osnovi, određeni su ciljevi zaštite okoliša strateške studije, koji su obuhvaćali sve sastavnice, sa specifičnim podciljevima očuvanja ili unaprjeđenja postojećeg stanja okoliša, te pripadajućim pokazateljima zaštite okoliša, odnosno kriterijima kojima se prati postizanje ciljeva i utjecaj provedbe dokumenta na stanje okoliša (monitoring).

Za potrebe definiranja magnitude promjene, koja ovisi o planiranom smjeru razvoja, tj. intenzitetu (iskazan mjernom jedinicom i uspoređen s referentnom vrijednošću) i smjeru djelovanja, prostornom obuhvatu (gdje je primjenjivo) i trajanju utjecaja, uključujući njegovu reverzibilnost, bilo je potrebno detaljno analizirati strukturu procjenjivanog dokumenta.

Osim magnitude promjene, temeljem analize strukture vrši se i odabir analitičkih alata za procjenu utjecaja (npr. multikriterijalne analize, multikriterijalne prostorne analize, analize trendova, matrice sa stručnim prosudbama)

Analizom strukture (organizacije) dokumenta utvrđivano je u kojim dijelovima i na koji način on može utjecati na okoliš. Identificirala se priroda i forma dokumenta, tj. kako su formulirani pojedinačni elementi i u kakvom su međusobnom odnosu kao dio jedne funkcionalne cjeline. Analizom strukture trebalo se odgovoriti se na sljedeća pitanja:

- Koja je najmanja jedinica predmetnog dokumenta koja može utjecati na okoliš?
- U kakvom je ona odnosu prema ostalim elementima dokumenta (npr. da li je ovisna o hijerarhiji ili nije)? te
- Koja se informacija vezana uz nju može iskoristiti za utvrđivanje intenziteta utjecaja na okoliš, pri određivanju magnitude utjecaja?

Ustanovljeno je da je kao osnova Strategije razvoja uspostavljena hijerarhija pokazatelja za ostvarenje vizije: mjera → prioritet → cilj → vizija. S obzirom da su pokazatelji imali zabilježeno početno i ciljano stanje, ti su podaci korišteni za određivanje magnitude promjene, a budući da većina razvojnih rješenja nije prostorno definirana, odlučeno je da će se u procjeni koristiti alat matrice sa stručnim prosudbama utjecaja temeljem već spomenute magnitude promjene. Pokazatelji mjera identificirani su kao najmanja jedinica dokumenta

koja može utjecati na okoliš. Međutim, utvrđena je međuzavisnost pojedinih pokazatelja unutar iste mjere, o čemu je bilo potrebno voditi računa prilikom procjene, kako ne bi došlo do prividnog umnožavanja utjecaja. Također, unatoč hijerarhiji, često pokazatelji višeg reda nisu bili u čvrstoj korelaciji sa pokazateljima nižeg reda, te je odlučeno procjenjivati ne samo pokazatelje mjera, već s jednakom važnošću i pokazatelje prioriteta i ciljeva.

Nakon analize strukture, sljedeći bitni koraci bili su analiza sadržaja i njegovih vjerojatnih utjecaja na okoliš.

Kroz analizu sadržaja Strategije razvoja ispitano je na koji način dokument uzima u obzir pitanja zaštite okoliša s naglaskom na postojeće probleme u okolišu, a u odnosu na ciljeve zaštite uspostavljene po zaključivanju međunarodnih ugovora i sporazuma, te drugih strategija, planova i programa.

Nadalje, vezano uz predložena razvojna rješenja provjereno je u prvom redu postoji li uistinu potreba ili potražnja, odnosno opravdanost, za njihovom implementacijom, zatim jesu li pitanja zaštite okoliša pravilno prioritzirana, s obzirom na ozbiljnost njihovih posljedica i zahtjeve spomenutih dokumenata (gdje je bilo primjenjivo), uvažavaju li predložena rješenja najnovije spoznaje o mjerama i postupcima u zaštiti okoliša, te jesu li predložene lokacije pogodne za razvoj s obzirom na osjetljivost okoliša (gdje je bilo primjenjivo).

Paralelno s analizom sadržaja preliminarno je analizirano i kakve će utjecaje u odnosu na postojeće stanje okoliša (nultu varijantu, tj. varijantu ne činiti ništa) imati Strategijom predložena razvojna rješenja, a s obzirom na strukturu dokumenta, te može li se i na koji način efekte pozitivnih utjecaja pojačati, odnosno negativnih umanjiti.

Glavni cilj analize sadržaja i njegova utjecaja bio je identificirati „propuštene prilike“ za unaprjeđenje stanja okoliša, zatim one dijelove dokumenta, koji pojedinačno ili kumulativno, vjerojatno mogu izazvati značajne negativne i pozitivne utjecaje na bilo koju okolišnu sastavnicu, te dijelove čiji su utjecaji uvjetni, tj. koji ovisno o prilikama provedbe mogu biti negativni, neutralni ili pozitivni.

Strukturiranjem rezultata analize sadržaja i njezina utjecaja na okoliš, uvidjela se prilika za značajnim poboljšanjem Strategije razvoja izmjenama razvojnih rješenja koja su obuhvaćala:

- ukidanje onih čije negativne utjecaje nije moguće umanjiti mjerama,
- promjenu pristupa u zadovoljavanju potreba ili potražnje (npr. gužve u cestovnom prometu – gradnja nove prometnice vs. poticanje korištenja javnog prijevoza),
- promjenu prioriteta kao odgovora na zahtjeve situacije (npr. turistički rast – gradnja sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda vs. turističke atrakcije),
- promjena kapaciteta, ciljnih vrijednosti, lokacije, vremena provedbe i sl. u svrhu umanjenja negativnih i/ili pojačavanja pozitivnih utjecaja,
- uvrštavanje previđenih rješenja, kojima će se održati stabilnim ili poboljšati stanje okoliša,
- uvjetovanje provedbe prethodnim aktivnostima poput istraživanja, izrada analiza, studija, protokola i sl. (za koje po zakonu nije propisan PUO).

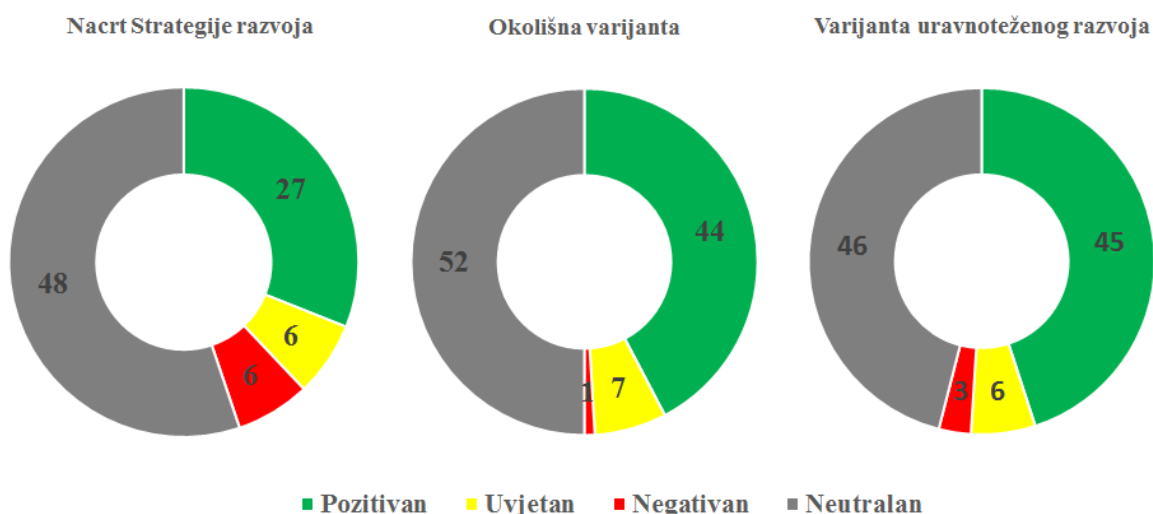
Integracijom opisanih izmjena, kojima su sva predložena razvojna rješenja usmjerena prema unaprjeđenju postojećeg stanja okoliša, formirana je „okolišna varijanta“. Na takav način ciljevi zaštite okoliša strateške studije u potpunosti su uključeni u ciljeve Strategije razvoja. Kroz okolišnu varijantu i dokumentirani proces njena razvoja (procjena utjecaja), predložene su maksimalne mogućnosti očuvanja i poboljšanja stanja okoliša, te vjerojatnosti negativnih implikacija provedbe početnog nacrtu Strategije razvoja, što je predstavljalo osnovu za raspravu o usklađivanju interesa dionika, tj. uravnoteženju njihovih želja i potreba sa ograničenim kapacitetom okoliša. Kroz taj proces, u kojem je u više navrata, kroz prijedloge

i upite mijenjan strateški okvir, te su izvršena terminološka i metodološka usklađenja, u suradnji s izrađivačima Strategije razvoja, formirana je nova, u ovom slučaju i konačna „varijanta uravnoteženog razvoja“. U varijantu uravnoteženog razvoja ugrađena je većinu prijedloga iz okolišne varijante.

Posljednji korak strateške procjene bio je ponovno testiranje varijante uravnoteženog razvoja naspram ciljeva zaštite okoliša strateške studije, temeljem čega su predložene dodatne mjere za ublažavanje njenih negativnih utjecaja, koje najvećim dijelom služe kao smjernice na projektnoj razini. Uvrštavanjem tih detaljnih mjera u konačnu varijantu, formirana je završna verzija dokumenta za javnu raspravu.

Rezultati i rasprava

Provođenje postupka strateške procjene uz razvoj varijanti i dokumentiranje čitavog procesa, omogućeno je pozitivnom suradnjom ovlaštenika, izrađivača Strategije razvoja, nositelja izrade i donosioca odluka, od samog početka izrade dokumenta. Svi spomenuti dionici suglasni su da je finalni dokument, koji je nastao na osnovu varijante uravnoteženog razvoja, značajno poboljšán u odnosu na početni nacrt Strategije razvoja, što je prikazano slikom 4.



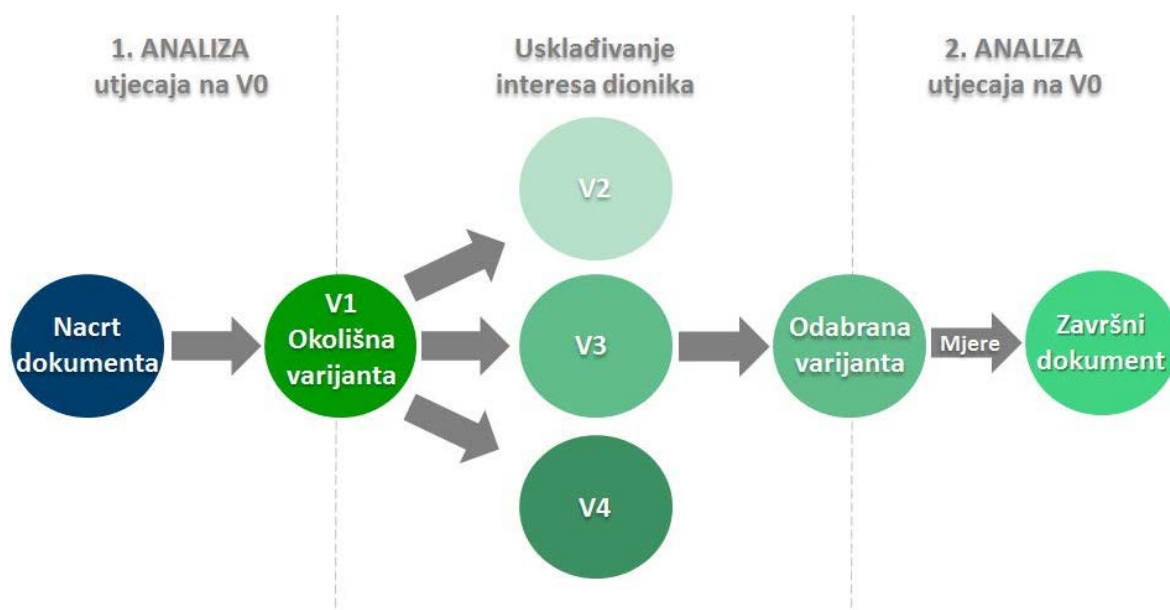
Slika 3. Usporedba varijanti s obzirom na broj identificiranih utjecaja na okoliš prema smjeru djelovanja

Iako je prikaz kvantificiranih utjecaja varijanti na okoliš tek indikativan, jer pored broja utjecaja pojedinih rješenja prema smjeru djelovanja ne prikazuje njihov puni intenzitet, obuhvat i vrijeme trajanja, temeljem njega ipak možemo ostvariti dojam o tome koliko je varijanta uravnoteženog razvoja unaprijeđena u odnosu na nacrt Strategije razvoja - ne samo prema smanjenom broju negativnih utjecaja razvojnih rješenja (za 50 %), već i po povećanom broju onih pozitivnih (za 40%). Bez postupka razvoja i usporedbe varijanti, uobičajenom procjenom utjecaja, koja rezultira tek mjerama zaštite okoliša, doprinos sustavu zaštite okoliša svakako bi bio mnogo manji.

U postupku strateške procjene Strategije razvoja, donositelj odluka od nekih pokazatelja, za koje je utvrđena vjerojatnost značajnih negativnih utjecaja, te okolišnom varijantom predložen način umanjivanja, nije želio odustati ili naći kompromis. Takve političke odluke su legitimne, a u strateškoj studiji kroz razvoj i analizu varijanti ostaje zabilježen proces donošenja odluke, odnosno dokaz da je nositelj izrade bio svjestan svih implikacija u trenutku donošenja odluke, jednako kao i javnost koja je sudjelovala u postupku, što je izvanredna vrijednost ovakvog postupka.

Temeljem zaključka da se strateškom studijom utjecaja Strategije razvoja na okoliš značajno doprinijelo unaprjeđenju sustava zaštite okoliša i provedenog postupka, ustanovljena je metodologija razvoja i procjene utjecaja varijanti strategije razvoja na okoliš u strateškoj procjeni (slika 3.). Metodologija uključuje dvostupanjsku analizu i sastoji se od više koraka:

- 1) Početna analiza strukture, sadržaja i procjene utjecaja predloženog dokumenta na okoliš, tj. u odnosu na nultu varijantu plana ili varijantu ne činiti ništa
- 2) Formiranje za okoliš najpovoljnije varijante u okviru strukture i ciljeva procjenjivanog dokumenta, integriranjem izmjena koje odražavaju maksimalne mogućnosti očuvanja i poboljšanja stanja okoliša u nacrt dokumenta
- 3) Razvoj jedne ili više novih varijanti u procesu usklađivanja interesa dionika s biofizičkim čimbenicima, temeljem dokumentiranog procesa razvoja za okoliš najpovoljnije varijante
- 4) Donošenje odluke o odabiru konačne varijante
- 5) Završna analiza procjene utjecaja konačne varijante na okoliš, koja rezultira isključivo mjerama kao smjernicama umanjjenja negativnih utjecaja na nižoj razini,
- 6) Formiranje završnog dokumenta uključivanjem mjera zaštite okoliša u odabranu varijantu.



Slika 4. Razvoj i procjena utjecaja varijanti strategije razvoja na okoliš u strateškoj procjeni

Budući da okolišna varijanta donositelju odluke služi kao podloga za raspravu o usklađivanju interesa, u čitavom postupku ključno je dokumentiranje procesa i razvoj okolišne varijante, te će kvaliteta završnog dokumenta ovisiti o kvaliteti podataka korištenih u procjeni, interpretaciji utjecaja i formiranju razvojnih rješenja okolišne varijante. Također, problematičan dio u procjeni utjecaja nacrta dokumenta i formiranju varijanti odnosi se na identificiranje informacija koje služe za utvrđivanje intenziteta utjecaja na okoliš, a bez koje je teško provesti valjanu procjenu značaja utjecaja. U slučaju Strategije razvoja Grada Solina, to je bilo jednostavno, jer su svi pokazatelji ishoda imali dodijeljenu početnu i ciljanu vrijednost, međutim u dosadašnjem radu smo se susretali s dokumentima iste vrste, koji nisu sadržavali taj podatak. U takvim situacijama razina nesigurnosti procjene je vrlo visoka, te je umanjena njena kvaliteta i kvaliteta krajnjih rezultata.

Dokumentiranjem procesa i razvojem okolišne varijante formira se okvir djelovanja u svrhu zaštite okoliša, kroz koji se prezentiraju opcije unaprjeđenja okoliša koje do tada nisu bile vidljive, varijante pojedinačnih rješenja s većim koristima za okoliš, mogućnosti gospodarskog korištenja zanemarenih prirodnih resursa uz njihovo maksimalno očuvanje i sl. S druge strane, opisuju su štetne posljedice uslijed potencijalne realizacije pojedinih rješenja ili skupova rješenja, te predlažu varijante prihvatljivije za okoliš ukoliko takve postoje. S obzirom na navedeno, bitno je naglasiti da ostale razumne varijante, koje se razvijaju na temelju okolišne, nije potrebno dodatno procjenjivati prije odabira konačne, jer su sve implikacije već poznate. Završnom analizom procjene utjecaja utvrđuju se mjere umanjivanja negativnih utjecaja odabrane varijante, koji u odnosu na ranije opisani postupak, nemaju strateški značaj.

Bez obzira na odabranu varijantu, svi navedeni podaci ostaju trajno zabilježeni u strateškoj studiji, te se na takav način, iznošenjem detaljnih informacija o mogućim prilikama i implikacijama provedbe politika, direktno osigurava transparentnost postupka, a posljedično i značajnije uključivanje javnosti u pitanja zaštite okoliša.

Također, razvijeni postupak je dovoljno općenit i jednostavan da ga je moguće primijeniti u širem kontekstu, na drugim razinama i drugim vrstama dokumenata, koristeći druge alate procjene. Tako se u postupku izrade prostornog plana okolišna varijanta za raspored npr. turističkih zona, vrlo lako može formirati korištenjem alata za prostornu multikriterijalnu analizu. Okolišna varijanta, u vidu mape visoke pogodnosti okoliša za smještaj turističkih zona, dalje će služiti kao osnova za usklađivanje interesa drugih dionika, tj. razvoj drugih razumnih varijanti.

Zaključak

U slučaju kada je razvoj varijanti zadatak strateške procjene, kreiranje „okolišne varijante“ pokazalo se učinkovitim pristupom za prezentaciju svih pozitivnih i negativnih okolišnih implikacija dokumenta u izradi, a time i izvrstan temelj za daljnju raspravu o prihvatanju održivih razvojnih rješenja.

S obzirom na činjenicu da uvrštavanje nalaza strateške procjene u dokument u izradi nije obavezno, a veći dio projekata koji su sadržani u dokumentima strateške razine podliježe postupcima procjene utjecaja zahvata na okoliš, razvidno je da su mjere koje proizlaze iz uobičajene procjene pojedinačnih zahvata u strateškoj procjeni tek manji dio doprinosa sustavu zaštite okoliša, dok se prava vrijednost nalazi upravo u postupcima razvoja i prihvatanja varijanti.

Ovakav pristup strateške procjene u kojem se procjenjivani dokument tretira kao jedinstven problem, a ne skup pojedinačnih zahvata za koje se propisuju mjere zaštite okoliša na projektnoj razini, pokazuje da se koncept strateške procjene ipak može udaljiti od koncepta procjene utjecaja zahvata na okoliš, te na taj način doprinijeti značajnom poboljšanju stanja okoliša na strateškoj razini.

Literatura

- [1] Narodne novine (2013., 2015., 2018.a i 2018.b). Zakon o zaštiti okoliša. Narodne novine d.d., Zagreb: br. 80 (1659), 78 (1498), 12(264) i 118(2345)
- [2] González, Ainhua & Therivel, Riki & Fry, John & Foley, Walter. (2018). Developing and Assessing Alternatives in Strategic Environmental Assessment. EPA Research Report (http://www.epa.ie/pubs/advice/ea/SEA-Alternatives-157-Published_web.pdf)

- [3] DEAT (2004) Criteria for determining Alternatives in EIA, Integrated Environmental Management, Information Series 11, Department of Environmental Affairs and Tourism (DEAT), Pretoria.
- [4] (https://www.environment.gov.za/sites/default/files/docs/iem_alternativesineia.pdf)
- [5] Stinchcombe, K., & Gibson, R. B. (2001). Strategic environmental assessment as a means of pursuing sustainability: ten advantages and ten challenges. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 03(03), 343–372.
doi:10.1142/s1464333201000741
- [6] EPA, 2012. Review of effectiveness of SEA in Ireland. Environmental Protection Agency, Johnstown Castle, Wexford, Ireland.
- [7] (<http://www.epa.ie/pubs/advice/ea/SEA%20EFFECTIVENESS%20REVIEW%20MAIN%20REPORT%202012.pdf>)
- [8] Gesa Geißler, Anke Rehhausen, Thomas B. Fischer & Marie Hanusch (2019) Effectiveness of strategic environmental assessment in Germany? – meta-review of SEA research in the light of effectiveness dimensions, *Impact Assessment and Project Appraisal*, 37:3-4, 219-232, DOI: 10.1080/14615517.2019.1587944

SEKCIJA C / SECTION C

ODRŽIVI I UKLJUČIVI RAZVOJ / SUSTAINABLE AND INCLUSIVE GROWTH

Revitalization and rewilding projects - challenges of the future and opportunities for coexistence

Matko Bišćan¹, Berislav Marković¹, Perica Bušić², Marijana Kotaran Munda², Renata Vidaković Šutić²

¹ EKONERG Ltd., Koranska 5, Zagreb, Republic of Croatia,
(matko.biscan@ekonerg.hr, berislav.markovic@ekonerg.hr)

² Institut za elektroprivredu d.d., Koturaška cesta 51, Zagreb, Republic of Croatia,
(perica.busic@ie-zagreb.hr, marijana.kotaran-munda@ie-zagreb.hr,
renata.sutic@ie-zagreb.hr),

Abstract

Biodiversity conservation projects, resulting as active human intrusion into the ecosystem, can be divided into revitalization, reintroduction and rewilding projects. The habitat revitalization project-“DRAVA LIFE-Integrated River Management” is planning to restore habitats on seven locations on Drava River through reconstruction of the old ones and the creation of new river side-arms. The main project objective is creating additional water flows and increasing the dynamic of hydro morphological processes that will stimulate the creation of new river habitats on Drava River, which will also be used for flood protection. This project will be as an example of a revitalization project to open a discussion on three current topics of sustainable and inclusive development: referential biodiversity status, maintaining current biodiversity status, and the human - nature coexistence. Firstly, debate is on referential i.e. “natural” biodiversity status. Subject can be illustrated through an example of the historical grassland/forest habitats distribution, which is directly related to this “DRAVA LIFE” project. Furthermore, there is an open debate among nature conservation experts how to maintain current biodiversity status. Ideas range from smaller environmental interventions to the increasingly radical alternatives. Finally, the human - nature coexistence requires compromises on both sides, which was challenging to address as well within this project, but also in rewilding projects in progress.

Keywords: revitalization, biodiversity baseline status, coexistence

Introduction

Urbanization, depopulation of rural areas, efficiency improvement in agriculture and the transition to a post-industrial economy in Europe and North America has taken large areas of land out of human use that could be returned to a “natural” state. [1]. Also, during the period 1991-2001 in Croatia were ~ 500,000 persons displaced due to the war, which is ~ 11.5% of the total population in Croatia [2]. This creates new opportunities for an ecological restoration, reintroduction and rewilding. Thus, ecological restoration is returning an ecosystem back to the way it was, reintroduction is returning a species back to where it used to live, and rewilding is returning a managed area back to the wild. [3]. Also, revitalization has traditionally focused on restoring vegetation and habitats, with a largely passive approach to restoring animal populations [4], while reintroduction and related activities are dominantly about animals, especially vertebrates. Therefore, since the “DRAVA LIFE” project is planning to restore the Drava River side-arms to restore the conditions of the river ecosystem with the associated wet habitats, project is defined as an ecological revitalization project, while the project with aim of investigating rewilding potential of wolves in the Pannonian region is defined as rewilding project.

Revitalization

The habitat revitalization project-“DRAVA LIFE-Integrated River Management” planning to restore habitats on seven locations on Drava River through reconstruction of the old ones and the creation of new river side-arms. The main project objective is creating additional water flows and increasing the dynamic of hydro morphological processes that will stimulate the creation of new river habitats on Drava River, which will also be used for flood protection. This project will be as an example of a revitalization project to open a discussion on three current topics of sustainable and inclusive development: referential biodiversity status, maintaining current biodiversity status, and the human - nature coexistence. So, the project includes four side-arms on the Drava River (Figure 4), as follows: Virje Island - C1 (312 - 314.3 rkm), Stara Drava Varaždin - C2 (289.3 - 292 rkm), Miholjački Martinci - C6 (104 - 106 rkm) and Podravska Moslavina - C7 (96 - 98 rkm). The river Drava is located within four areas of the ecological network and the Mura-Drava Regional Park.



Figure 4. Lokacije rukavaca Otok Virje – C1, Stara Drava Varaždin – C2, Miholjački Martinci – C6 i Podravska Moslavina – C7

At the project locations there is a partial flow of the side-arms in terms of duration and continuity. Due to such a water regime, some habitats have been successively advanced or completely dry. The reasons for the observed changes in habitat conditions are anthropogenically caused changes in the hydromorphological features of the Drava river, which primarily refers to the construction of retention and dikes for flood protection. An exception is the C7 side-arm which, due to its existing retention, still has a satisfactory biodiversity status. Therefore, an overview of the current situation at the project locations and the planned “green” technical solutions are given below.

The main purpose of the side-arms restoration is to bring water into the side-arms at lower river flows in order to increase the morphological dynamics in the side-arms and the possibility of creating new habitats for birds on the riverbanks.

Different riverbank slopes (1: 2 and 1: 4) are planned in order to create different habitats, which is conducive to the target species. Although reeds are not present at the site at the moment, they are an important habitat type in the area, as they are nesting and feeding areas for birds, fish, amphibians, reptiles and mammals and have a distinct aesthetic and landscape value in the area.

As the aim of the LIFE project is to create new habitats and to ensure the naturalness of the Drava River, and accordingly to [5], the protection of private land from erosive processes is planned using biological construction. Namely, the application of biotechnical methods (e.g. Joint planting, wooden cribwall, brushmattress) allows the creation of natural and bumpy riverside areas, since on smooth surfaces (e.g. concrete walls) there is no important micro-habitats, no connection to groundwater and

surrounding semi-aquatic habitats. Therefore, this project used "live" wooden cribwall construction consisting of logs, live branches, soil, stones and boulders that build the riverside and enable the greening of the riverside as well as allowing natural succession. This can be built as a vertical wall, taking up little space while ensuring the stability of the riverside. Also, wooden cribwall provide habitats in the form of small holes and "pockets", which are extremely important for juvenile fish and invertebrates, since flooding can take away juvenile fish and individuals of species that are poor swimmers and cause great losses to populations.

In order to maintain the current nesting grounds of the sand martin (*Riparia riparia*), European bee-eater (*Merops apiaster*) and common kingfisher (*Alcedo atthis*) and to protect private land, this project has planned a variant of 8 hidden underground embankments and 2 depot in the right riverbank of the C6 arm. Hidden underground embankments and depots will allow immediate erosion of the existing riverbank up to 50 m into the riverbank (protection of private land), thus maintaining the current bird nesting sites at the riverbank itself. The hidden underground embankments would be built from the stone of the existing submerged river embankments which will be removed.

In order to create additional natural habitats for the breeding of waterbirds at the area of the C6 river side-arm, it is envisaged to create the vertical riverbank at several locations on the left side of the C6 side-arm. Namely, it will be arranged in such a way that a thin layer of soil, roots and existing vegetation will be removed vertically to make "bare land" visible. This achieves a vertical steep bank clear of vegetation. These sites were selected because of existing naturally steep banks of the riverbank, which will erode after removing the vegetation. Also, plan is to create two sandbars at the C2 river side-arm area to create new nesting grounds.

But there is an open debate among nature conservation experts about what is the baseline state of biodiversity and how to maintain the current state of biodiversity. Opinions range from smaller environmental interventions to the adoption of increasingly radical alternatives. Radical activities may include the displacement of native species outside their natural ecosystem, as well as the introduction of allochthonous species to replace extinct niches, and to the creation of new dominant ecosystems (e.g. through succession) [4]. There has also been an open debate as to what is the state of biodiversity as being 'natural'.

Furthermore, future discussions among nature conservation experts will likely lead to the definition of an acceptable degree of human intervention in an environment that is desirable, since "wildlife&wild" is considered an increasingly important attribute. The subject of the baseline state of biodiversity and the degree of human activity in the environment can be illustrated by the example of grassland habitat distribution throughout history, which is directly related to this project "DRAVA LIFE". Specifically, in terms of origin, grasslands can be distributed with (i) natural grasslands predetermined by ecological conditions and wild herbivores; (ii) semi-natural grasslands associated with long-term human activity since the beginning of agriculture during the Mesolithic-Neolithic transition; and (iii) improved (intensive) grassland, a product of modern agriculture based on seeded and highly productive forage grasses and legumes [7].

Thus, natural grassland habitats were present even before the human appearance [8]. However, climate change and anthropogenic impact lead to changes in habitat types. Therefore, it is an open question, which habitats are "natural" in the chosen location, i.e. what type of habitat we will preserve or restore through revitalization projects. The current concept of nature protection concentrates on the protection of the current state of biodiversity, therefore, for example in the European Union area, target habitats and target species have been defined to be protected through NATURA 2000 sites. Accordingly, the

DRAVA LIFE project also followed the EU concept, therefore, the revitalization of the river habitats within this project focused on the revitalization of the habitat defined by the given EU Directives (Habitat Directive - Council Directive 92/43/EEC and Bird Directive - Council Directive 2009/147/EC).

Rewilding

As noted earlier, there is debate among nature conservation experts about defining an acceptable degree of human intervention in an environment, as "wildlife" is considered an increasingly important attribute. Therefore, the second part of this paper deals with rewilding i.e. reconnecting patches of semi-natural habitats in good ecological conditions (regions with low human footprint). Specifically, through the PhD project Reconnecting Existing Wilderness in Croatia, the necessary conditions will be considered for the potential "successional return" of former habitats of large carnivores (wolves) in the Pannonian region.

Large carnivores are the most controversial and challenging group of species to conserve in our modern and crowded world. There is a deeply rooted hostility to these species in human history and culture, because of perceptions of their negative impacts on humans. Large carnivore abundance and distribution have historically been reduced, and their present conservation has become intertwined with broader emotional, political, and socioeconomic issues that further complicate this challenge. In addition, large carnivores live at low densities and have large spatial requirements [5]. So, there is a pressing need to integrate large carnivore species into multi-use landscapes outside protected areas. However, an unclear understanding of coexistence interferes the realization of this goal. Based on existing literature of large carnivore conservation issues, coexistence is a dynamic but sustainable state in which humans and large carnivores co-adapt to living in shared landscapes where human interactions with carnivores are governed by effective institutions that ensure long-term carnivore population persistence, social legitimacy, and tolerable levels of risk. Concept of coexistence includes human–carnivore and human–human interactions, helping to unify disparate interpretations of coexistence from different disciplines. So, coexistence emerges from the interactions within coupled socioecological systems, in which the human and natural systems are fundamentally integrated. [6].

Large carnivores – bear, wolf, lynx (and jackal) are an important component of Croatia's biodiversity and a natural wealth which needs to be preserved. These carnivores (e.g. grey wolf, brown bear, Eurasian lynx) that have populations in Croatia are part of larger European regional populations). Their conservation is a complex task for which Croatia is making intense efforts, for the most challenging aspect – the relations with people. From the biological aspect, bear and wolf populations can be considered stable, while the lynx population is declining. Habitats fragmentation and degradation are currently, apart from illegal killing, the major threat to large carnivores. Croatia shares large carnivore populations with its neighbouring countries, which makes cross-border cooperation in management and administration vitally important for ensuring the survival of these animals on the long term. The cooperation with Slovenia already exists, while the cooperation with Bosnia and Herzegovina will be fostered in the future.

Main species of this PhD project is grey wolf. Hundred years ago, wolves had inhabited the entire area of Croatia, since to hunting statistics in 1894 at least one wolf was killed in each of the then counties. Then, in the early 1990s the wolves lived only in Gorski kotar and Lika, while it was believed that they were not present in Dalmatia [7]. After that, their numbers increased, mostly because spreading to new habitats, but also increasing density in areas where they have been able to survive all the time despite

attempts to systematically exterminate. In 2001, the wolves settled in Gorski kotar, Lika and Dalmatia, and occasionally appeared in the Peripanonian area, on the southern slopes of Velebit, near Ravni Kotar, near Kastela and near Biokovo [8]. Between 2001 and 2008, wolves were established in the Banovina area, and in the part of Karlovac County to Bosiljevo, but not in Pannonia region, where they historically were present. According to the Technical report on the status of wolf populations in Croatia [9] it is estimated that in Croatia the wolf population ranges from at least 126 individuals to a maximum of 186 (185,5) individuals. Of these, 27 packs living in the territory of Croatia, but also 22 packs are borderline (45%) - Slovenia and Bosnia and Herzegovina. The number of animals in 2015 has decreased compared to 2014 and significantly in comparison to 2012 and is at the same time the fifth year in a row below 200 individuals, which is targeting minimum. According to population data, the wolf is present at 18.213 km² and occasionally appears at another 6.072 km². Grey wolf population in Croatia is part of bigger European regional population - Dinaric-Balkan (Slovenia, Croatia, Bosnia & Herzegovina, Montenegro, "the former Yugoslav Republic of Macedonia", Albania, Serbia, Kosovo).

So, it is important to emphasize the central role of Pannonia in reconnecting European regional populations (e.g. regional populations of grey wolf - Dinaric-Balkan and Carpathian populations). Pannonian area in Croatia (and also in Serbia, Bosnia and Herzegovina, Hungary) is a possible key habitat to bridge and potentially reconnect local populations. Especially because this region has lots of semi natural habitats in good ecological condition and with low human footprint (due to war depopulation). Also, this area has three big rivers (Drava and Danube (UNESCO Biosphere Reserve), Sava) with still lots of semi natural habitats. Also, there are Slavonian Highlands (Punjski, Papuk, Krndija, Požeška gora, Dilj, Petrova gora, Zrinska gora) that can, with rivers, connect the whole area. Even the Slavonian highlands are isolated and surrounded with open habitats (agricultural area) that are avoided by wolves; there are more and more farmland and plains under ecological succession which can provide a suitable habitat for a grey wolf. There is a high probability that at Nature Park Papuk (protected area with low human disturbance) wolves has already created a pack because there is possible prey (deer, wild boar and also cattle that people are not used to protect because the wolf was not there for a decade), and the area is protected by the law. This wolf pack probably came from Serbia or Bosnia and Herzegovina, but it is not scientifically proven even its origin or its existence.

Furthermore, planning of wildlife "chain" over geographical scale is not so good developed, so it is difficult to connect local populations between different countries, especially large carnivores. Animals are returning to some of these areas where human population has been decreased / displaced, or hunting has stopped. This is a trial to think about next 30 years and how animals will rewild these areas. But for now, it is not proven that there are enough patches of semi natural habitats in good ecological condition (regions with low human footprint) that can reconnect carnivore's habitat in Pannonia, but occasional sightings of large carnivores indicate that potential. So, during PhD project possibilities will be analysed for creating/defining ecological corridors that can connect (semi) natural habitats of carnivores in Croatian part of Pannonia, or habitats where carnivores were historically present (e.g. connecting Carpathian and Dinaric-Balkan grey wolf population). There will be three steps, first - meta-analysis regarding the relations in the trophic pyramid due to the three different habitats - natural, semi natural, anthropogenic. Second step is citizen science principle and raising awareness / changing public opinion about rewilding process and carnivores, to sensitize public opinion, media and stakeholders. It can be done by involving public in project, especially school children. And the third part is creating/defining ecological corridors that may connect (semi)

natural habitats of carnivores in Croatia, or habitats where carnivores were historically present. It will be done analysing current "black spots" at the roads, and areas with lower anthropogenic disturbance.

In recent decades, there has been some research on the topic of carnivore reintroductions, which is summarized by [10]. Most of this work relates to the question of what makes a carnivore reintroduction attempt successful. For example, protected area size has been found to be closely linked to the likelihood of large carnivore persistence, with one study reporting critical reserve sizes necessary for 50% probability of persistence ranging from 36 km² for the American black bear to 3.606 km² for the African wild dog. Carnivores in smaller protected areas may be more vulnerable to negative edge effects just outside reserve borders involving hunting or trapping by humans and conflict with humans over livestock and agriculture, particularly when efforts like fence construction are not taken to reduce conflict in surrounding buffer zones.

Wolfs are probably now back in most of areas in Pannonia all the way to Sava River, and even we have wolf in Petrova Gora and Papuk, from just recently, so aim of this PhD project, beside modelling ecological corridors, is also to prepare the population of continental areas for this rewilding. Pannonia with large carnivores is probably not just a dream; it's an ongoing process that has already started and can be probably reached in 30 years, so as soon as scientists get involved, they can help both community and their "wild neighbours".

Conclusion

There is no segment of human activity that has no direct or indirect impact on biodiversity and on ecological systems. Knowledge of multi-use landscape issues, planning methodology and reconciliation of often conflicting interests in landscape/environment through the development of spatial plans is increasingly becoming insufficient. A range of new knowledge, skills and habits need to be adopted that integrate a multidisciplinary and environmentally sustainable approach, as steps to reduce anthropogenic pressures on biodiversity, but which can also drive a wide range of societal benefits. Revitalization and rewilding projects are one of these new forms of sustainable intrusion of human action in the environment, so it is necessary to continue to develop methodologies for their implementation and to improve collaboration with the public.

Literature

- [1] Gross, M. (2014) How wild do you want to go?. *Current Biology*, Vol 24 (1067-1070)
- [2] Nejašmić, I. (2014) Iseljavanje iz Hrvatske od 1900. do 2001.: demografske posljedice stoljetnog procesa. *Migracijske i etničke teme*, Volume 3 (405-435)
- [3] Corlett, R. T. (2016) Restoration, Reintroduction, and Rewilding in a Changing World. *trends in Ecology & Evolution*, pp. 453-462.
- [4] Perring, M. et al. (2015) Advances in restoration ecology: rising to the challenges of the coming decades. *Ecosphere*, Volume 6 (1-25)
- [5] HAOP (2015) Stručne smjernice - Upravljanje rijekama.
- [6] Corlett, R. T. (2016) Restoration, Reintroduction, and Rewilding in a Changing World. *trends in Ecology & Evolution*, pp. 453-462.
- [7] Hejcman, M., Hejcmanová, P., Pavlu, V. & Beneš, J. (2013) Origin and history of grasslands in Central Europe – a review. *Grass and Forage Science*, Volume 68 (345-363)
- [8] Uno, K., Polissar, P., Jackson, K. & deMenocal, P. (2016) Neogene biomarker record of vegetation change in eastern Africa. *PNAS*, p. 6355–6363.

- [9] Chapron, G. (2014) Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, pp. 1517-1519.
- [10] Carter, N. H. & Linnell, J. D. (2016) Co-Adaptation Is Key Coexisting with Large Carnivores. *Trends in Ecology & Evolution*, pp. 575-578.
- [11] Frkovic, A., Ruff, R., Cienjak, L. & Huber, D. (1992) Wolf mortality during 1945-86 in Gorski kotar of Croatia, Yugoslavia, pp. 353-358.
- [12] Kusak, J. (2002) Uvjeti za život vuka (*Canis lupus L.*) u Hrvatskoj, Doktorska disertacija.
- [13] HAOP (2017) Izvješće o stanju populacije vuka u Hrvatskoj u 2016.
- [14] Wolf, C. R. W. (2018) Rewilding the world's large carnivores. *Royal Society Open Science*, 5:172235(<http://dx.doi.org/10.1098/rsos.172235>).

Dizajn mjera zaštite faune šišmiša na vjetroelektrani Rudine, Hrvatska

Dina Rnjak¹, Goran Rnjak¹, Stipe Maleš¹, Dino Grozić¹, Josip Križan²,
Oleg Antonić^{1,3}

¹*Geonatura d.o.o., Fallerovo šetalište 22, 10000 Zagreb (drnjak@geonatura.hr)*

²*Multione j.d.o.o., Ulica Andrije Ambriovića 9, 10360 Sesvete, Zagreb
(jkrizan@multione.hr)*

³*Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Zavod za kvantitativnu ekologiju, Cara Hadrijana 8A, 31000 Osijek*

Sažetak

U radu je predstavljena metoda dizajniranja optimalnih mjera ublažavanja negativnih utjecaja na faunu šišmiša na primjeru vjetroelektrane Rudine. Na temelju prostorno-vremenskih varijacija u bilježenom intenzitetu stradavanja šišmiša tijekom rada vjetroelektrane 2016. i 2017. godine, prepoznato je kritično razdoblje povećanog rizika stradavanja i kritične lokacije vjetroagregata. Detaljnim praćenjem aktivnosti na visini gondola i analizom u odnosu na mikroklimatske uvjete, predložene su granične brzine vjetra ispod kojih je nužno osigurati izostanak rotacija lopatica za pojedina razdoblja i dijelove noći. Također, definirani su drugi mikroklimatski uvjeti (niže temperature, prisustvo oborine) pri kojima mjere nije potrebno primjenjivati neovisno o brzini vjetra.

Ključne riječi: aktivnost šišmiša, mikroklimatski uvjeti, stacionarni ultrazvučni detektor, stradavanje šišmiša, mjere ublažavanja

Design of mitigation measures for bat fauna at the Rudine wind farm, Croatia

Dina Rnjak¹, Goran Rnjak¹, Stipe Maleš¹, Dino Grozić¹, Josip Križan²,
Oleg Antičić^{1,3}

¹*Geonatura d.o.o., Fallerovo šetalište 22, 10000 Zagreb (drnjak@geonatura.hr)*

²*Multione j.d.o.o., Ulica Andrije Ambriovića 9, 10360 Sesvete, Zagreb (jkrižan@multione.hr)*

³*University of J.J.Strossmayera in Osijek, Department of biology, Subdepartment of quantitative ecology, Cara Hadrijana 8A, 31000 Osijek*

Abstract

In this paper, a method of designing optimal mitigation measures for bat fauna is presented on the example of Rudine wind farm. Based on spatio-temporal variations of the observed bat mortality during wind farm operation in 2016 and 2017, critical high-collision risk period and critical wind turbine locations were identified. By detailed activity monitoring at nacelle height and subsequent analysis of activity to microclimatic conditions correlation, specific wind speed thresholds were proposed for different time periods and parts of night below which wind turbine blade rotation should be suspended. Also, other microclimatic conditions were defined (low temperatures, presence of precipitation) in case of which application of threshold wind speeds is not necessary.

Keywords: bat activity, microclimatic conditions, stationary ultrasound detector, bat fatality, mitigation measures

Uvod

Vjetroelektrana (VE) Rudine nalazi se na području Dubrovačkog primorja u Dubrovačko-neretvanskoj županiji te obuhvaća 12 vjetroagregata. S obzirom na izostanak jednogodišnjeg istraživanja faune šišmiša na užem području zahvata u fazi izrade Studije utjecaja na okoliš, provedeno je detaljno istraživanje tzv. nultog stanja populacija šišmiša na širem području planiranog zahvata (srpanj 2014. – lipanj 2015.) u skladu sa Smjernicama za izradu Studija utjecaja na okoliš za vjetroelektrane za faunu ptica i šišmiša [10] te uvažavajući prema mogućnostima i međunarodne smjernice [11] Sporazuma o zaštiti europskih populacija šišmiša (UNEP\EUROBATS). S početkom rada vjetroelektrane nastavljeno je daljnje praćenje aktivnosti šišmiša u trajanju od dvije godine (veljača – studeni 2016 i 2017) te praćenje njihovog stradavanja u skladu s navedenim Smjernicama i Rješenjem nadležnog Ministarstva od 15. travnja 2008. (Klasa: UP/I 351-03/06-02/00043, Ur.br.: 531-08-1-1-07-08-10).

U 2017. godini, zbog povećanog intenziteta stradavanja šišmiša zabilježenog tijekom 2016. godine, započelo je praćenje aktivnosti na odabranim vjetroagregatima s ciljem dizajniranja optimalnih mjera ublažavanja negativnih utjecaja na faunu šišmiša. Potreba za implementacijom mjera zaštite šišmiša u korelaciji je s njihovom aktivnošću u prostoru i vremenu. Pri tom intenzitet aktivnosti šišmiša na nekom području ovisi o ekologiji prisutnih vrsta, načinu na koji koriste istraživani prostor (za formiranje porodiljnih kolonija, sezonske migracije, hibernaciju) te mikroklimatskim uvjetima na lokaciji. Na temelju ovih podataka prikupljenih specifično za lokaciju VE Rudine bilo je potrebno naći odgovore na pitanja: koji su vjetroagregati najrizičniji, kada primijeniti i na koji način dizajnirati optimalne mjere iz konteksta ublažavanja negativnih utjecaja na faunu šišmiša i istovremenog smanjenja gubitaka u proizvodnji električne energije? Zbog

velikog opsega trogodišnjeg istraživanja, u članku je prikazan samo dio prikupljenih podataka koji su korišteni u procesu dizajniranja mjera, dok je cjeloviti prikaz rezultata, kao i detaljniji prikaz korištene metodologije opisan u pripadajućim godišnjim izvještajima [5, 6, 7].

Metodologija

Metodologija istraživanja sastojala se od praćenja aktivnosti i stradavanja šišmiša [10, 11], te naknadnih analiza i dizajniranja mjera ublažavanja negativnih utjecaja. Periodično praćenje aktivnosti duž transekata provedeno je godinu dana prije rada kao i dvije godine tijekom rada vjetroelektrane, kada je ujedno provedeno i kontinuirano praćenje aktivnosti na mjernom stupu te praćenje stradavanja. Praćenje aktivnosti na visini gondola vjetroagregata provedeno je u drugoj godini tijekom rada vjetroelektrane.

a. Praćenje aktivnosti

Periodično praćenje aktivnosti šišmiša pri tlu provedeno je snimanjem njihovog glasanja (eholokacije) ultrazvučnim detektorom (Elekon Batlogger M, $f_{\text{aktivacije}} = 10 - 155$ kHz) duž prethodno definiranog linijskog transekta koji na udaljenosti do 260 m prati lokacije vjetroagregata. Snimanje duž linijskog transekta provedeno je svaki mjesec tijekom provedbe istraživanja, izuzev u vrijeme hibernacije šišmiša u siječnju i prosincu, u vremenu kada se očekuje najveći intenzitet šišmiša (u trajanju do dva sata od trenutka zalaska Sunca). Detaljnom analizom snimljenog glasanja (BatExplorer v.1.1 i v.2.0) dobivena je prostorno-vremenska distribucija aktivnosti šišmiša pri tlu te sastav prisutnih vrsta i/ili fonetskih skupina [1].

U svrhu dobivanja uvida u vremensku dinamiku aktivnosti šišmiša na visini i preliminarne procjene rizika stradavanja u ovisnosti o mikroklimatskim uvjetima, aktivnost šišmiša tijekom rada vjetroelektrane kontinuirano je praćena stacionarnim ultrazvučnim detektorom (Song Meter SM2BAT+, $f_{\text{aktivacije}} = 8 - 192$ kHz) mikrofonom (SMX-U1) 60 m iznad tla na mjernom stupu (Slika 1 a, c) u neposrednoj blizini vjetroagregata u periodu od jednog sata prije zalaska Sunca do jednog sata nakon izlaska Sunca. Prikupljeni zvučni materijal pročišćen je u specijaliziranim programima Kaleidoscope v.4.5.4 i Kōmori odvajanjem snimki na kojima su zabilježeni šišmiši od snimki šumova. Navedeni računalni programi su prije uporabe kalibrirani i testirani na odabranom i unaprijed provjerenom uzorku od 130 000 snimki. Računalno izdvojene snimke dodatno su provjerene (Sonobat v.3.1.4p) te je aktivnost šišmiša prikazana u broju 5-sekundnih intervala (5s snimki) po noći, unutar kojih je zabilježeno njihovo glasanje. Provedena je analiza aktivnosti šišmiša u ovisnosti o razdoblju godine, noći, rezultatima praćenja stradavanja i vremenskim uvjetima, odnosno brzinama vjetra i temperaturi zraka te prisutnosti oborine. Prilikom analiza korišteni su meteorološki podaci mjereni na mjernom stupu na lokaciji VE Rudine koje je osigurala Vjetroelektrana Rudine d.o.o.

b. Praćenje stradavanja

Kako bi se utvrdila prostorno-vremenska distribucija stradavanja šišmiša i njen intenzitet, svaki mjesec dvije godine tijekom rada vjetroelektrane, izuzev u siječnju i prosincu, detaljno je pretraživano područje oko svakog vjetroagregata na udaljenosti do 70 m u svrhu pronalaska stradalih jedinki šišmiša. Pretraživanje je provedeno u prosjeku svakih 10 dana, s vremenskim razmakom od najviše 15 dana između dva pretraživanja, u trajanju 45 – 60 min/čovjek/vjetroagregat. S obzirom na utvrđenu okvirnu preglednost terena, odnosno postojeću vegetaciju i morfologiju, uočljivost, veličinu i potencijalno veliku brzinu promjene stanja pronađenih stradalih jedinki, definirana su područja loše preglednosti i teške prohodnosti (grmlje i visoka trava) i ocijenjena kao neadekvatne površine za pretraživanje te je trud u svrhu pronalaska šišmiša uložen isključivo u pretraživanje površina dobre preglednosti (platoi, pokosi, ceste) koje su u tu svrhu

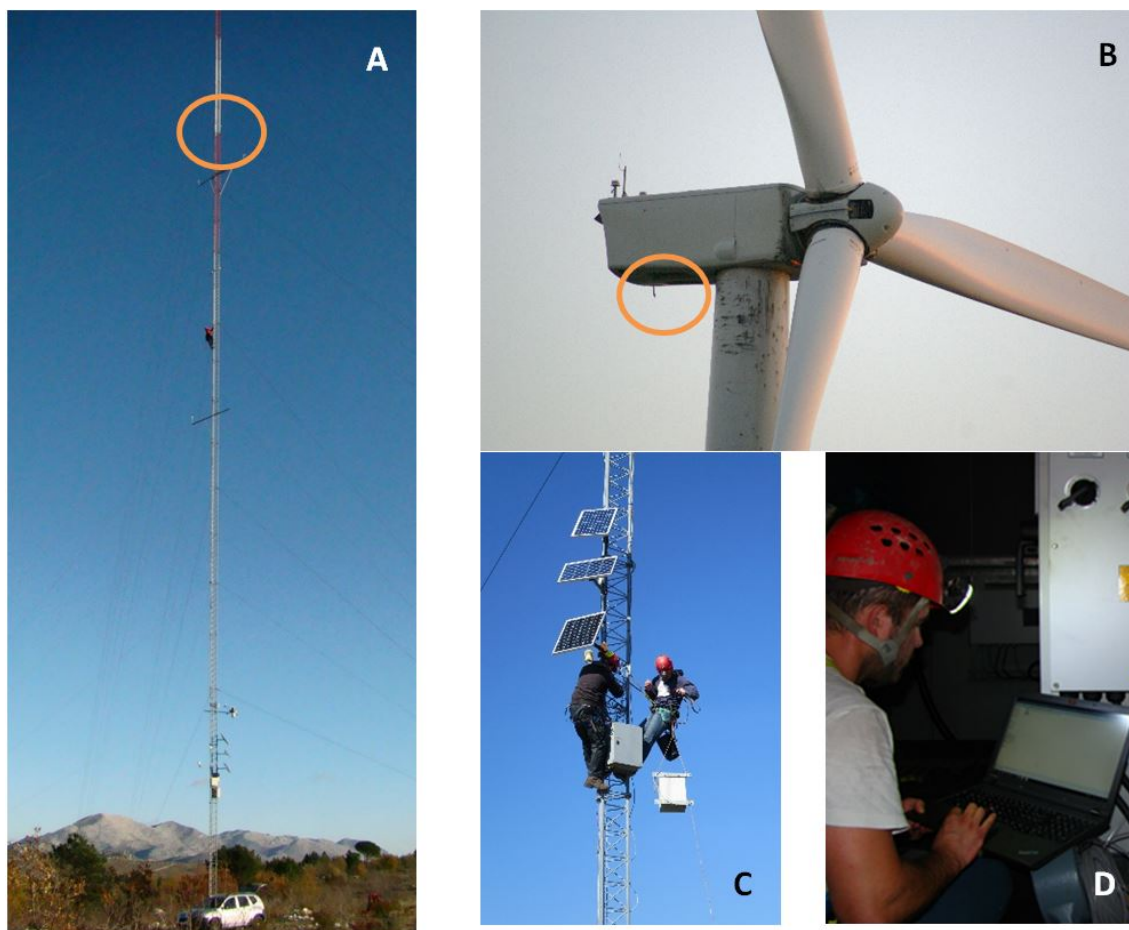
kartirane. Pronađeni stradali šišmiši su fotografirani, zabilježen je njihov položaj (geografske koordinate, smjer i udaljenost s obzirom na lokaciju najbližeg vjetroagregata), utvrđena je taksonomska pripadnost [2, 3, 12], spol, dob i osnovne morfološke mjere ovisno o općem stanju pronađene jedinke, na temelju kojeg je procijenjeno i okvirno vremensko razdoblje unutar kojeg su stradali.

Ukupna pretpostavljena brojnost stradalih šišmiša procijenjena statističkim programom R uz pomoć paketa „carcass“ [4, 9] čime su uzeti u obzir: broj pronađenih stradalih jedinki, vremenska razdoblja između sukcesivnih pretraživanja, brzina nestajanja stradalih šišmiša, udio pretraženog područja u polumjeru od 70 m oko vjetroagregata i promjenjiva vjerojatnost pronalaska stradalih šišmiša ovisno o udaljenosti od vjetroagregata (eng. *Density-Weighted Proportion* (DWP)) [8]. Brzina nestajanja stradalih šišmiša procijenjena je na temelju praćenja brzine nestajanja postavljenih leševa laboratorijskih miševa u trajanju od 10 dana u svibnju i rujnu 2016. i 2017. godine.

c. Dodatno praćenje aktivnosti i dizajn mjera ublažavanja negativnih utjecaja

Na temelju analize podataka prikupljenih do sada prikazanom metodologijom utvrđena su kritična razdoblja najveće aktivnosti i stradavanja šišmiša te najrizičnije lokacije vjetroagregata. U svrhu definiranja optimalnih mjera zaštite, a na temelju povećanog stradavanja šišmiša zabilježenog tijekom prve godine istraživanja tijekom rada vjetroelektrane, uspostavljene su dodatne aktivnosti kontinuiranog praćenja aktivnosti stacionarnim ultrazvučnim detektorom (Song Meter SM2BAT+) na četiri vjetroagregata (Slika 1 b, d) u kritičnom razdoblju, odnosno od 14. srpnja do 30. studenoga 2017. godine svaki dan od jednog sata prije zalaska Sunca do jednog sata nakon izlaska Sunca. Dobiveni podaci o aktivnosti, kao i u slučaju kontinuiranog praćenja na mjernom stupu, pročišćeni su i analizirani (Kaleidoscope v.4.5.4, Kōmori, Sonobat v.3.1.4p) u odnosu na prikupljene podatke o istovremenom praćenju brzine vjetra na gondolama. Podaci o aktivnosti šišmiša na mjernom stupu dodatno su analizirani u odnosu na prikupljene podatke o istovremenom praćenju prisutnosti oborine i temperature zraka uz mjerni stup. Na temelju navedenih podataka pristupilo se dizajniranju mjera ublažavanja negativnih utjecaja na faunu šišmiša.

Analizama podataka o aktivnosti unutar kritičnog razdoblja prepoznata su podrazdoblja, te unutar njih razlučena dva perioda noći. Za svako podrazdoblje i dio noći izračunata je učestalost 10-minutnih razdoblja unutar kojih je zabilježena aktivnost šišmiša veća od usvojenog praga tolerancije, te je ta aktivnost raspodijeljena prema brzinama vjetra pri kojima su se dotična 10-minutna razdoblja dogodila. Kritična brzina vjetra ispod koje je potrebno osigurati odsustvo rotacije lopatica turbina određena je kao vrijednost brzine vjetra iznad koje se dogodilo manje od 1% 10-minutnih razdoblja s aktivnošću iznad zadanog praga tolerancije, tj. mjere osiguravaju odsustvo rotacije lopatica vjetroagregata u 99% vremena u uvjetima kada je zabilježena aktivnost iznad definiranog praga aktivnosti.

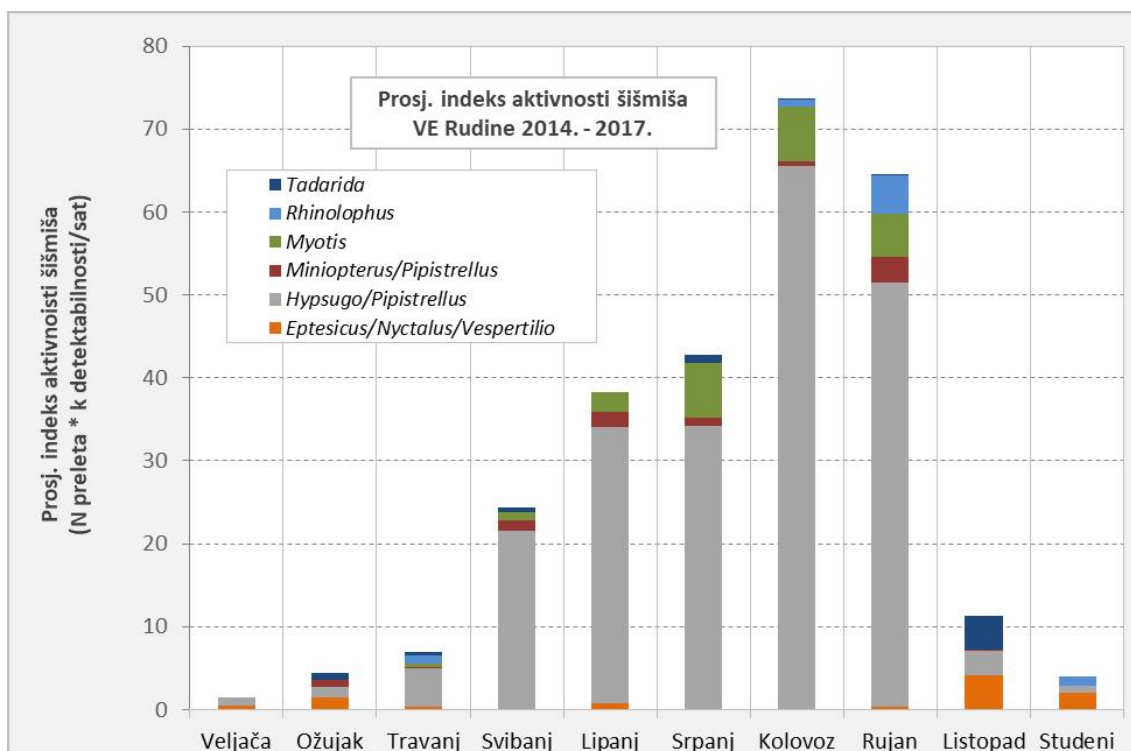


Slika 1. Kontinuirano praćenje aktivnosti šišmiša na lokaciji VE Rudine: A – Položaj mikrofona na mjernom stupu (60 m iznad tla), B – Mikrofon na visini gondole vjetroagregata (85 m iznad tla), C – Postavljanje kućišta s detektorom na mjerni stup, D – Preuzimanje podataka u gondolama vjetroagregata (Foto: G. Rnjak, S. Maleš, D. Rnjak)

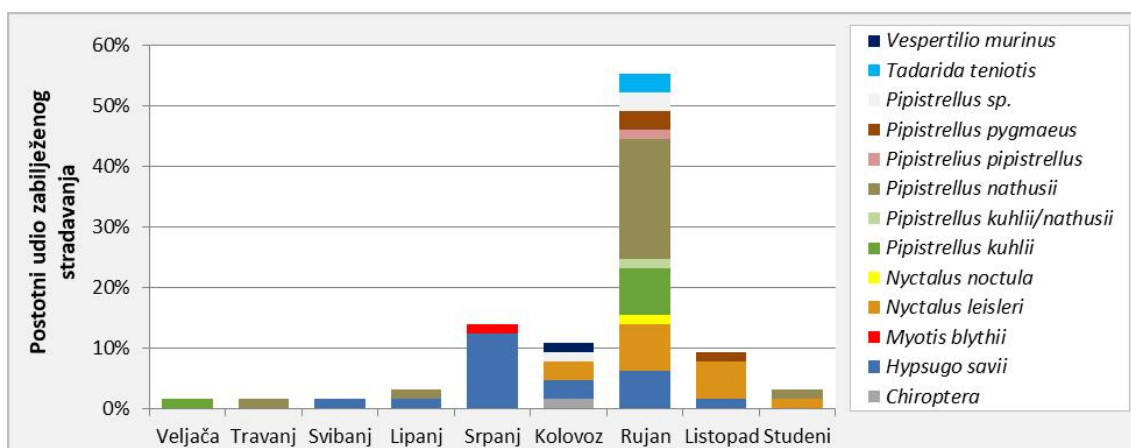
Rezultati i rasprava

Tijekom praćenja stradavanja u 2016. godini pronađena su 32, a u 2017. godini 33 stradala šišmiša na 11 od 12 vjetroagregata. Ukupni broj stradalih šišmiša procijenjen je na 160 šišmiša za 2016. (između 59 i 375 uz 95 %-tni interval pouzdanosti), te na 209 šišmiša za 2017. godinu (između 79 i 467 uz 95 %-tni interval pouzdanosti). 85% ukupnog stradavanja zabilježeno je u razdoblju od sredine srpnja do sredine listopada.

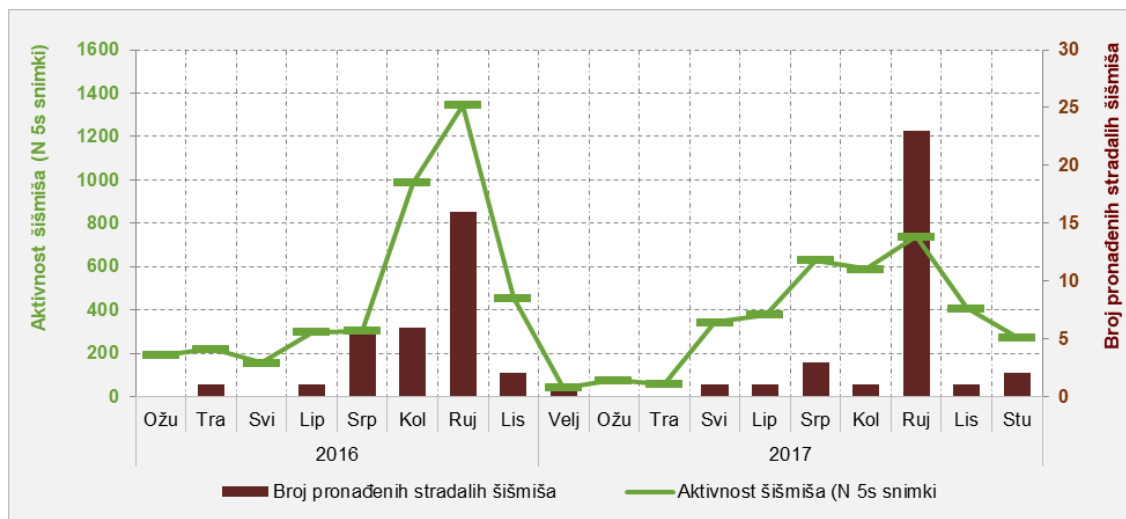
Skupine rodova šišmiša najčešće bilježene provedbom periodičnog praćenja aktivnosti duž transeкта (Slika 2), ujedno su i najčešće bilježene stradale skupine šišmiša (Slika 3). Prostornom analizom utvrđeno je da su preleti šišmiši uočeni duž cijelog transeкта, odnosno na cijelom područja vjetroelektrane, ali područja najčešće bilježenih preleta unutar područja vjetroelektrane nisu u svim slučajevima odgovarale lokacijama vjetroagregata s najvećim bilježenim intenzitetom stradavanja. Jednako tako, duž linijskog transeкта uočena je najveća aktivnost u srpnju, kolovozu i rujnu (Slika 2), kada je bilježen najveći intenzitet stradavanja (Slika 3), ali je visoka aktivnost uočena i u svibnju i lipnju kada nisu bilježeni stradali šišmiši u velikom broju.



Slika 2. Grafički prikaz prosječnog indeksa aktivnosti (N preleta * koeficijent detektabilnosti vrste/sat [1]) i udio zabilježenih rodova šišmiša na VE Rudine tijekom praćenja ultrazvučnim detektorom duž linijskog transektu 2014. – 2015., 2016. i 2017. godine



Slika 3. Rezultati praćenja stradanja šišmiša na vjetroelektrani Rudine u 2016. i 2017. godine

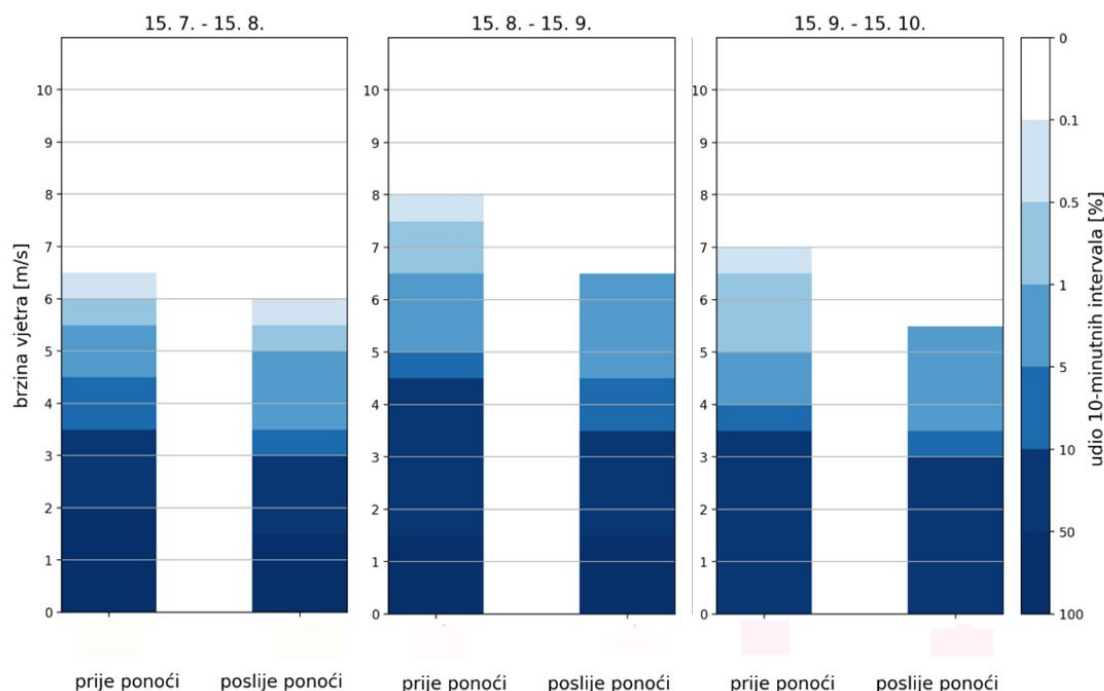


Slika 4. Rezultati kontinuiranog praćenja aktivnosti šišmiša na mjernom stupu u odnosu na rezultate praćenja stradavanja na vjetroelektrani Rudine u 2016. i 2017. godini

Kontinuiranim dvogodišnjim praćenjem aktivnosti na mjernom stupu za vrijeme rada vjetroelektrane prikupljeno je 815865 5s snimaka koje su filtriranjem šumova svedene na 7513 5s snimaka glasanja šišmiša. Analize su pokazale da vrhunci aktivnosti zabilježeni kontinuiranim praćenjem na mjernom stupu odgovaraju razdobljima najvećeg intenziteta stradavanja (Slika 4). Isti je postupak ponovljen i s podacima prikupljenim kontinuiranim praćenjem na vjetroagregatima u periodu od 14. srpnja do 30. studenoga 2017., pri čemu je set od 555789 snimaka sveden na 20058 5s snimaka glasanja šišmiša.

Podaci o praćenju stradavanja šišmiša ukazali su na povećani rizik od stradavanja šišmiša uz osam od dvanaest vjetroagregata (> 2 pronađena stradala šišmiša/god), te je na temelju podataka praćenja stradavanja i kontinuiranog praćenja aktivnosti na mjernom stupu prepoznato vremensko razdoblje u kojem je potrebno implementirati mjere ublažavanja negativnih utjecaja na tim lokacijama. Pri tom je kritično razdoblje od 15. srpnja do 15. listopada produljeno do 1. studenog uzevši u obzir moguće pomake vremena migracije pojedinih godina kao posljedicu klimatskih fluktuacija. S obzirom da aktivnost šišmiša na mjernom stupu i na visini gondola vjetroagregata nije bilježena prije zalaska te nakon izlaska Sunca, predloženo razdoblje implementacije mjera ograničeno je isključivo na razdoblje od zalaska do izlaska Sunca.

Konačno, za dizajniranje optimalnih mjera primarno su korišteni podaci kontinuiranog praćenja aktivnosti šišmiša na vjetroagregatima u korelaciji s brzinom vjetra. Prema rezultatima analiza, uzevši u obzir i ekologiju šišmiša (razdoblje kada mladi počinju letjeti, početak i trajanje parenja i sezonskih migracija) prepoznata su tri vremenska podrazdoblja unutar kritičnog razdoblja. Unutar njih, s obzirom na bilježenu aktivnost, razlučena su dva razdoblja noći. S obzirom na to da na području Hrvatske još uvijek nije definiran prihvatljivi intenzitet aktivnosti niti stradavanja faune šišmiša tijekom rada vjetroelektrane, a na temelju usporedbe aktivnosti šišmiša na visini s obzirom na broj stradalih šišmiša, kao granična vrijednost (prag tolerancije) koja ukazuje na povećanu aktivnost šišmiša uzete su dvije 5s snimke u 10-minutnom razdoblju. Raspodjela 10-minutnih razdoblja u kojima je zabilježena aktivnost iznad praga tolerancije raspodijeljena je prema brzinama vjetra pri kojima su se dotična 10-minutna razdoblja dogodila za svako od prepoznatih podrazdoblja i dijelova noći (Slika 5).



Slika 5. Raspodjela relativne učestalosti (% zadanog vremenskog razdoblja tijekom kojega je potrebno implementirati mjere zaštite šišmiša od stradanja) 10-minutnih razdoblja u kojima je zabilježena aktivnost šišmiša iznad zadanog praga tolerancije (više od dvije 5s snimke tijekom 10 minuta), raspodijeljena prema brzinama vjetra unutar zadanih vremenskih razdoblja.

Granične vrijednosti brzine vjetra ispod kojih treba osigurati prestanak vrtnje lopatica definirane su kao vrijednost brzine vjetra iznad koje se dogodilo manje od 1% 10-minutnih razdoblja s aktivnošću iznad zadanog praga tolerancije. Konačno, tako izračunate granične brzine vjetra definirane su za svako prepoznato podrazdoblje i dio noći za prepoznate rizične lokacije vjetroagregata (Tablica 1). Detaljnijom analizom aktivnosti šišmiša uz mjerni stup u zavisnosti od temperature zraka, uočeno je da je 98,0% vremena s aktivnošću šišmiša zabilježeno u razdoblju kada je na lokaciji vjetroelektrane prosječna satna temperatura zraka bila viša od 11°C. Jednako tako, utvrđeno je da je 97,5% vremena s aktivnošću šišmiša zabilježeno tijekom razdoblja kada na lokaciji vjetroelektrane nije bilo oborina. Uvažavajući navedeno, zaključeno je da na lokaciji vjetroelektrane nije potrebno ograničavati rotaciju lopatica unatoč niskim brzinama vjetra pri temperaturi zraka < 11°C i u vrijeme prisutnosti oborina.

Tablica 1. Vrijednosti kritične brzine vjetra za pojedine lokacije, vremenska razdoblja i polovine noći u vremenu od zalaska do izlaska Sunca (koje uključuje vrijeme sumraka, odnosno zore i sutona) za koje je pri jednakim ili nižim brzinama vjetra na visini gondola vjetroatregata potrebno osigurati izostanak rotacije lopatica

Lokacija	Vremensko razdoblje	Vrijednosti kritične brzine vjetra (m/s)	
		zalazak Sunca – ponoć	ponoć – izlazak Sunca
VE Rudine 8 vjetroatregata (VA 17-II, 18-II, 19-II, 27-II, 1-III, 2-III, 3-III i 7-III)	15. 7. – 15. 8.	5,5	5,0
	16. 8. – 15. 9.	6,5	6,5
	16. 9. – 1. 11.	5,0	5,5

Zaključak

U ovome radu predstavljen je proces koji je na temelju a) trogodišnjeg periodičnog praćenja aktivnosti pri tlu, b) dvogodišnjeg kontinuiranog praćenja aktivnosti na mjernom stupu, c) kontinuiranog praćenja aktivnosti na odabranim vjetroatregatima u kritičnom razdoblju, d) dvogodišnjeg praćenja stradavanja šišmiša, doveo do definiranja metode za optimalno dizajniranje mjera ublažavanja negativnih utjecaja na faunu šišmiša predstavljene na primjeru vjetroeletktrane Rudine. Utvrđeno je da prostorno-vremenska raspodjela aktivnosti šišmiša pri tlu ne mora uvijek nužno odgovarati prostorno-vremenskoj raspodjeli njihovog stradavanja, već puno precizniji uvid omogućava usporedba rezultata praćenja stradavanja s aktivnošću zabilježenu na mjernom stupu. Iz tog se razloga, u fazi prije izgradnje, isti podaci mogu pouzdano koristiti za definiranje preliminarnih mjera ublažavanja negativnih utjecaja. Ipak, optimalne mjere iz konteksta ublažavanja negativnih utjecaja na faunu šišmiša i istovremenog smanjenja gubitaka u proizvodnji električne energije dobivene metodom opisanom u ovome radu odraz su analize većeg seta podataka o aktivnosti šišmiša prikupljenih na većem broju lokacija unutar vjetroeletktrane i pri tom na visini gondola vjetroatregata u odnosu na podatke o praćenim vremenskim uvjetima na istoj mikro-lokaciji i u istom vremenu. Iz navedenog razloga ovako definirane mjere mogu se smatrati znatno preciznijima, a sukladno tome i učinkovitijima. Izvjesno je da će primjena i ovako dizajniranih mjera ublažavanja negativnih utjecaja imati za posljedicu gubitke u proizvodnji električne energije kao i povremena stradavanja šišmiša. Ipak, zahvaljujući preciznosti predloženih mjera specifičnih dizajniranih na opisani način za svaku pojedinu lokaciju, spomenuti gubici u proizvodnji mogu se znatno smanjiti uz istovremeno očuvanje prisutnih populacija šišmiša. Daljnji razvoj na ovome području svakako će biti usmjeren prema primjeni modela temeljenih na neuronskim mrežama u svrhu predviđanja aktivnosti šišmiša te u smjeru definiranja graničnih vrijednosti aktivnosti šišmiša koje će služiti kao temelj za prepoznavanje potrebe za uvođenjem mjera zaštite i ublažavanja negativnih utjecaja. Testiranje implementiranih mjera i prikupljanjem sve većih setova podataka također će omogućiti daljnje usavršavanje opisane metode.

Literatura

- [1] Barataud M. (2015). Acoustic Ecology of European Bats: Species Identification, Study of their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope – Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 352 pp.
- [2] Dietz C. i A. Kiefer (2016). Bats of Britain and Europe. Bloomsbury Publishing, London, 400 pp.
- [3] Dietz C., O. von Helversen i D. Nill (2009). Bats of Britain, Europe and Northwest Africa. A & C Black Publishers Ltd., London, Great Britain, 400 pp.
- [4] Etterson M. A. (2013). Hidden Markov models for estimating mortality from antropogenic hazards. – Ecol. Appl. 23: 1915–1925.
- [5] Geonatura (2015). Monitoring faune šišmiša prije početka rada VE Rudine - Godišnji izvještaj 2014./2015. Geonatura d.o.o., Zagreb, 49 pp.
- [6] Geonatura (2017). Monitoring faune šišmiša tijekom rada VE Rudine - Godišnji izvještaj 2016. Geonatura d.o.o., Zagreb, 49 pp.
- [7] Geonatura (2018). Monitoring faune šišmiša tijekom rada VE Rudine – Završni i godišnji izvještaj 2017. Geonatura d.o.o., Zagreb, 71 pp.
- [8] Kerns J., E.P. Wallace i E.B. Arnett (2005). Bat and Bird Fatality at Wind Energy Facilities in Pennsylvania and West Virginia. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. Ur. EB Arnett. The Bats and Wind Energy Cooperative, Bat Conservation International, Austin, Tex: 24–95.
- [9] Korner-Nievergelt F., O. Behr, R. Brinkmann, M.A. Etterson, M.P. Huso, D. Dalthorp, P. Korner-Nievergelt, T. Roth i I. Niermann (2015). Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass – a tutorial. Wildlife Biology 21: 30–43.
- [10] MZOPUG, APO d.o.o. (2010). Smjernice za izradu Studija utjecaja na okoliš za vjetroelektrane za faunu ptica i šišmiša. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva RH (MZOPUG), APO d.o.o., Zagreb, 24 pp.
- [11] Rodrigues L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, B. Karapandža, D. Kovač, T. Kervyn, J. Dekker, A. Kepel, P. Bach, J. Collins, C. Harbusch, K. Park, B. Micevski i J. Minderman (2015). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 133 pp.
- [12] Tvrtković N. (2017). Šišmiši Hrvatske – Kratka povijest istraživanja i priručnik za određivanje. Prirodoslovni muzej Rijeka, Hrvatski prirodoslovni muzej, Rijeka, 104 pp.

PARTNER KONFERENCIJE/CONFERENCE PARTNER



Zahvaljujemo našim donatorima:

**Zakladi Hrvatske Akademije znanosti i umjetnosti
Javnoj ustanovi „Nacionalni park Krka“
Hrvatskim vodama
Ministarstvu znanosti i obrazovanja**

We thank our donors:

**Foundation of the Croatian Academy of Sciences and Arts
Public institution „Krka National park“
Croatian Waters
Ministry of Science and Education**

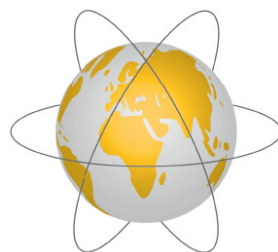
Zahvaljujemo našim sponzorima! /
We thank our sponsors!



OIKON Ltd. - Institute of Applied Ecology
provides its clients with high-quality and innovative services and solutions in the field of **environmental and nature protection, sustainable management of natural resources and environmental law, policy and economics**

- ✓ **20** years of experience
- ✓ **1,300** contracts
- ✓ **300** clients
- ✓ **4** departments
- ✓ **3** laboratories
- ✓ **8** doctors of science

www.oikon.hr



UNIGIS Zagreb
Studying Geoinformatics Online

Enhancing the competence of **GIS professionals** with two **distance learning** programmes certified by the **University of Salzburg**

MASTER OF SCIENCE	UNIGIS PROFESSIONAL
2 – 3 years	1 – 1,5 year(s)
Academic Degree - MSc(GIS)	Academic Certificate in GIS

For more info contact us at:

OIKON Ltd. - Institute of Applied Ecology
Study Centre for Croatia and the region

E: office.zagreb@unigis.net

T: +385 1 5507 154

W: unigis.at/en/zagreb/

VitaPROJEKT

projektiranje i savjetovanje u zaštiti okoliša
environmental engineering and consulting



KRAJOBRAZNA ARHITEKTURA - projekti krajobraznog uređenja, obnova spomenika parkovne arhitekture, bioinženjerska sanacija...

LANDSCAPE ARCHITECTURE - landscape designs, restoration of historical parks, bioengineering remediation...

STRUČNI POSLOVI ZAŠTITE OKOLIŠA - studije utjecaja na okoliš, strateške studije, studije prihvatljivosti za ekološku mrežu...

ENVIRONMENTAL AND NATURE PROTECTION - EIA, SEA, Natura 2000
Appropriate Assessments...



BIOEKOLOŠKE STUDIJE I PROSTORNE VALORIZACIJE - terenska istraživanja, procjena usluga ekosustava...

BIOECOLOGICAL STUDIES AND SPATIAL EVALUATION - field research, ecosystems services assessment...

PLANIRANJE ODRŽIVOG RAZVOJA - strategije i studije zelene infrastrukture, planovi upravljanja zaštićenim područjima...

SUSTAINABLE DEVELOPMENT PLANNING - green infrastructure strategies and studies, protected area management plans...



PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA - procjena rizika i planovi prilagodbe klimatskim promjenama...

CLIMATE CHANGE ADAPTATION - climate change risk assessments and adaptation plans...

ZELENI CERTIFIKATI I EDUKACIJA - znak zaštite okoliša EU Ecolabel, Airport Carbon Accreditation...

GREEN CERTIFICATES AND EDUCATION - EU Ecolabel certification, Airport Carbon Accreditation...



VITA PROJEKT d.o.o.

Zagreb, Ilica 191C Tel: + 385 (0)1 3774 240 email: info@vitaprojekt.hr www.vitaprojekt.hr



BUSINESS AS UNUSUAL





Jamac održivog razvoja

IND-EKO je dinamično privatno poduzeće koje je kroz 30 godina rada steklo dragocjena iskustva u svim područjima industrijske ekologije i zaštite okoliša.

Naše dugogodišnje iskustvo i vrhunska oprema jamac su kvalitete i poštivanja rokova.

Inovacija i kontinuirano ulaganje u stručne djelatnike i najnaprednije tehnologije je ono što IND-EKO čini posebnim.

IND-EKO d.o.o.

Korzo 40, HR-51000 Rijeka

tel.: +385 51 336 093, fax.: +385 51 336 022

e-mail: info@ind-eko.hr prodaja@ind-eko.hr

www.ind-eko.hr



- Industrijska čišćenja
- Čišćenje spremnika bez ulaska ljudi
- Automatsko čišćenje izmjenjivača topline
- Sanacija onečišćenih područja
- Gospodarenje otpadom
- Uklanjanje i zbrinjavanje azbesta
- Hitne intervencije u zaštiti okoliša



Djelatnosti:

- Čišćenje i ispitivanje kanalizacijskih sustava
- Sanacija tlačnih cjevovoda i plinovoda bez iskopavanja
- Sanacija gravitacijskih cjevovoda bez iskopavanja
- Traženje gubitaka u cjevovodima

DVOKUT-ECRO

strategic environmental
assessment and
environmental impact
assessment



environmental
monitoring



nature, water and
sea protection



project design and
environmental supervision



pollution prevention,
control and remediation



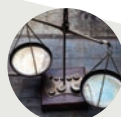
various reports, analyses,
environmental protection
programs and action plans



waste management
documentation



feasibility studies,
financial and economic
analyses



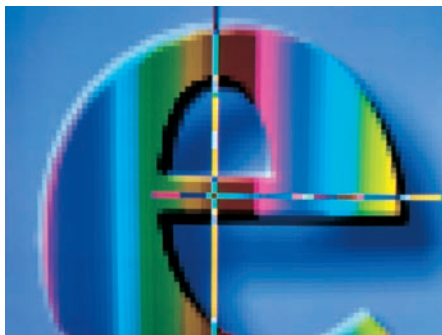
capacity building



training and education



ENVIRONMENTAL
PROTECTION
AND SUSTAINABLE
DEVELOPMENT



*EKONERG – Energy Research and Environmental
Protection Institute Ltd.
Koranska 5, 10000 Zagreb
Tel: +38516000100
Fax: +38516171560
e-mail: ekonerg@ekonerg.hr
www.ekonerg.hr*

EKONERG - energy research and environmental protection institute, Ltd. is a leading Croatian engineering and consultancy company in the field of energy, industry and environmental protection with a tradition of 65 years of successful business.

EKONERG offers its services worldwide. Our qualities are interdisciplinarity and delivery of comprehensive solutions for sustainable development. EKONERG covers the entire service cycle from an idea of building a facility, preparing the construction (feasibility studies and cost and benefit analyses, location selection, designing) to managing construction, maintenance and asset management and making environmental impact assessments. In environmental protection departments, we have a multidisciplinary team of various technical and natural science professions, having deep technical and IT support from other EKONERG's departments. We offer integrated and holistic approaches, as well as in-depth analysis. Our consulting services cover the whole project cycle: strategic planning, project licensing, operation, monitoring and decommissioning. EKONERG have certificates of the relevant ministry for environmental protection in the Republic of Croatia. We are providing consultancy services and documentation in the line with scope of social and environmental policy framework of international financial organizations.



**The Energy and Environmental
Protection Sector
of the Croatian Chamber
of Economy**



**HRVATSKA
GOSPODARSKA
KOMORA**

organises various activities through
professional associations and interest affiliations.

Its main focus lies on

energy efficiency,
waste management, climate change,
water management and sustainable management
of natural resources.

All businesses are welcome to
join and support
the work of its associations and affiliations.

Croatian Chamber of Economy, Rooseveltov trg 2, Zagreb; Free Info Phone: 0800 1852; E-mail: okolis@hgk.hr; www.hgk.hr



IRES EKOLOGIJA d.o.o.

za zaštitu prirode i okoliša

🏠 Prilaz baruna Filipovića 21, Zagreb
☎ +385 1 3717 316 🌐 www.ires-ekologija.hr
✉ ires-ekologija@ires-ekologija.hr

Osigurajte zelenu budućnost uz naše znanje
Secure a green future with our know-how

- **Procjena utjecaja na okoliš**
Environmental impact assessment
- **Stručne podloge za održivi razvoj**
Expert documents for sustainable development
- **Okolišno savjetovanje & projekt management**
Environmental consulting & project management

Dostizanje više razine svijesti o jedinstvu čovjeka i prirode, jedini je put u budućnost prihvatljivu za generacije koje dolaze.

Achieving a higher level of awareness regarding the uniqueness of man and nature, is the only path into a future acceptable for the coming generations.

Tvrtka Vodoprivredno – projektni biro d.d. je specijalizirana za pripremu i izradu podloga, projektantsku djelatnost i druge stručne vidove djelovanja.

Vodoprivredno – projektni biro d.d. cooperation with customers ranges from preparing and drawing up survey maps, design activities and other professional aspects of work provided assistance in achieving planned measures and projects.

- Zaštita od štetnog djelovanja voda

- Korištenje voda

- Sanitarna hidrotehnika

- Plovni putovi

- Zaštita okoliša

- Geodetski poslovi

- Flood protection

- Water management

- Sanitary engineering

- Waterways

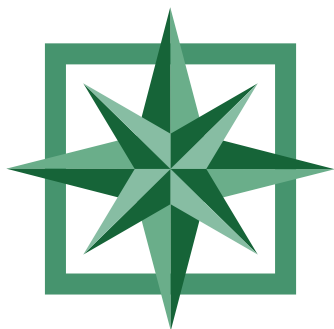
- Environmental protection

- Geodetic survey



**vodoprivredno
projektni biro**

Ulica grada Vukovara 271/III,
10000 Zagreb, Hrvatska
www.vpb.hr / e-mail: vpb@vpb.hr



zeleni servis d.o.o.

Studije utjecaja na okoliš • Ekološka mreža • Elaborati zaštite okoliša

ZELENI SERVIS d.o.o.

Split, Templarska 23, (sjedište)

Velebitska 27 (ured) Tel. 021 532 085; 325 196

Zagreb, Ive Robića 2, Tel./fax. 01 614 16 17

e-mail: zeleni.servis@st.t-com.hr

Strategic Environmental Assessment

Ecological network

Environmental Impact Assessment Study

ECOINA

d.o.o. za zaštitu okoliša

**Nudimo Vam višegodišnje iskustvo
u poslovima zaštite okoliša i
komunalne hidrotehnike.**

**Iza nas stoji veliki broj realiziranih
projekata, neka i Vaš bude jedan
od njih!**

SR Njemačke 10, 10020 Zagreb,

OIB: 98219968247

Tel: +385 1 66 00 559,

Fax: +385 1 66 00 561

E-mail: ecoina@zg.t-com.hr,

Web: www.ecoina.hr



projektiranje • konzalting • inženjering

Alexandera von Humboldta 4,
10000 Zagreb

www.elektroprojekt.hr

Stvaranje sklada
graditeljstva i tehnologije
s čovjekom i prirodom
za sadašnju i buduće generacije

FIDON

Fidon d.o.o.
za projektiranje i savjetovanje
Fidon Ltd.
for design & consulting

10000 Zagreb
Ulica grada Vukovara 271/V
tel. +385 1 707 9056

www.fidon.hr
fidon@fidon.hr



*ENVIRONMENTAL PROTECTION AND
SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT
CONSULTING*

- Environmental Impact Assessment
- Environment protection professional services
- Environmental consulting
- Designing and supervision of Waste management facilities
- Project Management

IPZ Uniprojekt MCF d.o.o.

Ivana Banjavčića 22, 10000 Zagreb, Croatia

Tel: +385 1 4635 496, e-mail: ipz-

uni@zg.htnet.hr, www.ipz-uniprojekt.hr



MARINA  KAŠTELA

www.marina-kastela.hr
marina@marina-kastela.hr
Skype: mk_recepcija
+385 (0)21 20 40 10



ZaVita, svetovanje, d.o.o.
Tominškova 40
1000 Ljubljana | Slovenija

**We provide
innovative,
socially responsible and
efficient solutions
in the field of
nature conservation,
environmental protection
and
sustainable development.**

info@zavita.si | www.zavita.si



Frane Petrića 4
10000 Zagreb
tel ++3851480 4300
e-mail: info@uih.hr
web: www.uih.hr

Urban Institute of Croatia is a company that employs highly qualified experts and is ready to quickly and efficiently complete all tasks in the field of spatial and urban planning, architectural design, environmental protection, landscape architecture and project management.

Urbanistički institut Hrvatske d.o.o.



PORZANA

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Porzana d.o.o.

Teškovec 22a | 10090 Zagreb - HR

T. +385 1 3470 910 | F. +385 1 3470 910



Sanitary and Environmental protection

phone: +38521540190

fax: +38521540199

mail: cian@cian.hr

www.cian.hr

SANITARY PROTECTION : disinfection,
disinsection, pest control, plant
protection, fumigation

ENVIRONMENTAL PROTECTION:

- Waste management: collection, recovery and disposal
- Industrial cleaning: tanks, separators,
- Spill clean ups at land and waters
- Sea protection: assistance during bunkering operations
- Consulting



Geoprojekt d.d. sa sjedištem u Splitu
je renomirana tvrtka
sa širokim spektrom djelatnosti
na područjima planiranja i projektiranja
u niskogradnji, prometa, geodezije,
geoinformatike, te prostornog uređenja.

Osnovana je u svibnju 1955. godine
i u više od 60 godina postojanja
se profilirala kao jedna od vodećih tvrtki
u Hrvatskoj na svom području djelovanja.
Kontinuiranim prilagođavanjem tržišnim potrebama,
primjenom novih tehnoloških rješenja,
te stalnom edukacijom i usavršavanjem
djelatnika uspješno održava stečenu poziciju,
ugled i konkurentnost na sve zahtjevnijem tržištu.



KONČAR

www.koncar.hr

Grupa KONČAR proizvodi opremu i postrojenja za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije te tračnička vozila i opremu za željezničku infrastrukturu. Više od polovine godišnjih prihoda Grupa KONČAR ostvaruje u izvozu, najvećim dijelom u zemlje Europske unije.

Područje okoliša od posebne je važnosti za Grupu KONČAR jer se velik dio opreme ugrađuje direktno u okoliš (transformatorske stanice, hidroelektrane i drugi energetski objekti ili tračnička vozila).

Korištenje obnovljivih izvora i učinkovito upravljanje energijom neophodni su za borbu protiv klimatskih promjena te smanjuju ukupni ekološki otisak Grupe KONČAR. Proizvodi i sustavi koje KONČAR isporučuje zadovoljavaju najviše standarde sigurnosti, uz minimalan utjecaj na okoliš.

Svjesni rizika po okoliš, u KONČARU se primjenjuje načelo predostrožnosti. To je posebno važno ako se uzme u obzir da se naši proizvodi i postrojenja često isporučuju u područja velike biološke raznolikosti (rijeke, jezera) i ruralne sredine.

Prateći svjetske trendove Grupa KONČAR sustavno izvješćuje o svojim aktivnostima u području društveno odgovornog poslovanja te već trinaest godina izdajemo Izvješće o DOP-u. U godišnjem Izvješću o DOP-u osvrnuli smo se i na Ciljeve održivog razvoja Agende 2030 te izdvojili one koje s posebnom pozornošću integriramo u sve svoje poslovne aktivnosti.

Fallerovo šetalište 22, 10000 Zagreb, Hrvatska
telefon: +385 1 3655 974
e-mail: marketing@koncar.hr





Fallerovo šetalište 22 | 10000 Zagreb

E: geonatura@geonatura.hr

W: www.geonatura.hr

Geonatura Ltd. is a consultancy firm focused on nature protection and nature conservation, including:

- biodiversity inventory and monitoring,
- nature (Natura 2000) impact assessment,
- invasive species impact assessment,
- reintroduction impact assessment,
- renewable energy resources: reports and studies on fauna inventory and monitoring,
- preparation of management plans for protected areas.



Fallerovo šetalište 22 | 10000 Zagreb

E ozins@ozins.hr W www.green-in.hr

Green infrastructure Ltd. for environmental protection and spatial planning provides consulting services in:

- environmental and nature protection
- sustainable spatial planning
- landscape architecture
- environmental and natural resources management

CONFERENCE ON
ENVIRONMENTAL
IMPACT ASSESSMENT


HUSZP 

huszpo.hr

huszpo-konferencija.com