Moravske Toplice
16. in 17. april 2026

Tradicionalni 29. STROKOVNI POSVET

TRAJNOSTNOST JE PRIHODNOST

»Vzpostavimo krog znanja in odgovornosti!«



ORGANIZATORJI

SOORGANIZATOR

Strokovno posvetovanje
TRAJNOSTNOST JE PRIHODNOST –
»Vzpostavimo krog znanja in odgovornosti!«

Organizatorji
Zveza ekoloških gibanj Slovenije-ZEG
Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Univerza v Ljubljana, Fakulteta za strojništvo
Elektroinštitut Milan Vidmar

Soorganizator
Gospodarska zbornica Slovenije, Zbornica gradbeništva
in industrije gradbenega materiala

Urednika
- Karel Lipič
- dr. Klavdija Rižnar

Organizacijski odbor
Karel Lipič (predsednik), dr. Viktor Grilc, dr. Niko Samec,
dr. Filip Kokalj, dr. Lučka Kajfež Bogataj, mag. Igor Petek,
dr. Tomaž Vuk, dr. Klavdija Rižnar, dr. Janez Ekart,
Drago Dervarič, Predrag Šinik, dr. Rudi Vončina, dr. Andrej Lukšič,
dr. Anton Žnidarčič, dr. Nada Pavšer, Gregor Klemenčič,
Jure Fišer, Vilko Pešec

Izdajatelj
Zveza ekoloških gibanj Slovenije
Cesta krških žrtev 53, 8270 Krško
Kontakt: +386 64 253 580
zegslo20@gmail.com

Naklada:
50 USB ključkov

Ljubljana, 2026

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

628.4(082)(0.034.2)
338:502(082)(0.034.2)

TRAJNOSTNOST je prihodnost (posvet) (29 ; 2026 ; Moravske Toplice)
Trajnostnost je prihodnost [Elektronski vir] : »Vzpostavimo krog znanja in odgovornosti!« : tradicionalni 29. strokovni posvet : Moravske Toplice, Hotel Ajda, 16. in 17. april 2026 / organizatorji Zveza ekoloških gibanj Slovenije - ZEG ... [et al.] ; [urednika Karel Lipič, Klavdija Rižnar]. - E-zbornik. - Ljubljana : Zveza ekoloških gibanj Slovenije, 2026

ISBN 978-961-6119-35-1
COBISS.SI-ID 274392323

Za vsebinsko in jezikovno ustreznost besedil odgovarjajo avtorji sami.

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja Založbe je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnemkoli obsegu ali postopku, s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki, v okviru določil Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah.

Moravske Tolice, Hotel AJDA
16. in 17. april 2026

Tradicionalni **29. STROKOVNI POSVET**

TRAJNOOST JE PRIHODNOST

»Vzpostavimo krog znanja in odgovornosti!«

ORGANIZATORJI **SOORGANIZATOR**

KAZALO

11 **UVODNIK**

1. panel:
ALI ŽE USTREZNO UPRAVLJAMO Z VIRI?

17 **NOVA EVROPSKA UREDBA O EMBALAŽI IN ODPADNI EMBALAŽI**
» mag. Igor PETEK

23 **TRAJNOST NI ALTERNATIVA VARNOSTI, JE NJEN TEMELJ!**
» dr. Lučka KAJFEŽ BOGATAJ

31 **VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE RAZŠIRJENE ODGOVORNOSTI (T.I. FULL COST) V DROE**
» Jure FIŠER
» Ajda PLETERSKI

37 **ZAGON MINI TOVARN V LOKALNI SKUPNOSTI: SKUPNOSTNE STORITVE ZA SPREMEMBO PROIZVODNJE IN POTROŠNIŠKIH NAVAD TER ZMANJŠEVANJE ODPADKOV**
» Lenka PUH

45 **VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE RAZŠIRJENE ODGOVORNOSTI PRIIZVAJALCIH ZBIRANJA KOMUNALNIHODPADKOV**
» Sebastijan ZUPANC

51 **VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE RAZŠIRJENE ODGOVORNOSTI EMBALAŽE PRI PROIZVAJALCIH**
» Antonija BOŽIČ CERAR

57 **RAZVOJ KROŽNEGA GOSPODARSTVA NA PODROČJU GRADBENIH ODPADKOV V SLOVENIJI**
» Goran ŠTEMBERGER

63 **ALI BOMO MINERALNE SUROVINE ZA VELIKE PROJEKTE MORALI UVAŽATI IN GRADBENE ODPADKE IZVAŽATI?**
» Mirko ŠPRINZER
» Branko KOSI

69 **TRAJNOSTNI MODEL PROIZVODNJE BIOGNOJILA Z INTEGRACIJO BIOOGLJA, KOMPOSTIRANJA BIOLOŠKIH ODPADKOV IN EKOREMEDIACIJE REČNIH SEDIMENTOV**
» dr. Štefan ČELAN
» dr. Klavdija RIŽNAR

2. panel:
ENERGIJSKA IZRABA ODPADKOV

93 **SISTEMSKI PRISTOP PRI ENERGIJSKI IZRABI KOMUNALNIH ODPADKOV**
» mag. Tanja BOLTE
» Matej KOVAČIČ
» Alan KARABEGOVIĆ

103 **PUBLIC HEALTH IMPLICATIONS OF MODERN WASTE-TO-ENERGY FACILITIES**
» Luka TRAVEN
» Karla GRAOVAC

117 **TEO LJUBLJANA IN KAKOVOST ZRAKA V LJUBLJANI**
» mag. Gregor GOLJA

127 **MERITVE OKOLJSKIH PARAMETROV NA LOKACIJI MARIBORA ZA POTREBE PROJEKTA ENERGIJSKE IZRABE ODPADKOV**
» Jože HEBAR
» Etjan KIRALJ

3. panel:

PODNEBNE SPREMEMBE

137 VLOGA OGLJIKA V PRIHODNJEM RAZOGLJIČENEM ENERGETSKEM SISTEMU
» mag. Igor PETEK

147 OD NADOMESTNIH HABITATOV DO OZAVEŠČANJA: ELESOVI UKREPI VAROVANJA BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI
» mag. Nadja NOVAK

155 ANALIZA PODNEBNE ODPORNOSTI IN FIZIČNIH TVEGANJ V ELEKTROENERGETSKEM SEKTORJU
» Erik MARČENKO

165 VLOGA IZS PRI NAČRTOVANJU OBJEKTOV, PRILAGOJENIH NA PODNEBNE SPREMEMBE
» raz. svet. dr. Bojan PAHOR[1]
» Eva MARKUN[2]

171 MEHANISTIČNO ZASNOVANA PIROLIZA PE, PP IN PVC: OD VERIGE DO PRODUKTA V KONTEKSTU KROŽNEGA GOSPODARSTVA
» Tim TETIČKOVIČ
» dr. Dušan KLINAR
» dr. Klavdija RIŽNAR
» Darja PEČAR

179 »CLIMATHON« SLOVENIJA 2026
Vključevanje mladih v razvoj na naravi temelječih rešitev za blaženje vročinskih otokov v Podravju
» mag. Mirjana NENAD
» dr. Klavdija RIŽNAR

4. panel:

OKOLJSKA KOMUNIKACIJA IN DVIG DRUŽBENE ODGOVORNOSTI

193 OD UPRAVLJANJA ODPORE K SOUSTVARJANJU REŠITEV – Z VIDIKA POLITIČNE EKOLOGIJE
» mag. Maja BAHOR

199 ETIČNI VIDIKI DELIBERACIJE V UPRAVLJANJU VODA: MED STRUKTURNIMI OMEJITVAMI, PRAVIČNOSTJO IN INSTITUCIONALNIMI MOŽNOSTMI
» dr. Luka ĐEKIĆ

207 EKOLOŠKA TESNOBA V KONTEKSTU SODOBNIH OKOLJSKIH RAZPRAV
» Ana HAFNER

213 POLITOLOŠKA REFLEKSIJA PARTICIPACIJE MLADIH NA COP30
» Jan ZUPAN

219 CELOVITA PRESOJA VPLIVOV NA OKOLJE – FORMALNI MINIMUM IN DELIBERATIVNI POTENCIAL
» dr. Tanja PUCELJ VIDOVIČ

227 EKOLOŠKA KRIMINALITETA IN VIKTIMIZACIJA – ZAKAJ SE LJUDJE NA EKOLOŠKE VIKTIMIZACIJE RAZLIČNO ODZOVEMO
» dr. Katja EMAN

237 ECOCID 5. ZLOČIN PROTI ČLOVEŠTVU
» dr. Nada PAVŠER

243 GOSPODARJENJE Z VISOKORADIOAKTIVNIMI ODPADKI
» Matjaž VALENČIČ

UVOD

Obremenjevanje okolja in podnebne spremembe ogrožajo Slovenijo, Evropsko unijo in ves svet. Za premagovanje teh izzivov se mora slovensko gospodarstvo preoblikovati v gospodarno in konkurenčno tako, da bo današnjo družbo in prihodnje generacije ščitilo pred pritiski na surovinske vire in kakovost okolja. Eden od ciljev je doseči podnebno nevtralnost do leta 2050, spodbuditi gospodarstvo v zeleno tehnologijo, ustvariti trajnostno industrijo in zmanjšati onesnaževanje s čim bolj učinkovitimi posegi. V praksi to pomeni, da je potrebna večja snovna učinkovitost pri ravnanju s surovinami, spodbude za ukrepe za podaljšanje življenjske dobe izdelkov, preprečevanje nastajanja odpadkov in njihove učinkovite materialne in energijske izrabe, hitrejši napredek pri prilagajanju na podnebne spremembe in okoljevarstveno naravnano družbeno preobrazbo nasploh.

Strokovni posvet v organizaciji Zveze ekoloških gibanj Slovenije, ZRS Bistra Ptuj, Fakultete za strojništvo (UM), Fakultete za strojništvo (UL) in Elektroinštituta Milan Vidmar ter soorganizatorja Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala (GZS) že 29 let povezuje strokovnjake iz prakse, raziskovalce, oblikovalce politik, predstavnike lokalnih skupnosti, zasebnega sektorja, nevladnih organizacij in širše javnosti. Z namenom, kako uresničiti zapisane cilje in hkrati doseči soglasje med različnimi rešitvami v imenu javnega interesa, bo tudi na letošnjem posvetu potekala razprava o aktualni problematiki, o konkretnih ukrepih in načrtovanih rešitvah Slovenije, in sicer na naslednjih aktualnih področjih:

Panel 1: Ali že ustrezno upravljamo z viri?

Zeleno krožno gospodarstvo ponuja ključne rešitve za trajnostni razvoj, zmanjšanje vplivov na okolje in povečanje konkurenčnosti slovenskega gospodarstva. Ključni cilj je zajem in predelava vseh odpadkov v nove proizvode in njihova ponovna uporaba v različnih sektorjih, kot so gradbeništvo, industrija in kmetijstvo ter energetika. Ta pristop ne le zmanjšuje potrebo po novih surovinah, ampak tudi spodbuja inovacije in ustvarja nove poslovne priložnosti.

Razširjena odgovornost proizvajalca (ROP) je okoljski pristop, kjer je dajalec izdelka na trg odgovoren za celoten življenjski cikel svojega izdelka. Ta pristop spodbuja boljšo zasnovo izdelkov, povečano recikliranje, zmanjševanje onesnaževanja in pravičnejšo porazdelitev stroškov. ROP v krožnem gospodarstvu pridobiva na pomenu. Ali

Strokovni posvet in publikacija strokovnih člankov sta v okviru sodelovanja ZRS Bistra Ptuj nastala v sklopu dejavnosti, (so)financiranih na podlagi pogodbe, sklenjene z Javno agencijo za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS (ARIS), evidenčna številka raziskovalnega programa P2-0414.

bo vpeljan tudi pri gradbenih odpadkih? V sistemu ROP mora proizvajalec izdelka kriti vse stroške, povezane z ravnanjem z odpadki, ki nastanejo po uporabi njegovega izdelka: zbiranje, transport, predelavo ali reciklažo in odstranjevanje odpadkov. Poleg tega tudi obveščanje javnosti, spremljanje, poročanje in administracijo ter vodenje sistema. V sistem je potrebno vpeljati tudi ekomodulacijo.

Prednosti krožnega gospodarstva so zmanjšanje okoljskega vpliva, večja energetska učinkovitost, manjša potreba po novih surovinah in ustvarjanje novih priložnosti na trgu. Reciklirani materiali zmanjšajo stroške proizvodnje in povečajo trajnostnost industrije.

Kako čim bolj enostavno in učinkovito organizirati življenje, da bo življenje na planetu (p)ostalo vzdržno?

Panel 2: Energijska izraba odpadkov

Energijska izraba odpadkov v Sloveniji dobiva vse pomembnejšo vlogo v sistemu ravnanja z odpadki in energetske oskrbe, predvsem v kontekstu prehoda v krožno gospodarstvo in izrabe svojih virov energije. Slovenija se že vrsto let sooča z omejenimi kapacitetami za obdelavo preostanka mešanih komunalnih odpadkov in nekaterih industrijskih ter nevarnih odpadkov, ki jih ni mogoče materialno reciklirati ali drugače okoljsko sprejemljivo predelati. V tem okviru je energijska izraba odpadkov kot sestavna, ne pa nadomestna rešitev hierarhije ravnanja z odpadki.

Sodobni objekti za energijsko izrabo odpadkov niso zgolj objekti za uničevanje odpadkov, temveč kompleksni energetsko-tehnološki sistemi, ki omogočajo učinkovito izrabo energijske vsebnosti odpadkov. Pri tem nastaja toplota, ki se lahko uporablja za proizvodnjo električne energije in daljinsko ogrevanje, s čimer se prispeva k zmanjšanju rabe fosilnih goriv in emisij toplogrednih plinov.

Poseben poudarek je namenjen varstvu okolja in zdravju ljudi. Energijska izraba odpadkov v Evropski uniji, in s tem tudi v Sloveniji, poteka pod zelo strogimi okoljskimi zahtevami, ki izhajajo iz EU direktive o industrijskih emisijah in zaključkov referenčnih dokumentov najboljših razpoložljivih tehnik (BAT zaključki). Napredni sistemi čiščenja dimnih plinov omogočajo učinkovito zmanjševanje emisij prašnih delcev, dušikovih oksidov, kislih plinov, težkih kovin in organskih onesnaževal, kot so dioksini in furani.

V prihodnje bo razprava o energijski izrabi odpadkov v Sloveniji tesno povezana z dolgoročnimi cilji zmanjševanja količin odpadkov, povečevanja recikliranja ter zagotavljanja energetske in okoljske varnosti. Energijska izraba ima smisel predvsem kot nadzorovana in tehnološko napredna rešitev za tisti del odpadkov, ki mu ni mogoče zagotoviti višje stopnje predelave, ob hkratnem strogo nadzorovanem vplivu na okolje.

Panel 3: Podnebne spremembe

Podnebna odpornost je vse bolj v ospredju nosilcev dejavnosti, regulatorjev in finančnega sektorja, saj se podnebna tveganja neposredno odražajo v delovanju gospodarstva, infrastrukture in finančne stabilnosti. Povečana pogostost ekstremnih vremenskih dogodkov in dolgoročne podnebne spremembe zahtevajo sistematičen pristop k prepoznavanju in obvladovanju fizičnih podnebnih tveganj.

Nosilci dejavnosti morajo podnebno odpornost vključiti v strateško in operativno načrtovanje, zlasti z analizami tveganj, prilagajanjem poslovnih modelov in izvajanjem konkretnih prilagoditvenih ukrepov. Regulatorji imajo ključno vlogo pri vzpostavljanju jasnega okvira za obravnavo podnebnih tveganj, vključno z zahtevami glede poročanja in vključevanjem odpornosti v sektorsko načrtovanje. Finančni sektor pa mora podnebna tveganja upoštevati pri upravljanju tveganj in naložbenih odločitvah ter usmerjati kapital v dejavnosti, ki povečujejo dolgoročno odpornost.

Udeležba na posvetu predstavlja tudi vaš konkreten prispevek k uresničevanju zahtev standardov ESRS (Evropski standardi trajnostnega poročanja), zlasti na področju ESRS S1 ter vidika odgovornega sodelovanja z deležniki, civilno družbo in krepitve ugleda v družbenem okolju v okviru ESRS G1. S strokovnim izpopolnjevanjem, izmenjavo znanja ter aktivnim vključevanjem v strokovno javnost organizacije utrjujejo trajnostne prakse in lahko svojo udeležbo smiselno vključijo v trajnostno oziroma ESG poročanje.

Panel 4: Okoljska komunikacija in dvig družbene odgovornosti

Slovenija se sooča s poglabljajočimi se ekološkimi in okoljskimi problemi, ki vodijo v konflikte in v neodločanje, ko gre za pomembne razvojne, infrastrukturne in druge projekte. Pogosto se konflikti obravnavajo skozi formalizirane PR-pristope in ozke pravniške modele mediacije, ki imajo omejen domet in delujejo »post festum«. Panel odpira vprašanje alternativnih pristopov k razreševanju okoljskih in razvojnih problemov, ki bi potencialne konfliktne situacije kanalizirali ne v konflikte, temveč v artikuliranje alternativnih rešitev.

Namen panela je odpreti strokovno razpravo o možnostih oblikovanja novih deliberativnih in participativnih mehanizmov kot nadgradnje obstoječih institucionalnih okvirov okoljske politike v Sloveniji. V razpravo ponujamo predlog po vzpostavitvi novih deliberativnih komunikacijskih form, ki bi omogočale srečevanje formalnih in neformalnih akterjev (države, znanosti, civilne družbe, gospodarstva) v okvirih, utemeljenih na načelih inkluzivnosti, neposredne participacije, dekonflikcije, enakosti in interdisciplinarnosti.

Panel bo poskušal odgovoriti na vprašanje, kako v praksi udejanjiti deliberativni pristop k okoljski politiki ter kako povezati znanstvena spoznanja, javne, civilnodružbene in lokalne pobude znotraj institucionalnih okvirov, ki jih je treba razširiti, da bi lahko prišli do bolj celostnih, vključujočih ter interdisciplinarno strokovno utemeljenih rešitev. Poseben poudarek bo na mladih in njihovem angažiranju v teh procesih.

Karel Lipič
predsednik organizacijskega odbora 2026

1. panel

ALI ŽE USTREZNO UPRAVLJAMO Z VIRI?



NOVA EVROPSKA UREDBA O EMBALAŽI IN ODPADNI EMBALAŽI

NEW EUROPEAN REGULATION ON PACKAGING AND PACKAGING WASTE

» **mag. Igor PETEK**, **univ. dipl. inž. grad.**
Publikus, d. o. o.
Vodovodna 97, Ljubljana
Igor.Petek@Publikus.si

Povzetek

Uvedba določil evropske uredbe o embalaži in odpadni embalaži v slovenski sistem predstavlja pomemben korak k bolj trajnostnemu ravnanju z viri ter zmanjševanju okoljskih vplivov. Nova pravila prinašajo celovit pristop k upravljanju embalaže – od njenega oblikovanja do ravnanja po koncu življenjske dobe – in bodo vplivala na podjetja, javne institucije ter potrošnike.

Vpeljava polne stroškovne odgovornosti proizvajalcev (t. i. razširjena odgovornost proizvajalcev – ROP) za zbiranje odpadne embalaže je ena najpomembnejših sprememb, ki jih prinaša nova evropska ureditev. Gre za sistemski premik: stroški ravnanja z embalažo se iz javnih proračunov in uporabnikov komunalnih storitev v večji meri prenašajo neposredno na tiste, ki embalažo dajejo na trg.

Ključne besede: embalaža, Okvirna direktiva o odpadkih, razširjena odgovornost proizvajalcev (ROP), evropska uredba o embalaži in odpadni embalaži

Abstract

The introduction of the provisions of the European Regulation on Packaging and Packaging Waste into the Slovenian system represents an important step towards more sustainable resource management and reducing environmental impacts. The new rules bring a comprehensive approach to packaging management – from its design to end-of-life management – and will affect companies, public institutions and consumers.

The introduction of full cost responsibility of producers (extended producer responsibility – EPR) for the collection of packaging waste is one of the most important changes brought about by the new European regulation. It is a systemic shift: the costs of packaging management are increasingly transferred from public budgets and users of municipal services directly to those who place packaging on the market.

Key words: packaging, Waste Framework Directive, Extended Producer Responsibility (EPR), European Regulation on Packaging and Packaging Waste

1. UVOD

Evropska uredba o embalaži in odpadni embalaži stremi k zmanjšanju količine odpadkov, povečanju ponovne uporabe ter izboljšanju recikliranja. Med osrednjimi cilji so:

- zmanjšanje nepotrebne embalaže,
- večja uporaba recikliranih materialov,
- izboljšanje možnosti recikliranja (t. i. "design for recycling"),
- spodbujanje sistemov ponovne uporabe in vračljive embalaže.

Za Slovenijo, ki že ima razvit sistem ločenega zbiranja odpadkov, to pomeni nadgradnjo obstoječih praks in prilagoditev novim standardom.

2. VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE ODGOVORNOSTI PROIZVAJALCEV

Vpeljava polne stroškovne odgovornosti proizvajalcev (t. i. razširjena odgovornost proizvajalcev – EPR) za zbiranje odpadne embalaže je ena najpomembnejših sprememb, ki jih prinaša nova evropska ureditev. Gre za sistemski premik: stroški ravnanja z embalažo se iz javnih proračunov in uporabnikov komunalnih storitev v večji meri prenašajo neposredno na tiste, ki embalažo dajejo na trg.

2.1 Kaj pomeni "polna stroškovna odgovornost"?

Do zdaj so proizvajalci v Sloveniji že sodelovali pri financiranju ravnanja z odpadno embalažo, vendar pogosto ne v celoti. Del stroškov (zlasti zbiranja komunalne embalaže) so nosile občine oziroma gospodinjstva preko komunalnih storitev.

Polna stroškovna odgovornost pomeni, da bodo morali proizvajalci kriti:

- stroške ločenega zbiranja odpadne embalaže,
- stroške transporta,
- stroške sortiranja in obdelave,
- stroške recikliranja ali druge obdelave,
- stroške ozaveščanja in informiranja potrošnikov,
- ter tudi administrativne in nadzorne stroške sistema.

Ključno je, da se v sistem vključijo vsi dejanski stroški, ne le delni ali pavšalni prispevki.

2.2 Kako se bo sistem izvajal v praksi?

Proizvajalci bodo svoje obveznosti praviloma izpolnjevali preko organizacij za ravnanje z odpadno embalažo (t. i. PRO – Producer Responsibility Organisations). Te organizacije bodo:

- sklepale pogodbe z izvajalci javnih služb (komunalnimi podjetji),
- financirale zbiranje embalaže neposredno pri viru (gospodinjstva, podjetja),
- zagotavljale doseganje ciljev recikliranja,
- poročale državi o količinah in rezultatih.

Pričakovati je bolj natančno spremljanje tokov embalaže ter večjo transparentnost financiranja.

2.3 Spremembe za komunalni sektor

Za komunalna podjetja to pomeni pomembno spremembo poslovnega modela. Namesto da stroške zbiranja pokrivajo uporabniki storitev, bodo večji del prihodkov prejemala od organizacij proizvajalcev.

To lahko prinese:

- bolj stabilno financiranje sistema,
- več investicij v infrastrukturo (zbirni centri, sortirnice),
- vendar tudi več zahtev po učinkovitosti in poročanju.

Ključno vprašanje bo usklajevanje cen storitev in pogodb med komunalo in organizacijami proizvajalcev.

2.4 Eko-modulacija: pravičnejša razdelitev stroškov

Pomemben element novega sistema je t. i. eko-modulacija prispevkov. To pomeni, da proizvajalci ne bodo plačevali enotnih dajatev, temveč bodo stroški odvisni od lastnosti embalaže:

- embalaža, ki jo je mogoče enostavno reciklirati → nižji prispevki,
- težko reciklabilna ali večplastna embalaža → višji prispevki,
- embalaža za enkratno uporabo → dodatne obremenitve.

S tem se ustvarja neposreden finančni pritisk na podjetja, da izboljšajo zasnovo embalaže.

3. VPLIV NA GOSPODARSTVO

Podjetja bodo morala prilagoditi zasnovo embalaže, da bo ta bolj trajnostna, lažje reciklabilna in v nekaterih primerih tudi ponovno uporabna. To prinaša dodatne stroške, vendar tudi priložnosti za inovacije, razvoj novih materialov in konkurenčno prednost na evropskem trgu.

Poseben poudarek bo na razširjeni odgovornosti proizvajalcev, kar pomeni, da bodo podjetja nosila večji delež odgovornosti za ravnanje z embalažo po njeni uporabi. To vključuje financiranje zbiranja, sortiranja in recikliranja odpadne embalaže.

4. VLOGA DRŽAVE IN LOKALNIH SKUPNOSTI

Slovenija bo morala uredbo prenesti v svoj pravni red ter zagotoviti učinkovito izvajanje. To vključuje:

- prilagoditev zakonodaje,
- nadzor nad izpolnjevanjem obveznosti podjetij,
- izboljšanje infrastrukture za ravnanje z odpadki,
- ozaveščanje javnosti.

Lokalne skupnosti bodo imele pomembno vlogo pri organizaciji zbiranja odpadkov ter spodbujanju pravilnega ločevanja med prebivalci.

5. VPLIV NA POTROŠNIKE

Del stroškov se bo verjetno prenesel v cene izdelkov, saj bodo proizvajalci višje stroške vključili v končno ceno. Vendar je cilj sistema, da:

- spodbuja trajnostno izbiro izdelkov,
- zmanjša količino odpadkov,
- dolgoročno zniža okoljske in družbene stroške.

Za potrošnike to pomeni večjo odgovornost, a tudi bolj transparenten sistem.

6. IZZIVI IN PRILOŽNOSTI

Uvajanje polne stroškovne odgovornosti prinaša več odprtih vprašanj:

- kako natančno določiti "polne stroške" in preprečiti podfinanciranje,
- kako zagotoviti pravično delitev med proizvajalci (tudi čezmejna podjetja),
- kako preprečiti izogibanje obveznostim (t. i. "free riders"),
- kako uskladiti obstoječe pogodbe in sistemske rešitve v Sloveniji.

Poleg tega bo potrebna močna vloga države pri nadzoru in regulaciji.

Če bo sistem pravilno vzpostavljen, lahko polna stroškovna odgovornost:

- bistveno izboljša stopnje recikliranja,
- zmanjša količino mešanih komunalnih odpadkov,
- pospeši prehod v krožno gospodarstvo,
- razbremeni občinske proračune.

Gre torej za enega ključnih mehanizmov, s katerim Evropska unija poskuša preoblikovati celoten življenjski cikel embalaže – od zasnove do končne obdelave.

Uvedba uredbe prinaša številne izzive, kot so:

- prilagoditev industrije,
- administrativne obremenitve,
- potreba po investicijah v infrastrukturo.

Hkrati pa odpira priložnosti za razvoj krožnega gospodarstva, zmanjšanje okoljskega odtisa ter ustvarjanje novih delovnih mest na področju recikliranja in trajnostnih tehnologij.

7. ZAKLJUČEK

Prenos določil evropske uredbe o embalaži in odpadni embalaži v slovenski sistem pomeni pomemben premik k bolj odgovornemu ravnanju z viri. Čeprav bo prehod zahteval usklajeno delovanje države, gospodarstva in potrošnikov, dolgoročno najbrž prinaša koristi za okolje, družbo in gospodarstvo.

VIRI IN LITERATURA

1. Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES (Besedilo velja za EGP). Dostop: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/40/oj/slv.

TRAJNOST NI ALTERNATIVA VARNOSTI, JE NJEN TEMELJ!

SUSTAINABILITY IS NOT AN ALTERNATIVE TO SECURITY, IT IS ITS FOUNDATION!

» **dr. Lučka KAJFEŽ BOGATAJ**

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Jamnikarjeva 101, Ljubljana

lucka.kajfez.bogataj@bf.uni-lj.si

Povzetek

Tradicionalno pojmovanje nacionalne varnosti, osredotočeno na vojaško moč in teritorialno celovitost se danes neizogibno prepleta z načeli trajnostnega razvoja. Ekološka stabilnost, upravljanje z naravnimi viri in podnebna odpornost postajajo ključni stebri državne stabilnosti. Za Slovenijo, ki je energetsko in surovinsko močno odvisna, je trajnostni prehod edina pot do dejanske avtonomije in ohranjanja suverenosti. Namesto sledenja zastarelim doktrinam o kopičenju oborožitve, bi morala svojo varnostno strategijo zgraditi okoli popolne energetske neodvisnosti na podlagi OVE, regenerativnega kmetijstva, ki obnavlja tla in zadržuje vodo, krožnega gospodarstva in napredne civilne zaščite, specializirane za podnebno prilagajanje.

Ključne besede: planetarne meje, obnovljivi viri energije, podnebna odpornost, regenerativno kmetijstvo

Abstract

Traditional notions of national security, focused on military might and territorial borders, are now inextricably linked to sustainability. Ecological stability, resource management, and climate resilience have become the new pillars of national stability. As a country deeply dependent on imported energy and raw materials, Slovenia's only path to true autonomy and sovereignty lies in a green transition. Rather than following obsolete doctrines of military buildup, Slovenia must center its security strategy on total energy independence through renewables, water-retaining regenerative agriculture, a circular economy, and advanced civil defense specialized in climate adaptation.

Key words: planetary boundaries, renewable energy sources, climate resilience, regenerative agriculture

1. UVOD

Živimo v času, ki ga zaznamujejo izrazite in hitre spremembe. Na eni strani gre za družbene okoliščine, ki jih predvsem zaznamuje spreminjanje po drugi svetovni vojni uveljavljenega svetovnega reda. Na drugi strani se soočamo še z več z ločenimi okoljskimi težavami, kar dejansko vodi v stanje polikrize. Gre za kompleksen preplet ekoloških, podnebnih in družbenih kriz, ki se medsebojno krepijo. Žal ti pritiski niso prehodne narave, temveč postajajo stalnica in zato vstopamo tudi v obdobje permakrize – dolgotrajno stanje negotovosti in nestabilnosti, ki zahteva korenito transformacijo naših ekonomskih sistemov in vrednot. Naša sposobnost udejanjanja trajnostnosti in hkratnega prilagajanja na te nove, nepredvidljive razmere bo ključna za ohranitev funkcionalne biosfere in prihodnost civilizacije na tem omejenem planetu. Na ravni držav postaja največja skrb ustrezna varnostna politika, saj razmere pogosto ustrezajo definiciji ogrožanja nacionalne varnosti. V 20. stoletju je koncept „varnosti“ temeljil skoraj izključno na vojaški moči in zmožnosti odvračanja sovražnika z orožjem. Danes, ko se soočamo s podnebnimi ekstremi, pomanjkanjem virov in množičnimi migracijami, postaja jasno, da orožje ne more zaustaviti dvigovanja morske gladine, niti nahraniti ljudi, ki so izgubili kmetijska zemljišča (Rüttinger et al., 2015) . Prehod od militarizirane varnosti k trajnostni varnosti ni več le etična izbira, temveč pragmatična nujnost.

2. VARNI OPERACIJSKI PROSTOR ČLOVEŠTVA

Mednarodna skupina znanstvenikov pod vodstvom Johana Rockströma, z meritvami in podatki jasno kaže, da eksponentna rast človeških aktivnosti ustvarja nevarne pritiske na planetarne sisteme (Rockström et al., 2024). Koncept planetarnih mej, ki ga predlagajo, definira fizikalne, kemijske in biološke pragove, znotraj katerih planet ostaja primeren za kompleksno življenje. „Varni operacijski prostor“ človeštva opisuje devet sistemov, od katerih sta najbolj kritična podnebni sistem in pa izguba biodiverzitete. Pri obeh gre za nepovratne spremembe in za ogrožanje prehranskih, energetskih, zdravstvenih in drugih potreb naraščajočega svetovnega prebivalstva. Zelo usodne so spremembe tudi ostalih sedmih sistemov in sicer bio-geo-kemijsko obremenjevanje ciklov dušika in fosforja, tanjšanje ozonske plasti, raba tal za prehranske sisteme, zakisanje oceanov, globalna raba in razporeditev sladke vode, onesnaženje zraka z aerosoli ter kemijsko onesnaženje skupaj z novimi danostmi. Gre za sintetične kemikalije, mikroplastiko, endokrine motilce, radioaktivne odpadke, jedrsko orožje; ter neposredne človeške intervencije v evolucijske procese.

Pri podnebnih spremembah, katerih ključni indikator je vsebnost ogljikovega dioksida v zraku, smo že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja presegali varne meje. Vsebnost CO_2 v ozračju je leta 2025 dosegla za polovico večjo raven kot v holocenu in za petino več, kot je še varna planetarna meja. Zato se globalno segrevanje pospešuje brez znakov stabilizacije. Izguba biotske pestrosti je kritično mejo presegla na prelomu tisočletja. Stopnja izumrtij je vsaj desetkrat večja od kritične, zato je ogrožena približno četrtina življenjskih oblik (Richardson et al., 2023)

Globalno kroženje dušika in fosforja spreminjamo z industrijsko pretvorbo v amonijak, fiksacijo atmosferskega dušika v kmetijstvu, sežiganjem fosilnih goriv in biomase. Raba fosforja kar trikrat presega varno planetarno mejo, vezava dušika pa jo prekoračuje za več kot dvakrat. **Človeštvo povzroča tudi spremembe v sladkovodnih sistemih.** Povzročamo bistveno večja nihanja, kot jih je planet doživel v nekaj tisoč letih holocena. Naslednja meja, ki smo jo presegli v zadnjem desetletju, je vezana na spremembe površin gozdov v tropskem, borealnem in zmernem pasu, ki so se zaradi pretvorbe zemljišč v kmetijska in zaradi obsežnih požarov zmanjšale pod varne ravni. Zakisanje morij je naslednji zaskrbljujoč okoljski trend. Svetovni oceani se zaradi povečevanja vsebnosti ogljikovega dioksida zakisujejo do stopnje, ki ni več varna. Morski organizmi so zato izpostavljeni vse večjemu tveganju zlasti v polarnih in obalnih območjih. Manj raziskano, a vendar resno stanje pa je glede preseganja še dopustnih meja kemijskega onesnaženja in pojava novih danosti. Stopnja, s katero se ti onesnaževalci pojavljajo v okolju, daleč presega zmogljivost vlad, da ocenijo vsa tveganja, kaj šele, da bi nadzorovali morebitne težave. Za konec pa omenimo dva procesa, ki ostajata v varnih mejah. Dve planetarni meji, ki še nista preseženi, sta povečanje vsebnosti aerosolov v ozračju in tanjšanje stratosferskega ozonskega plašča. Med planetarnimi mejami seveda obstaja tesna prepletenost. Podnebne spremembe na primer lahko močno negativno vplivajo na biotsko raznovrstnost in ko se ta zmanjšuje lahko to privede do povratnih zank, ki podnebne spremembe še dodatno pospeši. Biotska raznovrstnost je povezana z biokemijskim kroženjem dušika in fosforja. Sonaravna raba tal je tudi ključna za vse oblike življenja, kakor tudi stopnja kemijskega onesnaževanja.

3. PRESTOPANJE PLANETARNIH MEJ OGROŽA NACIONALNO VARNOST

Povezave med prestopanjem planetarnih in ogrožanjem nacionalne varnosti so številne (Tabela 1). Po eni strani gre za ogrožanje fiskalne varnosti, saj ko prihaja do hudih ujm na primer, postanejo stroški sanacij (npr. poplave 2023 v Sloveniji) tako visoki, da država ne more več financirati drugih varnostnih prioritet. Za povrh vojaška

poraba deluje kot „beg kapitala“, saj večina denarja za sofisticirano orožje zapusti državo in konča pri tujih proizvajalcih.

Prestop meje pri izgubi biodiverzitete ne pomeni le izgube estetske vrednosti narave, temveč destabilizacijo opraševalcev, gozdnih ekosistemov in vodnih ciklov. Za Slovenijo, ki se ponaša z visoko stopnjo gozdnatosti, je vsak evro, namenjen regeneraciji gozdov po naravnih ujmah, neposredna investicija v zmanjševanje tveganja pred poplavami in erozijo – nalogami, ki jih vojaška oprema ne more opraviti.

Gre tudi za ogrožanje družbene kohezije, saj preseganje meja biosferne celovitosti in vode neposredno povzroča pomanjkanje virov (SIPRI, 2022). Pomanjkanja lahko vodijo v notranje nemire, radikalizacijo in destabilizacijo demokratičnih institucij. Okoljska degradacija lahko postaja orodje hibridnega vojskovanja, če na primer nasprotnik nadzoruje vodne vire ali energetsko odvisnost. Trajnostni prehod (lokalna energija in hrana) je zato vrhunski akt nacionalne obrambe. Na koncu naj omenimo še demografsko varnost: Nove entitete (mikroplastika, kemikalije) nevidno, a vztrajno zmanjšujejo plodnost in splošno zdravje kar je usodna grožnja nacionalni suverenosti.

Tabela 1: Povezave med planetarnimi mejami in varnostjo

Planetarna meja	Varnostno tveganje	Mehanizem destabilizacije	Vpliv na nacionalno varnost (Slovenija & EU)
Podnebne spremembe	Sistemski kolaps infrastrukture	Ekstremni pojavi (poplave, suše), dvig gladine morja.	**Zlom kritične infrastrukture:** Uničenje prometnih in energetskih poti; enormni stroški obnove (5 %+ BDP) izčrpavajo obrambni proračun.
Biosferna celovitost	Prehranski in kmetijski zlom	Izguba opraševalcev, nestabilnost verig s hrano.	**Izguba prehranske suverenosti:** Odvisnost od uvoza hrane v času globalnih kriz; socialni nemiri zaradi rasti cen osnovnih živil.
Sprememba rabe tal	Pandemije in migracije	Uničenje habitatov, širjenje bolezni, izguba obdelovalnih površin.	**Strateška ranljivost na pandemije:** Visoka obolevnost prebivalstva in vojske; pritisk podnebnih beguncev na nacionalne meje.
Celinske vode	Vodni konflikti	Pomanjkanje pitne vode, spori za čezmejne vire.	**Ogrožanje pravice do vode:** Notranje napetosti med regijami; izpad industrije in kmetijstva zaradi pomanjkanja vode.
Biokemični tokovi (N & P)	Mrtve cone in evtrofikacija	Strupeno cvetenje voda, onesnaženje podtalnice.	**Kontaminacija strateških rezerv:** Izguba čistih vodnih virov za prebivalstvo; dolgoročni stroški čiščenja vode
Nove entitete (kemikalije)	Zdravstveni kolaps	Zastrupljanje populacije, zmanjšanje plodnosti.	**Demografska in biološka erozija:** Upad kognitivnih sposobnosti in delovne sile; dolgoročna oslabitev obrambne moči naroda.
Zakisanje oceanov	Zlom morskih prehranjevalnih verig	Propad lupinarjev in koral, izguba morskih virov.	**Geopolitična destabilizacija Sredozemlja:** Propad ribištva, varnostne grožnje na morskih trgovskih poteh.
Obremenitev z aerosoli	Sprememba monsunskih vzorcev	Onesnažen zrak vpliva na padavine in zdravje.	**Gospodarska upočasnitev:** Povečana smrtnost in stroški zdravstva; zmanjšana vidljivost in varnost prometa.
Tanjšanje ozonske plasti	Biološka ranljivost	Povečano UV sevanje, poškodbe DNK.	**Ogrožanje biološke odpornosti:** Povečano tveganje za bolezni (raki, katarakte), kar obremeni zdravstveni sistem.

4. TRAJNOSTNOST KOT NOVI TEMELJ VARNOSTI

Politika in gospodarski razvoj do zdaj omejenosti planeta nikoli ni upošteval. Do 1970-ih let je veljalo, da meje rasti ne obstajajo. V 1980-tih je začelo veljati mnenje, da sicer meje obstajajo, a so daleč v prihodnosti. Mantra 1990-tih je bila, da so meje rasti že bližje, a niso pomembne, ker jih bodo uravnavali trgi. Grenko spoznanje na začetku novega tisočletja je bilo, da tržno gospodarstvo ne deluje, vendar z optimističnim nastavkom, da bodo nove tehnologije omogočale nadaljnjo rast. Konferenca RIO+20 je lansirala idejo, da nam bo zeleno gospodarstvo dalo nove vire za rast. V zadnjem obdobju, ko prihaja do razpada obstoječega svetovnega reda, da se išče rešitev za gospodarsko rast v proizvodnji najrazličnejšega orožja in v oboroževanju. *Žal v* zadnjih petdesetih letih z vidika resnejšega obravnavanja trajnostnega razvoja nismo prišli daleč.

Vendar je skrajni čas za spoznanje, da so naložbe v planet pomembnejše od orožja (Tabela 2). Prehod od militarizirane varnosti k trajnostni varnosti ni več le etična izbira, temveč pragmatična nujnost. Vlaganje v oboroževanje ne predstavlja le denar, ki bi

ga lahko porabili drugje, temveč neposredno spodkopava ekološko stabilnost. Vojaške sile so med največjimi onesnaževalci na svetu. Proizvodnja orožja zahteva ogromne količine redkih zemeljskih kovin in energije, kar stopnjuje geopolitične napetosti zaradi nadzora nad temi viri.

Večina sodobnih konfliktov ima korenine v pomanjkanju. Ko trajnostni sistemi odpovejo, se tveganje za vojno eksponentno poveča. Zlasti voda in hrana sta sprožilca konfliktov. Zato so smiselne investicije v regenerativno kmetijstvo in v odpornost vodne infrastrukture. Investicija v protipoplavno zaščito in revitalizacijo vodotokov prinaša višjo stopnjo neposredne varnosti državljanov kot nakup vojaške tehnike. Spodbujanje lokalno pridelane in trajnostnostne hrane povečuje nacionalno samooskrbo. To deluje kot stabilizacijski faktor, ki ščiti prebivalstvo pred nihanjem cen na svetovnih trgi in prekinitvami v transportnih verigah (Plut, 2023).

Fosilna goriva so bila zgodovinsko in so žal še danes glavni povod za invazije in geopolitično izsiljevanje. Prehod na decentralizirane obnovljive vire energije (sonce, veter) državam omogoča energetsko suverenost, kar zmanjšuje potrebo po vojaški zaščiti poti za oskrbo z nafto. Tudi na krožno gospodarstvo je treba gledati kot del suverenosti države, saj varnost v 21. stoletju določa dostop do surovin za visokotehnološko industrijo. Ne pozabimo, da EU uvaža med 75 in 100 odstotki večine kovin. Krožno gospodarstvo zmanjšuje potrebo po rudarjenju v konfliktnih območjih in vsaka tona recikliranega litija ali kobalta pomeni več varnosti in manj verjetnosti za morebitne konflikte zaradi surovin.

Tabela 2 : Trajnostne naložbe kot orodja nacionalne in globalne varnosti

Področje investicije	Učinek na varnost (Strateška prednost)	Mehanizem preprečevanja konfliktov
Obnovljiva energija (OVE)	**Energetska suverenost.** Zmanjšanje odvisnosti od uvoza fosilnih goriv iz nestabilnih regij ali avtokratskih režimov.	Onemogoča uporabo energentov kot geopolitičnega orožja (izsiljevanje s plinom/nafto).
Krožno gospodarstvo	**Surovinska neodvisnost.** Zmanjšanje potrebe po rudarjenju v konfliktnih območjih in manjša ranljivost dobavnih verig.	Preprečuje geopolitično tekmovanje za kritične surovine (litij, kobalt, redke zemlje).
Obnova ekosistemov	**Ekosistemska stabilizacija.** Naravna zaščita pred katastrofami (poplave, suše, požari).	Preprečuje množične migracije zaradi okoljskega zloma in zmanjšuje stroške sanacij.
Regenerativno kmetijstvo	**Prehranska suverenost.** Odpornost lokalne pridelave na suše in degradacijo tal.	Preprečuje socialne nemire, ki jih sprožijo nenadni skoki cen hrane.
Upravljanje z vodnimi viri	**Vodna diplomacija.** Zaščita podtalnice in učinkovita raba čezmejnih vodotokov.	Preprečuje „vojne za vodo“ in notranje spore med kmetijstvom, industrijo in prebivalci.
Energetska sanacija stavb	**Fizikalna in ekonomska odpornost.** Zmanjšanje energetske revščine in obremenitve omrežja.	Povečuje preživetje populacije v primeru energetskih mrkov ali ekstremnih temperaturnih nihanj.
Decentralizirana omrežja	**Kibernetska in fizična varnost.** Odpornost na napade na osrednje elektrarne ali prenosne poti.	Zmanjšuje tveganje za kaskadni kolaps države ob enem samem sabotažnem dejanju.
Zelena urbana infrastruktura	**Zdravstvena varnost.** Zmanjšanje toplotnih otokov v mestih in boljša kakovost zraka.	Zmanjšuje smrtnost med ekstremnimi vročinskimi valovi in razbremenjuje zdravstveni sistem.
Izobraževanje za trajnost	**Kognitivna varnost.** Večja ozaveščenost in sposobnost prebivalstva za adaptacijo na krize.	Povečuje družbeno kohezijo in zmanjšuje dovzetnost za dezinformacije v času kriz.

5. ZAKLJUČEK

Trajnost ni alternativa varnosti; trajnost je varnost. V svetu, kjer so planetarne meje pod pritiskom, vojaška moč postaja oblika „drage nemoči“. Če želimo preživeti 21. stoletje, moramo investirati v sisteme, ki podpirajo življenje, ne pa v tiste, ki so zasnovani za njegovo uničenje. Preusmeritev kapitala iz militarizacije v regeneracijo planetarnih meja je edina znanstveno utemeljena pot do miru. Za Slovenijo to pomeni, da je vsak evro, vložen v samooskrbno kmetijstvo, energetsko sanacijo stavb in zaščito gozdov, naložba v nacionalno varnost, ki ne zastari in ne potrebuje municije. Trajnostnost ne sme biti več le „stranska tema“ zunanje politike, temveč mora postati integralni del vojaške in varnostne načrtovalske kulture. Gre za lastno preživetje in učinkovitost v svetu, kjer bodo okoljski šoki postali stalnica. In ne nazadnje - resnična varnost ni v tem, da imamo moč uničiti druge, ampak v tem, da zgradimo sisteme, ki omogočajo preživetje vsem.

VIRI IN LITERATURA

1. IEP, 2025. Institute for Economics & Peace. Ecological Threat Report 2025: Analysing ecological threats, resilience & peace, Sydney, http://visionofhumanity.org/resources
2. Plut, D. , 2023. Ekosistemska družbena ureditev. Drugi zvezek: Slovenija in Evropa (Vol. GeograFF 28). Založba Univerze v Ljubljani. https://doi.org/10.4312/9789612970673
3. Richardson, K. et al., 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries. Science Advances, 9(37), eadh2458. https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458
4. Rockström, J. et al., 2024. Planetary boundaries guide humanity’s future on Earth. Nature Reviews Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43017-024-00597-z
5. Rüttinger, L. et al., 2015 A New Climate for Peace: Taking Action on Climate and Fragility Risks, Aadelphi, International Alert, Woodrow Wilson International Center for Scholars and European Union Institute for Security Studies, 2015
6. Stockholm International Peace Research Institute, 2022. Environment of Peace: Security in a New Era of Risk. Stockholm: SIPRI. https://doi.org/10.55163/LCLS7037

VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE RAZŠIRJENE ODGOVORNOSTI (T.I. FULL COST) V DROE

INTRODUCING FULL COST EXTENDED PRODUCER RESPONSIBILITY IN EPR SYSTEMS

» Jure FIŠER

» Ajda PLETERSKI

Surovina d.o.o.
Ul. Vita Kraigherja 5, Maribor
jure.fiser@surovina.com

Povzetek

Družba Surovina d.o.o. predstavlja enega ključnih deležnikov na področju ravnanja z odpadki v Sloveniji ter hkrati pomembnega izvajalca sistema ravnanja z odpadno embalažo (DROE). Letno predelamo približno 430.000 ton odpadkov, sodelujemo z več kot 3.000 podjetji in kot DROE zagotavljamo ravnanje z odpadno embalažo za približno 1.700 podjetij. Dnevno odpremimo okoli 60 kamionov odpadkov za izvoz, hkrati pa trdno gorivo iz odpadkov dobavljamo več kot 25 evropskim objektom za energetsko izrabo. Takšen obseg delovanja nam omogoča neposreden vpogled v sistemske izzive ravnanja z odpadno embalažo in potrebo po njegovem razvoju.

Na področju ravnanja z odpadno embalažo se soočamo z eno najpomembnejših sistemskih sprememb – uvedbo polne stroškovne razširjene odgovornosti proizvajalcev (t.i. full cost). Gre za koncept, ki bistveno spreminja dosedanjo razporeditev odgovornosti in financiranja ter zahteva celovit razmislek o organizaciji sistema.

Ključne besede: sistem »ful cost«, PRO, DROE, odpadna embalaža, finančna obremenitev proizvajalcev

Abstract

Surovina d.o.o. is one of the key stakeholders in the waste management sector in Slovenia and an important producer responsibility organisation for packaging waste (DROE). Each year, we process approximately 430,000 tonnes of waste, cooperate with more than 3,000 companies and, in our role as a DROE, provide packaging waste management services for around 1,700 companies. Every day, we dispatch about 60 truckloads of waste for export, while solid recovered fuel from waste is supplied to more than 25 energy recovery facilities across Europe. This scale of operations gives us direct insight into the systemic challenges of packaging waste management and the need for its further development.

In the field of packaging waste management, we are facing one of the most important systemic changes – the introduction of full-cost extended producer responsibility for producers. This concept fundamentally changes the existing allocation of responsibilities and financing and calls for a comprehensive reconsideration of the organisation of the system.

Key words: ful cost sytem, PRO, EPR, packaging waste, financial burden on producers

1. PRAVNA PODLAGA IN NAMEN UVEDBE

Uvedba sistema polne stroškovne razširjene odgovornosti proizvajalcev (t.i. full cost) temelji na Uredbi (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta o embalaži in odpadni embalaži, ki se začne uporabljati 12. avgusta 2026. Uredba določa, da morajo proizvajalci kriti celotne stroške ravnanja z odpadno embalažo, kar vključuje zbiranje, označevanje zbirnih mest, obdelavo, sortiranje in analize.

Temeljni cilj takšne ureditve je razbremenitev potrošnikov, saj naj bi zbiranje odpadne embalaže zanje postalo brezplačno. Hkrati pa uredba spodbuja večjo odgovornost proizvajalcev za celoten življenjski cikel embalaže, vključno z njenim okoljskim vplivom.

2. OBSTOJEČI SISTEM IN PREHOD NA »FULL COST«

Obstoječi sistem v Sloveniji temelji na deljeni odgovornosti. Izvajalci javne službe (IJS) izvajajo zbiranje komunalne odpadne embalaže, pri čemer stroške nosijo gospodinjstva, medtem ko DROE skrbijo za nadaljnje ravnanje in obdelavo.

Prehod na sistem »full cost« pomeni prenos finančnega bremena na proizvajalce. Takšna sprememba zahteva temeljito reorganizacijo sistema, saj se spreminjajo tako finančni tokovi kot tudi razmerja med ključnimi deležniki.

Po ocenah se bo skupni strošek sistema povečal s približno 25 milijonov evrov na okoli 70 milijonov evrov. Sam strošek zbiranja komunalne odpadne embalaže pri izvajalcih javne službe je ocenjen na približno 43,5 milijona evrov, kar predstavlja pomembno dodatno finančno obremenitev za proizvajalce.

3. KLJUČNI SISTEMSKI IZZIVI

Uvedba sistema odpira več medsebojno povezanih izzivov. Eden ključnih je pravična porazdelitev stroškov med proizvajalce, ki mora temeljiti na dejanskih količinah in vrstah embalaže. Brez ustreznega modela obstaja tveganje nesorazmernih obremenitev posameznih skupin.

Pomemben izziv predstavlja tudi neusklajenost obračunskih sistemov. Proizvajalci trenutno poročajo dane količine embalaže na trg kvartalno, kvartalno tudi plačujejo strošek ravnanja z odpadno embalažo tj. embalažnino, izvajalci javne službe pa delujejo mesečno, njihove cene pa se potrjujejo letno na ravni občin. Takšna časovna neskladja lahko povzročajo težave pri zagotavljanju stabilnega financiranja.

Dodatno tveganje predstavljajo razlike tudi v cenah zbiranja med posameznimi izvajalci javne službe. Brez enotne metodologije določanja stroškov obstaja nevarnost velikih odstopanj, kar zmanjšuje transparentnost sistema.

Posebej problematično je tudi vprašanje potrjevanja cen zbiranja, saj to nalogo opravljajo občinski sveti, katerih primarni interes je zaščita gospodinjstev. V novem sistemu pa bodo stroške nosili proizvajalci, kar odpira možnost konflikta interesov.

Med dodatnimi izzivi so še ne transparentnost finančnih tokov, tveganje dvojnega zaračunavanja zaradi neustrezne razmejitve med komunalno in nekomunalno embalažo ter pomanjkljiv nadzor tako nad poročanjem količin embalaže, dane na trg kot zbranimi količinam odpadne embalaži pri IJS.

4. POMEN KAKOVOSTI ZBIRANJA

Kakovost zbiranja odpadne embalaže ima ključno vlogo pri učinkovitosti celotnega sistema. Neposredno vpliva na stroške nadaljnje obdelave, na delež recikliranja ter na doseganje okoljskih ciljev.

Slaba kakovost zbranih frakcij pomeni višje stroške, slabšo izrabo materialov in nižjo učinkovitost sistema. Zato ni dovolj zgolj sprememba plačnika storitve, temveč je nujna celovita prenova standardov zbiranja in nadzora.

Če bodo proizvajalci financirali sistem, morajo imeti tudi ustrezno možnost nadzora in vpliva na njegovo izvajanje, vsaj v delu, ki se nanaša na učinkovitost in stroškovno racionalnost.

5. PREDLAGANE REŠITVE IN RAZVOJ SISTEMA

Za učinkovito uvedbo sistema družba Surovina predlaga vzpostavitev enotnega modela določanja stroškov zbiranja, ki bi temeljil na dejanskih podatkih izvajalcev javne službe. Ti bi morali poročati o stroških po materialnih tokovih, na podlagi česar bi se določila referenčna cena na tono. Ta bi veljala za vse proizvajalce, izvajalci javne službe pa bi prejeli plačila na podlagi nastalih stroškov posameznega IJS.

Ključni element predlagane ureditve je tudi ustanovitev neodvisne Organizacije PRO za odpadno embalažo (PROOE), ki bi delovala kot povezovalni in nadzorni organ med deležniki sistema. Njena vloga bi bila upravljanje finančnih tokov, nadzor nad stroški ter zagotavljanje transparentnosti sistema.

Predlagana je tudi sprememba obračunskega sistema, kjer bi proizvajalci stroške krili mesečno na podlagi dejansko danih količin embalaže. Takšen pristop bi omogočil boljšo likvidnost sistema in večjo preglednost.

6. ČASOVNICA IN IMPLEMENTACIJA

Za uspešno uvedbo sistema je nujna pravočasna priprava vseh deležnikov. V primeru, da sistem do avgusta 2026 ne bo ustrezno pripravljen, se kot smiselna kaže možnost zamika polne implementacije na 1. januar 2027.

7. ZAKLJUČEK

Uvedba sistema »full cost« predstavlja pomembno prelomnico v razvoju sistema ravnanja z odpadno embalažo. Ključno je, da se vzpostavi transparenten, pravičen in učinkovit model, ki bo hkrati zagotavljal finančno vzdržnost ter visoko raven okoljskih standardov.

VIRI IN LITERATURA

1. Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži. Uradni list Evropske unije, L 40, 22. 1. 2025. Dostopno na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500040 (dostop: 8. 4. 2026).

ZAGON MINI TOVARN V LOKALNI SKUPNOSTI: SKUPNOSTNE STORITVE ZA SPREMEMBO PROIZVODNJE IN POTROŠNIŠKIH NAVAD TER ZMANJŠEVANJE ODPADKOV

DEPLOYMENT OF MINI FACTORIES IN LOCAL COMMUNITIES: COMMUNITY-BASED SERVICES TO TRANSFORM PRODUCTION AND CONSUMPTION PATTERNS AND REDUCE WASTE

» Lenka PUH, **družbena inovatorka in socialna podjetnica**

ETRI skupina
Ljubljana
lenka.puh@etri.si

Povzetek

Komunalni sistemi morajo preseči zgolj zbiranje odpadkov in **postati razvojni mehanizem skupnosti.** Z usmeritvijo v preprečevanje odpadkov, spreminjanje potrošniških navad ter vzpostavljanje **lokalnih mini tovarn lahko iz presežkov nastajajo novi izdelki in delovna mesta**. Temelj takšnega modela je človek: njegove potrebe po pripadnosti, kompetentnosti in avtonomiji, ki jih je treba prevesti v konkretne lokalne storitve ter priložnosti za sodelovanje in delo.

Model se osredotoča na štiri tokove: **tekstil** (ponovna uporaba, popravila, predelava), **papir** (lokalna obdelava in proizvodnja), **les** (kaskadna raba z višjo dodano vrednostjo) in **hrano** (preprečevanje izgub ter predelava presežkov).

Mini tovarne predstavljajo skupnostno infrastrukturo, ki povezuje različne lokalne akterje, ustvarja delovna mesta (tudi za ranljive skupine), izboljšuje oskrbo in znižuje stroške ravnanja z odpadki ter s tem **krepi krožno in vključujočo lokalno ekonomijo**.

Ključne besede: skupnostne storitve, krožno gospodarstvo, mini tovarne, tekstil, papir, les, hrana, nova (vključujoča) delovna mesta

Abstract

Municipal systems must move beyond mere waste collection and **evolve into drivers of community development**. By focusing on waste prevention, reshaping consumption patterns, and establishing **local mini-factories, surplus materials can be transformed into new products and employment** opportunities. The foundation of such a model is the human being—specifically the need for belonging, competence, and autonomy—which must be translated into tangible local services and opportunities for participation and work.

The model focuses on four material streams: **textile** (reuse, repair, upcycling), **paper** (local processing and production), **wood** (cascading use with higher added value), and **food** (loss prevention and surplus processing).

Mini-factories represent community-based infrastructure that connects diverse local stakeholders, creates jobs (including for vulnerable groups), improves supply systems, and reduces waste management costs—thereby strengthening **a circular and inclusive local economy**.

Key words: community services, circular economy, mini-factories, textiles, paper, wood, food, new (inclusive) jobs

1. UVOD

V času naraščajočih količin odpadkov, dragih surovin, osamljenosti ljudi in razgradnje lokalnih vezi se kaže potreba po novem modelu komunalnih storitev. **Klasični model, v katerem so občani predvsem uporabniki storitev, odpadki pa breme, ni več dovolj**. Prihodnji razvoj komunalnega sektorja bo uspešen le, če bo povezoval okoljske, gospodarske in socialne cilje. Materiali morajo ostati v rabi čim dlje, odpadkov mora biti čim manj, lokalne verige pa morajo postati odpornejše in bolj vključujoče.

Podobno navajajo tudi evropske usmeritve glede načinov **krožnega gospodarstva**:

- pri tekstilu je posebej poudarjena daljša življenjska doba izdelkov, skozi ponovno uporabo, popravila in recikliranje;
- pri hrani zmanjševanje izgub in odpadkov;
- pri lesu učinkovita in kaskadna raba biomase;
- pri papirju pa višja kakovost zbiranja, recikliranja in novih krožnih embalažnih rešitev ("Sustainable and Circular Textiles Strategy").

2. OD SKUPNOSTNIH STORITEV DO MINI TOVARN

Model skupnostnih storitev za komunalni sektor predstavlja **premik od »zberi in odpelji« k »prepreči, aktiviraj, predelaj, ponovno uporabi, zaposli«**. Komunalna infrastruktura predstavlja dostop do tokov materialov, stik z gospodinjstvi, povezavo z javnimi ustanovami in možnost organizacije lokalnih logističnih verig.

Mini tovarna pomeni manjšo lokalno predelovalno enoto, ki iz presežnih tokov nastajajočih odpadkov ustvarja nove izdelke ali polizdelke. Njena vrednost ni samo v končnem produktu, ampak že v sami storitvi – ki povezuje svetovanje, zbiralne akcije, delavnice popravil in usposabljanje oseb, ki so brezposelne ter vključevanje starejših ljudi, mladih in ranljivih skupin. Kar lahko ključno prispeva **k krepitvi lokalne skupnosti**, saj model zagotavlja, da:

- se preko povezovanja in delavnic učenja novih veščin izboljša kompetentnost ter odpornost skupnosti,
- in hkrati spodbuja sodelovanje in aktivno soustvarjanje rešitev.

3. VSEBINSKI PREDLOG PO MATERIALNIH TOKOVIH

3.1. Tekstil

Tekstil je eden najbolj problematičnih vidikov sodobne industrije in potrošnje. Evropska komisija in EEA opozarjata, da mora tekstilni sektor preiti od hitre mode k kakovostnejšim izdelkom, daljši uporabi, popravilom, ponovni uporabi in recikliranju. Evropska komisija poudarja razvoj poslovnih modelov ponovne uporabe in popravila, EEA pa opozarja, da je za krožnost nujna boljša ločena zbiralna, sortirna in predelovalna infrastruktura ("Sustainable and Circular Textiles Strategy").

Za lokalno mini tovarno na tekstilu to pomeni štiri programe:

- Prvi je **center za ponovno uporabo tekstila**, kjer se kakovostni kosi očistijo, popravijo in vrnejo v uporabo.
- Drugi je **šiviljska predelava**, kjer se manj kakovostni kosi preoblikujejo v torbe, predpasnike, zaščitne tekstile, dekorativne izdelke ali tekstil za lokalne ustanove.
- Tretji je **izdelava polnil in izolacijskih materialov** iz neuporabnega tekstila.
- Četrti pa so **izobraževalni programi za spremembo proizvodnje in potrošniških navad**: manj impulzivnega nakupovanja, več popravil, izmenjav in najema.

To področje je posebej primerno za zaposlovanje v širši skupnosti, ker vključuje ročne spretnosti, sortiranje, čiščenje, oblikovanje, manjše serije in sodelovanje z lokalnimi šolami, domovi, društvi ter oblikovalci. Občina lahko pri tem nastopa kot prvi kupec, na primer za promocijske vrečke, zaščitne tekstile, darilne izdelke ali opremo za javne zavode.

3.2. Papir

Papir je med najbolj uveljavljenimi krožnimi tokovi v Evropi. Po evropskem monitoring poročilu se je leta 2024 v Evropi **recikliralo 75,1 % vsega porabljenega papirja in kartona**. Kar pomeni, da gre za področje z veliko možnostmi za lokalne izdelke višje vrednosti ("European Paper Recycling Council"). Papir ni zanimiv le kot sekundarna surovina za velike industrijske obrate, temveč tudi kot osnova za lokalne mini proizvodnje. **Takšna proizvodnja je posebej primerna tam, kjer občina želi zmanjšati količine mešanih odpadkov in hkrati razvijati socialno podjetništvo**.

Mini tovarna na papirju lahko razvije **izdelavo recikliranega pisarniškega papirja za posebne namene**, kot so:

- darilne in promocijske embalaže,
- kartonski zaščitni elementi,
- papirne galanterije za dogodke,
- semenarske kartice,
- didaktični materiali
- ali lokalni turistični izdelki.

Evropske usmeritve glede embalaže dodatno poudarjajo zmanjševanje odpadne embalaže, boljšo reciklabilnost in krožne embalažne sisteme (Environment). Če je papir zbran čisto in ločeno, je njegov materialni potencial bistveno višji. Pomemben del skupnostne storitve je zato tudi **preventiva**:

- zmanjševanje nepotrebnega tiska,
- prehod na večkratno uporabo embalaže tam, kjer je to smiselno,
- in spodbujanje kakovostnega ločevanja.

3.3 Les

Pri lesu je za komunalne sisteme **najpomembnejše načelo kaskadne rabe**. Evropska komisija v smernicah za rabo lesne biomase poudarja, da je treba les uporabljati čim bolj učinkovito in ga večkrat zapored usmerjati v izdelke z višjo dodano vrednostjo, preden pride v energijsko rabo ("Publications Office of the EU"). Kar je neposredno relevantno tudi za lokalne lesne tokove.

To pomeni, da mora lokalna skupnost les obravnavati hierarhično:

- Prednost ima **ponovna uporaba celih elementov**: pohištvo, police, vrtna oprema, urbani elementi.
- Nato **obnova in predelava** v manjše serije izdelkov: klopi, visoke grede, zabojčki, stojala, notranja oprema za javne objekte, elementi za igrišča ali oprema za prireditve.
- Šele ko to ni več mogoče, pridejo na vrsto **iverne plošče, vlaknene plošče, kompoziti ali drugi sekundarni materiali**.
- Povsem na koncu pa energijska izraba.

Mini tovarna na lesu je zato lahko sestavljena **iz zbirnega in razstavljalnega dela, mizarske delavnice ter razvojne enote za urbano opremo iz odsluženega lesa**. Posebej veliko možnosti je v povezavi s kosovnimi odpadki, gradbenim lesom, odsluženim pohištvom in opremo javnih ustanov.

3.4. Hrana

Na področju hrane mora biti prvi cilj vedno preprečevanje presežkov in odpadkov. Evropska komisija poudarja, da so presežki hrane in odpadna hrana etični, gospodarski ter okoljski problem. EU sledi cilju zmanjšanja odpadne hrane do leta 2030. Po podatkih Eurostata je bilo v EU leta 2023 ustvarjenih okoli 58,2 milijona ton odpadne hrane oziroma približno 130 kg na prebivalca; več kot polovica je nastala v gospodinjstvih ("Food Safety").

Za komunalni sektor to pomeni, da je potrebno razviti celoten lokalni sistem – od **merjenja in ozaveščanja do preprečevanja odpadkov, s** preusmerjanjem **presežnih količin v ponovno predelavo.** Kjer užitna raba ni več mogoča, naj sledi kompostiranje ali anaerobna razgradnja, ne pa takojšnje odlaganje ali mešani tok.

Mini tovarna na hrani je lahko organizirana **kot skupnostna kuhinja oziroma predelovalna enota**, ki iz lokalnih presežkov pripravlja sušene izdelke, marmelade,

omake, kisane izdelke, jušne osnove ali zamrznjene obroke. Hkrati lahko deluje **kot učni center za gospodinjstva, šole in javne kuhinje**. Na tem področju je socialni učinek še posebej velik.

Programi zbiranja in predelave presežkov:

- zmanjšajo prehransko negotovost,
- okrepijo prostovoljstvo,
- ustvarijo delovna mesta po meri človeka
- in povežejo komunalna podjetja s trgovci, pridelovalci, gostinci, humanitarnimi organizacijami ter javnimi zavodi.

4. SKLEP

Za uspeh ni dovolj posamezna delavnica ali projekt. **Potreben je lokalni model upravljanja, ki vsebuje pet korakov**:

1. Občina in komunalno podjetje morata **natančno popisati tokove** tekstila, papirja, lesa in hrane: količine, kakovost, sezonskost, stroške ravnanja in obstoječe partnerje.
2. Vzpostaviti je potrebno **skupnostni konzorcij**, v katerem sodelujejo javni zavodi, socialna podjetja, obrtniki, nevladne organizacije, izobraževalne ustanove in lokalna podjetja.
3. Razviti je potrebno **eno ali več mini tovarn** kot pilotne enote. Te naj bodo majhne, modularne in usmerjene v konkretne izdelke, ki že imajo lokalnega kupca.
4. Občina naj vzpostavi **lokalno javno naročanje krožnih izdelkov**, saj brez stabilnega trga mini tovarne težko preživijo. Javne ustanove so lahko prvi kupci tekstilnih izdelkov, embalaže iz recikliranega papirja, opreme iz lesa in predelanih prehranskih proizvodov, kadar je to regulativno in varnostno dopustno.
5. Pomembno je zasnovati tudi **program spremembe potrošniških navad**: popravljaj namesto zavrzi, izmenjaj namesto kupi, uporabi znova, kupuj manj in bolj kakovostno, načrtuj hrano in zmanjšuj višek.

Z usmeritvijo v preprečevanje odpadkov, spreminjanje potrošniških navad ter vzpostavljanje **lokalnih mini tovarn lahko iz presežkov nastajajo novi izdelki in delovna mesta**.

Tekstil, papir, les in hrana niso samo ločeni tokovi odpadkov, ampak **štiri razvojna polja za lokalne mini tovarne**. Tekstil odpira možnosti popravil, predelave in lokalnega oblikovanja. Papir omogoča izdelavo novih embalažnih in promocijskih proizvodov. Les zahteva kaskadno rabo in predelavo v izdelke z višjo dodano vrednostjo. Hrana pa kliče po preprečevanju izgub, redistribuciji in predelavi viškov.

Evropske usmeritve jasno podpirajo takšen razvojni premik (Environment). Za komunalno konferenco je zato ključno sporočilo naslednje: **prihodnost komunalnega sektorja ni samo v učinkovitejšem ravnanju z odpadki, temveč v gradnji lokalnih skupnosti, ki iz odpadnih tokov ustvarjajo delovna mesta po meri človeka, znanje, nove izdelke ter spodbujajo večjo pripadnost**. Komunalno podjetje prihodnosti ni le izvajalec javne službe, ampak **povezovalec lokalne krožne ekonomije**.

VIRI IN LITERATURA

1. European Commission. *Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs: Guidance on cascading use of biomass with selected good practice examples on woody biomass*, Publications Office, 2018, https://data.europa.eu/doi/10.2873/68553
2. European Commission. *Food Waste*, https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-waste_en?utm_source =chatgpt.com
3. European Commission. *Sustainable and Circular Textiles Strategy: The EU is tackling issues affecting the sector, while recognising the importance of the industry*, https://environment.ec. europa.eu/strategy/textiles-strategy_en?utm_source= chatgpt.com
4. European Paper Recycling Council (EPRC). MONITORING REPORT 2024: European Declaration on Paper Recycling 2021-2030, https://www.paperforrecycling. eu/wp-content/uploads/dlm_uploads/2025/07/EPRC-25-005.pdf?utm_source

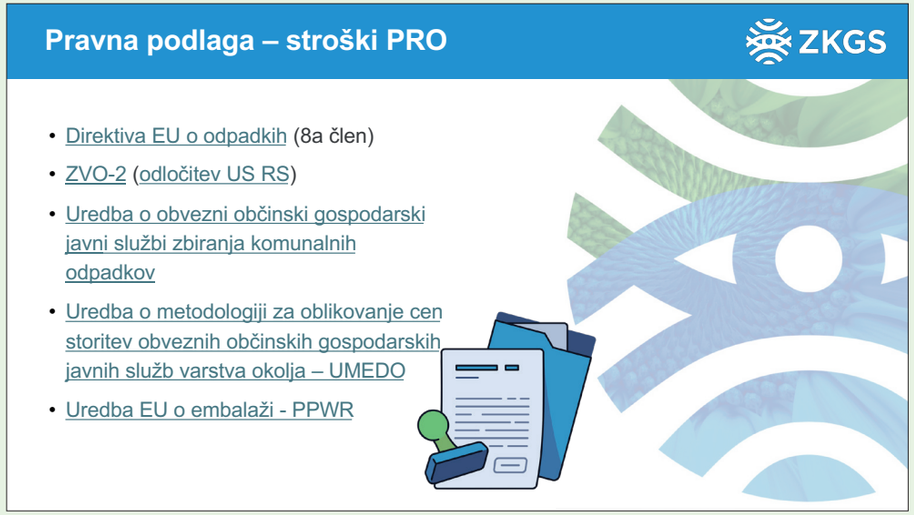
VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE RAZŠIRJENE ODGOVORNOSTI PRIIZVAJALCIH ZBIRANJA KOMUNALNIHODPADKOV

IMPLEMENTATION OF FULL COST-BASED EXTENDED PRODUCER RESPONSIBILITY FOR MUNICIPAL WASTE COLLECTION OPERATORS

» **Sebastijan ZUPANC**, direktor

Zbornica komunalnega gospodarstva Slovenije
Dimičeva ulica 13, 1000 Ljubljana

sebastijan.zupanc@komunalna-zbornica.si



Potek zbiranja komunalnih odpadkov

ZKGS

- mešani komunalni odpadki (MKO)
- komunalna odpadna embalaža (KOE)
- biorazgradljivi odpadki (BIO)
- kosovni odpadki, veliki OEEO, gume
- nevarni odpadki
- OEEO, fitofarm. sredstva, zdravila, tekstil …

→

- **OD VRAT DO VRAT ali prinašalni sistem**
- **EKO OTOK** (lahko tudi tekstil, odpadno jedilno olje)
- **ZBIRNI CENTER**
- **MOBILNA ZBIRALNICA**

Zaračunavanje

ZKGS

mešani komunalni odpadki (MKO)	zbiranje komunalnih odpadkov: V kg, glede na volumen in pogostost odvoza.
komunalna odpadna embalaža (KOE)	obdelava komunalnih odpadkov: V kg, glede na volumen in pogostost odvoza.
bio odpadki (BIO)	odstranjevanje in odlaganje odpadkov: V kg, odloženo.
kosovni odpadki	zbiranje in obdelava BIO odpadkov: V kg, glede na volumen.
nevarni odpadki	strošek infrastrukture: Amortizacija, zavarovanje; na volumen zabojnika
OEEO, gume, fitofarm., zdravila, tekstil …	okoljska dajatev: Na kg odloženih odpadkov na odlagališčih.

Dinamika zbiranja komunalnih odpadkov

ZKGS

MKO	• najpogosteje vsakih 14 dni, ponekod 1 x 3 tedne, v starih mestnih jedrih 1 x teden
MKOE	• najpogosteje vsakih 14 dni, ponekod 1 x 3 tedne, v starih mestnih jedrih 1 x teden
PAPIR	• če eko otok – obdobno oz. po potrebi, • če od vrat do vrat – določena dinamika
STEKLENA EMBALAŽA	• če eko otok – obdobno oz. po potrebi, • če od vrat do vrat – določena dinamika
BIO ODPADKI	• poleti 1 x teden, pozimi 1 x 14 dni
KOSOVNI	• ZC stalno, akcije po lokacijah ali po naročilu najmanj 1 x letno (2x)
NEVARNI	• ZC stalno, 1 x letno z mobilno zbiralnico
OEEO	• ZC stalno, ulične zbiralnice (ponekod), akcije (kosovni ali specifika)
gume, fitofarm., zdravila, tekstil …	• ZC stalno, za tekstil ponekod ulične zbiralnice

Katere upravičene stroške je dovoljeno vključiti v ceno?

ZKGS

A. Upravičeni stroški za ceno storitev ravnanja z odpadki (9. ods. 22. čl. UMEDO)

1. Neposredni stroški (dela, materiala, energije, storitev …)
2. Posredne proizvajalne stroške (amortizacija osnovnih sredstev, vzdrževanja infrastrukture, stroški podpornih služb, logistike …)
3. Upravni in organizacijski stroški (računovodstvo, uprava, IT podpora, administracija …)
4. Stroški financiranja (obresti morebitnih kreditov za nakup osnovnih sredstev)
5. Donos izvajalca (v višini največ 5 % od vrednosti poslovno potrebnih sredstev za neposredno opravljanje dejavnosti)

Katere upravičene stroške je dovoljeno vključiti v ceno?

ZKGS

A. Upravičeni stroški za ceno javne infrastrukture (7. ods. 22. čl. UMEDO)

1. Stroški amortizacije ali najema te infrastrukture
2. Stroški zavarovanja
3. stroški odškodnin za služnost
4. Stroški finančnega jamstva
5. Stroški financiranja (obresti morebitnih kreditov za gradnjo infrastrukture)



Izzivi

ZKGS

Standardi evidentiranja stroškov zbiranja odpadkov (računovodska razdelitev stroškov ravnanja s komunalnimi odpadki na dejanske stroške po vrsti odpadka (po vrsti PRO)

Nadzor nad pravilnostjo razdelitve stroškov (sestavni del letnih revizij poslovnih izkazov za srednja in velika podjetja ter obdobnih naročenih revizij organizacije za majhna in mikro podjetja)

Potrjevanje cen zbiranja »PRO odpadkov« (po ZVO-2)

Zagotoviti **redna plačila** organizacije IJS

Kako pristopiti do **»nadstandarnega« načina zbiranja komunalnih odpadkov** (določila uredbe o zbiranju komunalnih odpadkov)?

Nadstandardni načini zbiranja komunalnih odpadkov

ZKGS

Zbiranje »od vrat do vrat« – **civilizacijska norma**

K oceni »nadstandardnih načinov zbiranja« komunalnih odpadkov je treba pristopiti **sistematično** (lokalne karakteristike, doseganje okoljskih ciljev, navade uporabnikov).

Nadgradnja zbiranja ne sme biti sama sebi namen, temveč mora:

izboljšati učinkovitost sistema, **kakovost ločevanja** in **uporabniško izkušnjo** ob hkratni **stroškovni upravičenosti (razmerje med stroški in učinki)**.

Stroški zbiranja KO za leto 2024 (celotna Slovenija)

ZKGS

Zbiranje **vseh komunalnih odpadkov** (razen BIO) 64.382.800 EUR
Zbiranje **embalaže** 43.449.297 EUR

Primer stroška zbiranja za embalažo:

VRSTA KOMUNALNE ODPADNE EMBALAŽE	Povprečni strošek za Slovenijo (EUR/t)	Strošek zbiranja KOE glede na dano na trg (EUR/t)
MEŠANA EMBALAŽA (15 01 06)	279,99 EUR	379,25 EUR
PAPIRNA EMBALAŽA (15 01 01)	311,91 EUR	53,91 EUR
STEKLENA EMBALAŽA (15 01 07)	151,86 EUR	151,04 EUR
LESENA EMBALAŽA (15 01 03)	64,75 EUR	0,85 EUR

Preračunan strošek zbiranja KOE na 10 najpogostejših embalažnih enot

ZKGS

	Vrsta embalaže - zbiranje	Masa v g	Cena v EUR/kos
1	Kartonska škatla (npr. kosmiči)	30	0,0016
2	Folija/ovoj (LDPE) na izdelek	5	0,0019
3	Plastični lonček za jogurt (PP, 180 g)	6	0,0023
4	Papirnata vrečka (srednja)	50	0,0027
5	Aluminijasta pločevinka 0,33 l	15	0,0057
6	PET plastenka 0,5 l	25	0,0095
7	Večslojna škatla za pijačo (npr. tetrapak) 1 l (kompozit)	30	0,0114
8	PET plastenka 1,5 l	35	0,0133
9	Steklen kozarec 370 ml	200	0,0302
10	Steklenica 0,75 l (za enkratno uporabo)	400	0,0604

Kontakt

ZKGS
Zbornica komunalnega gospodarstva Slovenije



Zbornica komunalnega gospodarstva Slovenije
Dimičeva ulica 13, 1000 Ljubljana

https://www.komunalna-zbornica.si/
komunala@komunalna-zbornica.si
01 5898 484

VPELJAVA POLNE STROŠKOVNE RAZŠIRJENE ODGOVORNOSTI EMBALAŽE PRI PROIZVAJALCIH

INTRODUCTION OF FULL COST FOR PACKAGING EXTENDED PRODUCER RESPONSIBILTY

» Antonija BOŽIČ CERAR

Gospodarska zbornica Slovenija
vodilni partner Slovenskega centra za krožno gospodarstvo
Dimičeva 13, Ljubljana

antonija.cerar@gzs.si

Povzetek

Z 12. avgustom 2026 bo prešla v neposredno uporabo nova Uredba (EU) 2025/40 o embalaži in odpadni embalaži. Kljub neposredni uporabi, se bo uredba uvajala postopoma, saj njena implementaciji zavisi od številnih izvedbenih predpisov, ki jih morajo šele pripraviti na ravni EU in sprememb ali celo novih predpisov na nacionalnem nivoju. Med prvimi nalogami bo vpeljava polne cene proizvajalčeve razširjene odgovornosti za embalažo, kjer bodo pomembni domači predpisi. Na GZS menimo, da so ključni izzivi enotna določitev »nujnih stroškov«, preprečevanje zastonjkarstva (spletni prodajalci), modulacija stroškov za spodbujanje reciklaže in možnost deljenja stroškov med proizvajalci in gospodinjstvi 80:20.

Ključne besede: razširjena odgovornost proizvajalca, embalaža, polna cena, odpadki

Abstract

From the 12th of August 2026 onwards, the new Regulation (EU) 2025/40 on packaging and packaging waste will become directly applicable. Despite its direct appli-

cation, the regulation will be introduced gradually, as its implementation depends on many direct implementing regulations that have yet to be prepared at EU level and changes or even new regulations at national level. One of the first tasks will be the introduction of full cost for packaging in relevance to extended producer responsibility, where national regulations will play the primary role. At the Chamber of Commerce and Industry, we believe that the key challenges will be a uniform determination of "necessary costs", prevention of free-of-riding (online retailers), cost modulation to promote recycling and the possibility of 80:20 sharing of costs between producers and households.

Key words: extended producer responsibility, packaging, full cost, waste

1. UVOD

Proizvajalčeva razširjena odgovornost ni novost in se je ob naraščajočih količinah različnih, predvsem odpadnih potrošniških izdelkov oziroma odpadkov gospodinjstev, postopoma uvajala za različne vrste iztrošenih proizvodov. Razširjena odgovornost terja, da proizvajalci prevzamejo odgovornost za proizvode ob zaključku njihove življenjske dobe. S tem bi proizvajalci ob zasnovi proizvodov poskrbeli, da bi le ti čim manj obremenjevali okolje, ko jih potrošniki zavržejo ter da bi bila njihova obdelava tudi snovno in stroškovno čim bolj učinkovita. Pri tem so se z razvojem te strategije v praksi, končne oblike in cilji ravnanja spreminjali skupaj s spreminjanjem potrošniških navad, razvojem proizvodov in možnostmi njihove predelave ter ozaveščenosti širše družbe. Ob zadnji spremembi krovne direktive o odpadkih, ko je napovedna proizvajalčeva razširjena odgovornost tudi za tekstilne izdelke, je vse večji poudarek na njihovi čim daljši življenjski dobi, možnosti popravila in priprave za ponovno uporabo.

Minimalne zahteve za organizacije proizvajalčeve razširjene odgovornosti

V praksi proizvajalci največkrat izpolnjujejo svoje obveznosti z vključitvijo v skupno organizacijo, ki deluje v imenu več proizvajalcev. Preko organizacije proizvajalci izpolnjujejo svoje finančne, organizacijske in administrativne obveznosti za proizvode ob koncu njihove življenjske dobe. Ker je v EU veliko bolj ali manj učinkovitih praks na tem področju je Evropska direktiva o odpadkih leta 2018 določila minimalne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati tovrstne organizacije.

Te minimalne zahteve, med drugimi, opredeljujejo tudi obseg finančnih prispevkov, ki jih morajo kriti proizvajalci. Ti vključujejo stroške ločenega zbiranja odpadkov, transporta, obdelave ter stroške upravljanja organizacij, ki v njihovem imenu izpolnjujejo obveznosti razširjene odgovornosti s stroški zbiranja podatkov in poročanja o učinkovitosti delovanja teh sistemov in doseganja ciljev zbiranja in predelave. Ob naštetih stroških bi se morali v sistem vračati tudi morebitni prihodki od vrednosti recikliranih materialov. Proizvajalci pričakujejo, da bodo stroški embalažnine odražali dejanske stroške ravnanja z odpadno embalažo. Tam, kjer embalaža s proizvodi kroži med podjetji in ne konča na komunali, ter so podjetja vlagala v infrastrukturo in sisteme zbiranja in sortiranja odpadne embalaže na lastnih dvoriščih; podjetja pričakujejo, da ne bodo imeli dodatnih stroškov ravnanja, kljub uvedbi polne cene.

Pri nas se cene šele oblikujejo in bodo odvisne tudi od predpisov, ki se šele pripravljajo na ministrstvu pristojnim za okolje. Objavljeno je bilo, da strošek delovanja našega obstoječega sistema, ki opravlja že večino obveznih nalog, ki jih določa direktiva, znaša cca 25 mio EUR. Za polno kritje stroškov bi morali proizvajalci dodatno kriti še stroške zbiranja in transporta odpadne embalaže, ki nastaja v gospodinjstvih v okviru izvajanja komunalnih javnih služb. Po informacijah GZS je velik del držav članic EU tak sistem že uvedla do leta 2023. Dodatni strošek, ki ga pri nas trenutno krijejo gospodinjstva ocenjujejo na 43 mio EUR. Temu strošku se zna v bližnji prihodnosti prišteti še strošek, ki ga država vplačuje v skupni proračun EU iz naslova nereciklirane plastične embalaže. Ta strošek je 2023 znašal cca 17,5 mio EUR za cca 30.000 ton plastične embalaže, ki je ostala nereciklirana.

Po naših informacijah trenutni sistem deluje, a ga bo potrebno nadgraditi s prehodom na sistem polnega kritja stroškov zbiranja embalaže pri izvajalcih javnih služb, kjer je treba nasloviti vprašanja kot so enotna določitev »nujnih stroškov«; preprečevanje zastonjkarstva (spletni prodajalci), modulacija stroškov za spodbujanje reciklaže in možnost delitev stroškov med proizvajalci in gospodinjstvi 80:20.

Monopol ali konkurenca?

Opredelitev za monopolno ali konkurenčno organizacijo ne bo odpravila morebitnih anomalij, če organizacija ali organizacije ne bodo delovale transparentno z jasno, nedvoumno in sledljivo povezavo med snovnimi in stroškovnimi tokovi.

V Evropi obstajajo različne rešitve med državami članicami, z monopolnimi in konkurenčnimi sistemi zagotavljanja proizvajalčeve razširjene odgovornosti. Marsikje celo v isti državi vzporedno delujejo monopolni in konkurenčni sistemi v skladu z značilnostmi različnih odpadnih materialnih tokov, ki jih naslavljajo. Kot je odločilo ustavno sodišče, v primeru nedelujočih sistemov oziroma za odpravo anomalij lahko v organizacijo in delovanje sistemov proizvajalčeve razširjene odgovornosti poseže tudi država.

A monopol na ravni EU ni zapovedan. Italija eno krovno organizacijo Conai, Nemčija sistem več konkurenčnih organizacij z zvezno krovno organizacijo za usklajevanje delovanja teh konkurenčnih organizacij in nadzor nad njimi.

V uvodu k direktivi 2025/1892, ki na novo uvaja proizvajalčevo razširjeno odgovornost za tekstilne izdelke in obutev je zapisano, da se „države članice spodbuja, naj razmislijo o pooblastitvi več organizacij za izpolnjevanje obveznosti proizvajalcev, saj lahko konkurenca med takimi organizacijami za izpolnjevanje obveznosti proizva-

jalcev prinese večje koristi za potrošnike, poveča inovativnost, zniža stroške, izboljša ločeno zbiranje tekstila in poveča izbiro za proizvajalce, ki želijo skleniti pogodbo s takimi organizacijami."

Sistem proizvajalčeve razširjene odgovornosti je administrativno zahteven

Proizvajalci izpolnjujejo zahteve razširjene odgovornosti na trgih kjer njihovi proizvodi končajo med odpadki. V praksi to pomeni, da se morajo prijaviti oziroma registrirati v sisteme zagotavljanja razširjene odgovornosti v vsaki državi EU kamor dajejo proizvode na trg. Tam morajo tudi poravnati finančne prispevke in poročati pri čemer lahko ponekod obstajajo različne olajšave za manjše proizvajalce.

Registracija, prispevki, oblika in vsebina poročanja in morebitne olajšave se razlikujejo od države do države. Ker je embalaža sestavni del skoraj vsakega izdelka, to največkrat pomeni, da se morajo vključiti vsaj v sisteme, ki zagotavljajo ravnanje z odpadno embalažo.

EU zakonodaja zahteva izvajanje razširjene odgovornosti tudi za električno in elektronsko opremo, baterije in akumulatorje, vozila ter določene izdelke iz plastike za enkratno uporabo poleg embalaže in v prihodnje tudi za tekstil. Za povrh se lahko države članice odločijo tudi za nacionalne sisteme proizvajalčeve razširjene odgovornosti za določene skupine proizvodov. V Sloveniji imamo na primer sisteme razširjene odgovornosti proizvajalcev še za nagrobne sveče, fitofarmacevtska sredstva, gume in zdravila. To je obremenjujoče tako za velika podjetja, ki delujejo na več trgih EU in se morajo prilagajati različnim zahtevam vsakega trga, kot tudi za mala in srednja podjetja, ki šele vstopajo na nov trg v drugi državi.

O enotni vstopni točki potekajo pogovori na ravni EU, predloga kako bi to lahko potekalo v praksi še ni. Več informacij pričakujemo v napovedanem aktu o krožnem gospodarstvu v drugi polovici leta. A vidimo, da se premiki na ravni EU v poenostavitev zakonodaje, predvsem okoljske in zmanjšanje administrativnih bremen za gospodarstvo dogajajo zelo počasi.

Od Draghijeva poročila za večjo konkurenčnost Evrope, kjer je poudaril pomen enotnega trga ne le za pretok proizvodov in storitev ampak tudi odpadkov, še posebej z vidika oskrbe s kritičnimi surovinami in možnosti pridobivanje le teh iz odpadne električne in elektronske opreme je minilo že leto in pol. O prvem trajnostnem omnibusu in poenostavljanju trajnostnega poročanja smo na ravni EU pričeli govoriti v začetku leta 2025 in končno dočakali potrditev v in objavo direktive 2026/470 »v zvezi z določenimi zahtevami glede poročanja podjetij o trajnostnosti in določenimi zahtevami glede skrbnega pregleda v podjetjih glede trajnostnosti« v Uradnem listu EU 26.2.2026.

ZAKLJUČEK

Evropa stavi na strategijo proizvajalčeve razširjene odgovornosti za bolj trajnostno zasnovo proizvodov in ravnanje z njimi ko jih potrošniki zavržemo.

EU zakonodaja zahteva izvajanje razširjene odgovornosti za električno in elektronsko opremo, baterije in akumulatorje, vozila ter določene izdelke iz plastike za enkratno uporabo poleg embalaže in v prihodnje tudi za tekstil.

V Sloveniji nas čakajo dodatni izzivi na področju embalaže in odpadne embalaže z zakasnelo uvedbo polne cene ravnanja z odpadno embalažo ob začetku izvajanja zahtev evropske uredbe in z odločitvijo ustavnega sodišča, zaradi katere se pričakujejo spremembe v sistemu delovanja organizacij, ki zagotavljajo izpolnjevanje razširjene odgovornosti v imenu več proizvajalcev ne le na področju embalaže ampak tudi pri drugih izdelkih, kjer velja proizvajalčeva razširjena odgovornost. Obstaja tveganje, da bi te spremembe destabilizirale delovanje obstoječih sistemov.

Izpolnjevanje proizvajalčeve razširjene odgovornosti je administrativno izredno zahtevno, ne le glede na to kako se izvaja pri nas, ampak tudi v širši EU. Proizvajalci izpolnjujejo zahteve razširjene odgovornosti na trgih kjer njihovi proizvodi končajo med odpadki. V praksi to pomeni, da se morajo prijaviti oziroma registrirati v sisteme zagotavljanja razširjene odgovornosti v vsaki državi EU kamor dajejo proizvode na trg. Tam morajo tudi poravnati finančne prispevke in poročati pri čemer lahko ponekod obstajajo različne olajšave za manjše proizvajalce.

Registracija, prispevki, oblika in vsebina poročanja in morebitne olajšave se razlikujejo od države do države. Ker je embalaža sestavni del skoraj vsakega izdelka, to največkrat pomeni, da se morajo vključiti vsaj v sisteme, ki zagotavljajo ravnanje z odpadno embalažo.

V EU kot del napovedanega akta o krožnem gospodarstvu razpravljajo o možnosti uvedbe enotne vstopne točke na ravni EU za vse izdelke, kjer je v veljavi razširjena odgovornost proizvajalca. Kot ugotavlja Draghijevo poročilo imamo na ravni EU še kar nekaj izzivov za vzpostavitev enotnega trga in prostem pretoku proizvodov in storitev, da o odpadkih niti ne govorimo.

VIRI IN LITERATURA

1. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500040
2. https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/draghi-report_en

RAZVOJ KROŽNEGA GOSPODARSTVA NA PODROČJU GRADBENIH ODPADKOV V SLOVENIJI

BOOSTING WASTE RECYCLING INTO VALUABLE PRODUCTS BY SETTING THE ENVIRONMENT FOR CIRCULAR ECONOMY IN SLOVENIA

» Goran ŠTEMBERGER

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo RS
projekt LIFE IP Restart

Life-restart.mope@gov.si

Povzetek

Po dostopnih podatkih je gradbeništvo največji porabnik surovin - letno porabi več kot polovico mineralnih surovin. Hkrati predstavljajo gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov največji masni tok, čeprav bi lahko bili odlično ciljno uporabljeni v kar nekaj panogah. To je eno od dejstev, ki je pripeljalo do uspešne prijave projekta z naslovom **Povečanje predelave odpadkov v koristne izdelke s pripravo okolja za krožno gospodarstvo v Sloveniji** na evropski finančni mehanizem LIFE.

Nov strateški projekt LIFE IP Restart smo začeli januarja 2022, njegovo predvideno trajanje pa je do decembra 2030. V njem sodeluje 16 partnerjev, koordinator projekta je Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo RS. Skozi 35 različnih akcij, od teh jih je 6 demonstracijskih, si prizadevamo za bolj gladek prehod Slovenije v krožno gospodarstvo in razvijamo možnosti za večjo predelavo odpadkov v nove uporabne izdelke, zlasti v gradbenem in rudarskem sektorju.

Ključne besede: krožno gospodarstvo; zeleni prehod; gradbeni odpadki; pomen recikliranja; manj odpadkov, več priložnosti; odpadek šteje; LIFE IP Restart

Abstract

According to available data, the construction sector is the largest consumer of raw materials - consuming more than half of the mineral materials used each year. At the same time, construction and demolition waste is the largest waste mass flow, although it could be perfectly targeted in a number of industries. This is one of the facts that led to the successful application of the project **"Increasing the recovery of waste into useful products by preparing the environment for a circular economy in Slovenia"** to the European LIFE Financial Mechanism.

The new strategic LIFE IP Restart project (entitled: "Increasing the recovery of waste into useful products by preparing the environment for a circular economy in Slovenia") was thus launched in January 2022 and is expected to run until December 2030.

The LIFE IP Restart project aims to make Slovenia's transition to a circular economy smoother. It involves 16 partners, with the Ministry of Environment, Climate and Energy of the Republic of Slovenia as the lead partner. Through 35 different actions, 6 of which are demonstration actions, the partners develop opportunities to increase the recovery of waste into new useful products, especially in the construction and mining sectors.

Key words: circular economy; green transition; construction waste; importance of recycling; less waste, more opportunities; waste counts; LIFE IP Restart

1. OZADJE PROJEKTA LIFE IP RESTART

Projekt LIFE IP Restart izhaja iz želje podpreti uresničevanje ukrepov iz sprejetih programov in zavez:

- zmanjšati količino največjih tokov odpadkov – gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju, odpadkov iz termičnih procesov, rudarskih odpadkov ter blata iz komunalnih čistilnih naprav (KČN),
- premagovati ovire pri doseganju okoljskih ciljev Evropske unije ter
- podpreti izvajanje ukrepov iz Programa ravnanja z odpadki in programa preprečevanja odpadkov (PRO&PPO).

Njegov namen pa je s pomočjo ozaveščanja ključnih deležnikov, razvoja tehnoloških rešitev in vpliva na spremembo zakonodaje vzpostaviti pogoje za razvoj krožnega gospodarstva na področju gradbenih odpadkov v Sloveniji.

V Sloveniji je v letu 2023 nastalo 8,45 milijonov ton gradbenih odpadkov, večino od tega in sicer 6,66 milijonov ton zemeljskih izkopov. Reciklirali smo le manjši delež nastalih odpadkov, predvsem zemeljskih izkopov: le 1,58 milijonov ton. Večji delež nastalega zemeljskega izkopa (5,45 milijonov ton) smo vnesli v tla (zasipanje), torej obdelali po postopku, ki je po hierarhiji ravnanja z odpadki na nižji ravni.

V istem letu smo v Sloveniji proizvedli 14 milijonov ton peska in tehničnega kamna, kar je manj kot trikrat več nastalega zemeljskega izkopa. Zavedati se moramo, da se obstoječe in razpoložljive zaloge mineralnih surovin v Sloveniji hitro manjšajo, ob trenutni porabi zadostujejo za manj kot 10 let. Širjenje obstoječih in odpiranje novih pridobivalnih prostorov mineralnih surovin je zaradi zaostrenih okoljskih in prostorskih pogojev oteženo, zato se stanje teh zalog srednjeročno zagotovo ne bo izboljšalo.

Ves nastali zemeljski izkop sicer ni enakovreden mineralnim surovinam, delež primerne surovine je odvisen od geološkega ozadja nastanka zemeljskega izkopa, prav tako ni podvržen postopku bogatenja mineralnih surovin. Kljub temu lahko znaten delež nastale količine kot tudi predelane odpadke iz rušitve objektov uporabimo kot sekundarno surovino za manj zahtevne projekte in s tem prihranimo pomemben neobnovljiv naravni vir – naravne mineralne surovine.

Vzpodbujanje krožnosti na področju gradbenih odpadkov je predvsem zaradi te situacije postala nujnost, aktivnosti našega projekta pa neposredno podpirajo razvoj krožnega gospodarstva na področju gradbenih odpadkov.

2. CILJI PROJEKTA

S projektom LIFE IP Restart želimo predvsem premagovati ovire pri hitrejšem razvoju krožnosti na področju gradbenih odpadkov.

1. izvajamo šest demonstracijskih akcij in razširjamo iz njih izhajajoče rezultate;
2. s predlogi za spremembe in izboljšave na področju okoljskih politik in zakonodajnega okvirja želimo vzpostaviti pogoje za uvajanje krožnega gospodarstva oziroma krožne prakse na področju gradbenih odpadkov v Sloveniji;
3. z ozaveščevalnimi akcijami zvišujemo raven zavedanja vseh deležnikov o prednostih prehoda na krožno gospodarstvo.

3. KDO SMO PARTNERJI V PROJEKTU

Vseh partnerjev je 16, koordinator projekta je Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo RS (MOPE), ostali partnerji pa so: Dravske elektrarne Maribor (DEM), Deltaplan, Fakulteta za biologijo Univerze v Ljubljani, Georudeko, Geološki zavod Slovenije, Gospodarska zbornica Slovenije, Hidroinštitut, Institut Jožef Stefan, Javno podjetje center za ravnanje z odpadki Puconci, Nerinvest d.o.o., Nigrad d.o.o., Result d.o.o., RGP d.o.o., SOL.LEX.SUS in Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG).

4. AKCIJE PROJEKTA

Pripravljalne akcije: na začetku projekta smo izvajali pripravljalne akcije, s katerimi smo določili izhodiščno stanje na različnih področjih – od tehničnega področja do pregleda politik, zakonodaje in upravljanja ter vseh podpornih področij, potrebnih za doseganje ciljev projekta.

Izvedbene akcije: v njih izhajamo iz izhodiščnega stanja in rezultatov demonstracijskih akcij. Za posamezno področje izvajamo aktivnosti v smeri lažjega prehoda v krožno gospodarstvo na področju odpadkov. Akcije so medsebojno prepletene, rezultati ene vplivajo na uspešnost drugih akcij (npr. tehnične smernice za recikliranje bodo uporabljene pri usposabljanju za javni in zasebni sektor), vplivajo pa tudi na določanje politik, zakonodaje in krožnega upravljanja.

Šest demonstracijskih akcij predstavlja inovativno jedro projekta:

1. Proizvodnja umetne zemljine in revitalizacija degradiranih površin – uporaba gradbenih odpadkov - predvsem zemeljskih izkopov - za proizvodnjo rodovitne zemljine in uporaba le-te pri sanaciji kamnolomov.
2. Uporaba mulja za izboljšano poplavno varnost – na Ptujskem jezeru z odstranjevanjem sedimentov povečujemo izkoristek hidroelektrarne, obenem pa preverjamo možnost uporabe izkopanih sedimentov za graditev protipoplavnih nasipov.
3. Preprečevanje odmetavanja odpadkov in puščanja v okolju - razvoj sistema predvidevanja in nadzora verjetnih lokacij odmetavanja odpadkov s pomočjo posebne aplikacije.
4. Zapiranje urbanih zank – gradbeni odpadki iz prenove urbanega okolja bodo na voljo za investicijsko vzdrževanje urbane infrastrukture.
5. Proizvodnja sekundarnih surovin iz odlagališča nenevarnih industrijskih odpadkov – predelana jeklarska žlindra je lahko sekundarna surovina za vrsto gradbenih proizvodov s posebnimi lastnostmi.
6. Recikliranje blata iz komunalnih čistilnih naprav - alternativne metode pridobivanja kritičnih surovin in predelave blat.

5. DOSEDANJI REZULTATI

1. izvedene so bile pripravljalne akcije;
2. opravljeni so bili intervjuji s ključnimi deležniki projekta;
3. opravljena je bila analiza pravnega okvirja in iskanje ozkih grl ter vrzeli v prehodu v krožno gospodarstvo na področju odpadkov;
4. pripravljen je bil Program izobraževanja o krožnem gospodarstvu za podjetja;
5. pripravljena je potrebna dokumentacija za pridobitev vseh dovoljenj za izvedbo demonstracijskih akcij, vloge za ta dovoljenja so delno že vložene;
6. oblikovane so skupine deležnikov (t. i. kompetenčne skupine / Demo Aptitude Groups) za razširjanje rezultatov projekta, opravljena so tudi že prva srečanja;
7. pripravljena je posebna aplikacija »Eko varuh« za odkrivanje lokacij odmetavanja odpadkov.

6. ZAKLJUČEK

Gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja so sicer največji tok odpadkov. Lahko pa nadomestijo rabo naravnih virov in tako pripomorejo k ohranjanju neobnovljivih naravnih virov in optimizaciji izrabe le-teh.

Projekt LIFE IP Restart nagovarja to veliko priložnost, saj s pomočjo ozaveščanja ključnih deležnikov, razvojem tehnoloških rešitev in vplivom na spremembo zakonodaje vzpostavlja pogoje za razvoj krožnega gospodarstva na področju gradbenih odpadkov v Sloveniji.

VIRI IN LITERATURA

1. https://life-restart.si/

ALI BOMO MINERALNE SUROVINE ZA VELIKE PROJEKTE MORALI UVAŽATI IN GRADBENE ODPADKE IZVAŽATI?

WILL WE HAVE TO IMPORT MINERAL RESOURCES FOR LARGE PROJECTS AND EXPORT CONSTRUCTION WASTE?

» Mirko ŠPRINZER

» Branko KOSI

Deltaplan d.o.o.
Cankarjeva ulica 6F, 2000 Maribor

mirko.sprinzer@triera.net

Povzetek

Prispevek obravnava problematiko naraščajočih količin gradbenih odpadkov in hkratnega upadanja zalog mineralnih surovin v Sloveniji. Gradbeništvo letno ustvari približno 8 milijonov ton gradbenih odpadkov, kar predstavlja 70 % vseh nastalih odpadkov v državi, medtem ko se zaloge mineralnih surovin v rudarskih prostorih zmanjšujejo – s 600 milijonov ton leta 1988 na približno 125 milijonov ton leta 2024. Število rudarskih prostorov se je v obdobju 2013–2024 zmanjšalo s 173 na 108. Prispevek analizira zakonodajni okvir na področju rudarstva (ZRud-1) in ravnanja z odpadki (ZVO-2), predstavi možnosti sobivanja rudarstva in industrije predelave gradbenih odpadkov na skupnih lokacijah ter izpostavi prednosti takšnega pristopa: enotno umaščanje v prostor, uporabo enake strojne opreme, optimizacijo transporta s povratnimi vožnjami, zmanjšanje porabe naravnih virov z recikliranimi materiali ter možnosti sanacije degradiranih rudarskih prostorov. V zaključku so podani konkretni predlogi zakonodajnih in operativnih sprememb za vzpostavitev učinkovitejšega krožnega gospodarjenja z gradbenimi materiali.

Ključne besede: mineralne surovine, gradbeni odpadki, recikliranje, rudarstvo, sobivanje, krožno gospodarstvo

Abstract

This paper addresses the growing challenge of increasing construction waste volumes and the simultaneous decline of mineral resource reserves in Slovenia. The construction sector annually generates approximately 8 million tonnes of construction waste, representing 70% of all waste produced in the country, while mineral resource reserves in mining areas have decreased from 600 million tonnes in 1988 to approximately 125 million tonnes in 2024. The number of mining areas decreased from 173 in 2013 to 108 in 2024. The paper analyses the legislative framework governing mining (ZRud-1) and waste management (ZVO-2), presents opportunities for the coexistence of mining and construction waste processing industries at shared locations, and highlights the advantages of such an approach: unified spatial planning, use of identical machinery, transport optimisation through return trips, reduced consumption of natural resources through recycled materials, and the potential for rehabilitating degraded mining areas.

Key words: mineral resources, construction waste, recycling, mining, coexistence, circular economy

1. UVOD

Gradbeništvo je eden ključnih stebrov slovenskega gospodarstva. Skupna vrednost opravljenih gradbenih del je v letu 2024 znašala približno 6,8 milijarde EUR, kar k bruto domačemu proizvodu prispeva 6 do 7 %. Hkrati pa ta panoga povzroča nastanek največjega deleža odpadkov v državi – približno 8 milijonov ton gradbenih odpadkov letno, kar predstavlja 70 % vseh nastalih odpadkov.

Vzporedno s tem se soočamo z upadanjem zalog mineralnih surovin. Skupna proizvodnja tehničnega kamna ter proda in peska v zadnjih letih znaša približno 13 milijonov ton letno, število rudarskih prostorov pa se je s 173 leta 2013 zmanjšalo na 108 leta 2024. Skupne zaloge mineralnih surovin so se s 600 milijonov ton leta 1988 zmanjšale na dobrih 125 milijonov ton leta 2024. Brez sistemskih sprememb nas v naslednjem desetletju čaka uvoz mineralnih surovin iz sosednjih držav.

Namen prispevka je predstaviti stanje na področju mineralnih surovin in gradbenih odpadkov v Sloveniji, analizirati zakonodajni okvir ter predlagati model sobivanja rudarstva in industrije predelave gradbenih odpadkov kot pot k učinkovitejšemu krožnemu gospodarjenju z gradbenimi materiali.

2. RUDARSTVO IN MINERALNE SUROVINE

Zakon o rudarstvu (ZRud-1; Uradni list RS, št. 14/14 UPB, 54/22, 81/24, 14/26) ureja izkoriščanje mineralnih surovin, ki vključuje pridobivanje, obogatitev in uskladiščenje mineralnih surovin. Obogatitev mineralnih surovin obsega vsa potrebna dela za predelavo pridobljene surovine v uporabno obliko in kakovost, kar se doseže z drobljenjem, sejanjem in ločevanjem po fizikalnih postopkih ter s postopki obdelave. Za ta dela so v uporabi tudi premične naprave, za katere posebna okoljevarstvena dovoljenja niso potrebna.

Poseben pomen ima 92. člen ZRud-1, ki določa, da je za mineralno surovino, pridobljeno pri izvajanju gradbenih del na podlagi gradbenega dovoljenja, potrebno plačati rudarsko koncesijo ne glede na njeno čistost ali način dejanske uporabe. Investitor lahko viške mineralne surovine opredeli kot proizvod, stranski proizvod, proizvod iz odpadkov, zagotovi njihovo obdelavo ali jih začasno skladišči.

ZRud-1 v 93. členu omogoča tudi izvajanje dejavnosti, ki niso namenjene rudarskim delom, na območju pridobivalnega prostora – med drugim obdelavo (predelavo in odstranjevanje) odpadkov. To je temeljni zakonodajni okvir, ki omogoča sobivanje rudarstva in predelave gradbenih odpadkov na istih lokacijah.

Pri opustitvi izkoriščanja (95. člen ZRud-1) mora nosilec rudarske pravice izvesti dokončno sanacijo okolja. Rekultivacija površinskega kopa se izvaja z lastno inertno jalovino in odkrivko. Če lastne odkrivke ni dovolj, se rekultivacija lahko izvede tudi z zemeljskim izkopom ali umetno pripravljeno zemljino v skladu s predpisi o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov. Rekultivacija se izvede v debelini, ki jo določajo dokumenti urejanja prostora, sicer pa najmanj v debelini naravnega okolja, največ pa v povprečni debelini enega metra.

3. GRADBENI ODPADKI

Zakon o varstvu okolja (ZVO-2; Uradni list RS, št. 44/22, 23/24, 11/26) in Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih, določata okvir ravnanja z gradbenimi odpadki. Material je lahko opredeljen kot glavni proizvod, stranski proizvod ali odpadek, pri čemer je odpadek vsaka snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči.

Gradbeni odpadki so odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (gradnja, rekonstrukcija, adaptacija, obnova, odstranitev objekta) in so razvrščeni v skupino 17 klasifikacijskega seznama. Delijo se na gradbene odpadke iz rušitev, gradbene odpadke iz izkopov (17 05 04) in gradbene odpadke iz izkopov iz vodnih teles (17 05 06).

Hierarhija ravnanja z odpadki določa prednostni vrstni red: preprečevanje nastajanja, ponovna uporaba, recikliranje, druga predelava in kot zadnja možnost od-

stranjevanje. Najpogostejši postopki obdelave gradbenih odpadkov so predelava po postopku R5 (recikliranje anorganskih odpadkov), R12 (predobdelava – izmenjava odpadkov za predelavo) ter zasipanje. Upravljavec naprave za predelavo odpadkov vedno potrebuje okoljevarstveno dovoljenje (OVD) za predelavo odpadkov in emisije v okolje, za predelavo nad 100 ton na dan pa tudi okoljevarstveno soglasje (OVS).

Konec leta 2025 je bilo v Sloveniji 770 predelovalcev odpadkov, od tega približno 580 predelovalcev gradbenih odpadkov. Velika večina ima izdana OVD za predelavo na premičnih napravah, predelovalnih centrov je zelo malo. Dobrih 200 OVD je izdano po postopku R5, preostalo pretežno po R12. Resničen problem je majhno število regijskih centrov za predelavo, ki bi bili sposobni prevzeti velike količine gradbenih odpadkov, zlasti kadar predelava na premičnih napravah na območju gradišč ni dovoljena, kar je vedno pogosteje v velikih mestih.

4. SOBIVANJE RUDARSTVA IN PREDELAVE GRADBENIH ODPADKOV

Rudarski prostori in prostori za predelavo gradbenih odpadkov so po osnovni logiki tesno povezani: obe dejavnosti zahtevata upravljanje velikih količin materialov, obsežne skladiščne površine, intenzivne transporte ter praktično enako strojno opremo. Že izkoriščen razpoložljiv rudarski prostor kliče po sodelovanju z reciklažno industrijo predelave gradbenih odpadkov.

Skupna raba prostora – tako imenovana „dvojna raba prostora“ – prinaša vrsto prednosti: enotno umeščanje obeh dejavnosti v prostor in okolje; uporabo podobne oziroma iste strojne opreme; optimizacijo povratnih voženj do in iz gradišč, kar zmanjšuje okoljsko obremenitev s transporti; proizvodnjo novih recikliranih materialov, ki zmanjšujejo porabo naravnih virov; uporabo recikliranih materialov za sanacijo rudarskega prostora; možnost zagotavljanja državnih zalog materialov za primere elementarnih nesreč ter zagotavljanje strateških rezerv za bodoče potrebe.

Podatki kažejo, da je v obdobju 2006–2024 količina gradbenih odpadkov strmo naraščala (s 1,6 mio ton leta 2006 na približno 7,3 mio ton leta 2024), medtem ko so se zaloge mineralnih surovin v istem obdobju dramatično zmanjšale (s 380 na 125 mio ton). V zadnjih 19 letih je bilo v Sloveniji pridobljenih 245 milijonov ton mineralnih surovin, novih ali razširjenih pridobivalnih prostorov pa nihče več ne želi. Ta razhajajoča se trenda sta močan argument za sistemsko povezovanje obeh področij.

Kvalitetna reciklaža gradbenih odpadkov in dajanje na trg novih recikliranih materialov lahko pomembno zmanjša porabo naravnih virov ter podaljša rabo obstoječih zalog mineralnih surovin. Produkti predelave gradbenih odpadkov so masovno uporabni tudi za tehnično in biološko sanacijo rudarskih prostorov za dosego pogojev za novo rabo prostora. Z izgubo kvalitetnih materialov iz rušitev izgubljamo surovine za nove gradbene materiale, z izgubo kvalitetnih izkopov pa poleg navedenega še rodovitno zemljo.

5. ZAKLJUČEK

Skupna raba pridobivalnih rudarskih prostorov in industrije predelave gradbenih odpadkov je za zagotavljanje potrebnih gradbenih materialov v Sloveniji, dosego kvalitetnih okoljskih sanacij in manjšega obremenjevanja okolja ključna ter še zelo neizkoriščena možnost. Zakonodaja sobivanje načeloma že danes omogoča, a za resneje posege je potrebno še veliko truda, znanja in sprememb. Brez ukrepanja nam ob obstoječih trendih v naslednjem desetletju grozi odvisnost od uvoza mineralnih surovin, hkrati pa bomo pred izzivom odlaganja vedno večjih količin gradbenih odpadkov.

6. PREDLOGI POTREBNIH SPREMEMB

1. Zakonodajne spremembe na področju ZRud-1 in podzakonskih predpisov ZVO-2, ki bi sistemsko omogočale in spodbudile skupno rabo rudarskih prostorov za namene predelave gradbenih odpadkov, vključno z uporabo recikliranih materialov za tehnično in biološko sanacijo površinskih kopov.
2. Vzpostavitev mreže regijskih centrov za predelavo gradbenih odpadkov iz rušitev in izkopov na lokacijah obstoječih ali opuščenih rudarskih prostorov, s poenostavljenimi postopki pridobivanja OVD in z obveznim dajanjem recikliranih proizvodov na trg.
3. Določitev prostorske in strateške politike za zagotavljanje državnih zalog materialov na prostočih, že izkoriščenih rudarskih površinah za primere elementarnih nesreč in za zagotavljanje strateških rezerv določenih materialov za bodoče potrebe (kriza surovin).

VIRI IN LITERATURA

1. Zakon o rudarstvu (ZRud-1). Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo, 54/22, 81/24, 14/26.
2. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2). Uradni list RS, št. 44/22, 23/24, 11/26 – odl. US.
3. Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih. Uradni list RS.
4. Uredba o odpadkih. Uradni list RS.
5. Evropska komisija (2007). Razlaga o odpadkih in stranskih proizvodih. COM(2007) 59 konč., 21. 2. 2007.
6. Direktiva o odpadkih (Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta).

7. Šprinzer, M., Kosi, B. (2026). Ali bomo mineralne surovine za velike projekte morali uvažati in gradbene odpadke izvažati? Predstavitev, 29. strokovno posvetovanje »Trajnostnost je prihodnost«, 16.–17. april 2026, Moravske Toplice.

TRAJNOSTNI MODEL PROIZVODNJE BIOGNOJILA Z INTEGRACIJO BIOOGLJA, KOMPOSTIRANJA BIOLOŠKIH ODPADKOV IN EKOREMEDIACIJE REČNIH SEDIMENTOV

SUSTAINABLE MODEL FOR BIOGENIC FERTILIZER PRODUCTION THROUGH THE INTEGRATION OF BIOCHAR, BIOWASTE COMPOSTING, AND RIVER SEDIMENT ECOREMEDIATION

» dr. Štefan ČELAN[1]
» dr. Klavdija RIŽNAR[2]

[1]**Visoka šola na Ptuju**
Vičava 1, Ptuj
[2]**Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj**
Slovenski trg 6, Ptuj
stefan.celan@vsptuj.si
klavdija.riznar@bistra.si

Povzetek

V severu vzhodnem delu Slovenije sodita med pomembne dejavnike, ki vplivajo na klimatske spremembe, živilsko predelovalna industrija in intenzivno kmetijstvo. Ob izpustih toplogrednih plinov (CH_4) in CO_2 močno onesnažujeta tudi podtalnico, ki je glavni vir pitne vode v tem delu Slovenije. Uporaba večjih količin umetnih gnojil pa v glavnem zmanjšuje kakovost tal, ki so ključnega pomena za celotni ekosistemi, kmetijstvo in gospodarstvo. Degradacija tal povzroča vse večjo zaskrbljenost in izzive na okoljskem, socialnem in gospodarskem področju. Predstavljeni model ponuja procese in tehnologije, ki bodo omogočale dolgoročno vzdržen model ponovne uporabe razpoložljivih bioloških materialov za regeneracijo intenzivnih kmetijskih zemljišč in lokalno pridelavo hrane. Vzpostavljena je mreža partnerjev, ki bodo z integracijo različnih materialnih in energetskih tokov ter tehnologij, omogočili krožni

način proizvodnje novega gnojila (in substrata) za regeneracijo intenzivnih kmetijskih zemljišč.

Ključne besede: biognojilo, biooglje, kompostoranje, piroliza, ekoremediacija, rečni sedimenti lesna biomasa

Abstract

In the north-eastern part of Slovenia, the food processing industry and intensive agriculture are among the important factors affecting climate change. In addition to greenhouse gas emissions (CH_4) and CO_2, they also heavily pollute groundwater, which is the main source of drinking water in this part of Slovenia. The use of large amounts of artificial fertilizers mainly reduces the quality of soils, which are of key importance for entire ecosystems, agriculture and the economy. Soil degradation causes increasing concern and challenges in the environmental, social and economic fields. The presented model offers processes and technologies that will enable a long-term sustainable model of reusing available biological materials for the regeneration of intensive agricultural land and local food production. A network of partners has been established that, by integrating various material and energy flows and technologies, will enable a circular way of producing new fertilizer (and substrate) for the regeneration of intensive agricultural land.

Key words: biofertilizer, biochar, composting, pyrolysis, ecoremediation, river sediments, woody biomass

1. UVOD

Skorajda ni več dneva, ko ne bi slišali besedne zveze »klimatske spremembe«. Klimatske spremembe so kompleksen pojav, ki jih povzročajo številni dejavniki. Razdelimo jih lahko na tiste, ki jih povzroča človeštvo in tiste, ki so del naravnih procesov. Med dejavnike, ki jih s svojim ravnanjem povzroča človeštvo so sledeči:

- ***uporaba fosilnih goriv***: je glavni vzrok za povečanje koncentracije toplogrednih plinov v atmosferi. Gorenje premoga, nafte in plina sprošča velike količine ogljikovega dioksida (CO_2), kar prispeva k globalnemu segrevanju;
- ***deforestacija:*** uničevanje gozdov zmanjšuje sposobnost za absorpcijo CO_2, ki ga drevesa med fotosintezo absorbirajo. Prav tako kurjenje lesa sprošča, med ostalimi plini, del emisij $CO_{2;}$
- ***kmetijstvo:*** kmetijska proizvodnja, še zlasti tista, ki vključujejo rejo živali, prispeva k emisijam metana (CH_4) in dušikovih oksidov (N_2O), ki sta močna toplogredna plina. Metan se sprošča pri prebavi pri govedu in razgradnji organskih snovi v odlagališčih;
- ***industrijska proizvodnja in promet:*** ta dva sektorja prav tako prispevata k izpustom toplogrednih plinov, predvsem CO_2.

Intenzivno kmetovanje omogoča visoko produktivnost in prehransko varnost, vendar ima pomembne okoljske posledice. Najpomembnejše vključujejo:

- zmanjšanje biodiverzitete,
- degradacijo tal,
- onesnaževanje podtalnice in površinskih voda,
- povečane emisije toplogrednih plinov.

Zaradi teh vplivov se v zadnjih desetletjih razvijajo alternativni pristopi, kot so regenerativno kmetijstvo, agroekologija in krožni modeli upravljanja biomase, ki poskušajo obnoviti ekosistemske funkcije tal in zmanjšati negativne vplive na okolje.

2. TEORETIČNA IZHODIŠČA

Po podatkih Statističnega letopisa (2022) imamo v Sloveniji v uporabi 468.496 ha kmetijskih zemljišč, ki pokrivajo 23 % celotnega ozemlja Slovenije. V strukturi kmetijskih zemljišč zavzemajo največji delež travniki in pašniki (približno 57 %), sledijo njive in vrtovi (približno 37 %). Približno 74 % kmetijskih zemljišč leži na območjih z omejenimi možnostmi za kmetovanje. Približno 21.600 ha kmetijskih zemljišč je v zaraščanju.

Tabela 1: Osnovni podatki o kmetijstvu

Kategorija	Površina (ha)
Kmetijska zemlja	468.496
Njive in vrtovi	175.189
Travniki in pašniki	267.304
Trajni nasadi	26.003
Površine nekaterih poljščin	
Žita (s koruzo za zrnje)	100.866
Koruza za sliranje	26.125
Oljna ogrščica	4,424
Površina kmetijske zemlje na prebivalca (ha)	0,23

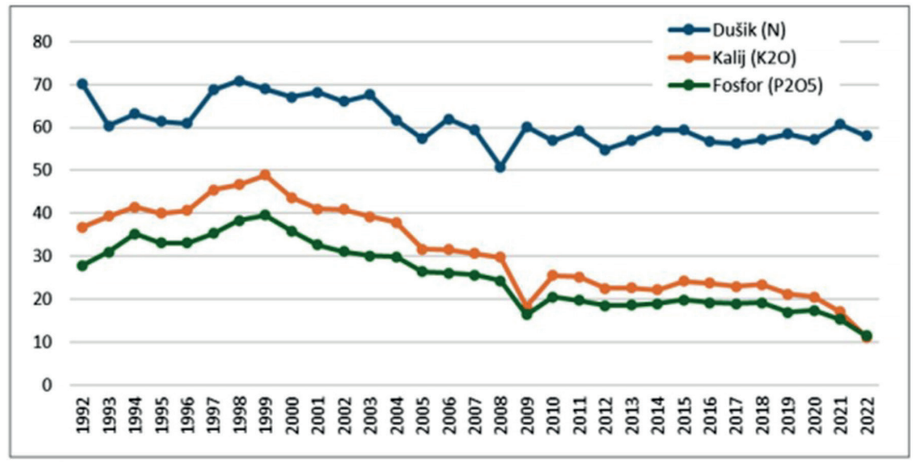
Vir: Statistični letopis 2020, SURS

2.1. Uporaba umetnih gnojil v kmetijstvu

Zgodovina uporabe umetnih gnojil v kmetijstvu je dolga in raznolika z velikimi spremembami v zadnjih dveh stoletjih. Razvoj umetnih gnojil je bistveno spremenil kmetijstvo in pridelavo hrane v zadnjih 200 letih, omogočil večje pridelke, a hkrati prinesel tudi nove okoljske izzive. Danes so umetna gnojila ključni del intenzivnega kmetijstva in prispevajo k prehranski varnosti svetovnega prebivalstva. Hkrati pa se povečuje zavedanje o okoljskih posledicah prekomerne uporabe umetnih gnojil in se spodbuja bolj trajnostne pristope v kmetijstvu.

2.2. Uporaba umetnih gnojil v Sloveniji

Ocenjeno je, da so kmetijski pridelovalci v Sloveniji porabili za gnojenje kmetijskih površin v letu 2023 okoli 97.000 ton mineralnih gnojil ali za 9 % manj kot leto prej. Gnojila so vsebovala 39.547 ton glavnih rastlinskih hranil ali za 2 % več. Skupno je bilo porabljeno okoli 24.912 ton dušikovega rastlinskega hranila (N) ali za 10 % manj kot v 2022, fosforjevega rastlinskega hranila (P_2O_5) 7.823 ton ali za 42 % več in kalijevega rastlinskega hranila (K_2O) okoli 6.805 ton ali za 28 % več. Na hektar kmetijskega zemljišča v uporabi je bilo gnojen v povprečju z 52 kg dušika (N), 16 kg fosforjevega rastlinskega hranila (P_2O_5) in 14 kg kalijevega rastlinskega hranila (K_2O).



Slika 1: Poraba gnojil v Sloveniji

Vir: SURS

2.3. Okoljski izzivi uporabe umetnih gnojil

Uporaba umetnih gnojil v kmetijstvu prinaša številne okoljske izzive. Prekomerna uporaba umetnih gnojil povzroča onesnaženje voda. Pojavlja se izpiranja nitratov v podzemne in površinske vode, kar povzroči:

- onesnaženje pitne vode;
- evtrofikacijo vodnih ekosistemov;
- prekomerno rast alg in drugih vodnih organizmov.

Dovoljena količina nitratov v pitni vodi je 50 mg/L, prekoračitev te meje pa lahko vodi do zdravstvenih težav, zlasti pri dojenčkih.

Uporaba umetnih gnojil prispeva tudi k izpustom toplogrednih plinov. Ti plini prispevajo k segrevanju ozračja in podnebnim spremembam. Med pomembne sodijo:

- dušikovega oksida (N2O), ki ima 310-krat močnejši toplogredni učinek od CO_2;
- metana (CH_4), ki ima 21-krat močnejši toplogredni učinek od CO_2.

Prekomerna uporaba umetnih gnojil vodi tudi do onesnaženja tal Posledice teh onesnaženj so sledeče:

- kopičenja težkih kovin v tleh;
- zakisanja tal;
- zmanjšanja biotske raznovrstnosti v tleh.

Velik delež k onesnaženju zraka prispeva živilsko predelovalna industrija in kmetijstvo. Te emisije negativno vplivajo na kakovost zraka in zdravje ljudi. Med nepomembnejše onesnaževalce sodijo:

- amonijaka (NH_3), ki predstavlja več kot 95% vseh izpustov v Sloveniji;
- dušikovih oksidov (NO_x);
- delci (PM_{10}, $PM_{2,5}$).

2.4. Predelava bioloških odpadkov s postopki kompostiranja

Po slovenski zakonodaji je ravnanje z biorazgradljivimi odpadki določeno s krovnim Zakonom o varstvu okolja , natančneje z Uredbo o odpadkih, podrobneje določeno pa še z drugimi uredbami in pravilniki. Cilj evropskih in slovenskih zakonodajnih dokumentov je, da se količina bioloških odpadkov, ki bi se naj odlagali na deponijah zmanjša proti 0. Glavnina bioloških odpadkov se naj predela v kompostno hranilo za bogatitev zemlje s humusom na obdelovalnih površinah. V določenem deležu pa se lahko uporabijo kot energetski vir.

Organske odpadke je možno obdelati na dva osnovna načina. Prvi je anaerobni način, ki mu pravimo tudi anaerobna fermentacija ali digestija. Takšen postopek poteka pri nadzorovanih pogojih brez prisotnosti kisika, s kontrolirano vsebnostjo vode v materialu in v prisotnosti termofilnih ali mezofilnih bakterij. Anaerobna fermentacija poteka v treh fazah; v prvi fazi je osrednji proces hidroliza organskih substanc v obliko, ki je topna v vodi, v drugi fazi kislega vrenja se tvorijo organske kisline z nizko molsko maso, v tretji fazi metanizacije pa nastajata metan in ogljikov dioksid. Nastali bioplin je sestavljen iz približno 70 vol. % metana (CH_4) in 30 vol. % ogljikovega dioksida (CO_2). Končni izdelek kompostiranja, kompost, glede na vsebnost nevarnih snovi razvrščamo v več skupin:

- kompost za neomejeno uporabo ali kompost 1. razreda;
- kompost z omejeno uporabo ali kompost 2. razreda;
- kompost za nekmetijsko uporabo (Ur. l. RS, št. 84/2005).

2.5. Načini kompostiranja

Osnovna delitev načinov kompostiranja je na zaprte in odprte sisteme (Rhyner R. C. in sod., 1995). V nadaljevanju sem podrobneje opisala različne načine zaprtega in odprtega kompostiranja.

2.5.1. Odprti sistemi

Odprti sistemi so pod neposrednim vplivom vremenskih razmer, zato imamo manj možnosti nadzora in so običajno dolgotrajnejši. Zaradi nižjih stroškov postavitve, vzdrževanja in obratovanja takšnih sistemov je kompostiranje v odprtih sistemih v uporabi zelo razširjeno. Odprto kompostiranje poteka v kopicah pri katerih je v sami sredici kupa še zadostno prezračevanje oziroma koncentracija kisika med stadijem mirovanja kupa. Takšen način kompostiranja je opredeljen kot statično-dinamičen in traja različno dolgo glede na tehnični postopek in postavitev kompleksa. V primeru, da kopice redno obračamo, traja kompostiranje od 9 do 12 tednov; če kopic ne obračamo, ampak jih le prepihujemo, traja proces 12 do 16 tednov; če pa kopic ne obračamo, niti ne prepihujemo z zrakom, traja kompostni proces vse od 20 pa tja do 25 tednov (Bilitewski B. in sod., 1997). Za večje kompostarne so bile razvite tehnike, pri katerih so kompostne kopice prestavljene v hale ali tunele in so popolnoma avtomatizirani.

2.5.2. Zaprti sistemi

Zaprti sistemi so ločeni od okoljskih vplivov in potekajo v posebnih halah, ki material ščitijo pred vremenskimi vplivi. Po večini so takšni sistemi avtomatizirani, z avtomatskim merjenjem posameznih količin (zrak, vsebnost vode, temperatura, pH) in samodejnim prezračevalnim sistemom. Zaradi strogo nadzorovanih pogojev v kompostnih kopicah je proces optimiziran in hitrejši v primerjavi z odprtimi sistemi. Pri določenih tehnikah kompost iz zaprtega sistema kompostiranja dokončno dozorijo v odprtih sistemih.

2.5.2.1. Kompostiranje v celici

Kompostiranje v celici je statični sistem kompostiranja, ki da želeni izdelek že v 7–14 dneh. Proces temelji na vnosu kompostnega materiala v bioreaktorsko celico s stalnim prezračevanjem, mešanjem in prostornino med 30 in 60 m3. Zaradi zaprtosti sistema je omogočena kompletna računalniška vodenost in avtomatska merljivost najpomembnejših parametrov kompostiranja. Kontrolirani pogoji in manjše vstopne količine materiala omogočajo postopku, da je manj izbirčen glede vrste bioloških odpadkov, zato imamo manj težav z izbiro kakovosti začetnega kompostnega materiala. Zaprti sistemi imajo enostaven način povečevanja zmogljivosti delovanja, saj je potrebno kompostarni le dodati nove bioreaktorske celice (Vuk D., 1998) in urediti povezave odpadnega zraku do biofiltrov ter odpadnih vod do čistilnih naprav. Takšen postopek kompostiranja je zelo hiter, učinkovit in omogoča lažji nadzor izpustov, vendar pa so investicijski stroški za vso opremo višji, prav tako so tudi višji stroški vzdrževanja (Rhyner R. C. in sod., 1995).



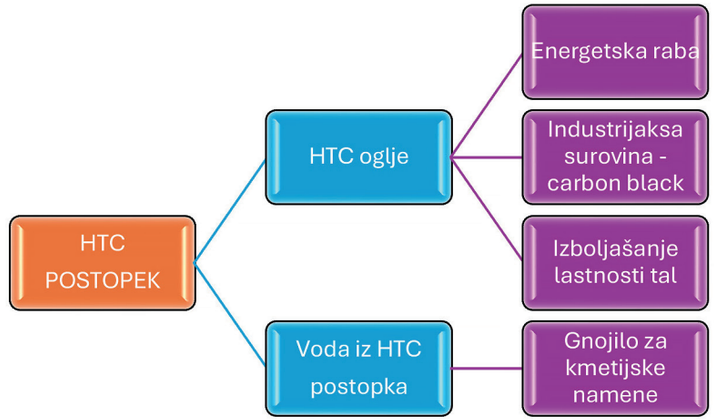
Slika 2: Linija celičnih kompostnikov

2.6. Postopki pridobivanja biooglja

V svetu se trenutno uporabljata dva načina pridobivanja oglja. Prvi postopek se imenuje hidrotermalna karbonizacija, drugi pa piroliza, kjer se kot vhodno surovino običajno uporablja les. Končna produkta obeh postopkov karbonizacije se precej razlikujeta.

2.6.1. Hidrotermalna karbonizacija

Postopek hidrotermalne karbonizacije je podoben principu »ekonom-lonca« brez prisotnosti kisika, ki poteka preko cepitve vode iz ogljikovih hidratov. Postopek poteka v reaktorju na temperaturi od 200 °C do 220 °C in na pritisku okrog 20 barov. Vlaga v reaktorju znaša približno 80 %. Pri postopku se zaradi visokega pritiska uniči prvotna celična struktura biomase in s tem se loči celotna struktura biomase. Dobimo ogljeno blato oziroma mulj. S postopkom sušenja dobimo proizvod, ki je suh in v trdem agregatnem stanju. Nastane zelo homogeno in neporozno oglje s koristnimi nano strukturami in uporabno kemijsko površin). Mineralne snovi in težke kovine, ki so bile v biomasi, se pri stiskanju v veliki meri izločijo z vodo. Te mineralne snovi so poskušali uporabiti kot gnojilo, vendar za to ni ustreznih postopkov. Učinkovitost vezave ogljika pri HTC doseže od 85 % do 90 %, kar predstavlja naj višjo učinkovitost nam znanih postopkov predelave biomase.



Slika 3: Potencialni proizvodi HTC postopka.

2.6.2. Piroliza

Piroliza je pomemben termokemični postopek predelave biomase, ki poteka pri visokih temperaturah v odsotnosti kisika. Najpogosteje se uporablja pri obdelavi organskih materialov. Na sliki je predstavljena tehnološka linija za proizvodnjo biooglja.



Slika 4: Tehnološka linija za proizvodnjo biooglja

Produkti, ki jih dobimo s postopki pirolize se nahajajo v vseh treh agregatnih stanjih. Za vse produkte je značilno, da so obogateni z večjo količino ogljika. Od drugih procesov, kot sta zgorevanje (popolno dovajanje kisika) in hidroliza (dodajanje vode), se razlikuje po tem, da običajno ne vključuje dodajanja drugih reagentov. Pomembna prednost pri piroliziranju biomase je v sami tehnologiji, ki je CO_2 nevtralna. Kar pomeni, da ne prispeva k dodatnim emisijam toplogrednih plinov. Rastline med rastjo absorbirajo CO_2, ki se ob pirolizi sprosti nazaj v okolje, tako da ni neto povečanja emisij. Glavni postopki pirolize za biomaso so:

Počasna piroliza:

- poteka pri nižjih temperaturah (300-500°C) in daljših zadrževalnih časih;
- glavni produkt je biooglje.

Hitra piroliza

- visoke temperature (400-650°C) in kratki zadrževalni časi;
- primarni produkt je bioolje.

Bliskovita piroliza:

- zelo visoke temperature (nad 650°C) in izjemno kratki zadrževalni časi;
- usmerjena v proizvodnjo plinastih produktov.

Ključni parametri, ki vplivajo na potek pirolize biomase:

- temperatura reakcije (običajno 300-1300°C);
- hitrost segrevanja;
- zadrževalni čas;
- velikost delcev biomase;
- vrsta uporabljene biomase (les, kmetijski ostanki itd.).

Glavni produkti pirolize biomase so:

- trdni ostanek (biooglje);
- tekoči produkti (bioolje, katran);
- plinski produkti (lesni plin, sintezni plin).

Razmerje med produkti je odvisno od vrste pirolize in procesnih pogojev. S prilagajanjem teh parametrov lahko optimiziramo proizvodnjo želenega produkta.

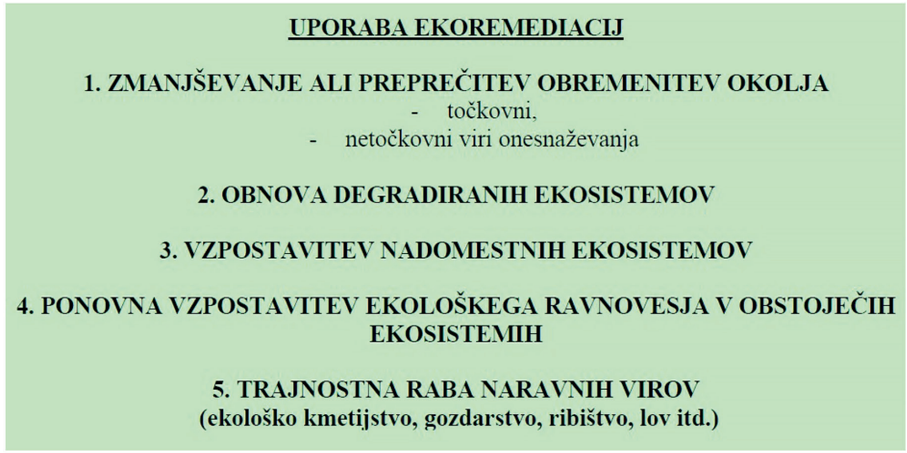
2.6.2.1. Biooglje in njegova raba

Od leta 2000 so se emisije $C0_2$ povečevale na svetovni ravni za več kot 3% letno, s čimer se bližamo točki, ko bodo postale klimatske spremembe tako nevarne kot nepovratne. Da bi to ustavili, se v svetu trenutno odvija več raziskav in programov zmanjševanja emisij v zrak. Ena od bolj obetavnih je proizvodnja biooglja in dodajanje tlom, s čimer z vezavo ogljika v tla uspešno pripomoremo k zmanjšanju klimatskih sprememb in obenem izboljšamo prst. Biooglje je snov z visoko vsebnostjo ogljika, ki nastane s segrevanjem biomase v okolju brez kisika (piroliza). Ob energetski izrabi biooglja ga lahko uporabljamo tudi za izboljšanje osiromašene prsti. Majhne pore v biooglju nudijo mikroorganizmom varno okolje v katerem se lahko uspešno razmnožujejo in posledično bogatijo prst. Prst, ki ji dodamo obogateno biooglje, dobi bogato strukturo, veliko lažje zadrži hranila in tudi vlago (kar v praksi pomeni manj zalivanja in stabilnejše okolje za rastline), hkrati pa se tudi zelo zmanjša možnost nastanka erozije. Zaradi visoke specifične površine (50 - 300 m^2/g) in poroznosti biooglja raste adsorpcijska sposobnost za vodo in hranila. Biooglje poveča aktivnost mikrobov in spodbuja nastanek humusa. V raziskavah so ugotovili, da se pri mešanici oglja in komposta lahko doseže povečanje pridelkov, kar posebej velja za peščena tla. V bogati prsti rastejo zdrave in močne rastline, ki se veliko lažje upirajo boleznim, škodljivcem in vremenskim spremembam. Biooglje pa ima poleg tega, da z njegovo pomočjo na naraven način povečamo rodovitnost zemlje še druge učineke. Med posebne učinke, ki jih v tleh dosežemo z vnosom biooglja sodi izboljšanje fiksacije težkih kovin in pesticidov. Zelo pomembna pa je tudi fiksacija ogljika v tleh. S tem, ko ogljik vrnemo v zemljo, zmanjšujemo njegovo količino, kot toplogrednega plina, v zemeljski atmosferi. Proizvodnji in uporabi biooglja zato pravijo tudi "obratno rudarjenje". Po mnenju pionirjev biooglja bo biooglje v 21. stoletju enako pomembno, kot so bila umetna gnojila za 20. stoletje, a s to razliko, da z biooglјem prst ohranjamo in bogatimo. Potrebno je omeniti, da dodajanje biooglja tlom zmanjša tudi emisije drugih toplogrednih plinov iz tal. V raziskavah iz leta 2005 se je pokazalo, da dodatek biooglja v vrednosti 20g na kg tal popolnoma zaustavi izpuste metana. Prav tako se z dodajanjem biooglja tlom zmanjšajo izpusti dušika. Natalija Rogovska s sodelavci (2011) je v svoji raziskavi dokazala, da so se izpusti dušikovega oksida zmanjšali za 50% ob dodatku biooglja soji, ob dodatku biooglja na travnato površino pa so se izpusti dušika zmanjšali za 80%. Podobne učinke lahko pričakujemo tudi ob dodajanju biooglja hlevskemu gnoju in kompostu. Nizke izpuste različnih toplogrednih plinov lahko razložimo z boljšo aeracijo tal in manj pogostemu pojavljanju anaerobnih con (Matko, 2014). Pospeševalec rasti z biooglјem vam tako omogoča, da po naravni poti trajno regenerirate strukturo zemlje ter omogočite trajno povečanje njene rodovitnosti, kar rastlinam omogoča zdravo in bujno rast ter pomembno vpliva na povečanje produktivnosti, povečanje zdravstvene varnosti in zmanjšanje stroškov:

- deluje kot idealen habitat za mikorizne glive in mikroorganizme, koristne za bujno rast,
- sestavljajo ga milijon emikroskopskih por, katere trajno skladiščijo hranila, minerale, vodo kar pomeni:
  - do šest krat manj zalivanja,
  - zmanjšuje izpiranje hranil, mineralov, dušika in fosforja za 60%,
  - ogljik skladišči 100% varno v tleh več stoletij,
  - da za bujno rast dodatno gnojenje praktično ni potrebno,
- hitrejši začetek vegetacije rastlin spomladi,
- dodajanje k tlom pospeši izgradnjo humusa,
- zaradi njegove poroznosti bistveno povečamo zračnost zemlje, zatopotrebujemo manj mehanske obdelave tal,
- pomembno zmanjšuje CO_2 emisije v zraku in jih veže v zemljo, kar je osnovni pogoj za fotosintezo in bujno rast rastlin. 100 m^2 obogatene zemlje z bioogljem, veže nase okoli 400 kg CO_2 emisij na leto.

2.7. Ekoremediacije

Beseda ekoremediacija izhaja iz zloženke »**remediacija**«, kar pomeni obnova, in predpone »**eko**«, kar nam sporoča, da obnova okolja poteka s pomočjo naravnih sistemov in procesov (Vrhovšek, Vovk Korže, 2009). Osnovni namen uporabe ekoremediacij pri načrtovanju posegov v okolje je večnamensko in trajnostno upravljanje z različnimi naravnimi viri (voda, zrak, tla) ter celostno gospodarjenje z **vodnimi** (vodotoki, jezera, mokrišča …) in **kopenskimi** (gozd, travniki, kamnolomi) ekosistemi. **Ekoremediacije** so okoljske tehnologije, ki temeljijo na principu delovanja naravnih zakonitosti in procesov, ki se odvijajo znotraj ekosistemov. Izhajajo iz ekosistemskega pristopa, ki poudarja pomen obnove in varovanja ekosistemov za ohranjanje ekosistemskih storitev, trajnostno načrtovanje posegov v okolje in reševanje okoljskih problemov z namenom trajnostnega sobivanja človeka z naravo in okoljem. Za reševanje okoljskih problemov je razvitih veliko pristopov, ki pogosto vključujejo visoko tehnologijo, vendar so ti pristopi, kljub njihovi učinkovitosti, predragi, operativno prezahtevni ter pogosto dolgoročno ne sledijo načelom trajnostnega razvoja. Z ekoremediacijami, ki delujejo na osnovi zakonitosti ekosistemov, lahko rešujemo vrsto okoljskih problemov, ki so rezultat človekovih dejavnosti ter nepravilnega poseganja v naravno okolje (Vrhovšek, 2007).

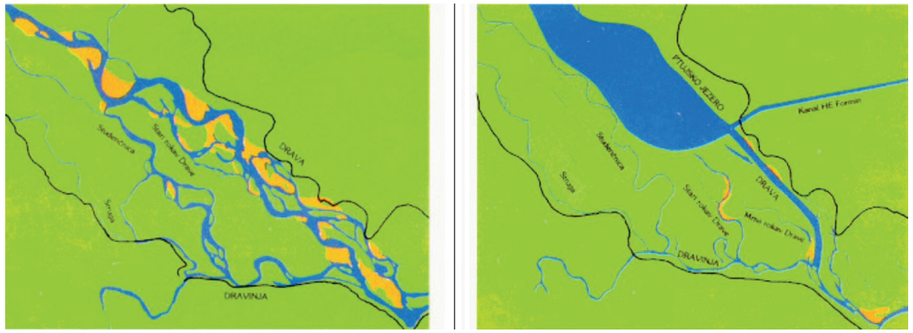


Slika 5: Načini uporabe ekoremediacije

2.7.1. Posledice človeških posegov v vodotoke

Človek je bil skozi zgodovino večkrat nepremišljeno posegal v obstoječe ekosisteme in s tem povzročil veliko ekoloških katastrof. Mnogokrat smo priča tovrstnim posegom na številnih vodotokih. Zaradi preprečevanja poplav so bile številne rečne struge poglobljene in zravnane z namenom večjega odvodnjavanja, hitrejšega odtoka vode dol vodno. Na številnih vodotokih je bila odstranjena obrežna vegetacija, prekinjena povezava med vodnim ter kopenskim okoljem ter s tem porušeno naravno ravnovesje v vodotoku. Na območju reguliranih strug je prišlo do spremenjenega sestava organizmov, spremenili so se fizikalni in kemijski parametri vode ter morfološke in hidrološke značilnosti vodotokov.

Posledice odstranitve naravne razgibanosti vodotokov in njihove povezave z obrežnimi ekosistemi so zmanjšale biotsko pestrost in s tem samočistilno sposobnost ter kapaciteto zadrževanja vode, hkrati pa tudi vzpodbudile različne druge procese, kot so erozija tal, pogostejše poplavljanje, pomanjkanje vode, zaraščanje itd. (Vrhovšek, Vovk Korže, 2008). Tipični primer necelovitega razmišljanja in delovanja predstavlja gradnja elektrarn na reki Dravi. Še zlasti je to danes vidno pri gradnji zadnje elektrarne (Formin), ki je praktično uničila dobri 450 ha izjemnega biotopa v Šturmovcih. Izračuni so pokazali, da bi z umnim ravnanjem in uporaba lesne mase, ki se je razprostirala na dobri 450 ha gozdov, pridobili dvakrat več energije (zelene in obnovljive) kot jo danes proizvaja elektrarna Formin. Na sliki 8 je prikazana pestrost in razvejanost vodnega habitata okoli leta 1900 in trenutno obstoječega.



Slika 6: Reka Drava nekoč in danes

2.7.2. Sedimenti v Ptujskem jezeru

Sedimentacija je naravni, kompleksen proces, ki omogoča trdnim delcem v vodnih telesih, da se iz suspenzije zaradi gravitacije posedejo na dno vodnega telesa. Povišane količine sedimentacije vplivajo na varnost jezov hidroelektrarn, zmanjšujejo proizvodnjo elektrike, sposobnost skladiščenja vode ter zmogljivost praznjenja, zato jih je treba redno odstranjevati. Upravljanje s sedimenti je eden izmed pomembnejših vzdrževalnih ukrepov Dravskih elektrarn Maribor na akumulacijskih bazenih hidroelektrarn na Dravi. Z ustreznim vzdrževalnimi deli zagotavljajo optimalno delovanje objektov in preprečujejo škodljivo delovanje voda. Trenutno se sedimenti odstranjujejo iz reke lokalno. Pri tem sedimente odstranjujejo samo na ugotovljenih problematičnih območjih. Sediment izkopljejo ali prečrpajo na mesto v vodnem telesu tako, da ne ovira toka reke in ni škodljiv na drug način. Sediment se večinoma odlaga ob brežinah reke Drave in v umetno oblikovane otoke v strugi. Prostora za odlaganje znotraj vodnega telesa na način, da ne bo vpliva na obratovanje hidroelektrarn in poplavno varnost bo zmanjkalo. Zato Dravske elektrarne Maribor d.o.o. (DEM) iščejo rešitve za predelavo sedimentov v proizvode, ki sledijo politiki krožnega gospodarstva.



Slika 7: Posledice sedimentacije v Ptujskem jezeru

3. EKSPERIMENTALNI DEL

Novi akcijski načrt za krožno gospodarstvo, ki ga je Evropska komisija sprejela marca 2020, vključuje več ključnih ukrepov za prehod na bolj trajnostno in krožno gospodarstvo. Med pomembnejše ukrepe sodi uvedba zakonodajne pobude za trajnostne izdelke. Pri proizvodnji različnih vrst izdelkov se uvaja prepoved uničevanja neprodanega trajnega blaga. Hkrati se spodbuja daljše življenjske dobe izdelkov ter izboljšanje možnosti za ponovno uporabo, popravilo in recikliranje (model 9R). Novi zakonodajni predlogi o odpadkih omogočajo vzpostavitev usklajenega modela za ločeno zbiranje odpadkov v EU, ki temelji na zmanjšanje izvoza odpadkov iz EU. Nova zakonodaja spodbuja naložbe v okoljske inovacije. Ob tem želi mobilizirati zasebne investicije za podporo krožnemu gospodarstvu. Posebno področja v zakonodaji je namenjeno spodbujanju uporabe digitalnih tehnologij za optimizacijo uporabe energije in naravnih virov. Ti ukrepi skupaj tvorijo celovit pristop k spodbujanju krožnega gospodarstva v EU, s ciljem zmanjšanja pritiska na naravne vire, ustvarjanja trajnostne rasti in novih delovnih mest ter prispevanja k podnebni nevtralnosti do leta 2050. Upoštevajoč zgoraj navedene zakonske predpise in smernice smo v regiji Podravje oblikovali partnerstvo:

- Javne službe Ptuj;
- Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj;
- VGP Drava Ptuj, d.o.o.;
- Dravske elektrarne, d.o.o.;

- RRA Podravje;
- E-ZAVOD.

S ciljem, da vzpostavimo dolgoročno vzdržen model ponovne uporabe razpoložljivih bioloških materialov za proizvodnjo novega biognojila, ki bo omogočalo regeneracijo intenzivnih kmetijskih zemljišč. Projekt bo pokazal, kako lahko obstoječi regionalni center za ravnanje s komunalnimi odpadki (CERO Gajke) postane katalizator krožnega biogospodarstva. Z integracijo različnih bioloških odpadkov in sodobnih tehnologij, bo možno proizvajati novo vrsto več funkcijska biognojila (substrata) po sitemu krožne ekonomije (slika 10).



Slika 8: Procesna shema

3.1. Analiza stroškov in koristi v proizvodnjo biognojila

Z analizo stroškov in koristi smo v projektni nalogi, kar se da natančno, ovrednotili vse koristi in stroške, ki bodo nastali ob izvedbi potencialne investicije. Vrste stroškov in koristi so odvisne od vrste projekta, splošno pa jih lahko razdelimo na:

Stroške:

- začetni stroški pred izvedbo investicije (projektna dokumentacija, PGD, PZI, itd);
- investicijski stroški, ki zajemajo gradnjo ali adaptacijo objektov, nakup in montaža opreme in ostalih kapacitet, ki jih bo potrebno v življenjski dobi projekta zamenjati;
- obratovalni stroški procesa in vzdrževanja skozi življenjsko dobo projekta;
- ocena nepredvidenih stroškov;

Koristi:

- koristi, ki jih lahko neposredno ovrednotimo v denarju: prihodki od prodaje, zniževanje stroškov zaradi uvedbe tehnoloških novosti, itd;
- koristi iz naslova intelektualne lastnine, itd.

Pri analizi stroškov in koristi vse pozitivne in negativne učinke projekta monetarno ovrednotimo. Analiza je zasnovana tako, da kaže smotrnost naložbe investitorja in tudi širših družbenih koristi.

3.1.1. Analiza stroškov in koristi pri proizvodnji biooglja

Pri dimenzioniranju industrijske procesne liniji za proizvodnjo biooglja smo izhajali masnih tokov bioloških odpadkov, ki se zbirajo na obstoječih deponijah v statistični regiji Podravje.

Tabela 2: Masni tok bioloških odpadkov v statistični regiji Podravje

	MASA ODPADKOV (t)			
LETO	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
OBMOČJE NASTANKA ODPADKA				
Maribor-območje	13.621,00	12.802,00	14.292,00	14.630,00
Spodnje Podravje	4.653,00	5.212,00	5.031,00	4.873,00
SKUPAJ	**18.274,00**	**18.014,00**	**19.323,00**	**19.503,00**

Načrtovano razmerje v mešanici komposta in biooglja znaša 2:1, kar pomeni, da je potrebno na letni ravni proizvajati cca 10.000 ton biooglja. Na tabeli 3 je prikazana masna bilanca porabe lesnih sekancev pri proizvodnji 10.000 ton biooglja na leto.

Tabela 3: Masna bilanca za proizvodnjo biooglja

Količina vhodnega materiala	Vsebnost vode	Količina biooglja	Poraba lesnih sekancev
kg	%	kg	kg
Iz 1 kg lesnih sekancev dobimo	10	0,25	
10.000 kg biooglja potrebujemo	10	10.000	44.000

Tabela 4: Energetska bilanca za proizvodnjo biooglja

Količina vhodnega materiala	Vsebnost vode	Celotna energija na vhodu		Porazdelitev energije v procesu pirolize		
				Izgube in reakcije	Toplota – vroča voda	Energija v oglju
Iz 1 kg lesnih sekancev dobimo	10 %		100 %	26	29	45
		16,2 MJ	100 %	4,21	4,70	7,29
		4,5 kWh	100 %	1,17	1,31	2,03
Naprava porabi 8,8 t/h sekancev in proizvede 2,2 t/h biooglja.	10 %	39.600 kW	100 %	10.296 kW	11.848 kW	17.820 kW

Na sliki 4 je prikazana shema procesnih naprav in objektov, ki so potrebni za proizvodnjo biooglja. Lesni sekanci se dobavljajo v rinfuzni. Pred uporabo se določena količina lesnih sekancev naloži v zalogovnik, ki je ogrevan s toploto pridobljeno iz piroliznega reaktorja. Osušeni sekanci se nato kontinuirano preko transporterja vodijo v pirolizni reaktor. Po končanem piroliznem procesu se biooglje odlaga v namenske bokse. Očiščeni dimni pline se izpuščajo v okolica. Topla procesna vode se uporablja za namene daljinskega ogrevanja. Na tabeli 5 je prikazana struktura stroškov v investicijo in obratovanje celotne procesne linije.

Tabela 5: Struktura stroškov za proizvodnjo biooglja

Vrsta stroška	Vrednost (€)
Tehnološka oprema	5.450.000,00
Objekti in infrastruktura	870.000,00
Amortizacija (30 let)	164.000,00
Stroški zaposlenih	124.000,00
Stroški vzdrževanja	38.000,00
Stroški elektrike	28.000,00
SKUPAJ	**6.674.000,00**

Na sliki 2 je prikazana procesna shema za proizvodnjo komposta. V prvi fazi se vrši priprava kompostne mešanice bioloških odpadkov, ki jo nato naložimo v posamezne kontejnerje kjer se vrši faza fermentiranja do stopnje komposta. Po zaključeni fazi kompostiranja sledi faza zorenja kompostne mešanice. V zadnji fazi je potrebno kompost presejati in ločiti na frakcijo, ki se naknadno meša z biooglјem ali za prodajo komposta na prostem trgu. Preostanek presejane frakcije se delno vrča v začetni proces, delno pa se odloži na primernem deponijskem prostoru. Na tabeli 6 je prikazana struktura stroškov v investicijo in obratovanje procesne linije za pridobivanje komposta.

Tabela 6: Struktura stroškov za proizvodnjo komposta

Vrsta stroška	Vrednost (€)
Tehnološka oprema	4.900.000,00
Objekti in infrastruktura	1.870.000,00
Amortizacija (30 let)	264.000,00
Stroški zaposlenih	164.000,00
Stroški vzdrževanja	78.000,00
Stroški elektrike	38.000,00
Stroški odvoza odpadkov	1.129.900 €
SKUPAJ	**8.443.900,00**

Na sliki 8 je predstavljena procesna shema za mešalnico biognojila. Z skladiščenje osnovnih komponent (biooglje, kompost, zemljina iz sedimentov reke Drave) so predvideni trije silosi. Preko transporterjev se nato vse tri komponente transportirajo v mešalno napravo. Končni produkt se lahko dobavlja v obliki rinfuze ali embaliran v ustrezno embalažo, ki je proizvedena iz obnovljivih komponent. Na tabeli 7 so prikazani investicijski in obratovalni stroški mešalnega procesa.

Tabela 7: Struktura stroškov mešalnega procesa

Vrsta stroška	Vrednost (€)
Tehnološka oprema	1.250.000,00
Objekti in infrastruktura	470.000,00
Amortizacija (30 let)	62.000,00
Stroški zaposlenih	64.000,00
Stroški vzdrževanja	12.000,00
Stroški elektrike	8.000,00
SKUPAJ	**1.866.000,00**

3.1.2. Podatki za CBA analizo

Na tabeli 8 so prikazani investicijski in obratovalni stroški celotnega procesa. Analiza stroškov in koristi je prikazana za tri možne scenarije (optimistični, realni in pesimistični).

Tabela 8: Podatki za vrednotenje učinkov investicije

Procesni parametri	Vrednost (€)
1. Skupni znesek investicije (linija kompostiranja + pirolizni proces + polnilnica)	16.983.900,00
2. Stroški zaposlenih	352.000,00
3. Stroški vzdrževanja	128.000,00
4. Stroški elektrike	74.000,00
5. Ostali stroški (zavarovanja, itd)	94.000,00
6. Stroški deponiranja preostanka odpadkov	1.129.900,00
7. Količina biomase lesa SS 48% (t/a)	44.000,00
8. Količina bioloških odpadkov (t/a)	19.400,00
9. Količina dravskih sedimentov (t/a)	10.000,00
10. Cene lesne biomase	**-10 - 0- 50**
11. Cene bioloških odpadkov	0,0
12. Cena dravskih sedimentov	**-40 – 0 - 15,0**
13. Delež SS v vhodnih surovinah (%)	36
14. Skupni letni obratovalni stroški	2.173.900,00
15. Letna proizvodna kapaciteta biognojila (t/a)	35.000,00
16. Tržna cena biognojila	360 – 480 - 560
17. Cena ene tone CO_2 na trgu	22 €/t – 58,2€/t 79,75 €/t
18. Faktor vezave CO_2 na tono suhe snovi	0,60
19. Finančna vrednost vezave CO_2, preračunano na tono suhe snovi	22,4€/t – 60,0 €/t - 80,9€/t
20. Skupni letni prihodki od prodaje biognojila	Variantno
21. Skupni letni prihodki CO2 certifikatov	Variantno
PRIHODKI SKUPAJ	**Variantno**

Količina trajno vezanega ogljika v biooglju je odvisna od vrste lesa, pogojev pirolize in izkoristka pretvorbe. Na splošno velja, da les v povprečju vsebuje okoli 50 % ogljika (odvisno od vrste lesa, lahko od 45–55 %). Pri pirolizi približno 25–35 % mase lesa ostane kot biooglje (spet odvisno od temperature in postopka). Biooglje običajno vsebuje 70–90 % ogljika, ki je trajno vezan. Povprečni izračun na tono lesa pokaže, da tak les vsebuje cca 500 kg ogljika. Biooglje predstavlja 25–35 % začetne mase lesa, torej 250–350 kg biooglja na tono lesa. Če biooglje vsebuje 80 % ogljika, to pomeni, da ostane 200–280 kg trajno vezanega ogljika na tono lesa. Torej, ena tona lesa lahko trajno veže približno 200–280 kg ogljika, če ga pretvorimo v biooglje. V našem primeru imamo 44.000 t lasa, ki vsebuje 48% suhe snovi. Ena tona lesa 0,48 tone suhe snovi. Faktor vezave CO_2 na tonu suhe snovi vhodne surovine znaša 0,6. Na ta način smo mi 0,48 x 0,6 = 0,282 tone ogljika. Ena tona ogljika pa veže 3,6 tone CO_2. Tako smo z eno tono lesa vezali 0,282 x 3,6 = 1,015 tone CO_2. Cena ene tone CO_2 znaša 22 €/t do 80 €/t. Tako smo s predelavo ene tone lesa v biooglje prislužili minimalno 22,4 €/t in maksimalno 81,2 €/t. Za našo masno bilanco znaša izračun za tri variante:

Vhodna količina lesa je 44.000 t x 1,015 x 22,0 € = 982.520,00 € - pesimistična varianta

Vhodna količina lesa je 44.000 t x 1.015 x 58,2 € = 2.599.212,00 € - realna varianta

Vhodna količina lesa 44.000 t x 1,015 x 79,75 € = 3.561.653,00 € - optimistična varianta

5. ZAKLJUČKI

Pri idejni zasnovi termične obdelave odpadkov smo izhajali iz dejanskih potreb po toploti, ki obstajajo na terenu in na ta način izračunali kolikšna je potreba po količini vhodnih materialov, da bi tem potrebam lahko zadostili. Ker je projekt še z zelo zgodnji fazi razvoja, smo pri snovanju masnih tokov predvideli fleksibilno sestavo, ki ob nespremenjeni rabi toplote na izhodu, omogoča spreminjanje vhodnih tokov, tako z vidika povečevanja količine energetsko ustreznih MKO ali blata iz ČN na račun zmanjšanja količin odpadne lesne biomase, ali obratno.

Delovna skupina za pripravo idejne zasnove, ki jo je imenovala županja Mestne občine Ptuj, namenoma ni želela špekulirati in »predlagati« ali celo »izbrati« »prave« tehnološke rešitve, saj bi to bilo neprofesionalno in neodgovorno. Preden bo to sploh mogoče, bo potrebno v Sloveniji doreči in sprejeti več pomembnih odločitev od strateških, razvojnih in predvsem zakonodajnih.

Prednost in priložnost, ki jo ponuja Mestna občina Ptuj je v že sprejetih političnih odločitvah o podpori projektu s strani Mestnega sveta Mestna občina Ptuj in Kolegija županov Spodnjega Podravja. Mestna občina Ptuj ima objekt za termično obdelavo odpadkov že umeščen v prostor in sprejeta oba prostorska dokumenta OPN in OPPN.

VIRI IN LITERATURA

1. Carpenter, S. R. et al. *Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen*. *Ecological Applications*, 1998.
2. Diaz, R. J., Rosenberg, R. *Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems*. *Science*, 2008.
3. FAO. *Status of the World's Soil Resources*. 2015.
4. FAO. *Water Pollution from Agriculture*. 2017.
5. Foley, J. A. et al. *Global consequences of land use*. *Science*, 2005.
6. Galloway, J. N. et al. *Transformation of the nitrogen cycle*. *Science*, 2008.
7. IPBES. *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. 2019.
8. IPCC. *Sixth Assessment Report*. 2021.
9. Klinar, D. *Koraki k celoviti predelavi ali izrabi blata komunalnih čistilnih naprav*. V: Lipič, K. (ur.), Rižnar, K. (ur.), Novak, P. (ur.). *Gospodarno z viri za sonaravni razvoj Slovenije: strokovno posvetovanje 2016, Moravske Toplice, Hotel Ajda, 7. in 8. april 2016*. Ljubljana: Zveza ekoloških gibanj Slovenije, 2016, str. 79-88.
10. Klinar, D., Rižnar, K., Čelan, Š. *Predelava muljev-blat čistilnih naprav s procesom pirolize*. V: Lipič, K. (ur.), Rižnar, K. (ur.), Grilc, V. (ur.). *Odpadki in emisije v sistemu krožnega gospodarstva: jubilejno 20. strokovno posvetovanje 2017, Moravske Toplice, Hotel Ajda, 30. in 31. marec 2017*. Ljubljana: Zveza ekoloških gibanj Slovenije, 2017, str. 105-115.
11. Knox, A. *An Overview of Incineration and EFW Technology as Applied to the Management of Municipal Solid Waste (MSW)*. University of Western Ontario, February 2005.
12. Lal, R. *Restoring soil quality*. *Sustainability*, 2015.
13. Montgomery, D. *Soil erosion and agricultural sustainability*. *PNAS*, 2007.
14. Ostermann, S. *Kraft-Wärme-Kopplung für die Klärschlammtrocknung*. *Umwelt Magazine*, 12/2016. Springer-VDI-Verlag.
15. Tilman, D. et al. *Forecasting agriculturally driven global environmental change*. *Science*, 2001.

Spletni viri

1. ARSO. *Kazalci okolja v Sloveniji: Blato iz komunalnih čistilnih naprav*. Dostopno na: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=763 (dostop: 18. 3. 2018).
2. Delaware Solid Waste Authority. *Waste-to-Energy Compared to Fossil Fuels for Equal Amounts of Energy*. [spletni vir]. Arhivirano 26. 1. 2008.

2. panel

ENERGIJSKA IZRABA ODPADKOV

SISTEMSKI PRISTOP PRI ENERGIJSKI IZRABI KOMUNALNIH ODPADKOV

A SYSTEMIC APPROACH TO THE ENERGY RECOVERY OF MUNICIPAL WASTE

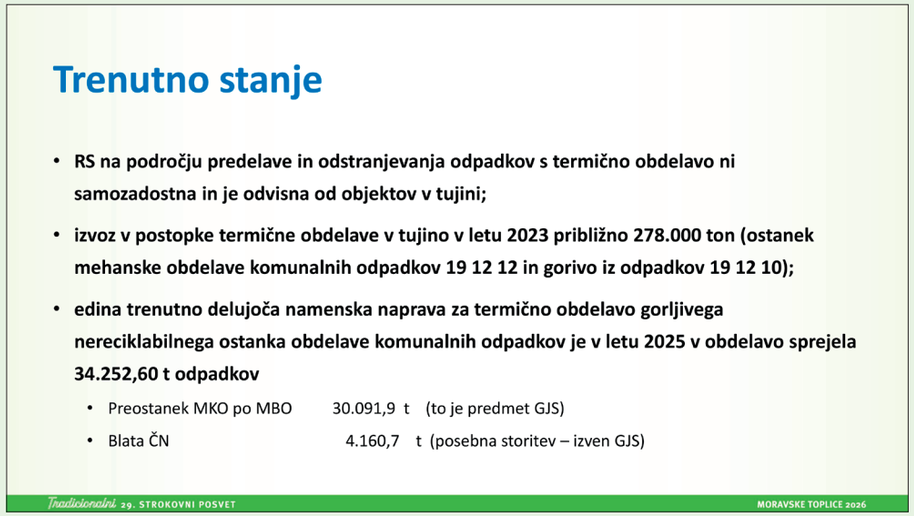
» **mag. Tanja BOLTE**, direktorica Direktorata za okolje

» **Matej KOVAČIČ**, Sektor za odpadke

» **Alan KARABEGOVIĆ**, Sektor za odpadke

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Direktorat za okolje
Dimičeva ulica 13, 1000 Ljubljana

sebastijan.zupanc@komunalna-zbornica.si

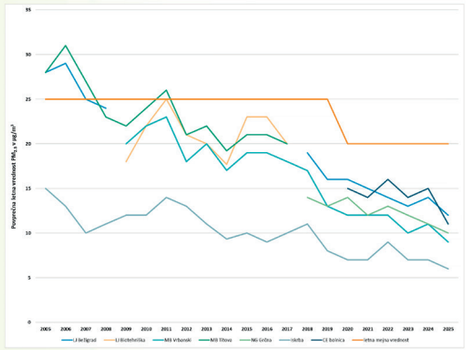


Standardi kakovosti

Onesnaževalo	Interval povprečenja	AQ direktiva (trenutno veljavni standardi kakovosti)	Nova AQ direktive (standardi kakovosti po 1.1.2030)	WHO smernice 2005	WHO smernice 2021
$PM_{2,5}$ (µg/m³)	Koledarsko leto	20	10	10	5
	24 ur	-	25 (18 dovoljenih preseganj)	25 (*)	15 (*)
PM_{10} (µg/m³)	Koledarsko leto	40	20	20	15
	24 ur	50 (35 dovoljenih preseganj)	45 (18 dovoljenih preseganj)	50 (*)	45 (*)
O_3 (µg/m³)	Vrhunec sezone (**)	-	-	-	60
	maksimalna dnevna 8-urna povprečna vrednost	100 (dolgoročno)	-	-	-
	maksimalna dnevna 8-urna povprečna vrednost	120 (25 dni dovoljenih preseganj, povprečeno v 3 letih)	120 (18 dni dovoljenih preseganj, povprečeno v 3 letih)	100 (*)	100 (*)
NO_2 (µg/m³)	Koledarsko leto	40	20	40	10
	24 ur	-	50 (18 dovoljenih preseganj)	-	25 (*)
	1 ura	200 (18 dovoljenih preseganj)	200 (1 dovoljeno preseganje)	200 (*)	200 (*)
SO_2 (µg/m³)	24 ur	125 (3 dovoljena preseganja)	50 (18 dovoljenih preseganj)	20 (*)	40 (*)
	10 minut	-	-	500	500
	1 ura	350 (24 dovoljenih preseganj)	350 (1 dovoljeno preseganje)	-	-
CO (mg/m³)	maksimalna dnevna 8-urna povprečna vrednost	10	10	10	10
	24 ur	-	4	-	4
	1 ura	-	-	35	35
	15 minut	-	-	100	100
Benzen (µg/m³)	Koledarsko leto	5	3,4	-	1,7
Svinec (Pb) (µg/m³)	Koledarsko leto	0,5	0,5	-	0,5
Arzen (As) (ng/m³)	Koledarsko leto	6	6	-	6,6
Kadmij (Cd) (ng/m³)	Koledarsko leto	5	5	-	5
Nikelj (Ni) (ng/m³)	Koledarsko leto	20	20	-	25
Benzo(a)piren (ng/m³)	Koledarsko leto	1	1,0	-	0,12

* 90. percentil (dovoljeno je 3-4 preseganj mejne vrednosti na leto).
** Najvišje 6 mesečno drsče povprečje povprečne maksimalne dnevne 8-urne povprečne vrednosti v 6 zaporednih mesecih.

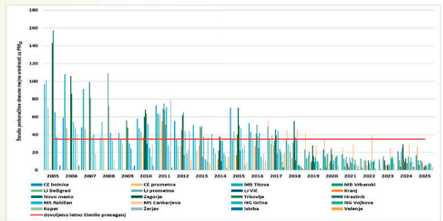
$PM_{2,5}$

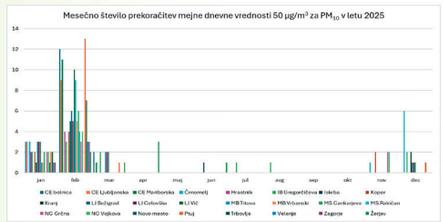


$PM_{2,5}$ so delci s premerom manjšim od 2,5µm.
PM_{10} so delci s premerom manjšim od 10µm.
Delci PM_{10} vsebujejo vse delce $PM_{2,5}$.
V Celju merimo delce $PM_{2,5}$ od leta 2020 dalje.

Zaradi svoje majhnosti lahko prodrejo globje v dihala in celo vstopijo v krvni obtok.

Če bi podatke iz leta 2025 ovrednotili po novih standardih, bi letna mejna vrednost za $PM_{2,5}$ presegla dovoljeno raven na vseh urbanih merilnih mestih. Nova direktiva uvaja tudi pri $PM_{2,5}$ dnevno mejno vrednost.



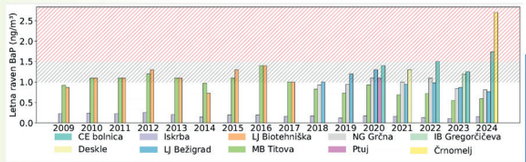


Opazen je trend zmanjšanja onesnaženosti zraka z delci.

Epizode z čezmerno onesnaženostjo z delci se pojavijo vsako kurilno sezono.

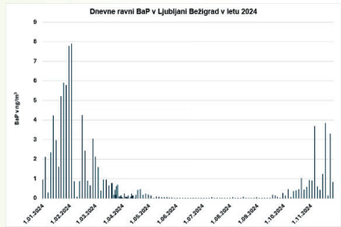
PM_{10}

Če podatke iz leta 2025 vrednotimo po novih standardih, bi bila na urbanih merilnih mestih letna vrednost okrog mejne letne vrednosti, dovoljeno število preseganj mejne dnevne vrednosti za PM_{10} pa bi bilo preseženo.

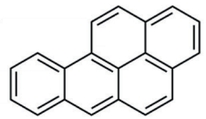


Povprečne letne ravni BaP se na vseh urbanih merilnih mestih gibljejo okoli predpisane ciljne vrednosti.

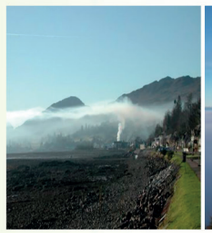
V letu 2024 je bila v Celju presežena letna ciljna vrednost. Letni poteki ravni BaP kažejo, da so najvišje ravni izmerjene v kurilni sezoni.

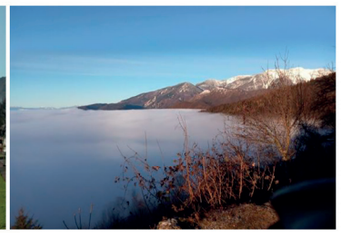


BaP



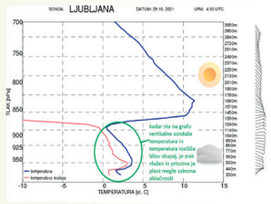
Glavni vir BaP predstavljajo izpusti iz zastarelih malih kurilnih naprav gospodinjstev na trda goriva.

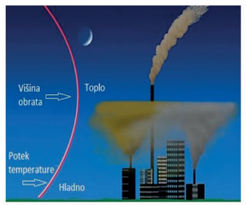




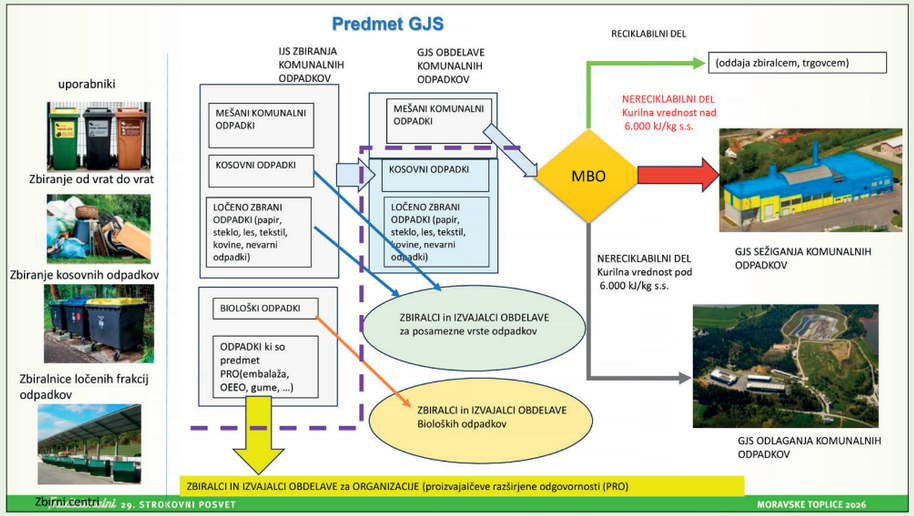
V Sloveniji so zaradi razgibanega reliefa in lege v zavetrju Alp predvsem v zimskem času pogoji za redčenje onesnaženja v zraku pogosto slabi.

VPLIV METEOROLOŠKIH RAZMER

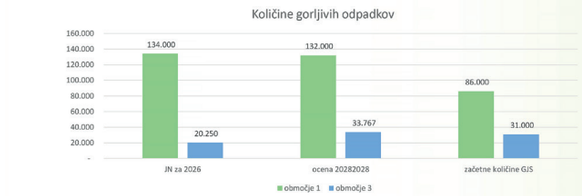




Naraščanje temperature z višino deluje kot pokrov in ločuje zrak v kotlini od splošnih vremenskih dogajanj nad njim.



Količine odpadkov v javnem naročilu ODVOZ IN NADALJNO OBDELAVO GORLJIVIH ODPADKOV ŠT. 19 12 12 IN 19 06 04 ZA OBDOBJE 4 LET 2025



Prevzem, odvoz in nadaljnja obdelava gorljivih odpadkov, nastalih po obdelavi mešanih komunalnih odpadkov s številko 20 03 01 v okviru obvezne občinske gospodarske javne službe obdelave določenih vrst komunalnih odpadkov na različnih lokacijah posameznih naročnikov na območju Republike Slovenije **RAZPIS JE BIL NEUSPEŠEN.**

1. območje izvajanja gospodarske javne službe: občine osrednjeslovenske, gorenjske, goriške, obalno-kraške, primorsko-notranjske, posavske in zasavske statistične regije ter statistične regije jugovzhodna Slovenija.

3. območje izvajanja gospodarske javne službe: občine koroške, podravske in pomurske statistične regije.

2. območje izvajanja gospodarske javne službe: občine savinjske statistične regije – ker Toplarna Celje v okviru GJS zagotavlja potrebne količine **ni bilo prijave za sodelovanje pri javnem naročilu.**

Količina odpadkov v ODGJS

- **V uredbi je predvidena količina za izvajanje javne službe določena na 140.000 t letno.**
- **Število namenskih naprav za sežig je zmanjšano na največ 3 naprave (vključno z obstoječo).**
- **Pri določanju količine 140.000 t , ki je določena kot maksimalna za GJS sežig so upoštevani:**
- **Ukrepi za zmanjšanje plastičnih proizvodov (SUP)**
- **Nova Uredba EU o embalaži in odpadni embalaži (PPWR)**
  - prepoved določenih oblik embalaže
  - minimalna vsebnost reciklata
  - ponovna uporaba / refill sistemi
  - kavcijski sistem za plastenke in pločevinke
- **Spremembe Direktive o odpadkih (2008/98/ES) – poudarek na tekstilu in hrani**
- **Ukrepi OPRO za boljše ločeno zbiranje**
- **Razvoj kemične reciklaže (preusmerjanje dela plastičnih odpadkov iz sežiga v recikliranje s postopki kot so depolimerizacija, piroliza, …)**
- **Obvezna izločitev primernih kosovnih in tekstilnih odpadkov za ponovno uporabo v zbirnih centrih**

Oblika zagotavljanja ODGJS

- Državna javna služba za sežiganje odpadkov se opravlja kot koncesionirana gospodarska javna služba.
- Izbor koncesionarja za sežigalnice se izvede s konkurenčnim postopkom.
- ODGJS na območju Republike Slovenije predvideva izgradnjo največ treh sežigalnic, ki bodo sprejele odpadke iz centrov za ravnanje s komunalnimi odpadki.
- Predvidena letna količina gorljivih komunalnih odpadkov znaša maksimalno 140.000 ton.
- S koncesionarji se bo sklenila koncesijska pogodba, v kateri bo med drugim določena tudi omejitev maksimalne kapacitete novih naprav in finančno jamstvo v primeru prekomerne obremenitve okolja.
- Koncesionar lahko morebitno prosto zmogljivost uporabi le v soglasju s koncedentom.
- Koncesionar mora zagotoviti varen, zanesljiv in energetsko učinkovit sežig gorljivih komunalnih odpadkov v skladu z izvedbenim sklepom komisije (EU) 2019/2010) z dne 12. novembra 2019 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta o industrijskih emisijah in referenčnim dokumentom o BAT, ki ureja sežiganje odpadkov

Umeščanje v prostor

- Državni in lokalni pomen

V primeru prostorske ureditve državnega pomena zaradi povezanosti s prostorskimi ureditvami lokalnega pomena je primerneje načrtovati na lokalni ravni. Tako se lahko po pooblastilu ministrstva določi, da lahko lokalna skupnost v imenu ministrstva načrtuje t.i. ureditev skupnega pomena (90. člen ZUReP-3).

- Integralno gradbeno dovoljenje

Ker gre v skladu z Uredbo o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje za gradnjo t.i. „objekta z vplivi na okolje“ se postopek izdaje gradbenega dovoljenja in postopek presoje vplivov na okolje združita in v integralnem postopku se izda integralno gradbeno dovoljenje. To vsebuje tako odločitev o izpolnjevanju pogojev za izdajo gradbenega dovoljenja, kot odločitev o „okoljski sprejemljivosti“ in določitvi pogojev, ki jih je treba upoštevati zato, da delovanje objekta nima pomembnih škodljivih vplivov na okolje.

- Okoljevarstveno dovoljenje za industrijske emisije

Ker se bo v napravi izvajala vrsta dejavnosti 5.2a (Odstranjevanje ali predelava odpadkov v objektih za sežiganje ali sosežiganje odpadkov za nenevarne odpadke z zmogljivostjo več kot 3 tone na uro) iz Uredbe o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (Uredba IED), mora upravljavec pridobiti tudi okoljevarstveno dovoljenje skladno z določili omenjene uredbe.

Koncesija – območja izvajanja ODGJS

Območje izvajanja ODGJS bo vzpostavljeno v treh sklopih, oblikovanih glede na občine, ki se nahajajo v naslednjih statističnih regijah:

Sklop 1:
- Osrednjeslovenska regija
- Goriška regija
- Obalno-kraška regija
- Primorsko-notranjska regija
- Posavska regija
- Zasavska regija
- Jugovzhodna Slovenija

sklop 2:
- Savinjske regije

sklop 3:
- Koroške regije
- Podravske regije
- Pomurske regije

Javni razpis za izbor koncesionarjev za izvajanje ODGJS sežiganja komunalnih odpadkov

Kandidatom, ki sodelujejo na razpisu za pridobitev koncesije za izvajanje ODGJS smo preverjali tehnično sposobnost po sledečih merilih:

- Mejne (projektirane) vrednosti emisij v okolje, utemeljene s opisom čistilnih sistemov in podatki o njihovi učinkovitosti
- Gostota poseljenosti
- Prevetrenost območja obrata
- Brezvetrje

Koristi in učinki koncesije

- Predstavljajo ključen instrument za vzpostavitev samozadostnosti na področju obdelave komunalnih odpadkov, zagotavljajo pobiranje komunalnih odpadkov in omogočajo minimalno skladiščenje odpadkov na deponijah
- Zmanjšujejo odvisnost, stroške in tveganja, vezano na izvoz odpadkov v druge države.
- Možnost priklopa na daljinsko ogrevanje in optimalnejšimi stroški ogrevanja za gospodinjstva.
- Postopno zmanjševanje individualnih kurišč v RS za preprečevanje nenadzorovanega sežiganja odpadkov in zagotavljanje čistejšega ter varnejšega okolja.
- Zahteve po BAT tehnologijah naprav za učinkovito in predvsem okolju najbolj prijazno obdelavo odpadkov.
- Učinkovitejše doseganje nacionalnih (in evropskih) ciljev na področju recikliranja in ponovne uporabe odpadkov.
- Skladnost z Nacionalnim programom varstva okolja (NPVA 2022-2030) in operativnim programom ukrepov.

Izbor koncesionarjev za izvajanje ODGJS sežiganja komunalnih odpadkov – Razpis

Konkurenčni dialog v 3. fazah:

- 1. Faza: Preveritev sposobnosti vseh kandidatov - zaključeno
- 2. Faza: Opredelitev predmeta razpisa, presoja tehnične in strokovne usposobljenosti kandidatov s predstavitvijo tehnologij sežigalnic, dokazovanje skladnosti z zakonodajo na področju varstva okolja in zdravja ljudi ter izvedba vsebinskih usklajevanj glede najprimernejših tehničnih rešitev, vključno z oblikovanjem ključnih določil koncesijskih pogodb ter jasno opredelitvijo obveznosti kandidatov glede njihovega doslednega izpolnjevanja in učinkovitega izvajanja – v teku
- 3. faza: Oddaja končnih ponudb kandidatov – v pripravi

KLJUČNI CILJ:

Strateška usmerjenost države v izboljšanje in trajnostnega razvoja ravnanja z odpadki z uvajanjem ekonomsko vzdržnih in najsodobnejših BAT tehnologij, ki so dostopne na trgu.

Skrb za varnost ljudi in okolje - Trajni emisijski monitoring

- Sprejetje Zakona o varstvu okolja (ZVO-2A) uvaja enega najnaprednejših sistemov nadzora nad sežiganjem odpadkov v Evropi.
- Glavna novost je, da uveljavljamo telemetrično sporočanje podatkov o trajnih meritvah v dejanskem času, ki jih mora zagotoviti upravljavec naprave. Uvaja se tudi napredne tehnične zahteve za opremo in izvajalce, s čimer se izboljšuje nadzor nad onesnaževanjem in varuje okolje.
- Razširjen obratovalni monitoring: meritve se bodo izvajale na vseh posameznih izpustih naprav, glede na prostorninski in masni pretok snovi.
- Prenehanje uporabe zastarele uredbe za cementarne: nova uredba nadomešča staro uredbo za proizvodnjo cementa, kar pomeni poenostavitev zakonodaje in boljšo usklajenost z okoljevarstvenimi cilji.
- Letni monitoring za velike izpuste: cementarne bodo morale izvajati letne meritve tudi na mlinih, sušilnicah in hladilnikih z velikim pretokom odpadnih plinov.
- Strožji ukrepi za zmanjšanje emisij: poudarek na preprečevanju onesnaževanja in varovanju zdravja ljudi v okolici industrijskih obratov

Skrb za varnost ljudi in okolja - Obveščanje javnosti

Koncesionar mora obveščati javnost o izvajanju ODGJS. Obveščanje obsega podatke o:

- monitoringu emisij snovi v zrak in podatke glede dodatne obremenitve zunanjega zraka;
- monitoringu emisij snovi in toplote v vode ali kanalizacijo in spremljanju stanja kakovosti voda;
- ocenjevanju hrupa;
- prevzetih količinah posamezne vrste gorljivih komunalnih odpadkov od posameznih uporabnikov;
- sežganih količinah posamezne vrste gorljivih komunalnih odpadkov;
- količini odpadkov, ki nastanejo po sežigu gorljivih komunalnih odpadkov;
- količini proizvedene toplotne energije;
- količini proizvedene električne energije;
- načrtovanih ali nenačrtovanih izrednih zastojih pri obratovanju sežigalnice in
- druge podatke, ki se določijo v koncesijski pogodbi.

Podatki morajo biti uporabnikom in javnosti dostopni na spletni strani še najmanj dve leti po prenehanju izvajanja ODGJS.

MEDICINSKI ASPEKTI MODERNIH W2E POSTROJENJA

PUBLIC HEALTH IMPLICATIONS OF MODERN WASTE-TO-ENERGY FACILITIES

» Luka TRAVEN[1,2]
» Karla GRAOVAC[3]

[1]**Department of Environmental Medicine, Medical faculty, University of Rijeka**
Braće Branchetta 20/I, 51000 Rijeka, Croatia

[2]**Teaching institute of Public Health**
Krešimirova 52a, 51000 Rijeka, Croatia

[3]**Study of Sanitary Engineering, Medical faculty, University of Rijeka**
Braće Branchetta 20/I, 51000 Rijeka, Croatia

luka.traven@medri.uniri.hr

Abstract

Modern Waste-to-Energy (WtE) facilities represent an integral component of contemporary European waste management systems, particularly for the treatment of residual municipal solid waste that cannot be recycled. This paper examines the medical and public health aspects of modern WtE plants operating under current European Union regulatory frameworks. We have conducted a structured narrative review, integrating regulatory analysis, emission performance data, and epidemiological evidence. The findings indicate that contemporary WtE facilities, operating under the Industrial Emissions Directive and 2019 Best Available Techniques (BAT) conclusions, achieve consistently low emissions of pollutants, including particulate matter, nitrogen oxides, sulphur dioxide, heavy metals, and dioxins/furans. Emission levels are generally substantially lower than those allowed for many other combustion-based industrial sectors. Dispersion modelling and monitoring data suggest that the incremental contribution of WtE plants to ambient air pollution and population level exposure is minimal. Epidemiological studies conducted in settings with modern BAT-compliant facilities do not demonstrate consistent or robust associations with major adverse health outcomes, including overall cancer incidence, reproductive outcomes, or respiratory morbidity. Reported associations are

typically weak, inconsistent, and subject to methodological limitations. In contrast, documented health concerns are largely associated with old incineration technologies lacking advanced emission controls. The analysis suggests that contemporary challenges related to WtE facilities are driven less by unresolved technical risk than by social interpretation and communication gaps. Effective governance therefore requires not only strict regulatory compliance and continuous monitoring, but also interdisciplinary engagement integrating environmental health, engineering, social sciences, and transparent risk communication. In conclusion, modern WtE facilities operating under current European standards do not constitute a significant public health risk based on available evidence. The primary challenge lies in aligning scientific knowledge with societal understanding through interdisciplinary and participatory approaches to environmental health governance.

Key words: rwaste-to-energy (WtE) facilities, air emission health impacts, best available techniques (BAT), environmental exposure assessment, risk perception and public health

1. INTRODUCTION

The management of municipal solid waste represents one of the central environmental and public health challenges of contemporary European societies. Despite substantial progress in waste prevention and recycling, a significant fraction of generated waste remains non-recyclable due to material composition, contamination, or economic and technical constraints (1). As a result, Waste-to-Energy (WtE) facilities have increasingly been integrated into national waste management strategies as a complementary treatment option within the waste hierarchy, particularly for residual waste streams (2).

Over the past decades, WtE technologies have undergone profound technical and regulatory transformation. Modern facilities differ fundamentally from historical waste incinerators, both in terms of combustion control and emission abatement systems (3). High combustion temperatures, extended flue-gas residence times, rapid quenching, and multi-stage flue-gas cleaning technologies have markedly reduced emissions of particulate matter, acid gases, heavy metals, and persistent organic pollutants, including dioxins and furans (4). These technological advances have been accompanied by increasingly stringent regulatory frameworks within the European Union, most notably the Industrial Emissions Directive and the legally binding Best Available Techniques (BAT) conclusions for waste incineration (1).

Nevertheless, WtE facilities continue to raise public concern, predominantly related to potential adverse health effects in exposed populations. These concerns are largely rooted in experiences with older incineration technologies operating prior to the implementation of modern emission controls and harmonized environmental standards. From a medical and public health perspective, it is therefore essential to distinguish between old waste incinerators and contemporary WtE plants when assessing potential health risks (5).

In the context of the above, this paper focuses on the medical and health aspects of modern WtE facilities operating under current European regulatory conditions. Emphasis is placed on air emissions relevant to human health, exposure pathways, and epidemiological evidence regarding health outcomes in populations residing in the vicinity of such facilities. By synthesizing current regulatory requirements, technological characteristics, and available epidemiological data (6-8), the aim is to provide an evidence-based assessment of health risks associated with modern WtE facilities and to place these risks in the broader context of waste management and environmental health policy.

2. MATERIALS AND METHODS

This contribution is based on a structured narrative review and regulatory analysis of health-relevant aspects of modern Waste-to-Energy (WtE) facilities operating under contemporary European conditions. The methodological approach integrates data from regulatory documents, technical reports, emission monitoring data, and epidemiological studies, with the objective of assessing potential health impacts associated with modern WtE plants.

2.1 Regulatory and technical framework analysis

An analysis of the current European regulatory framework governing WtE facilities was conducted, with particular emphasis on requirements relevant to environmental emissions and human health protection. Key regulatory instruments included the Industrial Emissions Directive (IED, 2010/75/EU) and the Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, including the legally binding BAT-associated emission levels adopted in 2019. These documents were reviewed to identify limit values, monitoring obligations, and technical standards applicable to air emissions, operational conditions, and environmental controls.

In parallel, technical characteristics of modern WtE facilities were examined, focusing on combustion conditions (temperature ranges, flue-gas residence times), flue-gas treatment systems, and continuous emission monitoring practices. Particular attention was paid to emission control technologies relevant to health outcomes, including particulate matter removal systems, acid gas scrubbers, adsorption systems for persistent organic pollutants, and nitrogen oxide reduction technologies.

2.2 Emission-related health determinants

Health-relevant emission parameters were identified based on their established or potential impact on human health. These included particulate matter, nitrogen oxides, sulphur dioxide, heavy metals (with emphasis on mercury), and persistent organic pollutants such as dioxins and furans. For each emission category, the methodological focus was on evaluating expected emission levels under BAT-compliant operation and comparing these levels to regulatory limit values and typical background concentrations reported for urban and industrial environments.

The assessment did not rely on single-facility case studies but instead on aggregated emission data reported in European monitoring reports and technical summaries, allowing for a generalized evaluation of modern WtE facilities rather than site-specific conditions.

2.3 Epidemiological evidence review

A targeted review of epidemiological literature was performed to assess health outcomes potentially associated with residence near WtE facilities. Priority was given to studies conducted in Europe or other regions with comparable regulatory standards and modern emission control technologies. Outcomes of interest included overall cancer incidence, site-specific cancers, reproductive and perinatal outcomes, and respiratory health indicators.

Studies were qualitatively assessed with regard to study design, exposure assessment methods and temporal context (pre vs. post modernization of facilities). Particular care was taken to distinguish evidence derived from older incineration facilities from data related to modern, BAT-compliant WtE plants.

2.4 Analytical approach and limitations

The methodological approach was primarily qualitative and comparative, synthesizing regulatory requirements, emission performance data, and epidemiological findings rather than conducting new exposure measurements or quantitative risk modelling. This approach reflects the scope of the contribution, which aims to provide an evidence-based overview rather than a site-specific health risk assessment.

Limitations of the methodology include reliance on published and publicly available data, heterogeneity in epidemiological study designs, and inherent challenges in detecting small health effects at low exposure levels. These limitations are acknowledged and considered in the interpretation of findings.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Emission performance and regulatory compliance

The analysis of emission data from modern Waste-to-Energy (WtE) facilities operating under current European Union regulatory conditions demonstrates consistently low emission levels across parameters of medical relevance.

Table 1. compares representative emission levels and regulatory ranges for key air pollutants from three major combustion sectors: municipal waste-to-energy (WtE) plants, coal-fired power plants, and cement kilns, based on recent EU BAT conclusions and IED/BREF documents (9-11).

Table 1: Indicative emission limit values for key air pollutants from municipal waste-to-energy plants, coal-fired power plants and cement kilns in the European Union, based on current best available techniques (BAT) conclusions and Industrial Emissions Directive (IED) reference documents

	WtE (EU BAT 2019)	Coal-fired power plant (EU IED/LCP BREF)	Cement plant (EU BAT 2013)
Particulate matter	2-5 mg/Nm^3	10 -20 mg/Nm^3	10 -20 mg/Nm^3
NOx	50 - 150 mg/Nm^3	150 -200 mg/Nm^3	200-500 mg/Nm^3
SOx	10 - 40 mg/Nm^3	130 -200 mg/Nm^3	50 - 400 mg/Nm^3
HCl	2 - 6 mg/Nm^3	Not generally relevant for coal LCP	Often not a specific BAT-AEL parameter
Hg	0,01 - 0,02 mg/Nm^3	0,01 - 0,05 mg/Nm^3	0,05 mg/Nm^3
Dioxins/ furans	0,01–0,06 ng ITEQ/Nm^3	-	-

For particulate matter, NOx and SO_2, modern WtE facilities operating under the 2019 BAT conclusions achieve substantially lower emission levels than typical ranges permitted for coal power plants and cement production. WtE plants also have very stringent emission limits related to acid gases (HCl), mercury and dioxins/furans, often one order of magnitude below legal limits for coal units or sectors where these pollutants are not explicitly regulated (12). Overall, the table illustrates that contemporary BAT-compliant WtE facilities are among the most strictly controlled combustion installations in the EU with respect to stack emissions of classical pollutants and selected hazardous air pollutants.

Particulate matter, NO_x and SO_x

Regarding specific pollutants, particulate matter emissions are of particular relevance due to their well-established association with cardiovascular and respiratory

morbidity. Measurements from BAT-compliant WtE plants indicate particulate matter concentrations typically in the range of 2–5 mg/Nm^3, values which are substantially lower than those permitted for many conventional thermal power plants and industrial combustion sources (11, 13). This represents a marked departure from emission profiles reported for pre-BAT waste incineration facilities.

On the other hand, nitrogen oxides (NOx) and sulphur dioxide (SO_2), pollutants with both direct respiratory effects and indirect contributions to secondary particulate formation, are effectively controlled in modern WtE facilities through optimized combustion regimes and post-combustion abatement technologies. The widespread implementation of selective non-catalytic reduction (SNCR) and selective catalytic reduction (SCR) systems results in stable and reproducible NO_x emission reductions, with limited short-term variability under normal operating conditions (14). From a health perspective, these emission levels contribute minimally to regional NOx and SO_2 burdens when compared with dominant sources such as road traffic and residential heating.

3.2 Persistent organic pollutants and heavy metals

Persistent organic pollutants, particularly dioxins and furans, remain central to public concern regarding WtE facilities due to their high toxicity and historical association with waste incineration. Emission measurements from modern installations indicate that concentrations of dioxins and furans are consistently several orders of magnitude lower than those reported for older incinerators and remain well below the most stringent regulatory thresholds currently applied worldwide (15). This reduction reflects the combined effect of high combustion temperatures, sufficient flue-gas residence times, rapid quenching to prevent de novo synthesis, and adsorption-based removal systems.

Similarly, emissions of heavy metals such as mercury, cadmium, and lead are effectively minimized through adsorption onto activated carbon followed by removal via fabric filtration. Reported concentrations demonstrate low absolute values and limited temporal variability, indicating stable long-term performance of emission control systems (12, 16). From a toxicological standpoint, these emission levels imply marginal incremental exposure relative to existing environmental and dietary sources.

3.3 Environmental exposure and population-level relevance

When contextualized within broader environmental exposure patterns, the incremental contribution of modern WtE facilities to ambient pollutant concentrations is small. Dispersion modelling and ambient monitoring data indicate that ground-level concentrations attributable to WtE emissions are substantially lower than those arising from diffuse and mobile sources, particularly road traffic and domestic combustion (17, 18). Consequently, population-level exposure attributable specifically to WtE facilities constitutes only a minor fraction of total exposure to health-relevant air pollutants.

This finding is critical for medical risk assessment, as health outcomes associated with air pollution are driven predominantly by cumulative exposure from multiple sources rather than by isolated point sources operating under stringent emission controls. In this context, the relative contribution of modern WtE facilities to overall exposure is unlikely to represent a dominant determinant of population health outcomes.

3.4 Epidemiological evidence and health outcomes

Epidemiological studies examining populations residing near modern WtE facilities generally do not demonstrate statistically significant increases in overall cancer incidence or mortality. Large population-based studies conducted in regions with modernized facilities and harmonized regulatory oversight report no increase in relative risk estimates for most cancer types evaluated (19). Where elevated risks have been reported, associations are typically weak, inconsistent across studies, and sensitive to methodological assumptions (20).

Reproductive and perinatal outcomes have been examined in several epidemiological investigations due to their sensitivity to environmental exposures. The majority of studies conducted in the context of modern WtE facilities do not identify consistent increases in risks such as low birth weight, preterm delivery, or congenital anomalies (21, 22). In instances where minor associations are observed, effect sizes are small, confidence intervals are wide, and causal attribution remains uncertain due to potential residual confounding (22).

Respiratory health outcomes, including hospital admissions and self-reported symptoms, similarly do not show consistent adverse patterns attributable to modern WtE facilities when analyses adequately control for background air pollution and socioeconomic factors. Importantly, adverse respiratory effects are more frequently reported in studies examining older incineration facilities lacking modern emission controls, reinforcing the central role of technological and regulatory context (19).

3.5 Legacy versus modern facilities: implications for risk perception

A recurring theme in both emission data and epidemiological evidence is the fundamental distinction between historical incineration plants and contemporary WtE facilities. Adverse health effects reported in earlier literature are predominantly associated with facilities operating prior to the implementation of advanced flue-gas cleaning technologies and harmonized emission standards. In contrast, studies focusing explicitly on modern, BAT-compliant installations consistently report substantially lower exposures and an absence of robust evidence for major adverse health outcomes (20).

Failure to distinguish between these two technological generations continues to contribute to public concern and misperception of risk. From a medical and public health standpoint, this distinction is essential for evidence-based risk communication and informed decision-making.

3.6 Residual uncertainty and methodological considerations

Despite the overall consistency of findings, residual uncertainties remain inherent in the assessment of low-level environmental exposures. Epidemiological studies are inherently limited in their ability to detect very small effect sizes, particularly when exposure gradients are minimal and background pollution levels are relatively high (23, 24). Additionally, exposure misclassification and unmeasured confounding cannot be entirely excluded.

However, the presence of residual uncertainty should not be equated with evidence of harm. Rather, it reflects the methodological limits of epidemiology at very low exposure levels and underscores the importance of continuous emission monitoring, transparent reporting, and ongoing health surveillance in the vicinity of WtE facilities.

3.7 Integrated interpretation

Taken together, the results indicate that modern WtE facilities operating under current European regulatory frameworks exhibit low emission levels, minimal incremental contribution to population exposure, and no consistent epidemiological evidence of significant adverse health effects. Compared with historical incineration technologies, contemporary WtE plants represent a substantially improved environmental and health profile.

From a medical and public health perspective, modern WtE facilities should therefore be understood not as major sources of health risk, but as tightly regulated industrial installations whose potential impacts are small relative to other determinants of environmental exposure and population health.

3.8 Risk perception, social context, and the limits of technical evidence

Despite the consistently low emission levels and the absence of robust epidemiological evidence for major adverse health effects, Waste-to-Energy (WtE) facilities continue to generate substantial public concern and opposition. The results reviewed in this study suggest that this discrepancy cannot be adequately explained by technical performance or measured environmental exposures alone. Rather, it reflects a broader issue of risk perception, trust, and social interpretation of technological hazards (25).

From a public health perspective, WtE represents a paradigmatic example of a technology for which objective risk, as quantified by emissions and epidemiological indicators, diverges markedly from perceived risk within affected communities. Such divergence is well documented in the risk perception literature, particularly for hazards characterized by involuntary exposure, perceived lack of individual control, and associations with historically stigmatized technologies (26). In this context, waste incineration, despite a profound technological transformation, continues to be symbolically linked to earlier generations of poorly controlled facilities and environmental injustice narratives.

The persistence of public concern in the absence of strong technical evidence of harm underscores the limitations of a purely technocratic or engineering-driven approach to risk governance. While emission standards, monitoring systems, and regulatory compliance are necessary prerequisites for health protection, they are insufficient to address the social dimensions of risk acceptance. This finding is consistent with broader evidence from environmental health, demonstrating that public trust, transparency, and participatory processes play a decisive role in shaping societal responses to industrial technologies (27).

3.9 Interdisciplinary parallels: lessons from the public health response to HIV/AIDS

An instructive parallel can be drawn with the public health response to the HIV/AIDS epidemic. In its early stages, AIDS was characterized not only by biomedical uncertainty but also by profound fear, stigma, and misinformation. Technical advances in virology, epidemiology, and clinical medicine were essential, but they alone proved insufficient to control the epidemic or mitigate its societal impact.

Effective responses to HIV/AIDS emerged only through an explicitly interdisciplinary approach, integrating biomedical research with social sciences, behavioural science, communication strategies, and sustained public engagement. Risk communication campaigns, community-based interventions, and the involvement of affected populations were central to improving adherence, reducing stigma, and fostering trust in public health institutions (28, 29). Importantly, this approach recognized that public perception and social meaning were not secondary concerns, but core determinants of health outcomes.

While WtE facilities and infectious diseases differ fundamentally in nature and scale, the structural analogy lies in the recognition that public health challenges often arise at the interface of technical risk and social interpretation. In both cases, failure to address the social and communicative dimensions of risk undermines the effectiveness of technically sound interventions.

3.10 Implications for WtE governance and health policy

The results of this review suggest that modern WtE facilities should be approached not only as engineered systems requiring technical optimization, but also as socially embedded infrastructures requiring interdisciplinary governance. Medical and environmental evidence demonstrates that health risks associated with modern, BAT-compliant WtE plants are low; however, without parallel engagement from social sciences, risk communication specialists, and local stakeholders, this evidence alone is unlikely to resolve societal opposition or distrust.

An interdisciplinary framework integrating environmental health, epidemiology, engineering, sociology, psychology, and political science is therefore essential. Such an approach enables the identification of perception-driven concerns, the design of transparent communication strategies, and the development of participatory decision-making processes that extend beyond formal regulatory compliance. In this sense, the challenge posed by WtE facilities is less a question of unresolved technical risk and more a question of how scientifically established knowledge is communicated, interpreted, and embedded within social contexts.

3.11 Extended interpretation

Taken together, these findings reinforce the conclusion that contemporary debates surrounding WtE facilities cannot be resolved through additional emission measurements alone. While continued monitoring and health surveillance remain necessary, the marginal health benefit of further technical tightening is likely to be limited compared to the potential gains achievable through improved governance, transparency, and interdisciplinary engagement.

Recognizing that debates surrounding WtE facilities are influenced not only by technical risk assessments but also by risk perception and social interpretation does not diminish the importance of rigorous engineering or regulatory oversight. Instead, it situates these elements within a broader public health framework that acknowledges the central role of societal trust and communication in determining the success or failure of complex environmental technologies.

4. CONCLUSIONS

The evidence reviewed in this contribution indicates that modern Waste-to-Energy (WtE) facilities operating under current European Union regulatory frameworks exhibit a fundamentally different environmental and health profile from historical waste incineration technologies. Advanced combustion control, multi-stage flue-gas cleaning systems, and legally binding Best Available Techniques have resulted in consistently low emissions of health-relevant pollutants, often approaching or falling below analytical detection limits.

From a medical and public health perspective, available epidemiological evidence does not demonstrate consistent or robust associations between residence near modern, BAT-compliant WtE facilities and major adverse health outcomes, including cancer incidence, reproductive outcomes, or respiratory morbidity. Where minor associations have been reported, effect sizes are small, inconsistent, and subject to methodological limitations inherent in studies of low-level environmental exposures. In contrast, adverse health effects described in earlier literature are predominantly associated with legacy facilities lacking adequate emission controls, underscoring the critical importance of technological and regulatory context.

At the same time, the persistence of public concern surrounding WtE facilities highlights a central finding of this review: contemporary challenges related to WtE are driven less by unresolved technical or medical risk than by issues of risk perception, trust, and social interpretation. Objective risk indicators and measured emissions alone have limited capacity to address societal concerns when technologies are symbolically linked to historical practices or perceived as imposed and uncontrollable.

These findings support the conclusion that effective governance of WtE facilities requires an explicitly interdisciplinary approach. While rigorous engineering standards, continuous monitoring, and health surveillance remain essential, they must be complemented by insights from social sciences, risk communication, and participatory governance. Experience from other public health domains demonstrates that scientific evidence achieves its protective potential only when embedded within transparent communication strategies and inclusive decision-making processes.

In the context of European waste management and circular economy objectives, modern WtE facilities represent a necessary component for the treatment of residual waste streams that cannot be prevented, recycled, or otherwise materially recovered. When operated under stringent regulatory oversight and accompanied by interdisciplinary engagement, such facilities can contribute to waste management goals without constituting a significant risk to public health.

In conclusion, modern WtE facilities should be understood not primarily as a medical or technical problem, but as a governance challenge situated at the intersection of environmental health, technology, and society. Addressing this challenge requires not only continued technical excellence, but also sustained interdisciplinary collaboration to align scientific evidence with public understanding and societal trust.

VIRI IN LITERATURA

1. Velis CA. Circular economy and global secondary material supply chains. Waste Manage Res. 2015;33(5):389-91.
2. Cucchiella F, D'Adamo I, Gastaldi M. Sustainable management of waste-to-energy facilities. Renew Sust Energ Rev. 2014;33:719-28.

3. Tabasová A, Kropác J, Kermes V, Nemet A, Stehlík P. Waste-to-energy technologies: Impact on environment. Energy. 2012;44(1):146-55.
4. Arena U. Process and technological aspects of municipal solid waste gasification. A review. Waste Manage. 2012;32(4):625-39.
5. Slovic P. Perception of risk. Science. 1987;236(4799):280-5.
6. Candela S, Ranzi A, Bonvicini L, Baldacchini F, Marzaroli P, Evangelista A, et al. Air Pollution from Incinerators and Reproductive Outcomes A Multisite Study. Epidemiology. 2013;24(6):863-70.
7. Forastiere F, Badaloni C, de Hoogh K, von Kraus MK, Martuzzi M, Mitis F, et al. Health impact assessment of waste management facilities in three European countries. Environ Health. 2011;10:13.
8. Gandini M, Farina E, Bena A, Ivaldi C, Crosetto L. Long-term health effects of a third-generation waste-to-energy plant: the experience of Turin (Italy). Eur J Public Health. 2025;35(3):576-81.
9. EC. Commission Implementing Decision 2013/163/EU of 26 March 2013 establishing the best available techniques (BAT) conclusions for the production of cement, lime and magnesium oxide. Official Journal of the European Union: European Commission; 2013.
10. EC. Commission Implementing Decision (EU) 2017/1442 of 31 July 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions for large combustion plants. Official Journal of the European Union: European Commission; 2017.
11. EC. Commission Implementing Decision (EU) 2019/2010 of 12 November 2019 establishing the best available techniques (BAT) conclusions for waste incineration. Official Journal of the European Union: European Commission; 2019.
12. Comoglio C, Castelluccio S, Scarrone A, Onofrio M, Fiore S. Assessing the environmental performances of waste-to-energy plants: The case-study of the EMAS-registered waste incinerators in Italy. Waste Manage. 2022;153:209-18.
13. Astrup T, Moller J, Fruergaard T. Incineration and co-combustion of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Manage Res. 2009;27(8):789-99.
14. Van Caneghem J, De Greef J, Block C, Vandecasteele C. NOx reduction in waste incinerators by selective catalytic reduction (SCR) instead of selective non catalytic reduction (SNCR) compared from a life cycle perspective: a case study. J Clean Prod. 2016;112:4452-60.
15. Themba N, Sibali LL, Chokwe TB. A review on the formation and remediations of polychlorinated dibenzo p-dioxins and dibenzo-furans (PCDD/Fs) during thermal processes with a focus on MSW process. Air Qual Atmos Health. 2023;16(10):2115-32.
16. Hasselriis F, Licata A. Analysis of heavy metal emission data from municipal waste combustion. J Hazard Mater. 1996;47(1-3):77-102.
17. Floret N, Viel JF, Lucot E, Dudermel PM, Cahn JY, Badot PM, et al. Dispersion modeling as a dioxin exposure indicator in the vicinity of a municipal solid waste incinerator: A validation study. Environ Sci Technol. 2006;40(7):2149-55.
18. Lucarelli F, Barrera V, Becagli S, Chiari M, Giannoni M, Nava S, et al. Combined use of daily and hourly data sets for the source apportionment of particulate matter near a waste incinerator plant. Environ Pollut. 2019;247:802-11.
19. Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA, Forastiere F. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. Environ Health. 2011;10:12.
20. Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. Environ Health. 2009;8:14.
21. Ghosh RE, Freni-Sterrantino A, Douglas P, Parkes B, Fecht D, de Hoogh K, et al. Fetal growth, stillbirth, infant mortality and other birth outcomes near UK municipal waste incinerators; retrospective population based cohort and case-control study. Environ Int. 2019;122:151-8.
22. Parkes B, Hansell AL, Ghosh RE, Douglas P, Fecht D, Wellesley D, et al. Risk of congenital anomalies near municipal waste incinerators in England and Scotland: Retrospective population-based cohort study. Environ Int. 2020;134:11.
23. Armstrong BG. Effect of measurement error on epidemiological studies of environmental and occupational exposures. Occup Environ Med. 1998;55(10):651-6.
24. Steenland K, Schubauer-Berigan MK, Vermeulen R, Lunn RM, Straif K, Zahm S, et al. Risk of Bias Assessments and Evidence Syntheses for Observational Epidemiologic Studies of Environmental and Occupational Exposures: Strengths and Limitations. Environ Health Perspect. 2020;128(9):10.
25. Traven L. Busting the myth: waste-to-energy plants and public health. Arh Hig Rada Toksikol. 2023;74(2):142-3.
26. Frewer L. The public and effective risk communication. Toxicol Lett. 2004;149(1-3):391-7.
27. Kasperson RE, Renn O, Slovic P, Brown HS, Emel J, Goble R, et al. THE SOCIAL AMPLIFICATION OF RISK - A CONCEPTUAL-FRAMEWORK. Risk Anal. 1988;8(2):177-87.
28. Herek GM, Glunt EK. AN EPIDEMIC OF STIGMA - PUBLIC REACTIONS TO AIDS. Am Psychol. 1988;43(11):886-91.
29. Parker R, Aggleton P. HIV and AIDS-related stigma and discrimination: a conceptual framework and implications for action. Soc Sci Med. 2003;57(1):13-24.

TEO LJUBLJANA IN KAKOVOST ZRAKA V LJUBLJANI

TEO LJUBLJANA AND AIR QUALITY IN LJUBLJANA

» **mag. Gregor GOLJA, univ. dipl. inž. stroj.**

JP Energetika Ljubljana, d.o.o.
Verovškova 62, Ljubljana

gregor.golja@energetika.si

Povzetek

Predstavljena bo učinkovitost čiščenja dimnih plinov iz objekta za proizvodnjo toplote in elektrike iz komunalnih odpadkov, TEO Ljubljana. Prikazano bo, da bo vpliv delovanja TEO Ljubljana na onesnaženost zraka s prahom v Ljubljani manjši od drugih virov prahu.

Ključne besede: objekt energijske izraba odpadkov, čiščenje dimnih plinov, onesnaženje zraka

Abstract

The efficiency of flue gas cleaning of the planned waste-to energy plant TEO Ljubljana will be presented. It will be indicated that impact of TEO Ljubljana on air pollution with particulate matter in Ljubljana will be insignificant to other sources of dust.

Key words: waste to energy plant, flue gas treatment, air pollution

1. UVOD

V hierarhiji ravnanja z odpadki predstavlja energijska izraba predzadnjo stopnjo ravnanja, pred odlaganjem. Primerna je za odpadke, ki jih ni moč reciklirati ali ponovno uporabiti. Energijska izraba pomeni tudi pomemben prispevek k hierarhiji »zero waste«, saj je iz odpadkov poleg koristne energijo mogoče izločiti snovi, ki jih pri mehanski obdelavi ni mogoče. Energijska izraba tako pripomore tudi k boljši snovni izrabi zbranih odpadkov.

V Sloveniji je za energijsko izrabo odpadkov poskrbljeno le v Celju, kjer s toploto iz odpadkov ogrevajo del prebivalcev. Zato se večji del gorljivih komunalnih odpadkov na žalost še vedno odvaža na sežig v tujino. Ker količina komunalnih odpadkov z rastjo blaginje še vedno nekoliko narašča, so kapacitete tujih sežigalnic čedalje bolj zasedene, s čimer raste tudi cena prevzema gorljivih komunalnih odpadkov. Če si v Sloveniji želimo zagotoviti stalen odjem gorljivih komunalnih odpadkov, bo potrebno v bližnji prihodnosti zgraditi dodatne kapacitete energijske izrabe odpadkov.

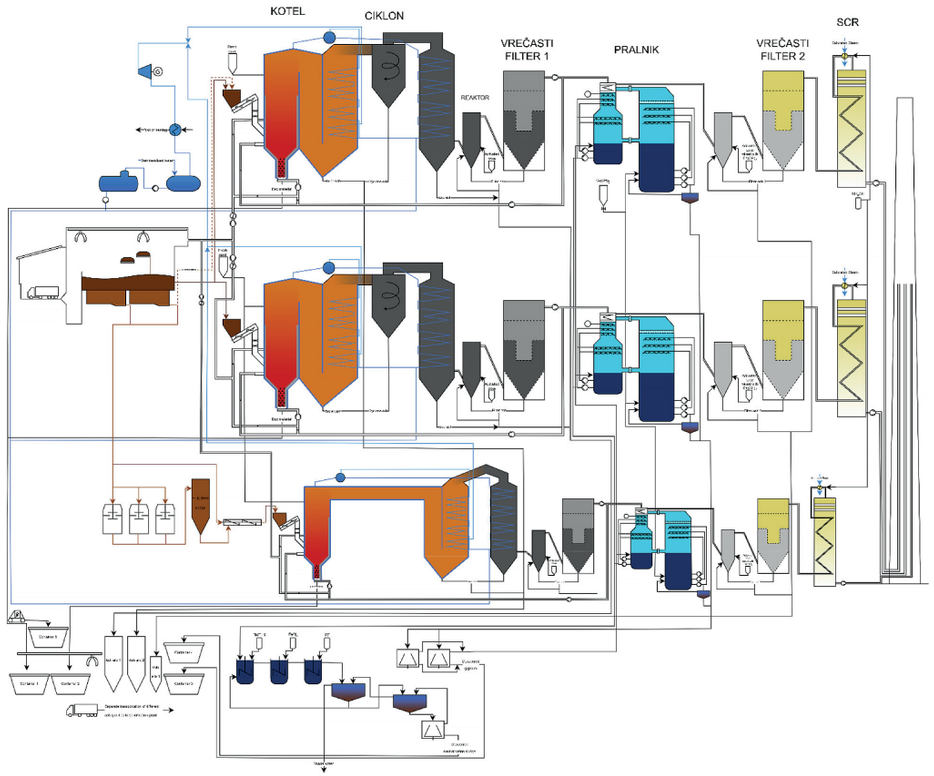
Rezultati različnih študij so pokazali, da sta najprimernejši mesti za dodatni sežigalnici odpadkov Ljubljana in Maribor z zgrajenimi omrežji daljinskega ogrevanja.

V objektu za energijsko izrabo komunalnih odpadkov, ki se načrtuje v Ljubljani pod imenom TEO Ljubljana, se bo uporabilo 130.000 t/leto nereciklabilnega dela komunalnih odpadkov. Vhodna toplotna moč objekta TEO Ljubljana bo znašala 73 MW.

2. ZGOREVANJE KOMUNALNIH ODPADKOV IN TEHNIKE ČIŠČENJA DIMNIH PLINOV

V TEO Ljubljana bo energijska izraba komunalnih temeljila na sežigu odpadkov v kuriščih dveh enakih parnih kotlov, ki jim bosta prigrajeni liniji za čiščenje dimnih plinov pred izpustom v zrak.

Potek energijske izrabe komunalnih odpadkov skupaj s tehnikami čiščenja dimnih plinov in odpadnih voda je prikazan na naslednji shemi, Slika 1:



Slika 1: Shema energijske izrabe odpadkov in čiščenja dimnih plinov ter odpadnih voda v TEO Ljubljana

Na tehnološki shemi, Slika 1, je kot opcija prikazana tudi tretja linija, ki bo namenjena monosežigu blata iz komunalnih čistilnih naprav. Ker zahteve glede monosežiga blata z namenom izločanja fosforja v EU še niso oblikovane, odločitev o gradnji te linije še ni bila sprejeta, saj niso količine in lastnosti blata še niso znane.

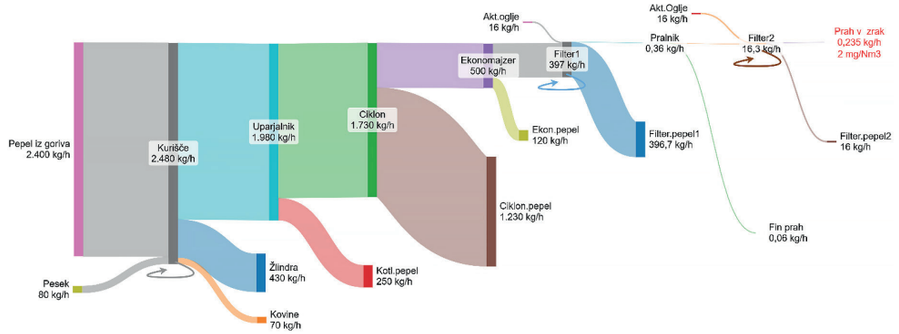
V procesu čiščenja bo okoli 50 % prahu iz dimnih plinov izločenega na ciklonu, ki bo nameščen med pregrevalnik pare in grelnik napajalne vode oz. ekonomajzer. Za izločanje finega prahu bosta zatem nameščena dva sistema vrečastih filtrov, prvi pred in drugi za pralnikom dimnih plinov, ki bo služil izločanju kislih komponent, HCl, HF in SO_2. Na koncu linije čiščenja dimnih plinov bo nameščen sistem selektivne katalitične redukcije, SCR, ki bo poskrbel za izločanje NO_x ter oksidacijo dioksinov in furanov, PCDD/F. Za redukcijo slednjih bomo v TEO Ljubljana poskrbeli že z vpihovanjem prahu aktivnega oglja v reaktorje, ki bodo nameščeni pred obema sistemoma vrečastih filtrov. Aktivno oglje bo poskrbelo tudi za adsorbcijo težkih kovin, ki se bodo iz plinov izločale tudi v kislem okolju prvega pralnika, ki bo ustvarjeno z izpiranjem HCl in HF iz dimnih plinov.

Z opisanimi tehnikami bodo dimni plini pred izpustom v zrak ustrezno očiščeni, tako da bodo emitirane vrednosti onesnaževal v celoti ustrezale predpisanim mejnim vrednostim, Tabela 1, oziroma bodo nižje od predpisanih vrednosti:

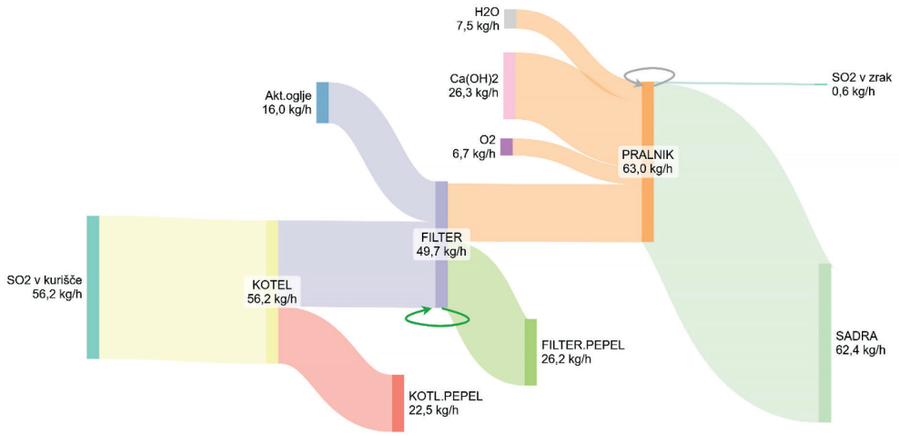
Tabela 1: Predpisane mejne vrednosti emisij onesnaževal v zrak iz sežigalnic odpadkov

Onesnaževalo	Enota	BAT [9]		Uredba o sežigalnicah in napravah za sosežig, [7]	
		Dnevno povprečje		A	B
Prah	mg/Nm³	< 2 - 5	10	30	10
HCl	mg/Nm³	< 2 – 6	10	60	10
HF	mg/Nm³	< 1	1	4	2
SO_2	mg/Nm³	5 - 30	50	200	50
NO_X	mg/Nm³	50 - 120	200	400	200
TVOC	mg/Nm³	< 3 - 10	10	20	10
CO	mg/Nm³	10 - 50	50	100	
NH_3	mg/Nm³	2 - 10	-	-	-
Hg	µg/Nm³	< 5–20	50	-	-
Cd + Tl	µg/Nm³	5 – 20	50	-	-
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu +Mn +Ni + V	µg/Nm³	10 - 300	500	-	-
PCDD/F	ng I-TEQ/ Nm³	< 0,01–0,04	0,1	-	-

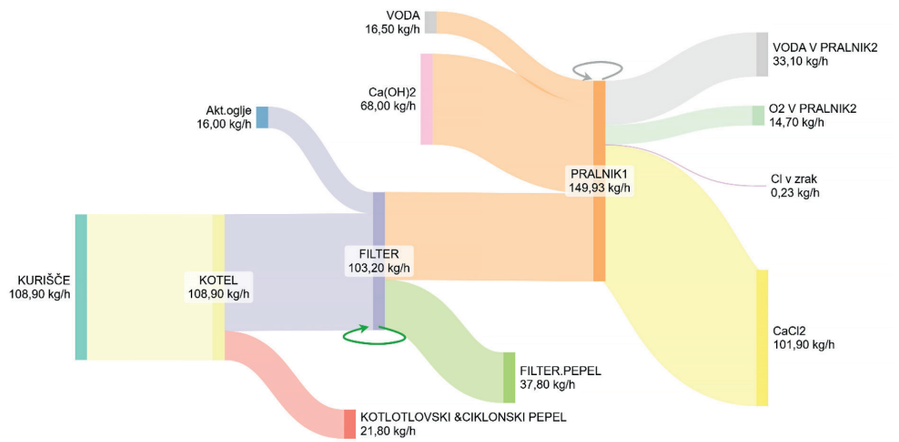
Za boljšo predstavo je učinkovitost izbranih tehnik čiščenja dimnih plinov v TEO Ljubljana prikazana z uporabo Sankey-evih diagramov masnih pretokov posameznih onesnaževal na spodnjih slikah:



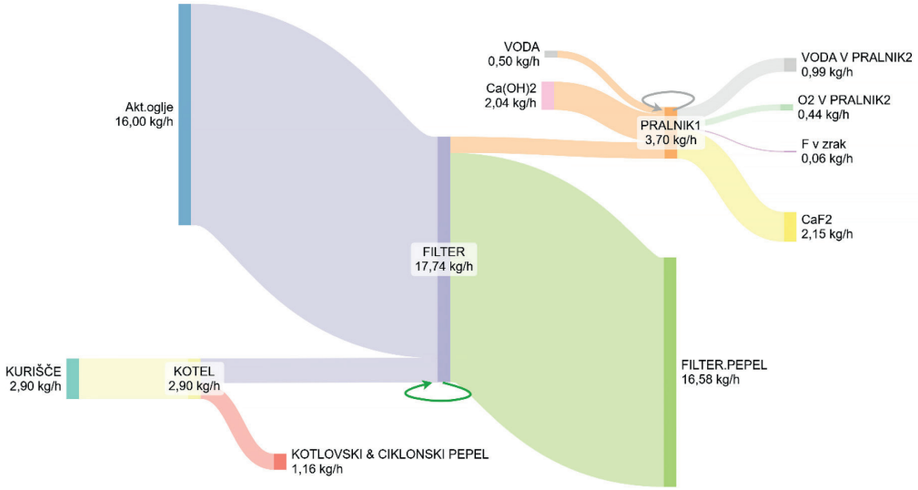
Slika 2: Masni tok izločanja prahu v TEO Ljubljana



Slika 3: Masni tok izločanja SO2 v TEO Ljubljana



Slika 4: Masni tok izločanja klora (Cl) v TEO Ljubljana



Slika 5: **Masni tok izločanja fluora (F) v TEO Ljubljana**

V diagramih masnih tokov izločanja posameznih onesnaževal v TEO Ljubljana je prikazano, da bo v TEO Ljubljana s čiščenjem iz dimnih plinov odstranjeno preko 99% vseh onesnaževal, ki izhajajo iz sežiga komunalnih odpadkov.

Prikazane masne bilance čiščenja dimnih plinov v TEO Ljubljana so bile izračunane za povprečno sestavo gorljivih komunalnih odpadkov v RCERO Ljubljana. Pri izračunu je bilo upoštevano, da bosta obe liniji za energijsko izrabo 130.000 t/leto odpadkov oziroma 1.735 TJ toplote iz odpadkov obratovali 8.000 ur/letno. Ker bo obratovanje TEO Ljubljana preko celega leta bolj ali manj konstantno, bodo tudi emisije snovi v zrak porazdeljene enakomerno.

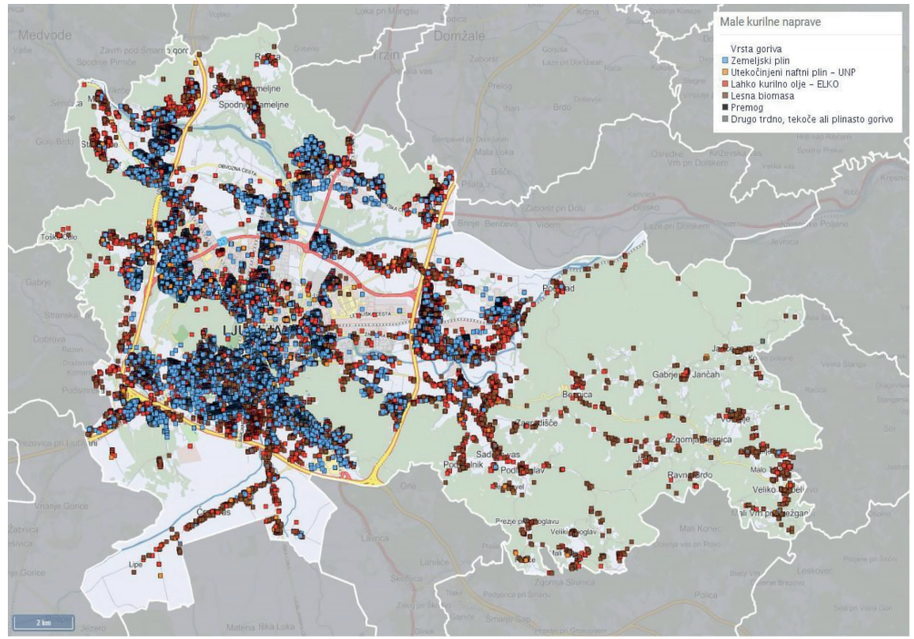
Če bo TEO Ljubljana preko celega leta obratovala na spodnji BAT meji emisij prahu, ki znaša 2 mg/Nm^3, Tabela 1, bo v zrak emitirala 1.880 kg prahu. Specifična emisija prahu iz TEO Ljubljana bo tako znašala 1,08 g/GJ toplote iz odpadkov kot goriva.

3. ONESNAŽENOST ZRAKA V LJUBLJANI

V Ljubljani deluje več merilnih postaj za merjenje onesnaženosti zraka, ki jih upravljajo ARSO in MOL ter merilno postajo Zadobrova tudi Energetika Ljubljana. Meritve koncentracij onesnaženja zraka s prašnimi delci, PM10 in PM2.5, iz preteklih let kažejo, da je občasno prihajalo do kratkotrajnih presegaj dopustnih vrednosti.

Glavni viri onesnaženja zraka s prahom so poleg industrije in prometa predvsem individualna kurišča, zaradi česar je obremenitev zraka s prašnimi delci najvišja času kurilne sezone. Takrat v Ljubljanski kotlini pogosteje prihaja tudi do temperaturnih inverzij, zaradi česar se kakovost zraka še poslabša.

V Mestni občini Ljubljana je zgrajeno obširno omrežje daljinskega ogrevanja, ki ga za ogrevanje prostorov uporablja skoraj 50 % vseh stanovanj, ki skupaj porabi okoli 33 % celotne porabe toplote za ogrevanje stanovanj v MOL [5]. Preostalih 50 % stanovanj v MOL za ogrevanje uporablja druge vire energije:



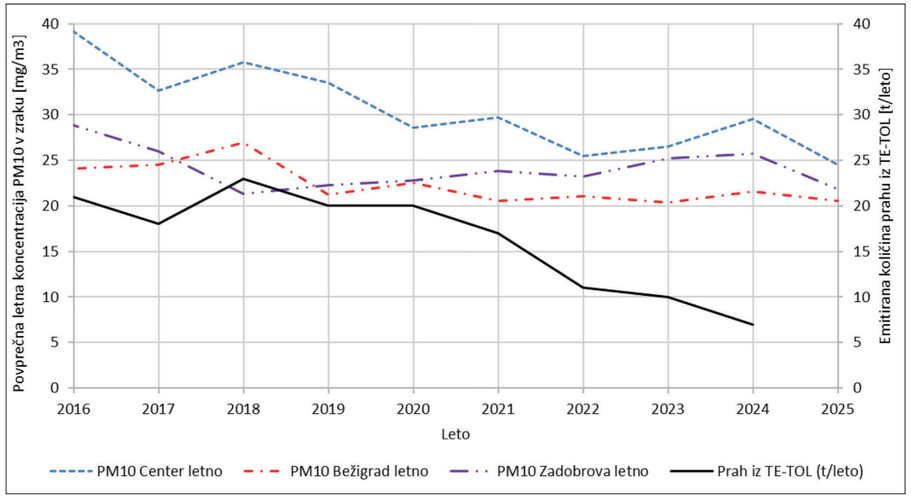
Slika 6: **Prostorski prikaz evidence malih kurilnih naprav glede na vrsto goriva**

Vir: Lokalni energetski koncept MOL [5]

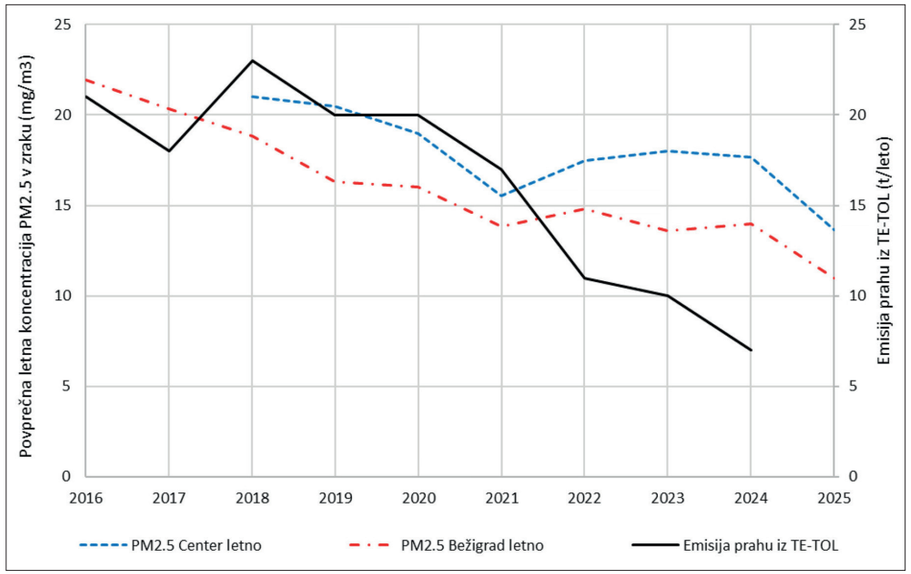
V preteklih letih je bila večina toplote za daljinsko ogrevanje Ljubljane proizvedena v treh premogovih blokih v TE-TOL, od katerih je en deloval na kombinacijo premoga in lesnih sekancev. Proizvodnja toplote se je prilagajala potrošnji. Zato je bil obseg proizvodnje največji v zimskem času, ko so bile najvišje tudi potrebe po toploti.

S posodabljanjem in izboljševanjem sistemov čiščenja dimnih plinov TE-TOL ter zmanjševanjem obratovanja premogovih kotlov, so se emisije prahu iz TE-TOL v preteklih letih stalno zmanjševale in so padle iz skupaj 21 t/leto v letu 2016, ko je bilo za soproizvodnjo toplote in elektrike porabljenih 7.323 TJ premoga in lesnih sekancev, na le 7 t/leto v letu 2024, ko se je soproizvodnjo toplote in elektrike porabilo le še 2.936 TJ premoga in lesnih sekancev in soproizvodnja toplote in elektrike potekala le v kurilni sezoni. Specifična emisija prahu je v teh letih padla iz 2,86 g/GJ na 2,04 g/GJ, kar je dvakrat več, kot bodo znašale emisije prahu iz TEO Ljubljana, 1,1 g/GJ.

Rezultati meritev koncentracij prašnih delcev PM10 in PM2.5 kažejo, da se je v zadnjih desetih letih kakovost zraka v Ljubljani izboljševala:



Slika 7: **Primerjava med povprečnimi letnimi koncentracijami PM10 (v mg/m3) v zraku v Ljubljani in letnimi emisijami prahu iz TE-TOL (v t/leto)**

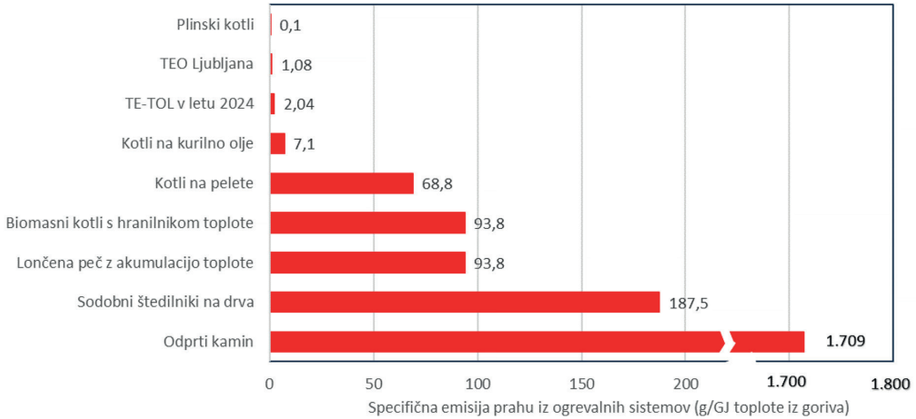


Slika 8: **Primerjava med povprečnimi letnimi koncentracijami PM2.5 (v mg/m3) v zraku v Ljubljani in letnimi emisijami prahu iz TE-TOL (v t/leto)**

Iz primerjave med povprečnimi letnimi koncentracijami prašnih delcev PM10 in PM2.5 v zraku v Ljubljani in letnimi emisijami prahu iz TE-TOL, Slika 7 in Slika 8, je razvidno, da so količine prahu iz TE-TOL padale hitreje kot se je zniževala koncentracije prahu v zraku. Na osnovi tega se lahko sklepa:

- delovanje TEO Ljubljana z dvakrat nižjimi emisijami kot TE-TOL ne bo imelo bistvenega vpliva na onesnaženost zraka s prahom,
- imajo drugi viri prahu večji vpliv na onesnaženje zraka v Ljubljani s prašnimi delci kot centralna proizvodnja toplote za daljinsko ogrevanje.

Primerjava med specifičnimi emisijami prahu iz individualnih ogrevalnih sistemov in centralizirane proizvodnje toplote v Ljubljani, Slika 9, kaže, da so emisije individualnih kurilnih naprav nekajkrat višje od emisij iz centralne proizvodnje toplote. To še posebej velja za vse kurilne naprave na biomaso, ki jih je veliko nameščeno tudi v Ljubljani, Slika 2.



Slika 9. **Primerjava med specifičnimi emisijami prahu iz individualnih ogrevalnih sistemov in centralizirane proizvodnje toplote v Ljubljani**

Specifične emisije individualnih ogrevalnih sistemov so povzete po študiji »Where there's fire, there's smoke, Emissions from domestic heating with wood« [10].

4. ZAKLJUČKI

V Ljubljani se načrtuje izgradnja enote za sočasno proizvodnjo toplote in elektrike iz odpadkov, TEO Ljubljana, ki bo predstavljala pomembni vir toplote za daljinsko ogrevanje Ljubljane. V tej enoti se bo letno izrabilo 130.000 t/leto komunalnih odpadkov oziroma 1.735 TJ toplote iz odpadkov. Pred izpustom v zrak bo z različnimi tehnikami čiščenja iz dimnih plinov odstranjeno preko 99 % vseh onesnaževal, ki izhajajo iz

sežiga gorljivih komunalnih odpadkov. Ker bo TEO Ljubljana nadomestila proizvodnjo toplote iz premoga v TE-TOL, se bo s tem zmanjšalo onesnaževanje zraka s prašnimi delci.

VIRI IN LITERATURA

1. Conceptual Design of the Plant for Waste-to-Energy Utilization and Sewage Sludge Incineration in Ljubljana, at Locations TE-TOL and RCERO, Phase 2/2, Final report, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Pomberger, Leoben, February 2026;
2. Uredba o opravljanju obvezne državne gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov, Ur.l.RS 26/25.
3. Oskrba ljubljanskih potrošnikov s toploto iz odpadkov, Marjeta PETRIŠIČ, dipl. inž. stroj; univ. dipl. inž. geod, mag., Gregor GOLJA, univ. dipl. inž. stroj., Slovenska okoljska modernizacija in zeleni prehod, Ali zelenemu prehodu EU pojenja sapa?, 28. strokovni posvet, Moravske Toplice, april 2025;
4. Redukcija izpustov snovi v zrak pri energijski izrabi odpadkov v TEO Ljubljana, mag. Gregor Golja, u.d.i.s, S komunikacijo v slovensko okoljsko modernizacijo, 27. strokovno posvetovanje, Moravske Toplice, april 2024;
5. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2024, ISSN 1855-0827, ARSO, Ljubljana 2025
6. Lokalni energetski koncept Mestne občine Ljubljana, Analiza stanja – I.del, Akcijski načrt – II.del, Mestna občina Ljubljana, marec 2022;
7. Comparison of Waste-to-Energy Technologies for the Plant in Ljubljana, Univ.Prof Dipl.-Ing. Dr.mont Roland Pomberger, Leoben, Avstrija, Avgust 2021;
8. Urban PM2.5 Atlas, Air Quality in European Cities, 2025 Report, JRC Sciance for Policy Report, Publication Office of the European Union, 2025;
9. Urban PM2.5 Atlas, Air Quality in European Cities, 2021 Report, JRC Sciance for Policy Report, Publication Office of the European Union, 2021;
10. Where there's fire, there's smoke - Emissions from domestic heating with wood, European Environmental Bureau, Green Transition Denmark, September 2021 (https://eeb.org/wp-content/uploads/2021/09/Where-theres-fire-theres-smoke_domestic-heating-study_2021.pdf)
11. Izvedbeni sklep komisije (EU) 2019/2010 z dne 12. novembra 2019 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta o industrijskih emisijah, 12.10.2019;
12. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, JRC Science for Policy Report, ndustrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control, EUR 29971 EN, 2019
13. Uredba o sežigalnicah in napravah za sosežig odpadkov, Ur.l. RS, št. 8/16, 116/21 in 44/22 – ZVO-2 in 45/25;
14. Waste-to-Energy in Austria, Whitebook, Figures, Data, Facts, Ministerium für Lebenswertes Österreich, December 2015 (https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:40b93468-8ffc-4581-a7f3-a0de-dec04350/Whitebook_Waste_to_Energy.pdf)

MERITVE OKOLJSKIH PARAMETROV NA LOKACIJI MARIBORA ZA POTREBE PROJEKTA ENERGIJSKE IZRABE ODPADKOV

ENVIRONMENTAL PARAMETER MEASUREMENTS FOR THE WASTE-TO-ENERGY PROJECT IN THE CITY OF MARIBOR

» Jože HEBAR[1]

» Etjan KIRALJ[1]

[1]**Javno podjetje Energetika Maribor**
Jadranska cesta 28, 2000 Maribor

joze.hebar@energetika-mb.si
etjan.kiralj@energetika-mb.si

Povzetek

Energijska izraba odpadkov je eden ključnih pristopov k izrabi domačih nereciklabilnih virov, zmanjšanju količine odloženih odpadkov ter hkratni proizvodnji koristne energije v obliki toplote in električne energije, ki v našem primeru nadomešča fosilni energent – zemeljski plin. V sodobnih energijskih sistemih ima pomembno vlogo predvsem v urbanih okoljih, kjer omogoča stabilen vir energije za sisteme daljinskega ogrevanja. Za učinkovito načrtovanje, umeščanje in obratovanje takšnih objektov je nujno natančno poznavanje okoljskih in meteoroloških razmer na lokaciji. Meritve meteoroloških parametrov so zato ključni del priprave projekta, saj omogočajo oceno vplivov na okolje, optimizacijo obratovanja in zagotavljanje skladnosti z zakonodajo.

Članek obravnava vzpostavitev merilnega sistema za spremljanje meteoroloških parametrov na lokaciji načrtovane energijske izrabe odpadkov. Predstavljeni so uporabljeni merilni sistemi (Vaisala in SODAR-RASS proizvajalca METEK), njihov pomen za analize disperzije onesnaževal v atmosfero ter ključni izzivi pri implementaciji. Na koncu so podani predlogi za izboljšave na operativni ravni in večjo transparentnost spremljanja stanja atmosfere.

Ključne besede: energijska izraba odpadkov, okoljske meritve, SODAR/RASS, emisije, daljinsko ogrevanje

Abstract

Waste-to-energy is a key approach to utilizing domestic non-recyclable resources, reducing the amount of landfilled waste while simultaneously producing useful energy in the form of heat and electricity, which in this case replaces the fossil fuel natural gas. In modern energy systems, it plays an important role, especially in urban environments, where it provides a stable energy source for district heating systems. For effective planning, placement, and operation of such facilities, precise knowledge of the environmental and meteorological conditions at the location is necessary. Measurements of meteorological parameters are therefore a key part of project preparation, as they enable the assessment of environmental impacts, optimization of operations, and compliance with legislation.

This article discusses the establishment of a measurement system for monitoring meteorological parameters at the location of the planned waste-to-energy facility. The measurement systems used (Vaisala and SODAR-RASS manufactured by METEK) are presented, along with their importance for analyses of pollutant dispersion into the atmosphere and key challenges in implementation. Finally, proposals are made for operational improvements and greater transparency in monitoring atmospheric conditions.

Key words: waste-to-energy, environmental measurements, SODAR/RASS, emissions, district heating

1. UVOD

Okoljski in meteorološki parametri imajo ključno vlogo pri načrtovanju, umeščanju in obratovanju objektov za energijsko izrabo odpadkov, saj neposredno vplivajo na razprševanje emisij v atmosferi in s tem na obremenitev okolja. Natančno poznavanje teh parametrov omogoča zanesljivo oceno vplivov na kakovost zraka, kar je bistvenega pomena tako z vidika varovanja zdravja ljudi kot izpolnjevanja zakonskih zahtev. Med najpomembnejše parametre sodijo hitrost in smer vetra, temperatura zraka, relativna vlažnost, zračni tlak ter sončno sevanje, nekateri med njimi pa vplivajo tudi na višino morebitne inverzne plasti. Veter je osnovni mehanizem transporta onesnažil; njegova hitrost določa stopnjo razredčenja, smer pa območje vpliva emisij. Temperatura zraka in njen vertikalni profil vplivata na stabilnost atmosfere; v nestabilnih pogojih, kot so temperaturne inverzije, je mešanje zraka omejeno, kar lahko povzroči kopičenje onesnažil v nižjih plasteh ozračja. Nasprotno pa stabilne razmere omogočajo učinkovitejše vertikalno mešanje in hitrejše razprševanje emisij.

Za celovito analizo niso dovolj le meritve pri tleh, temveč je potrebno tudi poznavanje vertikalne strukture atmosfere, ki določa stabilnost ozračja in je ključna za disperzijske modele. Ti omogočajo napoved širjenja onesnažil ter prilagajanje obratovanja glede na razmere. Zato so kakovostne in kontinuirane meritve osnovni pogoj za zanesljive analize in odgovorno upravljanje vplivov na okolje.

2. IDENTIFIKACIJA MIKROLOKACIJ IN IZBOR MERILNE OPREME

Na lokaciji energijske izrabe odpadkov (Tržaška cesta 47, Maribor) smo vzpostavili samostojno IoT merilno točko z uporabo merilnikov Vaisala. Sistem vključuje meteorološko postajo WXT536 [1], merilnik kakovosti zraka AQT560 [2] ter piranometer Kipp & Zonen CMP6 [3], povezane preko RS-485 Modbus RTU in integrirane v podatkovni sistem preko MQTT. Oprema je nameščena na prilagojen steber, ki je okoljsko gledano ponovno uporabljen in prilagojen steber javne razsvetljave, ki omogoča namestitev (gostovanje) merilnikov na zahtevani višini 10 m od tal. Merilni podatki se med drugim tudi prenašajo in objavljajo na javnem portalu The Weather Underground[1], kjer so z imenom vremenske postaje EM-WS-2 oziroma ID IMARIB97, prikazani podatki trenutnih in zgodovinskih meritev te meteorološke postaje [4].

Prav tako smo obstoječo vremensko postajo na lokaciji Energetike Maribor, Jadranska cesta 28, dopolnili z Vaisala WXT536 in piranometrom Kipp & Zonen CMP6. Merilniki na tej lokaciji že vrsto let od ustanovitve Energetike zbirajo podatke za lastne potrebe in se nahajajo manj kot 300 m od pred leti ukinjene meteorološke postaje MB Tabor 1 [5].

Za zajem vertikalnih profilov atmosfere smo v sodelovanju z Agencijo Republike Slovenije za okolje postavili SODAR/RASS sistem, ki je danes nameščen na območju Letališča Edvarda Rusjana Maribor (LERM), kjer so zagotovljeni ustrezni pogoji za namestitev in obratovanje naprave ter pridobivanje reprezentativnih meritev.

1 The Weather Underground (wunderground.com) je bil ustanovljen leta 1995 kot spin-off izobraževalnega meteorološkega projekta, razvitega na Univerzi v Michiganu (U-M).



Slika 1: Lokacija SODAR-RASS sistema

2.1 Meteorološka postaja

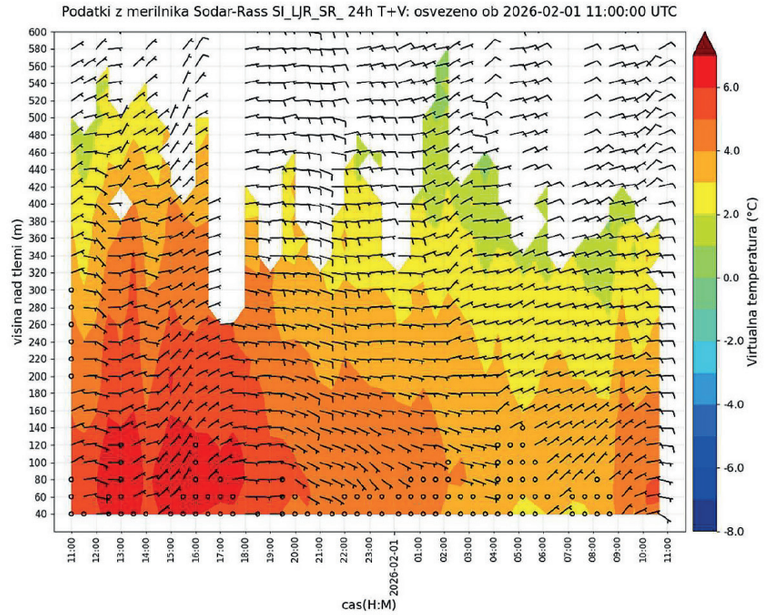
V nadaljevanju je predstavljen pregled merjenih veličin, njihov pomen za obratovanje obrata za energijsko predelavo preostanka mešanih komunalnih odpadkov ter interpretacija rezultatov meritev.

Tabela 1: Pregled merjenih veličin meteorološke postaje

Parameter	Enota	Pomembnost za sežigalnice
Ozon (O_3)	µg/m³ ali ppb	Sekundarni onesnaževalec, ki nastaja iz NOx in VOC pod UV svetlobo – pomemben pri oceni fotokemične aktivnosti atmosfere.
Dušikov dioksid (NO_2)	µg/m³ ali ppb	Nastaja kot produkt visokotemperaturnega zgorevanja. Kritičen za spremljanje zračnih emisij iz naprave za energijsko izrabo odpadkov.
Žveplov dioksid (SO_2)	µg/m³ ali ppb	Nastane iz žveplovih spojin v odpadkih – pomemben indikator emisij kislih plinov, ki vplivajo na okolje in zdravje.
Ogljikov monoksid (CO)	mg/m³ ali ppm	Nepopolno zgorevanje – ključni indikator učinkovitosti zgorevanja v kurilni napravi. Visoke vrednosti kažejo na nepopolno zgorevanje.
PM_1, $PM_{2.5}$, PM_{10}	µg/m³	Označujejo fini prah in pepel, ki lahko nastane ob zgorevanju.
Hitrost vetra	m/s	Ključno za modeliranje disperzije dimnih plinov.
Smer vetra	° (azimut)	Ocena razširjanja emisij v smeri vetra.
Temperatura zraka	°C	Vpliv na dvigovanje in širjenje dimnih plinov.
Relativna vlažnost	% RH	Pomembno za reakcije plinov in kondenzacijo in stabilnost atmosfere.
Zračni tlak	hPa	Za natančno modeliranje višine dimnega stebra.
Padavine	mm/h, mm	Vpliva na čiščenje atmosfere in korozijo naprav.
Toča	št. udarcev/cm²	Za širše vremensko spremljanje.
Globalno sončno sevanje	W/m²	Spremljanje toplotnih obremenitev na napra-ve, korelacija z ozonom in VOC.

2.2 SODAR-RASS

Za zajem vertikalnega stanja atmosfere je uporabljen SODAR sistem tipa PCS.2000-24 z dodatkom RASS modula za merjenje vertikalnega temperaturnega profila. Sistem omogoča kontinuirano profiliranje vetra in turbulence na več višinskih nivojih, običajno v območju od približno 15 m do 500 m, z možnostjo razširitve do 1000 m, odvisno od meteoroloških pogojev. Z omenjenim merilnim sistemom razpolaga in upravlja ARSO, na pobudo Energetike Maribor pa je bila naprava postavljena na mikrolokaciji LERM, ki je relativno oddaljena od najbližjega naselja Rogoza. Izmerjeni podatki so izjemno koristni tudi za letalske dejavnosti, kar povečuje dodano vrednost merilnika, ki je pogosto nameščen na letališčih po svetu.



Slika 2: Primer prikaza rezultatov meritev SODAR-RASS

SODAR (Sonic Detection and Ranging) deluje na principu oddajanja zvočnih (akustičnih) signalov v frekvenčnem območju približno 1500–2600 Hz ter analize povratnega sipanja signalov na nehomogenostih v atmosferi. Na podlagi Dopplerjevega premika se določajo horizontalne in vertikalne komponente vetra (do ±50 m/s horizontalno in ±10 m/s vertikalno) ter smer vetra v celotnem azimutnem območju (0–360°). Sistem omogoča merjenje v do 40 višinskih intervalih z ločljivostjo ≥ 5 m.

RASS (Radio Acoustic Sounding System) modul, ki deluje v frekvenčnem območju 1290 MHz, dopolnjuje SODAR z merjenjem zvočne hitrosti v atmosferi, iz katere se določi temperaturni profil z natančnostjo do približno ±0,3 K. Ta podatek je ključen za določanje stabilnosti atmosfere in identifikacijo temperaturnih inverzij.

Sistem je zasnovan za neprekinjeno delovanje v zunanjih pogojih (temperaturno območje približno od −30 °C do +55 °C), z nizkimi zahtevami po vzdrževanju in možnostjo oddaljenega dostopa ter obdelave podatkov [6], [7]. Zaradi zahtev po nemotenem merilnem okolju brez vpliva ovir in z minimalnim akustičnim šumom je bil sistem nameščen na območju letališča. Pridobljeni podatki predstavljajo ključni vhod za računske disperzijske modele, saj omogočajo določanje vertikalnih profilov vetra in temperature ter posledično stabilnostnih razredov atmosfere, kar bistveno izboljša natančnost napovedi širjenja emisij.

3. PRAKTIČNA IZVEDBA IN IZZIVI PRI VZPOSTAVITVI MERILNIH SISTEMOV

Vzpostavitev merilnih sistemov v realnem okolju je tehnično in organizacijsko zahteven proces, ki vključuje usklajevanje več področij – od izbire lokacije in fizične postavitve do zagotavljanja zanesljivega napajanja, komunikacije in dolgoročne stabilnosti delovanja. Pri postavitvi merilnih enot na predvideni lokaciji energijske izrabe odpadkov ter na območju letališča so se pojavili številni praktični izzivi, povezani s koordinacijo vseh deležnikov (lastnika, upravljavca, Agencije za civilno letalstvo, Kontrole zračnega prometa, Agencije za komunikacijska omrežja in storitve – AKOS, omejitvami terena, vplivom okolice, logistiko montaže ter integracijo posameznih komponent v enoten sistem).

Največji izziv je bila postavitev merilne naprave SODAR-RASS na območju letališča, kjer veljajo strogi varnostni protokoli. Za umestitev naprave je bilo treba pripraviti elaborat, v katerem so bile obravnavane značilnosti lokacije, infrastruktura in potrebni priključki, vključno z grafičnimi prikazi dimenzij in postavitve. Za samo postavitev in delovanje so bila pridobljena tudi različna dovoljenja (na primer radijsko dovoljenje s strani AKOS-a).

Za delovanje naprave je bilo treba zagotoviti ustrezno električno napajanje. Vir napajanja je bil zagotovljen iz objekta LOC MAR (Localizer), ki se nahaja približno 100 m od lokacije merilnika. Pred priklopom oziroma zagonom naprave je bilo treba povečati priključno moč na napajalni liniji (kjer se zaradi velikih razdalj NN napetost transformira navzgor do sprejemljive omejitve kablovoda in nazaj na NN (0,4 kV) na sami lokaciji ILS-a), kar je bilo izvedeno v sodelovanju s Kontrolo zračnega prometa Slovenije (KZPS).

Vzporedno je potekala priprava terena, ki je vključevala ureditev podlage, polaganje plošč ter izvedbo kabelske trase s priključno omarico na lokaciji postavitve SODAR-RASS. Dela so bila izvedena v sodelovanju z zunanjim izvajalcem in družbo DRI, pri čemer je bilo zaradi dela na letališču treba pripraviti tudi varnostni elaborat z natančno opredeljenimi postopki izvajanja.

Po zaključeni pripravi je sledila namestitev in zagon sistema v sodelovanju z ARSO ter zastopniki proizvajalca METEK. Po začetku delovanja se je kot dodatni izziv izkazal zvočni hrup naprave (SODAR), ki je sprožil odziv nekaterih prebivalcev iz lokalne skupnosti. Meritve hrupa so sicer pokazale skladnost z dovoljenimi mejnimi vrednostmi, vendar se je za zmanjšanje vpliva in ohranjanje dobrih odnosov z lokalno skupnostjo zvočna jakost delovanja naprave zmanjšala na 40 % nazivne moči, kar je predstavljalo kompromis med kakovostjo meritev in sprejemljivostjo v lokalnem okolju.

4. ZAKLJUČEK

Za zagotavljanje natančnejših simulacij razširjanja onesnaževal v atmosfero je treba dobro poznati dejanske vremenske razmere na lokaciji bodoče naprave za energijsko izrabo odpadkov ali v njeni bližini, zlasti z vključevanjem vertikalnih profilov vetra in temperature. Na operativni ravni je treba načrtovanje tehničnih rešitev bodoče naprave prilagoditi rezultatom simulacij (npr. višina dimnika) ali celo prilagoditi delovanje sistemov trenutnim meteorološkim pogojem, z namenom zmanjšanja vplivov na okolje, kadar je atmosfera izrazito nestabilna. Večja transparentnost z javnim prikazom merjenih vrednosti, tako vremenskih kot emisij v realnem času, bo dodatno prispevala k boljšemu razumevanju in večjemu zaupanju javnosti.

VIRI IN LITERATURA

1 https://www.vaisala.com/en/products/weather-environmental-sensors/weather-transmitter-wxt530-series

2. https://starckrom.com/en/products/aqt560

3. https://www.kippzonen.com/Product/12/CMP6-Pyranometer

4. https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IMARIB97/

5. Microsoft Word - Meteoroloska postaja MB Tabor1.docx

6. https://metek.de/de/product/pcs-2000-24lp-anhanger/

7. https://metek.de/de/product/1290-mhz-rass/

3. panel

PODNEBNE SPREMEMBE



VLOGA OGLJIKA V PRIHODNJEM RAZOGLJIČENEM ENERGETSKEM SISTEMU

THE ROLE OF CARBON IN THE FUTURE DECARBONATED ENERGY SYSTEM

» **mag. Igor PETEK**, **dipl. inž. grad.**

Publikus, d. o. o.
Ljubljana, Vodovodna 97

igor.petek@publikus.si

Povzetek

Poročilo komisije Energy Transitions Commission (ETC) in podjetja Systemiq raziskuje vlogo ogljika v prihodnjem razogljičenem energetskem sistemu do leta 2050. Dokument poudarja, da bo elektrifikacija primarno orodje za doseganje neto ničelnih emisij, vendar bo industrija še vedno potrebovala ogljik za sektorje, ki jih je težko elektrificirati, kot sta letalstvo in proizvodnja plastike. Avtorji analizirajo tehnološke poti za trajnostno pridobivanje ogljika iz biovirov in neposrednega zajema iz zraka ter pomen recikliranja in krožnega gospodarstva. Poročilo podrobno opisuje inovacije pri visokotemperaturnem ogrevanju v industriji jekla in cementa ter razvoj vodikovih tehnologij. Cilj dokumenta je ponuditi strateški okvir za upravljanje ogljika, ki vključuje njegovo shranjevanje v plinasti ali trdni obliki ob koncu življenjske dobe izdelkov. Različni scenariji prikazujejo, kako lahko kombinacija tehnoloških rešitev in političnih ukrepov zagotovi gospodarsko rast ob omejitvi globalnega segrevanja na 1,5 °C.

Ključne besede: tehnologije elektrifikacije, vodikove tehnologije

Abstract

A report by the Energy Transitions Commission (ETC) and Systemiq explores the role of carbon in a future decarbonised energy system by 2050. The paper highlights that electrification will be the primary tool for achieving net zero emissions, but industry will still need carbon for sectors that are difficult to electrify, such as aviation and plastics. The authors analyse technology pathways for sustainable carbon capture from bio-sources and direct air capture, and the importance of recycling

and the circular economy. The report details innovations in high-temperature heating in the steel and cement industries, and the development of hydrogen technologies. The paper aims to provide a strategic framework for carbon management, including its storage in gaseous or solid form at the end of a product's life. Different scenarios show how a combination of technological solutions and policy measures can deliver economic growth while limiting global warming to 1.5°C.

Key words: electrification technologies, hydrogen technologies

1. UVOD

Poročilo analizira vlogo ogljika v prihodnjem neto ničelnem gospodarstvu. Ključno sporočilo je, da svet po razogljičenju ne bo povsem brez ogljika, temveč se bo povpraševanje po njem zmanjšalo na 3–5 Gt letno (z današnjih 11,5 Gt), kar zahteva trajnostno upravljanje preostalih energentov in snovi.

Glavni poudarki poročila vključujejo:

- Elektrifikacija kot primarni vzvod: Neposredna elektrifikacija ostaja najučinkovitejše orodje za razogljičenje, zlasti pri visokotemperaturni industrijski toploti (npr. cement, jeklo) in v transportu, kjer napredek v baterijah omogoča elektrifikacijo ladijskega prometa na srednje razdalje.
- Vloga vodika: Vodik in njegovi derivati (npr. amonijak, e-metanol) bodo dopolnjevali elektrifikacijo v sektorjih, kjer neposredna uporaba elektrike ni tehnično ali ekonomsko izvedljiva, kot so gnojila in letalstvo na dolge razdalje.
- Pomen krožnosti: Ukrepi za zmanjšanje povpraševanja, ponovna uporaba in napredno recikliranje (mehansko in kemično) lahko zmanjšajo potrebo po primarnem ogljiku za do 30 %.
- Trajnostno pridobivanje in shranjevanje: Preostali ogljik bo treba pridobivati iz trajnostne biomase ali neposredno iz okolja (zajem iz zraka - DAC ali oceanov - CDR).
- Za neto ničelne emisije bo nujna uporaba tehnologij zajemanja in shranjevanja ogljika (CCS), vključno z inovativno in situ mineralizacijo, ki ogljik trajno zaklene v kamnino.

Uspeh tega prehoda bo močno odvisen od odločnih političnih posegov, zlasti obdavčitve emisij ogljika (do 200 $/t CO_2), in hitre izgradnje infrastrukture za čisto energijo.

2. TEHNOLOGIJE ELEKTRIFIKACIJE KOT TEHNOLOGIJA ZA ZMANJŠANJE SVETOVNEGA POVPRAŠEVANJA PO OGLJIČNIH ENERGENTIH

Tehnologije elektrifikacije bodo ključni vzvod za zmanjšanje svetovnega povpraševanja po ogljiku, saj neposredna uporaba električne energije v končni rabi nadomešča izgorevanje fosilnih goriv. Danes fosilni viri (premog, nafta in plin) predstavljajo 85 % vse porabe ogljika, predvsem za proizvodnjo električne energije, ogrevanje in transport.

Elektrifikacija bo zmanjšala to povpraševanje na naslednje načine:

- **Elektrifikacija visokotemperaturne industrijske toplote**

  V sektorjih, kot so proizvodnja cementa, jekla in kemikalij, se trenutno za toploto nad 400 °C skoraj izključno uporabljajo fosilna (tudi alternativna) goriva. Nove tehnologije, kot so udarno ogrevanje (shock-wave), plazma in uporovno ogrevanje, omogočajo elektrifikacijo teh procesov, kar zmanjšuje odvisnost od ogljika.

- **Novi elektrokemični procesi v jeklarstvu**

  Tehnologiji, kot sta elektroliza staljenih oksidov (MOE) in elektrolitična ekstrakcija (electrowinning), omogočata pretvorbo železove rude v železo z uporabo električne energije namesto ogljikovih reducentov ali vodika.

- **Elektrifikacija v petrokemiji**

  Uvedba e-krekinga (e-cracking) v proizvodnji plastike nadomešča toploto iz fosilnih goriv z obnovljivo električno energijo.

- **Napredek v baterijskih tehnologijah za transport**

  Razvoj polprevodniških baterij (solid-state) z višjo energijsko gostoto bo omogočil elektrifikacijo segmentov, ki so bili prej odvisni od tekočih goriv, vključno s krajšimi letalskimi poleti in ladijskim prometom na srednje razdalje.

- **Zmanjšanje rabe vodika tam, kjer je možna neposredna elektrifikacija**

  Ker je neposredna elektrifikacija energetsko učinkovitejša, bo izpodrinila vodik (in njegove ogljične derivate, kot je e-metanol) v sektorjih, kot sta cestni transport težkih tovornih vozil in nekateri deli jeklarstva. V scenariju „neomejene elektrifikacije" bi se delež električne energije v končni porabi energije lahko dvignil na 77 % (z današnjih 19 %), kar bi zmanjšalo povpraševanje po ogljiku za 24 % v primerjavi z drugimi ambicioznimi scenariji razogljičenja. Skupno povpraševanje po ogljiku v energetskem sistemu bi se do sredine stoletja lahko zmanjšalo za približno 68 %.

Kljub maksimalni elektrifikaciji pa bo določen del ogljika ostal nepogrešljiv kot surovina (npr. v plastiki), kjer ogljikovi atomi predstavljajo osnovni gradnik materiala.

3. VLOGA VODIKA

Vloga vodika v prihodnjem energetskem sistemu z neto ničelnimi emisijami je kritično dopolnilna, saj zapolnjuje vrzeli tam, kjer neposredna elektrifikacija tehnično ali ekonomsko ni izvedljiva. Čeprav elektrifikacija prevladuje, vodik in njegovi derivati (kot sta e-amonijak in e-metanol) ostajajo nepogrešljivi za določene sektorje s težko obvladljivimi emisijami.

4. GLAVNI VIDIKI VLOGE VODIKA

Ključna področja uporabe vodika

Vodik bo igral glavno vlogo v naslednjih sektorjih:

- **Kemična industrija in gnojila:** Proizvodnja amonijaka za gnojila in kemične surovine ostaja največji vir povpraševanja po vodiku, saj predstavlja več kot tretjino celotne porabe.
- **Jeklarstvo:** Vodik služi kot reducent v procesu neposrednega reduciranja železa (H2-DRI), kar je ena ključnih poti za razogljičenje primarne proizvodnje jekla.
- **Ladijski promet na dolge razdalje:** Ker baterije ne zadoščajo za dolge plovbe, se vodik uporablja posredno preko e-goriv, kot sta e-metanol ali amoniak, ki nudita višjo energijsko gostoto.
- **Letalstvo:** Vodik bo prisoten predvsem v obliki derivatov, kot je e-kerozin, ki so primerni za dolge lete.
- **Energetski sistem:** Vodik se uporablja za sezonsko shranjevanje energije in zagotavljanje rezervne moči v sistemih z visokim deležem nihajočih obnovljivih virov.

Spremembe v napovedih povpraševanja

V zadnjih letih so bile projekcije povpraševanja po vodiku do leta 2050 znatno znižane (z 800 Mt na 350–430 Mt). Razlogi za to so:

- **Hitrejši napredek baterij:** Neposredna elektrifikacija postaja učinkovitejša in izpodriva vodik v segmentih, kot je cestni transport težkih tovornih vozil.
- **Počasnejše zniževanje stroškov:** Stroški elektrolizerjev in električne energije za proizvodnjo zelenega vodika ne upadajo tako hitro, kot je bilo sprva napovedano.

Viri in tehnologije vodika

- **Zeleni vodik:** Proizvaja se z elektrolizo vode z uporabo obnovljive energije. Ključni izziv ostaja znižanje stroškovne cene, ki bi morala v nekaterih regijah (npr. Kitajska, Indija) do leta 2030 pasti pod 2 $/kg.
- **Geološki vodik:** Naravno prisoten vodik v zemlji predstavlja potencialen nizkoogljični vir, vendar je tehnologija še v povojih (TRL 4–5) z negotovimi stroški in razpoložljivostjo**.**
- **Modri vodik:** Pridobiva se iz fosilnih goriv z zajemanjem in shranjevanjem ogljika (CCS).

GLAVNI IZZIVI

Največje ovire za širšo uporabo vodika so visoki stroški proizvodnje, potreba po obsežni infrastrukturi (skladiščenje, cevovodi) in vprašanje energetske učinkovitosti, saj je neposredna uporaba elektrike vedno bolj gospodarna, kjer koli je to mogoče. Vodik tako ne bo nadomestil elektrike v širšem obsegu, temveč bo služil kot nujen dopolnilni vektor energije.

5. POMEN KROŽNOSTI V ELEKTRIFICIRANI PRIHODNOSTI

Pomen krožnosti v elektrificirani prihodnosti je v tem, da predstavlja ključno orodje za zmanjšanje potrebe po „primarnem“ ogljiku (pridobljenem iz fosilnih virov, biomase ali neposredno iz okolja) preko vzvodov za ponovno uporabo, prerazporeditev ali recikliranje ogljika. Ukrepi krožnega gospodarstva bi lahko zmanjšali svetovno povpraševanje po primarnem ogljiku za do 30 %.

Glavni vidiki pomena krožnosti vključujejo:

- **Zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv:** Krožnost je kritičnega pomena, saj so fosilne surovine v zadnjih letih glavni dejavnik naraščajočega svetovnega povpraševanja po nafti in plinu.
- **Vzvodi za zmanjšanje povpraševanja:** Najpomembnejši vzvod v tem sklopu je ponovna uporaba, zlasti v sektorju embalaže, poleg tega pa krožnost vključuje še odpravo nepotrebnih materialov in zamenjavo z manj ogljično intenzivnimi alternativami.

Recikliranje materialov:

- **Mehansko recikliranje** (plastike, papirja, lesa) je že preizkušena in razširljiva tehnologija, ki predstavlja večino potenciala za zmanjšanje povpraševanja po primarnem ogljiku.
- **Kemično recikliranje** omogoča predelavo kontaminiranih ali mešanih odpadkov nazaj v kemične gradnike, vendar se sooča z višjo energetsko intenzivnostjo in ekonomskimi izzivi.
- **Zajem in uporaba ogljika (CCU):** Te tehnologije omogočajo, da se isti ogljik uporabi v več zaporednih ekonomskih dejavnostih, na primer s pretvorbo zajetega CO_2 v e-goriva za letalstvo ali surovine za kemikalije.
- **Okoljske in ekonomske koristi:** Poleg neposrednih prihrankov ogljika krožnost zmanjšuje intenzivnost pridobivanja naravnih virov, porabo energije in rabo zemljišč. Hkrati povečuje ekonomsko odpornost in materialno varnost z zmanjšanjem odvisnosti od nestanovitnih svetovnih trgov surovin in stabilizacijo domačih dobavnih verig.

Kljub velikemu potencialu pa krožnost zahteva obsežne politične posege in sistemske spremembe, vključno z obdavčitvijo emisij, standardi za oblikovanje izdelkov (oblikovanje za recikliranje) ter korenitimi spremembami v vedenju potrošnikov in delovanju celotnih dobavnih verig. Brez teh posegov bi tehnologije krožnosti težko dosegle svojo stroškovno konkurenčnost v primerjavi s poceni primarnimi fosilnimi viri.

6. TEHNOLOGIJA ZAJEMANJA IN SHRANJEVANJA OGLJIKA (CCS)

Tehnologija zajemanja in shranjevanja ogljika (CCS) dopolnjuje tudi elektrifikacijo v cementni industriji predvsem tako, da naslavlja procesne emisije, ki jih sama elektrifikacija ne more odpraviti. Proizvodnja cementa vključuje segrevanje apnenca, pri čemer se CO_2 sprošča kot neizogiben stranski produkt kemične reakcije, ne glede na vir toplote.

Glavni načini, kako CCS dopolnjuje elektrifikacijo, so:

- **Zajemanje preostalih emisij**: Medtem ko elektrifikacija peči nadomešča uporabo fosilnih goriv za doseganje visokih temperatur (okoli 1400 °C), mora CCS zajeti preostale emisije iz materiala, da bi proces postal neto ničeln.
- **Sinergije z integriranimi tehnologijami**: Tehnologije, kot je kalcijeva zanka (Calcium Looping - CaL), so posebej primerne za cementno industrijo, saj lahko uporabljajo obstoječe surovine obrata (apnenec) kot sredstvo za vezavo CO_2. Tehnologija CaL je robustna in odporna na prašne ter kemično kompleksne dimne pline cementarn, kar zmanjšuje stroške predčiščenja.
- **Stroškovna konkurenčnost**: Študije kažejo, da bi kombinacija elektrificirane peči in CCS lahko postala stroškovno konkurenčna konvencionalnim pečem s CCS pri cenah električne energije okoli 40 $/MWh.
- **Proizvodnja stranskih produktov**: Integracija metod, kot je CaL, omogoča delno povračilo toplotne energije, kar lahko vodi celo do proizvodnje presežne električne energije v samem obratu.

V scenarijih razogljičenja cementna industrija ostaja eden izmed sektorjev z največjo potrebo po zajemanju ogljika na mestu nastanka (point-source capture), saj elektrifikacija sama po sebi ne more popolnoma nadomestiti vseh aplikacij ogljika.

Tako elektrifikacija in CCS delujeta kot vzporedna stebra: prvi zmanjšuje povpraševanje po ogljiku za toploto, drugi pa zagotavlja varno odstranjevanje emisij iz samega kemičnega procesa.

7. IZZIVI IN PRILOŽNOSTI

Prehod v neto ničelno gospodarstvo prinaša številne priložnosti za preoblikovanje načina uporabe ogljika, hkrati pa se sooča s precejšnjimi tehnološkimi in ekonomskimi ovirami.

Glavne priložnosti

- **Neposredna elektrifikacija:** To je najučinkovitejše orodje za zmanjšanje rabe ogljika v energetiki in industriji. Nove tehnologije (npr. uporovno, plazemsko in udarno ogrevanje) odpirajo možnosti za elektrifikacijo visokotemperaturne toplote v sektorjih, kot so cement, jeklo in petrokemija.
- **Krožno gospodarstvo in ponovna uporaba:** Ukrepi krožnosti, predvsem ponovna uporaba, lahko zmanjšajo potrebo po primarnem ogljiku za do 30 %. Ponovna uporaba embalaže je najmočnejši vzvod za zmanjšanje povpraševanja v kemičnem sektorju.
- **Inovacije pri zajemu ogljika:** Tehnologije, kot je kalcijeva zanka (CaL) za cementno industrijo in Allam-Fetvedtov cikel (AFC) za proizvodnjo električne energije, ponujajo višje stopnje zajema (do 99 %) in boljšo energetsko učinkovitost od sedanjih metod. Zajem iz oceanov (o-CDR) se kaže kot potencialno cenejša alternativa neposrednemu zajemu iz zraka (DAC).
- **Trajna mineralizacija:** In situ mineralizacija CO_2 v bazaltne kamnine ponuja najvarnejšo in najtrajnešo obliko shranjevanja, ki odpravlja tveganja uhajanja

in potrebo po dolgotrajnem spremljanju.

- **Sproščanje zemljišč z alternativnimi beljakovinami:** Razvoj alternativnih beljakovin (npr. gojeno meso, fermentacija) bi lahko do leta 2050 sprostil do 590 milijonov hektarjev kmetijskih zemljišč, ki bi se lahko uporabila za obnovo biotske raznovrstnosti ali proizvodnjo dodatne trajnostne biomase.

Glavni izzivi

- **Nizka stopnja tehnološke pripravljenosti (TRL):** Številne ključne tehnologije, kot so elektrokemično pridobivanje železa, geološki vodik, in situ mineralizacija in gojeno meso, so še vedno na stopnji TRL 4–5, kar pomeni, da potrebujejo znatne izboljšave pred komercialno uporabo.
- **Ekonomska konkurenčnost:** Večina novih tehnologij (zlasti CCU in kemično recikliranje) se sooča z visoko cenovno premijo v primerjavi s fosilnimi alternativami. Za doseganje konkurenčnosti bi bila potrebna obdavčitev ogljika do 200 $/t CO_2.
- **Omejenost virov in zemljiški konflikti:** Trajnostna biomasa je omejena z razpoložljivostjo zemljišč; vsak dodaten hektar za bioenergijo tekmuje s proizvodnjo hrane in ohranjanjem narave.
- **Infrastrukturne vrzeli:** Prehod zahteva masivno izgradnjo novih omrežij za električno energijo, cevovodov za vodik in CO_2 ter naprednih sistemov za sortiranje odpadkov.
- **Vztrajnost emisij v fosilnih verigah:** Tudi z uporabo CCS ostaja 20–25 % emisij v verigi fosilnih goriv (izločanje metana, črpanje, transport) neobdelanih, kar omejuje neto učinek teh rešitev.
- **Sistemska inercija:** Vzpostavitev krožnih modelov, kot je ponovna uporaba, zahteva korenite spremembe v vedenju potrošnikov in delovanju celotnih dobavnih verig.

Za uspešen prehod bo ključna prilagodljivost, saj bo optimalna mešanica tehnologij močno odvisna od geografskih značilnosti, razpoložljivosti čiste energije in lokalnih kmetijskih struktur

8. ZAKLJUČEK

Glavni zaključki poročila o vlogi ogljika v elektrificirani prihodnosti so:

- **Povpraševanje po ogljiku bo vztrajalo**: Svetovno gospodarstvo z neto ničelnimi emisijami bo še vedno odvisno od ogljika, predvsem v sektorjih, kjer ga je težko nadomestiti (npr. letalstvo, jeklarstvo, kemična industrija). Povpraševanje se bo z današnjih 11,5 Gt zmanjšalo na 3–5 Gt letno do sredine stoletja.
- **Elektrifikacija in ponovna uporaba sta ključni**: Neposredna elektrifikacija (npr. visokotemperaturno ogrevanje, elektrokemično pridobivanje železa) in ponovna uporaba materialov sta najučinkovitejši orodji za zmanjšanje rabe ogljika in ponujata nizke stroške zmanjšanja emisij.
- **Velik potencial krožnosti**: Ukrepi krožnega gospodarstva, vključno z zmanjšanjem povpraševanja, mehanskim recikliranjem in zajemom ter uporabo ogljika (CCU), bi lahko zmanjšali potrebo po primarnem ogljiku za do 30 %. To bi zmanjšalo pritisk na rabo zemljišč in izkoriščanje naravnih virov.
- **Nujnost trajnostnega upravljanja preostalega ogljika**: Ker krožnost ne more rešiti vseh težav, bodo nujne linearne rešitve ob koncu življenjske dobe, kot sta geološko shranjevanje CO_2 in napredna odlagališča, ki preprečujejo uhajanje metana. Inovacije, kot je mineralizacija CO_2 in situ, ponujajo trajno in varno shranjevanje.
- **Omejenost trajnostnih virov primarnega ogljika**: Trajnostna biomasa je omejena z razpoložljivostjo zemljišč in hrano, tehnologije neposrednega zajema iz zraka (DAC) ali oceanov (o-CDR) pa so še v fazi razvoja. Zato bo za pravočasen prehod potreben strateški pristop, ki vključuje tudi fosilni ogljik z zajemom emisij (CCS).
- **Tehnološke vrzeli in nizka stopnja pripravljenosti**: Številne obetavne tehnologije (npr. visokotemperaturna industrijska toplota, alternativne beljakovine, o-CDR) so še vedno na stopnji nizke tehnološke pripravljenosti (TRL 4–5) ali so predrage za široko uporabo.
- **Odločilna vloga politike in obdavčitve**: Prehod bo odvisen od odločnih političnih posegov. Obdavčitev emisij ogljika, ki bi lahko dosegla do 200 $/t CO_2, je ključna za doseganje stroškovne konkurenčnosti nastajajočih tehnologij. Poleg davkov so potrebni tudi mandati za mešanje goriv, standardi oblikovanja izdelkov in javna naročila.
- **Prilagodljivost glede na regijo:** „Optimalna“ mešanica tehnologij se bo močno razlikovala glede na geografsko lego, razpoložljivost čiste energije in industrijsko strukturo posamezne regije. Odločevalci morajo graditi raznolike in prilagodljive portfelje rešitev.

LITERATURA IN VIRI

1. Ogljik v elektrificirani prihodnosti: tehnologije, kompromisi in poti. Dostop: https://www.energy-transitions.org/publications/carbon-in-an-electrified-future/#download-form.

OD NADOMESTNIH HABITATOV DO OZAVEŠČANJA: ELESOVI UKREPI VAROVANJA BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI

FROM ALTERNATIVE HABITATS TO AWARENESS RISING: ELES' BIODIVERSITY PROTECTION MEASURES

» **mag. Nadja NOVAK**

ELES, d.o.o.
Hajdrihova ulica 2, 1000 Ljubljana
nadja.novak@eles.si

Povzetek

Biotska raznovrstnost predstavlja temelj stabilnega naravnega okolja in pomembno vpliva na delovanje ekosistemov ter kakovost človekovega življenja. Razvoj infrastrukture, intenzivna raba prostora in podnebne spremembe povzročajo zmanjševanje biotske raznovrstnosti, zato postaja iskanje ravnotežja med tehnološkim razvojem in varovanjem narave ključni izziv sodobne družbe. Družba ELES kot operater kombiniranega prenosnega in distribucijskega elektroenergetskega omrežja pri načrtovanju in upravljanju infrastrukture uvaja ukrepe za zmanjševanje vplivov na okolje, med drugim vzpostavljanje nadomestnih habitatov, obnovo vegetacije ter trajnostno upravljanje prostora. Primer daljnovoda Cirkovce–Pince prikazuje praktično izvajanje naravovarstvenih ukrepov, ki prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Pomemben del teh prizadevanj predstavlja tudi ozaveščanje javnosti, zlasti skozi projekt ELES 3000, ki poudarja pomen tal kot živih in ključnih ekosistemov. Prispevek izpostavlja, da je dolgoročna stabilnost energetskih sistemov neločljivo povezana z zdravjem naravnega okolja.

Ključne besede: biotska raznovrstnost, elektroenergetska infrastruktura, nadomestni habitati, tla, ozaveščanje

Abstract

Biodiversity forms the foundation of a stable natural environment and plays a crucial role in ecosystem functioning and human well-being. Infrastructure development, intensive land use, and climate change are major drivers of biodiversity decline, making the balance between technological development and environmental protection a key challenge for modern society. As the combined transmission and distribution system operator, ELES integrates environmental protection measures into infrastructure planning and management, including the establishment of compensatory habitats, vegetation restoration, and sustainable land management practices. The Cirkovce–Pince transmission line project demonstrates the practical implementation of conservation measures contributing to biodiversity preservation. Public awareness activities, particularly through the ELES 3000 project, further emphasize the importance of soil as a living and essential ecosystem. The paper highlights that the long-term stability of energy systems is closely linked to the health of the ecosystems in which they operate.

Key words: biodiversity, energy infrastructure, compensatory habitats, soil, awareness rising

1. UVOD

Biotska raznovrstnost je osnova zdravega in uravnoteženega naravnega okolja, saj omogoča delovanje naravnih procesov in pomembno vpliva na kakovost življenja ljudi. Njeno ohranjanje je zato ena ključnih nalog sodobne družbe, pri čemer ima pomembno vlogo tudi družba ELES zaradi narave njenega delovanja. Kot operater kombiniranega prenosnega in distribucijskega elektroenergetskega omrežja upravlja infrastrukturo, ki poteka skozi različne pokrajine in življenjska okolja. Energetsko omrežje je zato vedno tudi del prostora, ki ga souporabljajo ljudje, živali in rastline.

Pri umeščanju infrastrukture v prostor si zato Eles prizadeva iskati ravnotežje med potrebami družbe po zanesljivi oskrbi z električno energijo in varovanjem naravnega okolja. S tem natečajem želi družba širšo javnost spodbuditi tudi k razmisleku o tem ravnotežju. Posegi v prostor namreč ne vplivajo le na ljudi ter vidne živalske in rastlinske vrste, temveč tudi na številne manj opazne organizme v tleh, ki so temelj zdravih ekosistemov in s tem našega življenjskega okolja.

Svojo okoljsko odgovornost pa družba izraža tudi skozi projekte ozaveščanja, kot je ELES 3000, v okviru katerega je v ljubljanskem živalskem vrtu zrasla skulptura *Zemlja ni bila vedno imenovana Zemlja*.

2. VZROKI ZMANJŠEVANJA BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI TAL

Biotska raznovrstnost predstavlja temelj stabilnega in zdravega naravnega okolja, saj omogoča delovanje ključnih naravnih procesov ter pomembno prispeva h kakovosti človekovega bivanja. Znanstvene raziskave vse jasneje poudarjajo izjemen pomen življenja v tleh, hkrati pa opozarjajo na njegovo hitro upadanje. Intenzivne kmetijske prakse, širjenje urbanih območij, krčenje gozdov in različne oblike onesnaževanja spreminjajo sestavo tal ter uničujejo življenjske prostore številnih organizmov. Pretirana raba kemičnih sredstev zmanjšuje raznolikost talnih skupnosti, kar se odraža v slabši strukturi tal in nižji rodovitnosti. Razmere dodatno zaostrujejo podnebne spremembe, saj nihanja temperature in vlage neposredno vplivajo na delovanje talnih ekosistemov. Posledično je danes velik del tal po svetu že degradiran, kar zmanjšuje njihovo sposobnost ohranjanja življenja in izvajanja ključnih ekosistemskih funkcij.

Na stanje biotske raznovrstnosti vpliva tudi razvoj infrastrukture, vključno z elektroenergetskimi sistemi. Gradnja daljnovodov, dostopnih poti in energetskih objektov lahko povzroči začasne spremembe rabe tal, odstranjevanje vegetacije, premikanje zemljine ter fragmentacijo habitatov. Takšni posegi vplivajo na talne procese in življenjske pogoje organizmov, ki živijo v tleh ali so od njih neposredno odvisni.

Zavedanje teh vplivov je pomemben korak k odgovornemu upravljanju prostora. Razvoj energetike danes ne pomeni več zgolj gradnjo infrastrukture, temveč iskanje ravnovesja med tehnološkim napredkom in ohranjanjem naravnih procesov.

3. NAČINI VAROVANJA TAL

Varovanje in izboljševanje biotske raznovrstnosti tal zahteva usklajene napore na več ravneh – od prostorskega načrtovanja in trajnostnega upravljanja zemljišč do ozaveščanja javnosti. Pomembni pristopi vključujejo ohranjanje naravnih habitatov, obnovo degradiranih območij ter uvajanje praks, ki zmanjšujejo obremenitve tal in omogočajo njihovo naravno regeneracijo.

Tudi družba ELES pri razvoju in upravljanju elektroenergetske infrastrukture uvaja ukrepe za zmanjševanje vplivov na okolje in ohranjanje biotske raznovrstnosti. Pri načrtovanju projektov upošteva naravovarstvene smernice, izvaja presoje vplivov na okolje ter sodeluje s strokovnjaki s področja biologije, ekologije in prostorskega načrtovanja.

Posebno pozornost namenja odgovorni izvedbi del. Kadar je mogoče, se uporabljajo obstoječi infrastrukturni koridorji, omejuje se obseg gradbišč in zmanjšuje trajanje posegov v prostor. Gradbena dela se časovno prilagajajo naravnim ciklom živalskih vrst, na primer obdobjem gnezdenja ptic ali razmnoževanja divjadi.

Med ključne omilitvene in obnovitvene ukrepe pa sodijo vzpostavljanje nadomestnih habitatov, izboljšave obstoječih habitatov, obnova rastlinskih združb z avtohtonimi vrstami, ponovna uporaba izkopane zemlje in sanacija tal po gradnji, sajenje avtohtonih dreves in grmovnic ter spremljanje stanja narave po zaključku del. Takšni pristopi omogočajo postopno obnovo ekoloških funkcij prostora. V določenih primerih pa lahko vzdrževanje daljnovodnih koridorjev celo ustvari nove življenjske prostore za vrste, ki potrebujejo odprte ali svetlejše habitate.

4. NADOMESTNI HABITATI: OHRANJANJE BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI V PRAKSI

Ob izgradnji daljnovoda med Cirkovcami in Pincami, ki je bil zadnji velik projekt izgradnje nove prenosne infrastrukture in znaten poseg v naravno okolje družbe ELES, je družba trajnostnim ukrepom varovanja narave namenila izrazito pozornost, saj je posegala tudi v krajino in živo naravo na zavarovanih območjih Nature 2000.

Ko je družba ELES objekte umeščala v prostor, je sledila izhodiščem za krajinsko ureditev, ki so zajemale zasaditve za zmanjšanje vidnosti stebrov v neposredni bližini poseljenih območij, zasaditev nadomestne vegetacije ob vodotokih in na območju gozdnih površin, ohranjanje vegetacijskega pokrova s selektivno sečnjo ter oblikovanje novega gozdnega roba na odsekih gozdnih posek. Družba je v ta namen posadila približno 6.700 potaknjencev – od grmičevja do drevja.

Med najvidnejšimi naravovarstvenimi ukrepi pa je bila ureditev petih nadomestnih habitatov. Družba ELES je v okviru izgradnje daljnovoda Cirkovce–Pince vzpostavila pet nadomestnih habitatov za ohranitev živalskih in rastlinskih vrst, v skupni površini približno 87 hektarjev, od tega en vodni habitat, dva travniška in dva gozdna habitata.

Kaj to pomeni? Na travniških habitatih je ELES vzpostavljal travišča izkoreninjal invazivne rastline. Na območju vodnega habitata je vzpostavila vodno telo (kotanjo) na območju manjše mrtvice, kjer je zasadila trsje na položnih brežinah ter uredila majhne otoke, kar danes omogoča razgiban življenjski prostor vodnim in obvodnim živalskim vrstam. Na območju gozdnih habitatov so se vzpostavili pogoji za območje eko celice, kjer se ohranja poplavni gozd brez gospodarjenja z lesno maso in se prepusti naravnim ciklom.



Slika 1: Nadomestni vodni habitat Gabrje

5. INOVATIVNI PRISTOP K OZAVEŠČANJU O POMENU BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI

Skrb za naravno okolje pa družba ELES nadgrajujemo z ozaveščanjem o pomenu biotske raznolikosti in povezovanjem s skupnostjo. Za uspešen zeleni prehod in trajnostni razvoj je namreč ključno sodelovanje, saj povezovanje znanja različnih strok omogoča boljše rešitve in večjo skrb za okolje. Zato družba ELES sodeluje tudi z ustanovami s področja varstva narave - takšno je tudi partnerstvo z Živalskim vrtom Ljubljana, ki družbi pomaga širiti zavedanje o pomenu ohranjanja narave med obiskovalci in širšo javnostjo.

Tako je v sodelovanju z Živalskim vrtom Ljubljana in Muzejem za arhitekturo in oblikovanje/Centrom za kreativnost nastal ustvarjalni projekt ELES 3000, namenjen ozaveščanju o pomenu ohranjanja biotske raznovrstnosti in spodbujanju k razmisleku, kako lahko kot posamezniki prispevamo k njenemu varovanju oziroma bogatenju v mikrookolju, v katerem živimo.

Ta prizadevanja ponazarja skulptura *Zemlja ni bila vedno imenovana Zemlja* avtorjev umetnika Brada Downeya, biologinje dr. Martine Modic in arhitekta Luke Murovca,

ki je kot rezultat natečaja zrasla v Živalskem vrtu Ljubljana (in jo bodo uradno predstavili 20. aprila, v počastitev dneva Zemlje).

Skulptura opozarja na pomen tal kot temelja biotske raznovrstnosti in spodbuja k razmisleku o naši povezanosti z nevidnim življenjem pod našimi nogami. Skulptura je opomnik, da so tla živa, občutljiva in nepogrešljiva, da so sloji tal medsebojno povezani, tako kot skupnosti, ki so od njih odvisne.

Prst namreč ni zgolj »zemlja« ali »umazana gmota«, ampak je dinamičen, živ sistem, poln biotske raznovrstnosti – živo, dihajoče, migajoče mesto, ki nikoli ne spi. Pod našimi nogami polno milijard živih bitij nenehno skrbi za rodovitnost tal, razkraja organsko snov ter podpira življenje rastlin in planeta.



Slika 2: Skulptura Zemlja ni bila vedno imenovana Zemlja

6. ZAKLJUČEK

Varovanje in izboljševanje talne biodiverzitete zahteva usklajene napore na več ravneh. Uvajanje trajnostnih kmetijskih praks, kot so manj intenzivna obdelava tal, ozelenitev, dodajanje organskih snovi in raznoliki kolobarji, lahko močno prispeva k ohranjanju zdravja tal in biotski raznovrstnosti. Pomembna sta tudi obnova degradiranih območij in ohranjanje naravnih habitatov oziroma vzpostavljanje nadomestnih habitatov. Slednjim smernicam sledi tudi družba ELES – tako pri načrtovanju kot izvajanju posegov v okolje.

Pomemben del varovanja biotske raznovrstnosti predstavlja tudi izobraževanje in ozaveščanje. Zato družba sodeluje z raziskovalnimi in izobraževalnimi ustanovami ter skozi projekte, kot je ELES 3000 v partnerstvu z Živalskim vrtom Ljubljana, javnosti približuje pomen ohranjanja narave.

Skrb za biotsko raznovrstnost je del širše družbene odgovornosti družbe ELES in prizadevanj za zeleni prehod, v katerem zanesljiva oskrba z električno energijo poteka skupaj z varovanjem naravnega okolja. Dolgoročna stabilnost energetskega sistema je namreč tesno povezana z zdravjem ekosistemov, v katerih ta sistem deluje.

VIRI IN LITERATURA

1. R.E. Creamer, J.M. Barel, G. Bongiorno, M.J. Zwetsloot, The life of soils: Integrating the who and how of multifunctionality, Soil Biology and Biochemistry, 2022, Volume 166, 108561,https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108561.
2. Carlos A. Guerra et al. Tracking, targeting, and conserving soil biodiversity. Science371,239-241(2021).DOI:10.1126/science.abd7926
3. L. Joos, C. De Tender, Soil under stress: The importance of soil life and how it is influenced by (micro)plastic pollution,Computational and Structural Biotechnology Journal, 2022, 20, p. 1554-1566, https://doi.org/10.1016/j.csbj.2022.03.041.
4. Bhattarai A, Bhattarai B, Pandey S. Variation of soil microbial population in different soil horizons. J Microbiol Exp. 2015;2(2):75-78. DOI: 10.15406/jmen.2015.02.00044
5. Guo Z, Zhang H, Li J, Chen T, Wang H, Zhang Y. Distribution of soil microorganisms in different complex soil layers in Mu Us sandy land. PLoS One. 2023 Apr 7;18(4):e0283341. doi: 10.1371/journal.pone.0283341. PMID: 37027399; PMCID: PMC10081775.
6. Delgado-Baquerizo, M., Reich, P.B., Trivedi, C. et al. Multiple elements of soil biodiversity drive ecosystem functions across biomes. Nat Ecol Evol 4, 210–220 (2020). https://doi.org/10.1038/s41559-019-1084-y
7. Wim H. van der Putten et al. ,Soil biodiversity needs policy without borders.Science379,32-34(2023).DOI:10.1126/science.abn724
8. Wall, D., Nielsen, U. & Six, J. Soil biodiversity and human health. Nature 528, 69–76 (2015). https://doi.org/10.1038/nature15744
9. M.A. Anthony,S.F. Bender,& M.G.A. van der Heijden, Enumerating soil biodiversity, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 120 (33) e2304663120, https://doi.org/10.1073/pnas.2304663120 (2023).
10. Xliu, H. Chu, O. Godoy, K. Fan, G. Gao, T. Yang, Y. Ma, & M. Delgado-Baquerizo, Positive associations fuel soil biodiversity and ecological networks worldwide, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 121 (6) e2308769121, https://doi.org/10.1073/pnas.2308769121 (2024).

ANALIZA PODNEBNE ODPORNOSTI IN FIZIČNIH TVEGANJ V ELEKTROENERGETSKEM SEKTORJU

ANALYSIS OF CLIMATE RESILIENCE AND PHYSICAL RISKS IN THE ELECTRICITY SECTOR

» Erik MARČENKO

Elektroinštitut Milan Vidmar
Hajdrihova ulica 2

erik.marcenko@eimv.si

Povzetek

Podnebne spremembe vse izraziteje vplivajo na obratovalno zanesljivost, razpoložljivost in stroškovno učinkovitost elektroenergetskega sektorja. Prispevek obravnava ključna fizična tveganja za proizvodne objekte, prenosno in distribucijsko omrežje in izpostavi povezavo med podnebnimi nevarnostmi, tehnično ranljivostjo infrastrukture in širšimi socio-ekonomskimi posledicami motenj oskrbe z električno energijo. Obravnavani so vplivi vročinskih valov, suše, intenzivnih padavin, poplav, neurij, požarov in drugih ekstremnih pojavov na poškodovanost, obratovanje in razpoložljivost infrastrukture. Poudarjena je potreba po metodološko usklajenem pristopu k analizi podnebne odpornosti kot podlagi za načrtovanje, investicije, upravljanje sredstev in vključevanje podnebne odpornosti v strateški okvir in projektne postopke na vseh ravneh odločanja v elektroenergetskem sistemu prihodnosti.

Ključne besede: podnebna odpornost; fizična tveganja; elektroenergetski sektor

Abstract

Climate change is increasingly affecting the operational reliability, availability, and cost efficiency of the power sector. The paper addresses key physical risks affecting generation facilities, transmission networks, and distribution networks, and highlights the link between climate hazards, the technical vulnerability of infrastructu-

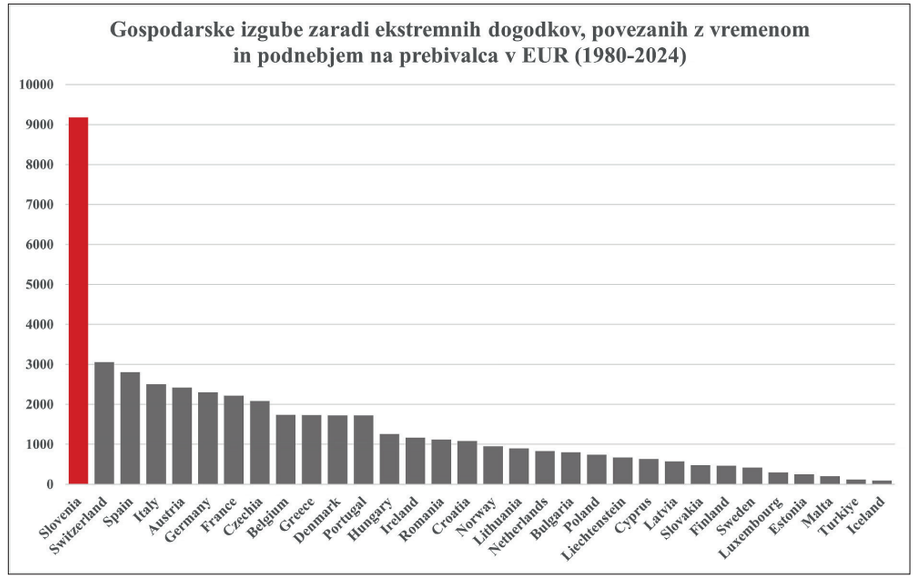
re, and the broader socio-economic consequences of disruptions to electricity supply. It examines the impacts of heatwaves, droughts, intense precipitation, floods, storms, wildfires, and other extreme events on infrastructure damage, operation, and availability. The need for a methodologically aligned approach to climate resilience analysis is emphasized as a basis for planning, investment, asset management, and the integration of climate resilience into the strategic framework and project procedures at all decision-making levels in the future power system.

Key words: climate resilience; physical risks; electricity sector

1. UVOD

Podnebne spremembe niso več vprašanje oddaljene prihodnosti, ampak vse bolj neposreden dejavnik, ki neposredno vpliva na obratovalno zanesljivost, varnost, stroške in dolgoročno odpornost ključnih podsistemov delovanja sodobne družbe. Evropski prostor se segreva hitreje od svetovnega povprečja, s tem pa se povečujejo tudi tveganja, povezana z vročinskimi valovi, sušo, intenzivnimi padavinami, poplavami, neurji, požari in drugimi ekstremnimi pojavi. Ti vplivi niso omejeni na naravno okolje, ampak vse izraziteje posegajo v delovanje gospodarstva, kritične infrastrukture in oskrbe z osnovnimi storitvami.

Takšni trendi so posebej relevantni za Slovenijo, kjer se podnebne spremembe že odražajo v spremenjenih temperaturnih in padavinskih vzorcih ter v večji pogostosti vremenskih ekstremov, ki povzročajo ogromne gospodarske izgube (Slika 1.). Gospodarske izgube se bodo zaradi ekstremnih vremenskih in podnebnih dogodkov v EU do konca stoletja tudi ob ugodnejšem scenariju globalnega segrevanja potrojile, pri višjih scenarijih segrevanja pa bi bile lahko še bistveno večje [1].



Slika 1: Gospodarske izgube zaradi ekstremnih dogodkov, povezanih z vremenom in podnebjem na prebivalca v EUR (1980-2024) [2].

V takšnih razmerah postaja prilagajanje na podnebne spremembe sestavni del upravljanja razvoja, prostora in infrastrukture. V ospredju ni več le vprašanje zmanjševanja vplivov na podnebje, ampak tudi vprašanje, kako zagotoviti, da bodo ključni sistemi sposobni delovati, se prilagajati in obnavljati v razmerah naraščajočih podnebnih posledic [3].

Med sistemi z izrazitim strateškim pomenom posebej izstopa elektroenergetski sektor, ki je eden temeljnih nosilcev prehoda v nizkoogljično družbo, hkrati pa je sam neposredno izpostavljen fizičnim vplivom podnebnih sprememb [4]. Ti vplivi segajo od sprememb razpoložljivosti primarnih virov in obratovalnih pogojev proizvodnje do poškodb in motenj v prenosnem in distribucijskem omrežju. Posledice se zato ne kažejo le kot tehnični problem posameznih objektov, ampak kot širše tveganje za zanesljivost oskrbe z električno energijo, gospodarstvo in delovanje družbe.

V tem okviru podnebna odpornost elektroenergetske infrastrukture ni več zgolj strokovna ali raziskovalna tema, ampak postaja vprašanje sistemskega načrtovanja, upravljanja sredstev in investicijskega odločanja. Za učinkovito obravnavo teh izzivov so potrebni metodološko usklajeni pristopi, ki omogočajo ocenjevanje izpostavljenosti, ranljivosti, posledic in tveganj za različne vrste elektroenergetske infrastrukture. Prispevek zato obravnava ključna fizična tveganja v elektroenergetskem sektorju, njihov vpliv na proizvodne objekte, prenosno in distribucijsko omrežje ter potrebo po nadaljnjem razvoju metodoloških pristopov za analizo podnebne odpornosti in podporo odločanju na sistemski in projektni ravni.

2. FIZIČNA TVEGANJA ELEKTROENERGETSKEGA SEKTORJA: OD VIROV PROIZVODNJE DO OMREŽJA

Podnebne spremembe v elektroenergetskem sektorju povečujejo fizična tveganja tako na ravni proizvodnih objektov kot tudi na ravni prenosnega in distribucijskega omrežja. Njihovi učinki se ne kažejo le kot neposredne poškodbe posameznih objektov, ampak kot motnje v delovanju celotne verige oskrbe z električno energijo. Med ključnimi podnebnimi nevarnostmi izstopajo vročinski valovi, suša, intenzivne padavine, poplave, neurja, požari, sneg, žled in plazovitost, pri čemer se njihovi vplivi razlikujejo glede na vrsto infrastrukture [5][6].

Pri proizvodnih objektih so tveganja povezana predvsem s spremembami razpoložljivosti primarnih virov in obratovalnih pogojev [7]. Hidroelektrarne so posebej odvisne od hidrološke variabilnosti in ekstremov, zato se fizični vplivi hitro odrazijo tudi v zmanjšani proizvodnji in večji ekonomski občutljivosti. Jedrski objekti so bolj občutljivi na povišane temperature, omejeno razpoložljivost vode za hlajenje, poplavno ogroženost in motnje v delovanju podporne infrastrukture. Pri sončnih elektrarnah so pomembni predvsem vplivi toče, vetra, visokih temperatur, požarov in lokalnih poplav.

Poseben pomen ima omrežni del elektroenergetskega sistema, saj tudi nepoškodovan proizvodni objekt brez ustrezno odpornega prenosnega in distribucijskega omrežja ne more zagotavljati zanesljive oskrbe [8]. Pri omrežju so posebej ranljivi nadzemni vodi, stebri, transformatorske in razdelilne postaje, kabelska infrastruktura na poplavno ali erozijsko ogroženih območjih in dostopnost lokacij za sanacijo. Posledice se kažejo kot poškodbe opreme, omejitve obratovanja, prekinitve napajanja, daljši časi odprave okvar in večji stroški intervencij. Pri tem ni odločilna le fizična poškodovanost objekta, ampak tudi njegova funkcija v sistemu, saj lahko enak dogodek povzroči bistveno različne posledice glede na pomen prizadetega elementa za oskrbo uporabnikov in delovanje širšega družbeno-gospodarskega prostora [9].

Tabela 1: Značilna izpostavljenost in vplivi podnebnih nevarnosti po vrstah elektroenergetske infrastrukture [6].

Vrsta infrastrukture	Izpostavljenost nevarnostim	Značilni fizični vplivi	Možne širše posledice
Hidroelektrarne	Suša, spremenjeni pretoki, intenzivne padavine, poplave, plavje	Zmanjšana razpoložljivost vode, večje obremenitve objektov, poškodbe spremljajoče infrastrukture, motnje obratovanja	Zmanjšana proizvodnja, večja proizvodna nestanovitnost, višji stroški obratovanja in sanacij
Jedrski objekti	Višje temperature zraka in vode, poplave, ekstremni vremenski dogodki	Omejitve zaradi hlajenja, povečana zahtevnost obratovanja, ogroženost dostopnosti in podpornih sistemov	Vpliv na dolgoročno razpoložljivost, večje zahteve po presoji odpornosti in varnostnih rezervah
Sončne elektrarne	Toča, močan veter, visoke temperature, požari, lokalne poplave	Poškodbe modulov in podpornih konstrukcij, zmanjšana učinkovitost, lokalne motnje delovanja	Zmanjšana proizvodnja, potreba po lokacijsko natančnejšem načrtovanju in zaščiti
Prenosno in distribucijsko omrežje	Nevihte, močni sunki vetra, sneg, žled, poplave, požari	Poškodbe vodov, stebrov in postaj, omejitve prenosa, motnje v obratovanju	Prekinitve prenosa, večja sistemska tveganja, širši vplivi na zanesljivost oskrbe

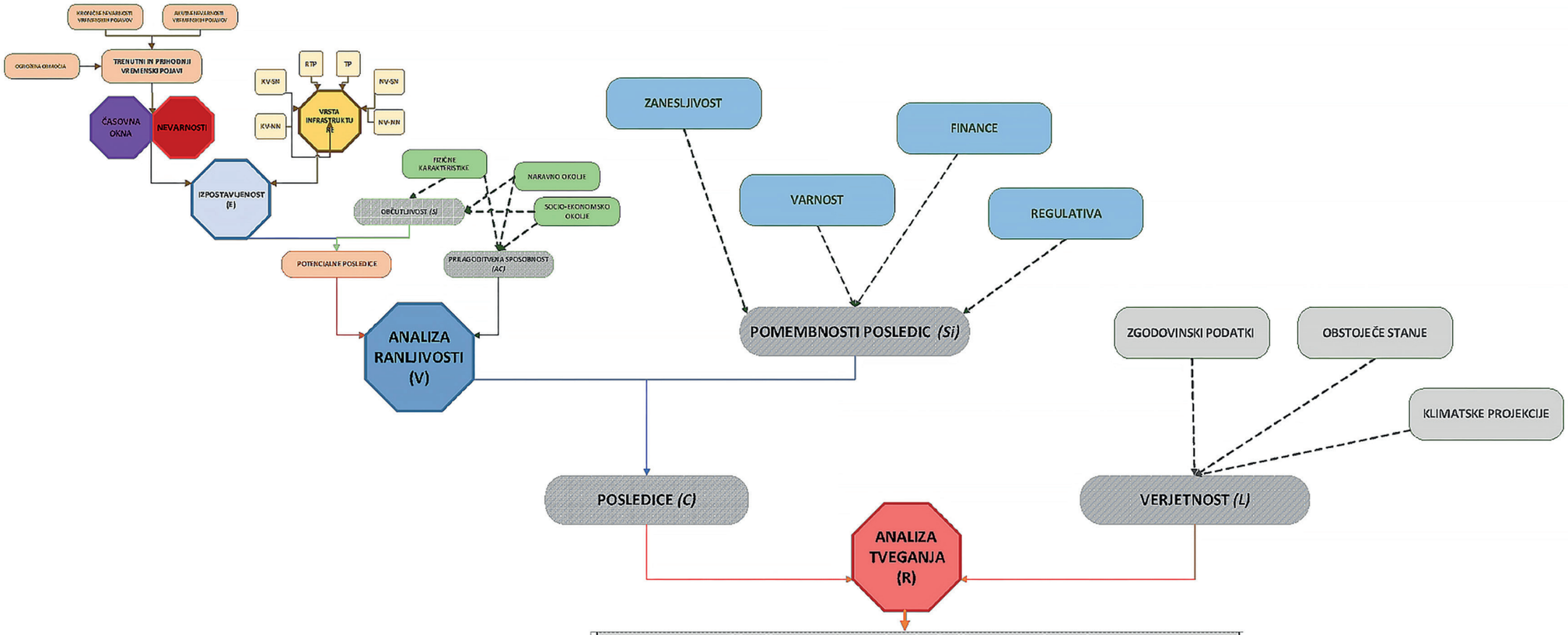
3. ANALIZA PODNEBNE ODPORNOSTI ELEKTROENERGETSKE INFRASTRUKTURE

Iz pregleda fizičnih tveganj, ki jim je izpostavljen elektroenergetski sektor, izhaja, da za učinkovito obravnavo podnebnih vplivov ne zadošča zgolj identifikacija nevarnosti ali opis posameznih vplivov. Enaka nevarnost lahko na različnih vrstah infrastrukture povzroči različne posledice, primerljiva poškodovanost pa ima lahko zelo različen vpliv na delovanje sistema, odvisno od funkcije prizadetega elementa. Zato je potrebna analiza podnebne odpornosti, ki omogoča sistematično vrednotenje izpostavljenosti, ranljivosti, posledic in tveganj ter s tem prehod od opisne presoje k analitični podpori odločanju.

Da bi takšna analiza postala operativno uporabno upravljavsko orodje, je potreben metodološki okvir (Slika 2.), ki je ponovljiv, primerljiv in nadgradljiv. Takšen pristop je skladen s strokovnimi izhodišči za podnebno odpornost [3][4] in podnebno preverjanje infrastrukture [10], medtem ko uveljavljeni okviri upravljanja tveganj (ISO 31000 [11]) in prilagajanja podnebnim spremembam (ISO 14090 [12], ISO 14091 [13]), poudarjajo strukturirano presojo vplivov, odločanje na podlagi tveganj in načelo stalnega izboljševanja. V začetnih fazah izvedbe so zaradi omejene podatkovne razvitosti pogosto neizogibni agregirani podatki, ekspertne presoje in poenostavljeni razredi ocenjevanja. To omogoča vzpostavitev osnovnega analitičnega okvira, vendar brez

nadaljnjega nadgrajevanja podatkovne osnove analiza ostane predvsem statičen prikaz stanja.

Za razvojno in upravljavsko uporabnejšo raven analize je zato nujno postopno povečevanje podatkovne resolucije na prostorski, tehnični, operativni in ekonomski ravni. To vključuje natančnejše povezovanje objektov z nevarnostnimi sloji, boljši zajem tehničnih značilnosti elementov, sistematično evidenco motenj, izpadov, poškodb in sanacij in spremljanje stroškov škod ter učinkov ukrepov. Metodologija tako ne predstavlja zgolj orodja za izračun ocene tveganja, ampak okvir za investicijsko, prostorsko in operativno odločanje. Njeni rezultati se lahko uporabljajo pri načrtovanju razvoja sistema, upravljanju sredstev, določanju prioritet sanacij in rekonstrukcij, umeščanju novih objektov in pripravi ukrepov za povečanje odpornosti [3]. Razvoj metodologije je zato treba razumeti kot kontinuiran proces, ki predstavlja eno ključnih podlag za dolgoročno prilagajanje elektroenergetske infrastrukture v razmerah spreminjajočega se podnebja.



Matrika ocene tveganj podnebnih sprememb na plan					
Relativne posledice	Relativna verjetnost				
	Zelo malo verjetno	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Skoraj zagotovo
Ekstremne	C	D	E	E	E
Pomembne	C	D	E	E	E
Zmerne	C	D	D	D	D
Manjše	A in B	C	C	C	C
Omejene	A in B	A in B	A in B	A in B	A in B

Slika 2.: Shematski prikaz metodologije dvofazne analize odpornosti: 1. Analiza ranljivosti in 2. Analiza tveganj.

4. ZAKLJUČEK

Obravnava elektroenergetskega sektorja skozi prizmo podnebne odpornosti kaže, da fizična tveganja niso več obrobna tema, ampak eden ključnih dejavnikov dolgoročne zanesljivosti sistema. Vplivi podnebnih sprememb lahko hkrati prizadenejo proizvodne objekte, prenosno in distribucijsko omrežje, dostopnost lokacij, obratovalne pogoje in stroškovno učinkovitost upravljanja infrastrukture. Prilagajanje se zato ne more obravnavati kot ločen okoljski dodatek, ampak kot sestavni del načrtovanja, investiranja, upravljanja in reguliranja elektroenergetskega sektorja.

V tem okviru se kot prvi ključni predlog izpostavlja potreba po sistemski vključitvi analiz podnebne odpornosti v relevantni zakonodajni, strateški in regulativni okvir []. Zahteve po obravnavi fizičnih podnebnih tveganj bi bilo smiselno postopno vključevati v energetske, prostorske, okoljske in infrastrukturne predpise, ki določajo pogoje za načrtovanje, umeščanje, gradnjo, rekonstrukcijo in obratovanje elektroenergetske infrastrukture [14][15]. Takšna vključitev mora preseči raven smernic in se postopno prevesti v jasnejša pričakovanja glede obsega presoj, časovnih horizontov, nabora nevarnosti in povezave z ukrepi prilagajanja [10].

Drugi ključni predlog se nanaša na projektno raven. Analiza podnebne odpornosti bi morala postopno postajati sestavni del priprave elektroenergetskih projektov, od zgodnjega načrtovanja in izbora variant do projektiranja, umeščanja v prostor, pridobivanja dovoljenj, investicijskega odločanja in financiranja [10][16]. S tem bi se odpornost obravnavala dovolj zgodaj, ko je še mogoče vplivati na tehnične rešitve, stroške in dolgoročno robustnost infrastrukture [10].

Tretji predlog zadeva krepitev podatkovne osnove in operativnega učenja. Brez kakovostnejših evidenc o vremensko pogojenih dogodkih, poškodbah, izpadih, sanacijah, stroških in učinkovitosti ukrepov bo tudi najboljši metodološki okvir ostal omejen [13]. Zato je ključno postopno vzpostavljanje celovitejših podatkovnih profilov objektov in odsekov infrastrukture, ki omogočajo natančnejše vrednotenje odpornosti, boljšo določitev prioritet in sprotno izboljševanje pristopov na podlagi dejanskih dogodkov [13][16].

Osrednje sporočilo prispevka je, da prihodnja varnost in zanesljivost oskrbe z električno energijo ne bosta odvisni samo od tehnološkega razvoja in investicij, ampak vse bolj tudi od tega, kako sistematično bo podnebna odpornost vključena v pravila, postopke in vsakodnevno upravljanje elektroenergetske infrastrukture.

VIRI IN LITERATURA

1. Gagliardi, N., Arévalo, P., Pamies, S. (2022). The Fiscal Impact of Extreme Weather and Climate Events: Evidence for EU Countries. European Economy Discussion Paper 168. Brussels: European Commission, Directorate-General for Economic and Financial Affairs.
2. European Environment Agency (2025). Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe. Indicators. Copenhagen: European Environment Agency.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
4. European Environment Agency (2024). European Climate Risk Assessment. EEA Report 01/2024. Copenhagen: European Environment Agency.
5. Institut Jožef Stefan (2025). Ocena podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike. Št. poročila: IJS-DP-15168. Ljubljana: Institut Jožef Stefan.
6. Technical Expert Group on Sustainable Finance (2019). Taxonomy Technical Report. Brussels: European Commission
7. Sergio, A., Colelli, F. P. (2025). Weather-induced power plant outages: Empirical evidence from hydro and thermal generators in Europe. Energy Economics, 148, 108549. doi:10.1016/j.eneco.2025.108549.
8. International Energy Agency (2022). Climate Resilience for Energy Security. Paris: International Energy Agency
9. Macmillan, M., Wilson, K., Baik, S., Carvallo, J. P., Dubey, A., Holland, C. A. (2023). Shedding Light on the Economic Costs of Long-Duration Power Outages: A Review of Resilience Assessment Methods and Strategies. Preprint. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.
10. European Commission (2021). Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021–2027. Brussels: European Commission.
11. International Organization for Standardization (2018). ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization.
12. International Organization for Standardization (2019). ISO 14090:2019. Adaptation to climate change — Principles, requirements and guidelines. Geneva: International Organization for Standardization.
13. International Organization for Standardization (2021). ISO 14091:2021. Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment. Geneva: International Organization for Standardization.
14. Republika Slovenija (2025). Podnebni zakon (PoZ). Uradni list Republike Slovenije, št. 56/2025. Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije.
15. Republika Slovenija (2023). Resolucija o Strategiji prostorskega razvoja Slovenije 2050 (ReSPR50). Uradni list Republike Slovenije, št. 72/2023. Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije.
16. JASPERS Team (2024). JASPERS practical sectoral guidance on climate resilience proofing. Luxembourg: JASPERS / European Investment Bank.

VLOGA IZS PRI NAČRTOVANJU OBJEKTOV, PRILAGOJENIH NA PODNEBNE SPREMEMBE

SLOVENIAN CHAMBER OF ENGINEERS AND ITS ROLE IN DESIGNING CLIMATE-RESILIENT BUILDINGS

» raz. svet. dr. Bojan PAHOR[1]

» Eva MARKUN[2]

[1]Inženirska zbornica Slovenije
[2]Marbo Okolje d.o.o.

pahor.bojan@gmail.com
eva.markun@marbo-okolje.si

Povzetek

Prilagajanje grajenega okolja na podnebne spremembe postaja eno ključnih strokovnih vprašanj sodobnega projektiranja, saj obstoječi standardi, ki temeljijo na zgodovinskih podnebnih podatkih, ne zadoščajo več pričakovanim prihodnjim razmeram. Naraščajoča pogostost in intenzivnost ekstremnih vremenskih pojavov povečuje ranljivost objektov in infrastrukture ter s tem povezane ekonomske in družbene posledice. Prispevek predstavlja vlogo Inženirske zbornice Slovenije (IZS) pri razvoju pristopov za načrtovanje podnebno odpornih objektov. Poseben poudarek je na razvoju smernic, prenosu podnebnih projekcij v projektantsko prakso ter povezovalni vlogi IZS med stroko, državnimi institucijami in znanstvenim okoljem. Opredeljeni so tudi ključni nadaljnji koraki za sistemsko vključevanje podnebne odpornosti v inženirsko prakso.

Ključne besede: prilagajanje na podnebne spremembe, projektiranje objektov, podnebna odpornost

Abstract

Adapting the built environment to climate change is becoming a critical issue in engineering design, as existing standards based on historical climate data are no longer sufficient for future conditions. Increasing frequency and intensity of extreme weather events significantly raise the vulnerability of buildings and infrastructure. This paper presents the role of the Slovenian Chamber of Engineers (IZS) in developing approaches to climate-resilient design. It highlights the development of guidelines, the integration of climate projections into engineering practice, and the bridging role of IZS between professionals, public institutions, and the scientific community.

Key words: climate change adaptation, engineering design, climate resilience

1. ZAKAJ JE POMEMBNO, DA ZAČNEMO NAČRTOVATI OBJEKTE, ODPORNE NA PODNEBNE SPREMEMBE?

Po podatkih Evropske agencije za okolje sodi Slovenija med države z najvišjo škodo zaradi naravnih nesreč na prebivalca v Evropi, kar kaže na visoko ranljivost grajenega okolja. Večina škode nastane na objektih in infrastrukturi, kar potrjuje, da obstoječi pristopi k načrtovanju ne zagotavljajo zadostne odpornosti.

Objekte še vedno načrtujemo na podlagi zgodovinskih podnebnih podatkov, čeprav bodo ti v prihodnosti delovali v bistveno drugačnih razmerah. To se že danes kaže pri dimenzioniranju odvodnjavanja ter določanju vetrovnih in temperaturnih obtežb, ki bodo odstopale od današnjih referenčnih vrednosti.

Podnebne projekcije kažejo na rast temperatur ter povečanje ekstremnih hidroloških pojavov, kar pomeni večjo pogostost poplav in drugih vremenskih ekstremov. Zato je nujen prehod iz načrtovanja za preteklost v načrtovanje za prihodnje podnebne razmere.

V praksi se to odraža v ukrepih, kot so izboljšano odvodnjavanje meteorne vode, dvig kote pritličij, uporaba prepustnih površin ter preprečevanje pregrevanja stavb. Takšni ukrepi postajajo vse pogostejši, vendar njihova uporaba brez enotnih smernic ostaja neenotna.

2. PRVI KORAKI V SMERI NAČRTOVANJA OBJEKTOV, ODPORNIH NA PODNEBNE SPREMEMBE

V Sloveniji prilagajanje objektov na podnebne spremembe še ni sistemsko urejeno. Obvezno dokazovanje podnebne odpornosti velja predvsem za projekte, financirane iz evropskih sredstev, medtem ko obstoječi standardi, vključno z Evrokodi, temeljijo na zgodovinskih podatkih. Posledično je obravnava podnebnih tveganj pogosto prepuščena individualni presoji, čeprav se regulativni okvir postopno zaostruje.

V takšnem okolju postaja vloga strokovnih organizacij ključna. Inženirska zbornica Slovenije je prepoznala vrzel med znanstvenimi spoznanji, regulativo in projektantsko prakso ter začela razvijati strokovne podlage za njeno zapolnitev.

To pomeni, da se projektiranje sooča z novimi zahtevami, kot so določanje projektnih vhodnih parametrov na podlagi podnebnih scenarijev, obravnava negotovosti ter vključevanje analiz tveganja, kar zahteva razvoj novih metodologij in strokovnih orodij.

Pomemben vidik je tudi izbira lokacije objekta, saj podnebne spremembe vplivajo na poplavno in plazovno ogroženost. V takšnem okolju je investitor pogosto ključni, a premalo informiran deležnik, pri čemer neupoštevanje podnebnih vplivov vodi v višje stroške v življenjskem ciklu objekta.

Pri obravnavi podnebnih tveganj je ključno upoštevati tudi življenjsko dobo objektov. Objekti z življenjsko dobo več desetletij bodo delovali v bistveno drugačnih podnebnih razmerah, zato morajo projektantske odločitve temeljiti na scenarijih za sredino in konec stoletja.

3. VLOGA IZS PRI NAČRTOVANJU PODNEBNO ODPORNIH OBJEKTOV

Vloga Inženirske zbornice Slovenije na področju prilagajanja na podnebne spremembe se je v zadnjih letih razvijala postopno in sistematično, pri čemer je mogoče jasno prepoznati prehod od zaznavanja problematike k oblikovanju konkretnih strokovnih rešitev in orodij za projektantsko prakso.

IZS je leta 2023 tematiko vključila v svoje strateške in planske aktivnosti ter začela z razvojem strokovnih podlag v okviru matičnih sekcij. Ta faza je bila usmerjena predvsem v konceptualno opredelitev problema ter razumevanje posledic podnebnih sprememb za projektiranje objektov.

V letu 2024 je IZS v okviru Slovenskega inženirskega dne organizirala posvet o prilagajanju objektov in infrastrukture na podnebne spremembe ter s tem problematiko umestila v središče strokovne razprave.

Leta 2025 je IZS objavila smernice za projektiranje objektov, prilagojenih na podnebne spremembe – splošni del, ki predstavljajo sistematičen okvir za vključevanje podnebnih tveganj v projektiranje. Izvedla je tudi izobraževanje na temo prilagajanja objektov na podnebne spremembe za člane s sodelovanjem in finančno podporo MOPE.

V praksi se vpliv teh aktivnosti kaže v postopnem uvajanju sistematične obravnave podnebnih tveganj v projektiranje. Smernice IZS usmerjajo projektante k ocenam ranljivosti in tveganja ter k preverjanju ključnih vplivov, kot so poplavna ogroženost in ogroženost zaradi plazov, vetrovne in snežne obremenitve ter vpliv vročinskih valov. Projektantski proces se tako nadgrajuje iz tradicionalnega dimenzioniranja na podlagi preteklih podatkov v pristop, ki vključuje tudi prihodnje podnebne scenarije.

To se odraža v konkretnih projektantskih odločitvah, kot so načrtovanje zadrževalnikov meteorne vode, uporaba prepustnih površin, prilagajanje kote pritličij ter večji poudarek na pasivnih ukrepih za zmanjševanje pregrevanja stavb. Takšni ukrepi postajajo sestavni del sodobnega projektiranja, vendar njihova dosledna uporaba zahteva enotne strokovne usmeritve.

IZS pri tem deluje kot strokovni posrednik, ki pretvarja podnebne projekcije v projektantsko uporabne parametre in metodologije ter povezuje ključne deležnike, kot so ARSO, MOPE in druge strokovne organizacije. Ob postopnem razvoju zakonodajnega okvira zbornica omogoča prenos novih zahtev v prakso ter prispeva k standardizaciji obravnave podnebnih vplivov in prehodu k enotnim strokovnim pristopom.

4. POBUDE IZS ZA NADALJNJE KORAKE NA PODROČJU PRILAGAJANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE

Nadaljnji razvoj področja prilagajanja na podnebne spremembe zahteva prehod iz strokovnih priporočil v sistemsko urejene prakse, ki temeljijo na razvoju projektantskih metod, institucionalni podpori in učinkovitem prenosu znanja v prakso. Ključno vlogo pri tem ima sodelovanje z Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO), zlasti pri razvoju podnebnih podlag za projektiranje in njihovem vključevanju v evropski normativni okvir. Nadgradnja Evrokodov bo pri tem bistvena, saj omogoča prehod na uporabo projektantskih vhodnih parametrov, ki temeljijo na prihodnjih podnebnih razmerah.

Trenutno stanje v praksi kaže na neenotno in pogosto nesistematično obravnavo podnebnih vplivov. Projektanti se pogosto opirajo na individualne presoje, investitorji pa teh vprašanj ne prepoznajo kot ključnih, kar vodi v rešitve, ki niso ustrezno pripravljene na prihodnje razmere. Standardizacija pristopov je zato ena ključnih nalog v prihodnjem obdobju.

Pomemben element sistemskega razvoja predstavlja nadaljevanje sodelovanja z Ministrstvom za okolje, podnebje in energijo (MOPE), zlasti pri zagotavljanju finančnih in institucionalnih pogojev za pripravo posebnega dela smernic. Gre za kompleksno nalogo, ki zahteva povezovanje podnebnih projekcij, inženirskih metod ter različnih področij projektiranja.

Osrednji strokovni projekt v prihodnjem obdobju je priprava posebnega dela smernic, ki bo nadgradil obstoječi splošni del z operativnimi in tehnično uporabnimi usmeritvami. Ta bo moral zagotoviti konkretne projektantske pristope ter opredelitev projektnih vhodnih parametrov na podlagi podnebnih projekcij.

Pomemben vidik delovanja IZS ostaja tudi izobraževanje in obveščanje strokovne javnosti ter investitorjev, saj prav odločitve v fazi načrtovanja določajo dolgoročno odpornost in stroške objektov. Dolgoročni cilj teh pobud je vključitev podnebne odpornosti v predpise, standarde in vsakodnevno prakso, s čimer ta postaja enakovreden vidik projektiranja.

5. ZAKLJUČEK

Prilagajanje grajenega okolja na podnebne spremembe ni več zgolj strokovno priporočilo, temveč postaja nujen pogoj za zagotavljanje varnosti, zanesljivosti in ekonomske vzdržnosti objektov v prihodnosti. Obstoječi pristopi k projektiranju, ki temeljijo na zgodovinskih podatkih, ne zadoščajo več za obvladovanje tveganj, povezanih z vedno izrazitejšimi podnebnimi spremembami.

Inženirska zbornica Slovenije je v tem kontekstu prevzela pomembno in vse bolj aktivno vlogo. S pripravo smernic, organizacijo strokovnih dogodkov in izobraževanj ter povezovanjem ključnih deležnikov prispeva k oblikovanju strokovnega in sistemskega okvira za obravnavo podnebne odpornosti. Njeno delovanje predstavlja pomemben korak k standardizaciji projektantskih pristopov ter k vključevanju podnebnih projekcij v vsakodnevno inženirsko prakso.

V prihodnje bo ključno, da se ta prizadevanja nadgradijo z razvojem posebnega dela smernic ter z vključevanjem podnebnih vidikov v tehnične predpise, standarde in zakonodajne okvire. Ob tem ostaja bistveno tudi nadaljnje ozaveščanje in izobraževanje tako projektantov kot investitorjev, saj je le z usklajenim delovanjem vseh deležnikov mogoče zagotoviti učinkovito prilagajanje grajenega okolja na podnebne spremembe.

Pri tem ima inženirska stroka ključno odgovornost, da že danes v projektantske odločitve sistematično vključuje prihodnje podnebne razmere. Odločitev, sprejeta v fazi načrtovanja, namreč določa lastnosti objekta za več desetletij, zato neposredno vpliva na njegovo odpornost, varnost in ekonomsko učinkovitost v celotnem življenjskem ciklu. Neupoštevanje podnebnih vplivov v tej fazi praviloma vodi v bistveno višje stroške prilagoditev, sanacij ali škode v času obratovanja objekta.

Prilagajanje na podnebne spremembe tako postopno postaja enakovreden vidik projektiranja, primerljiv z mehansko odpornostjo, varnostjo in energijsko učinkovito-

stjo. V tem kontekstu ne gre več za vprašanje, ali bomo podnebne spremembe upoštevali, temveč kako hitro in kako sistematično jih bomo vključili v strokovno prakso. Časovni okvir za ta prehod je omejen, saj se objekti, ki jih načrtujemo danes, že umeščajo v podnebje prihodnosti.

VIRI IN LITERATURA

1. Bertalanič, R. in sod. (2018). *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: sintezno poročilo.* Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
2. EEA (2025). Economic losses from weather and climate related extremes in Europe, dostopno na: https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/economic-losses-from-climate-related
3. European Comission (2011). *Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient.*
4. Markun E., Markun A. (2025) Smernice za projektiranje objektov, prilagojenih na podnebne spremembe, Splošni del. IZS, Ljubljana, 2025.

MEHANISTIČNO ZASNOVANA PIROLIZA PE, PP IN PVC: OD VERIGE DO PRODUKTA V KONTEKSTU KROŽNEGA GOSPODARSTVA

MECHANISTIC PYROLYSIS DESIGN FOR PE, PP AND PVC: FROM CHAIN ARCHITECTURE TO PRODUCT IN A CIRCULAR ECONOMY CONTEXT

» **Tim TETIČKOVIČ, mag. kem. inž.**[1]
» **dr. Dušan KLINAR**[1]
» **dr. Klavdija RIŽNAR**[1]
» **Darja PEČAR, izr. prof. dr.**[2]

[1]**Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj**
Slovenski trg 6, 2250 Ptuj
[2]**Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Mariboru**
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

tim.tetickovic@bistra.si

Povzetek

Piroliza plastičnih odpadkov – polietilena (PE), polipropilena (PP) in polivinil klorida (PVC) – ponuja obetavno pot za pretvorbo odpadkov v uporabne kemikalije in energente v kontekstu krožnega gospodarstva. Prispevek, ki izhaja iz preglednega članka v reviji Molecules (2026), povezuje mehanistično razumevanje razgradnje polimerov s praktičnimi vidiki procesnega načrtovanja pirolitskih sistemov za slovenske in evropske pogoje. Arhitektura polimerne verige, določena že pri polimerizaciji (razvejanje, taktnost, strukturni defekti), bistveno vpliva na radikalsko kemijo med pirolizo in s tem na porazdelitev produktov. Linearni PE-HD prednostno tvori parafinske voske, razvejani PE-LD lahke olefine, izotaktični PP pod katalitičnimi pogoji visok izkoristek BTX aromatov, PVC pa zahteva stopenjski pristop z obvla-

dovanjem HCl. Izbira katalizatorja (zeoliti, kovinski oksidi), iniciatorjev in procesnih spremenljivk (temperatura, zadrževalni čas par, hitrost segrevanja) omogoča ciljno usmerjanje produktov. Tak mehanistično utemeljen pristop podpira cilje krožnega gospodarstva, podnebne nevtralnosti in zmanjševanja onesnaževanja v Sloveniji.

Ključne besede: piroliza, plastični odpadki, katalitična piroliza, produktna selektivnost, krožno gospodarstvo, dehidroklorinacija

Povzetek

Pyrolysis of plastic waste – polyethylene (PE), polypropylene (PP) and polyvinyl chloride (PVC) – offers a route for converting waste into chemicals and energy carriers within a circular economy. Based on a review in Molecules (2026), this contribution links mechanistic understanding of polymer degradation with process design for Slovenian and European conditions. Chain architecture defined during polymerisation governs radical chemistry during pyrolysis and the product distribution. Linear HDPE favours paraffinic waxes, branched LDPE light olefins, isotactic PP high BTX yields under catalytic conditions, while PVC requires staged HCl management. Catalyst selection, initiators and process variables enable targeted product steering, supporting circular economy and climate neutrality goals.

Ključne besede: pyrolysis, plastic waste, catalytic pyrolysis, product selectivity, circular economy, dehydrochlorination

1. UVOD

Slovenija in Evropska unija si prizadevata za podnebno nevtralnost do leta 2050, za zmanjševanje odlaganja odpadkov in za prehod v krožno gospodarstvo. Plastični odpadki pri tem zasedajo osrednje mesto: tokovi, ki jih sestavljajo predvsem PE, PP in PVC, predstavljajo enega največjih okoljskih izzivov in hkrati priložnost za snovno ter energijsko izrabo [1]. Mehanska reciklaža ostaja prednostna, vendar je omejena na razmeroma čiste in homogene tokove. Mešane, onesnažene ali razgrajene frakcije, ki niso primerne za mehanski postopek, se danes pretežno sežigajo ali odlagajo [1,2].

Termična in katalitična piroliza ponuja alternativo: pretvorbo ogljikove hrbtenice polimera v uporabne kemikalije (lahke olefine, BTX aromate, parafinske voske) in energente (plini za soproizvodnjo toplote in električne energije) [1,2]. Ključen premik v razumevanju teh procesov, kot je predstavljen v našem preglednem članku, je spoznanje, da struktura polimerne verige – določena že pri polimerizaciji – bistveno vpliva na porazdelitev produktov pri termični razgradnji [1]. To omogoča prehod od empiričnega iskanja optimalnih pogojev k mehanistično utemeljenemu načrtovanju procesov.

2. VPLIV ARHITEKTURE POLIMERNE VERIGE NA PIROLIZNE PRODUKTE

Polimerizacijski postopek določa mikrostrukturo polimerne verige: razvejanje, taktnost, porazdelitev molekulske mase in strukturne defekte. Te lastnosti se ohranijo v talini in neposredno vplivajo na radikalsko kemijo med pirolizo. Koordinacijska polimerizacija (Ziegler–Natta) proizvede linearni PE-HD z maloštevilnimi kratkimi stranskimi verigami (pod 2 na 1000 C atomov), medtem ko visokotlačna radikalska polimerizacija tvori razvejani PE-LD s približno 6–12 stranskimi verigami na 1000 C atomov [1]. Pri pirolizi pri 450–600 °C v inertni atmosferi linearni PE-HD prednostno tvori dolgoverižne parafinske voske in α-olefine (C_{10}–C_{30}), z deležem kondenzata med 50 in 80 ut.% [1,3]. Razvejani PE-LD pod primerljivimi pogoji daje višji delež lahkih olefinov (C_2–C_4) v območju 45–60 ut.%, na račun nižjega izkoristka voskov (35–45 ut.%). Izotaktični PP z gostimi terciarnimi ogljiki pospešuje *β*-cepitev in pri katalitični pirolizi nad HZSM-5 doseže izkoristke BTX v območju 35–53 ut.%. Pri PVC so ključnega pomena labilni strukturni defekti (alilni in terciarni kloridi), ki znižajo aktivacijsko energijo za dehidroklorinacijo [1,3].

Tabela 1: Značilni izkoristki pirolize pri 450–600 °C (inertna atmosfera, kratek zadrževalni čas) [1-4].

Polimer	Olje/vosek (ut.%)	Olefini (ut.%)	BTX brez kat. (ut.%)	BTX z HZSM-5 (ut.%)
PE-HD	50–80	30–45	<10	25–35
PE-LD/LLD	35–45	45–60	10–20	30–40
PP (izot.)	40–60	35–50	15–20	35–53
PVC	10–20	<5	<5	<10

3. KATALITIČNE IN PROCESNE STRATEGIJE ZA USMERJANJE SELEKTIVNOSTI

Izbira katalizatorja predstavlja enega ključnih dejavnikov za usmerjanje porazdelitve produktov pirolize [1,2]. Zeoliti z izrazito Brønstedovo kislostjo in selektivno mikroporozno strukturo, kot je HZSM-5, usmerjajo reakcijske poti proti nastanku lahkih olefinov (C_2–C_4) in aromatskih spojin tipa BTX [2,3]. Pri tem lahko prilagajanje molskega razmerja SiO_2/Al_2O_3 pomembno vpliva na kislost materiala in posledično na selektivnost, pri čemer višje razmerje pogosto prispeva k večji selektivnosti do olefinov [2,3]. Nasprotno pa materiali z razvito mezoporozno strukturo, kot so MCM-41, SBA-15 in hierarhični Beta, izboljšajo prenos mase, skrajšajo dejanske kontaktne čase produktov z aktivnimi mesti ter zmanjšajo obseg nezaželenih sekundarnih reakcij cepljenja. To omogoča boljše ohranjanje daljših ogljikovodikovih verig, kar je ugodno za proizvodnjo parafinskih olj in voskov [2].

Kovinsko modificirani katalitski sistemi, na primer Ni/Y, Ga/ZSM-5 in kobaltovi oksidi, lahko znižajo navidezno aktivacijsko energijo reakcij razgradnje ter omogočijo potek pirolize pri nižjih temperaturah, kar neposredno prispeva k boljši energijski učinkovitosti procesa [1,2]. Dodatno lahko uporaba radikalskih iniciatorjev, kot so organski peroksidi ali 2-etilheksil nitrat (2-EHN), zniža temperaturo začetka razgradnje za približno 50 do 150 °C in s tem zmanjša potreben energijski vložek [1]. Enako pomemben vpliv imajo tudi procesni parametri. Višja hitrost segrevanja in krajši zadrževalni čas parne faze povečujeta delež primarnih produktov, medtem ko daljši zadrževalni časi in višje temperature pospešujejo sekundarno cepljenje, aromatizacijo ter nastajanje plinastih produktov [1,2]. Hitro ohlajanje produktov po reakciji dodatno omeji nadaljnje sekundarne reakcije in s tem kinetično stabilizira doseženo porazdelitev produktov [1,2].

4. POSEBNI IZZIVI PREDELAVE PVC

PVC se od PE in PP bistveno razlikuje po mehanizmu termične razgradnje [1,4]. Njegova razgradnja praviloma poteka dvostopenjsko. V prvi stopnji, približno v temperaturnem območju 270-350 ˚C, prevladuje dehidroklorinacija po mehanizmu zadrge, pri kateri se iz polimerne verige sprošča HCl, hkrati pa nastajajo konjugirane polienske sekvence. V drugi stopnji, običajno pri temperaturah nad 450 ˚C, pride do nadaljnje razgradnje polienske hrbtenice, pri čemer nastajajo aromatske spojine, lahki plini in trdni karbonizirani ostanek oziroma koks [4].

Z vidika zagotavljanja kakovosti produktov ter skladnosti z evropskimi zahtevami glede emisij je ključno neprekinjeno odvajanje oziroma vezava HCl med stopnjo dehidroklorinacije, saj prisotnost sproščenega HCl pospešuje avtokatalitski potek nadaljnje razgradnje. Bazni sorbenti, kot so kalcijev oksid (CaO), kalcijev hidroksid $Ca(OH)_2$ in kalijev karbonat H_2CO_3, učinkovito vežejo HCl in s tem omejujejo njegovo sproščanje v plinsko fazo [4,5]. Ugotovljeno je bilo, da lahko sistemi na osnovi CaO pri masnem razmerju 1:1,6 glede na PVC znižajo emisije HCl na manj kot 20 % [6]. Med novejšimi pristopi izstopajo tudi ionske tekočine, na primer $[P_{4444}][Cl]$, pri katerih je mogoče doseči do 98-odstotno dehidroklorinacijo že v temperaturnem območju 80-180 ˚C. Poleg tega kovinski oksidi, kot so MoO_3, CuO, Fe_2O_3 in ZnO, vplivajo na reakcijske poti razgradnje ter modulirajo razmerje med nastankom aromatskih spojin in alifatskih plinastih produktov [1].

Stopenjski procesni pristop, pri katerem najprej poteka kontrolirana dehidroklorinacija, nato pa piroliza preostalega dekloriranega ostanka, je zato bistven za zmanjšanje prehoda klora v tekoče in plinske produkte ter za zaščito reaktorske opreme pred korozijo in drugimi negativnimi vplivi klorovodikovih spojin [1,4-6].

5. STRATEŠKI POMEN ZA SLOVENIJO IN KROŽNO OGLJIKOVO GOSPODARSTVO

Opisani pristop ima neposreden pomen za uresničevanje slovenskih in evropskih razvojnih, okoljskih ter podnebnih ciljev [1]. Pretvorba plastičnih odpadkov v kemijsko vredne produkte omogoča vračanje ogljika v industrijske tokove. Znižanje procesne temperature z uporabo iniciatorjev in katalizatorjev izboljšuje energijsko učinkovitost in prispeva k podnebnim ciljem [1,2]. Plinaste produkte, predvsem ogljikovodike v območju (C_2–C_4), je mogoče nadalje energetsko izrabiti v sistemih soproizvodnje toplote in električne energije, s čimer se dodatno izboljša celostna učinkovitost procesa. Pri PVC je za okoljsko sprejemljivo predelavo nujen stopenjski procesni pristop [1,4-6].

Ker molekulska zgradba polimera, določena že v fazi sinteze, pomembno vpliva na njegovo obnašanje pri pirolizi, mora biti načrtovanje materialov povezano z zahtevami njihove končne reciklaže in valorizacije. Material, ki je že v fazi načrtovanja zasnovan tako, da omogoča učinkovitejšo in čistejšo termokemično predelavo, predstavlja trajnostno ugodnejšo rešitev skozi celoten življenjski cikel [1,2].

6. ZAKLJUČEK

Mehanistično razumevanje povezave med sintezo polimerov oziroma njihovo polimerizacijo in nadaljnjo termično razgradnjo omogoča ciljno načrtovanje pirolitskih procesov ter boljši nadzor nad porazdelitvijo končnih produktov. Linearni polietilen visoke gostote (PE-HD) je zaradi svoje strukture primeren predvsem za nastajanje voskastih in parafinskih produktov, medtem ko razvejani polietilen nizke gostote PE-LD prednostno tvori lahke olefine. Izotaktični PP lahko zlasti v prisotnosti ustreznih

katalizatorjev dosega visoko selektivnost do aromatskih spojin tipa BTX, medtem ko PVC zaradi prisotnosti klora zahteva stopenjski procesni pristop z učinkovitim obvladovanjem dehidroklorinacije in spremljajočih emisij. V slovenskem prostoru to pomeni, da je mogoče heterogene tokove plastičnih odpadkov ob ustreznem procesnem vodenju in izbiri reakcijskih pogojev pretvoriti iz okoljskega bremena v sekundarno surovino za kemijsko industrijo ter v določenih primerih tudi v vir energetske izrabe.

7. PREDLOGI POTREBNIH SPREMEMB

1. Vključitev kemijske reciklaže v zakonodajni okvir

Za učinkovitejšo uvedbo kemijske reciklaže plastičnih odpadkov v Sloveniji je potreben jasnejši in vsebinsko opredeljen regulativni okvir, ki bo ustrezno naslovil tudi postopke pirolize. Takšen okvir bi moral določati zahteve glede kakovosti nastalih produktov, dopustne mejne vrednosti kloriranih in drugih nezaželenih onesnaževal ter pogoje za vključevanje pirolitskih olj v nadaljnje petrokemijske ali sorodne industrijske procese.

2. Spodbujanje pilotnih in demonstracijskih postrojenj

Za prenos laboratorijskih in polindustrijskih spoznanj v širšo industrijsko prakso je potrebna usmerjena finančna, razvojna in regulativna podpora za vzpostavitev pilotnih ter demonstracijskih pirolitskih postrojenj v Sloveniji. Takšna infrastruktura bi omogočila preverjanje tehnoloških rešitev na dejanskih mešanih odpadnih tokovih, oceno tehnične in okoljske izvedljivosti procesov ter hitrejši prenos znanja v gospodarsko okolje.

3. Povezovanje ekodizajna s termokemično predelavo

V okviru razširjene odgovornosti proizvajalca (ROP) in pristopov ekomodulacije bi bilo smiselno upoštevati tudi vidik termokemične oziroma pirolitske predelave materialov. Polimerni materiali, ki zaradi svoje sestave in strukture omogočajo učinkovitejšo razgradnjo v uporabne produkte ter manj obremenjujočo nadaljnjo obdelavo, bi morali biti ustrezno prepoznani tudi v okviru sistemov spodbud in meril trajnostnega načrtovanja.

Zahvala

Raziskava je potekala v okviru raziskovalnega programa P2-0414 in raziskovalnega projekta J7-50228, ki ju financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS (ARIS).

VIRI IN LITERATURA

1. Tetičkovič, T.; Klinar, D.; Rižnar, K.; Pečar, D. (2026). Mechanistic Pathways and Product Selectivity in Pyrolysis of PE, PP and PVC: A Foundation for Applied Chemistry in Europe. Molecules, 31, 202.
2. Sun, J.; Dong, J.; Gao, L. et al. (2024). Catalytic Upcycling of Polyolefins. Chemical Reviews, 124, 9457–9579.
3. Marcilla, A.; Beltrán, M.I.; Navarro, R. (2008). Evolution of Products Generated during the Dynamic Pyrolysis of LDPE and HDPE over HZSM5. Energy Fuels, 22, 2917–2924.
4. Wu, J.; Papanikolaou, K.G.; Cheng, F. et al. (2024). Kinetic Study of Polyvinyl Chloride Pyrolysis with Characterization of Dehydrochlorinated PVC. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 12, 7402–7413.
5. Glas, D.; Hulsbosch, J.; Dubois, P.; Binnemans, K.; Vos, D. (2014). End-of-Life Treatment of PVC by Dehydrochlorination in Ionic Liquids. ChemSusChem, 7, 610–617.
6. Loong, G.K.M. et al. (2024). Investigation of the Uptake and Catalytic Effect of Ca and K-Based Additives under Low-Temperature Pyrolysis of PVC. Environ. Prog. Sustain. Energy, 43, e14352.

»CLIMATHON« SLOVENIJA 2026

Vključevanje mladih v razvoj na naravi temelječih rešitev za blaženje vročinskih otokov v Podravju

»CLIMATHON« SLOVENIA 2026

Engaging Youth in the Development of Nature-Based Solutions for Mitigating Urban Heat Islands in the Podravje Region

» **mag. Mirjana NENAD**

» **dr. Klavdija RIŽNAR**

Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj
Slovenski trg 6, 2250 Ptuj

mirjana.nenad@bistra.si

Povzetek

Climathon Slovenija 2026 predstavlja prvi sistematični poskus vključevanja mladih v sooblikovanje rešitev za prilagajanje na podnebne spremembe v Sloveniji. Osrednja tema dogodka so bili vročinski otoki v urbanih središčih Podravske regije, ki postajajo vse izrazitejša posledica podnebnih sprememb in urbanizacije. Dogodek je potekal v okviru projekta ARCADIA (program Obzorje), ki je združil interdisciplinarne ekipe z namenom razvoja strokovno utemeljenih rešitev: »GreenFlow Ptuj« (Sistemska zelena infrastruktura), »TerraCooling« (Pasivno evaporativno hlajenje z uporabo terakote), Prenovo trga v občini Hajdina in Koncept zelenih urbanih ohlajevalcev za mestno tržnico Ptuj.

Prispevek analizira metodologijo Climathona, podnebni kontekst izbrane tematike, vsebinske poudarke razvitih rešitev ter njihovo strokovno vrednost in implementacijski potencial. Rezultati kažejo, da so mladi ob podpori strokovnega mentorstva sposobni razviti tehnično ustrezne, kontekstno prilagojene in inovativne predloge. Rešitve združujejo na naravi temelječe pristope, tehnološke inovacije in prilagodljive prostorske strategije, kar poudarja njihov velik potencial za izvedbo.

Climathon Slovenija 2026 tako ne prispeva le k razvoju konkretnih rešitev, temveč tudi h krepitvi participativnih pristopov in interdisciplinarnega sodelovanja pri podnebno odzivnem urbanističnem načrtovanju.

Ključne besede: Climathon, vročinski otoki, urbane mikroklime, podnebne spremembe, urbana odpornost, na naravi temelječe rešitve (NTR), trajnostno prostorsko načrtovanje, urbana ozelenitev, pasivno hlajenje, inovacije, participativno načrtovanje, mladi, Podravska regija

Abstract

Climathon Slovenia 2026 represents the first structured initiative in Slovenia aimed at actively involving young participants in the co-creation of solutions for climate change adaptation. The event focused on urban heat islands in the Podravje region, a pressing spatial and environmental challenge intensified by climate change and urbanization. The Climathon was organized as a two-day interdisciplinary innovation process combining expert lectures, mentored teamwork, and final presentations evaluated by a professional committee. Participants developed four comprehensive solutions addressing different aspects of urban heat mitigation: GreenFlow Ptuj (systemic green infrastructure), TerraCooling (passive evaporative cooling using terracotta), the transformation of the municipal square in Hajdina (reduction of paved surfaces and increased vegetation), and green urban cooling elements for the Ptuj marketplace (flexible mobile greenery system).

The results demonstrate that young participants, supported by expert mentorship, are capable of developing technically sound, context-sensitive, and innovative proposals. The solutions combine nature-based approaches, technological innovations, and adaptable spatial strategies, highlighting their strong implementation potential. The Climathon Slovenija 2026 thus contributes not only to the development of concrete solutions but also to strengthening participatory approaches and interdisciplinary collaboration in climate-responsive urban planning.

Key words: Climathon, Urban heat islands, Urban microclimates, Climate change, Urban resilience, Nature-based Solutions (NbS), Sustainable spatial planning, Urban greening, Passive cooling, Innovation, Participatory planning, Youth, Region Podravje

1. UVOD

Podnebne spremembe vse izraziteje vplivajo na urbana okolja, kjer se zaradi specifičnih morfoloških, materialnih in funkcionalnih značilnosti pojavljajo tako imenovani urbani vročinski otoki. Ti predstavljajo enega ključnih izzivov sodobnega prostorskega načrtovanja, saj neposredno vplivajo na kakovost bivanja, zdravje prebivalcev in rabo javnega prostora.

Climathon 2026 je bil zasnovan kot interdisciplinarni inovacijski dogodek, katerega namen je bil povezati znanje mladih z aktualnimi prostorskimi izzivi v Podravju ter spodbuditi razvoj konkretnih, izvedljivih rešitev. Poseben poudarek je bil na uporabi na naravi temelječih rešitev, ki omogočajo trajnostno prilagajanje na podnebne spremembe.

2. URBANI VROČINSKI OTOKI

2.1 Nastanek pojava

Urbani vročinski otoki (UHI – Urban Heat Island) nastajajo kot posledica več medsebojno povezanih dejavnikov:

- **prevladovanje neprepustnih površin** (asfalt, beton), ki absorbirajo in akumulirajo toploto,
- **pomanjkanje vegetacije**, ki zmanjšuje naravno evaporacijo in senčenje,
- **gostota pozidave**, ki omejuje kroženje zraka,
- **antropogeni viri toplote**, kot so promet, industrija in energetski sistemi,
- **spremembe v sevalni bilanci**, kjer materiali z nizkim albedom absorbirajo več sončne energije.

Navedeni procesi povzročajo, da so temperature v urbanih območjih lahko za več stopinj višje kot v okoliškem ruralnem prostoru. Učinek je posebej izrazit v nočnem času, ko se grajene površine zaradi akumulirane toplote ohlajajo bistveno počasneje kot naravne površine.

2.2 Posledice za urbano okolje

Učinki urbanih vročinskih otokov so večplastni in vplivajo na okoljske, družbene, zdravstvene in ekonomske vidike urbanega prostora. Med najpomembnejše sodijo:

- **zmanjšanje toplotnega ugodja** in kakovosti bivanja v urbanih območjih,
- **povečana zdravstvena tveganja**, zlasti za ranljive skupine (starejši, otroci, kronični bolniki),

- **večja poraba energije** za hlajenje stavb in posledično povečanje emisij TGP,
- **zmanjšana uporaba javnih odprtih prostorov**,
- **negativni vplivi na urbano biodiverziteto in delovanje urbanih ekosistemov**.

V kontekstu mest, kot je Ptuj ali manjša naselja, kot je Hajdina, problem dodatno zaostrujejo zgodovinska jedra, visoka stopnja pozidanosti in omejitve prostorskih posegov v kulturno varovanih območji. To zahteva inovativne in prilagodljive pristope na naravi temelječih rešitev za povečanje urbane odpornosti na podnebne spremembe.

2.3 Scenariji za prihodnost

Podnebni modeli napovedujejo:

- pogostejše in intenzivnejše vročinske valove,
- daljša obdobja suše,
- večje toplotne obremenitve urbanih območij,
- povečano tveganje za pregrevanje grajenega okolja in zmanjšanje kakovosti bivanja.

Ob nadaljnji urbanizaciji in nespremenjenih prostorski vzorcih se bo učinek urbanih vročinskih otokov v prihodnje še stopnjeval. Posebej ranljiva bodo gosto pozidana območja z nizkim deležem zelenih površin in omejenimi možnostmi naravnega hlajenja. Zaradi tega postajajo ključni pristopi kot so:

- **na naravi temelječe rešitve (NTR)**,
- **zmanjšanje deleža neprepustnih površin**,
- **integracija vode, vegetacije in senčenja v urbano tkivo**,
- **razvoj pasivnih sistemov hlajenja**,
- **trajnostno prostorsko načrtovanje** in **podnebno prilagojeno** oblikovanje mest.

Pomembno vlogo pri oblikovanju prihodnjih rešitev imajo tudi participativni pristopi, vključevanje lokalnih skupnosti ter interdisciplinarno sodelovanje med prostorskimi načrtovalci, arhitekti, okoljskimi strokovnjaki in prebivalci. Izbira tematike Climathona 2026 je zato strokovno utemeljena in neposredno odgovarja na enega najbolj perečih izzivov urbanega razvoja v Sloveniji - prilagajanje urbanega prostora na podnebne spremembe ob hkratnem izboljšanju kakovosti bivanja in trajnostne odpornosti mest.

3. NAMEN IN CILJI CLIMATHONA 2026

Climathon 2026 je imel jasno opredeljene večplastne cilje:

- razvoj inovativnih in trajnostnih rešitev za zmanjševanje urbanih vročinskih otokov,
- krepitev razumevanja prostorskih, klimatskih in okoljskih procesov,
- oblikovanje konkretnih projektnih predlogov za občine Podravske regije,
- spodbujanje interdisciplinarnega sodelovanja med mladimi,
- prenos strokovnega znanja v prakso,
- krepitev urbane odpornosti in kakovosti bivanja v lokalnem okolju.

Poseben poudarek je bil na vključevanju študentov, mladih raziskovalcev in mladih strokovnjakov, ki predstavljajo pomembno skupino za dolgoročno transformacijo prostorskega načrtovanja in razvoja trajnostnih urbanih rešitev.

Climathon 2026 je bil zasnovan kot participativna in problemsko usmerjena platforma, ki je udeležencem omogočila povezovanje različnih strokovnih področij in sodelovanje pri reševanju aktualnih okoljskih in prostorskih izzivov. Pomemben cilj dogodka je bil tudi vzpostavljanje povezav med akademskim okoljem, lokalnimi skupnostmi in odločevalci, s ciljem večje možnosti implementacije predlaganih rešitev v prakso.

4. METODOLOGIJA IN POTEK CLIMATHONA SLOVENIJA 2026

Climathon Slovenija 2026 (Climathon 2026) je potekal kot dvodnevni intenzivni inovacijski proces, zasnovan po principih sodelovalnega in problemsko usmerjenega učenja (»*problem-based learning*«) in je vključeval:

- uvodna strokovna predavanja o podnebnih spremembah, urbanih vročinskih otokih in predstavitev izzivov v Podravju (16. april 2026),
- timsko delo ekip ob mentorski podpori strokovnjakov s področja prostorskega načrtovanja in krajinske arhitekture (16.–17. april 2026),
- zaključne predstavitve rešitev pred strokovno komisijo in javna razprava o možnostih implementacije (17. april 2026).

Ekipe so morale razviti rešitve, ki so bile:

- strokovno utemeljene,
- arhitekturno in prostorsko ustrezne,

- podprte s podatki in analizo lokalnega okolja,
- zasnovane na principih na naravi temelječih rešitev (NTR),
- izvedljive z vidika prostorskih, okoljskih in finančnih omejitev;
- usmerjene v izboljšanje urbane mikroklime in kakovosti bivanja.

5. PREDLOGI RAZVITIH REŠITEV ZA ZMANJŠEVANJE URBANIH VROČINSKIH OTOKOV

5.1 GreenFlow Ptuj – sistemska zelena infrastruktura

Rešitev GreenFlow Ptuj, ki so jo razvili *Karak Kruhak, Katarina Vlatković, Marta Brčić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za agronomijo, smer Krajinska arhitektura)*, izhaja iz celostnega razumevanja problema urbanih vročinskih otokov kot posledice prekomerne pozidave in pomanjkanja zelenih površin. Namesto ene same intervencije projekt predlaga vzpostavitev povezanega sistema več manjših, lokacijsko prilagojenih rešitev po celotnem mestu Ptuj.

Koncept temelji na razvoju mreže zelene infrastrukture, ki vključuje različne tipične mestne prostore, kot so arheološko območje, mestna tržnica, Novi trg, območja parkirišč, nakupovalni centri, strešne površine in prometnice. Poseben poudarek je na prilagajanju posegov specifičnim omejitvam posameznih lokacij, predvsem v zgodovinskem jedru, kjer zaradi arheološke dediščine niso možni klasični posegi v tla.

Na območjih z omejitvami projekt predlaga uporabo **mobilnih in reverzibilnih rešitev**, kot so premična korita z zelenjem in modularni elementi na geotekstilu, ki omogočajo vzpostavitev novih zelenih površin brez poseganja v tla. Dodatno se uvaja **vertikalno ozelenjevanje** z uporabo plezalk in nosilnih konstrukcij na fasadah ter balkonih, s čimer se ustvarja senca in izboljšuje mikroklima ulic ter trgov. Tak pristop omogoča hlajenje prostora tudi v gosto pozidanem delu mesta.

Na območjih z izrazitim problemom pregrevanja, kot so velika parkirišča in strehe trgovskih objektov, rešitev predvideva zamenjavo materialov z bolj prepustnimi in manj toplotno akumulativnimi, na primer z uporabo travnih rešetk in zasaditvijo drevoredov. S tem se zmanjšuje segrevanje površin ter izboljšuje odvajanje padavinske vode.

Pomemben element projekta je tudi uvedba t. i. **modro-zelene infrastrukture**, zlasti na strešnih površinah, kjer se predvideva preoblikovanje obstoječih streh v **modre strehe**. Te omogočajo zbiranje padavinske vode, dodatno hlajenje prostora in izboljšanje učinkovitosti sončnih panelov. Zbrana voda se usmerja v oblikovane deževne vrtove, kar ustvarja nove zelene in vodne površine v mestu.

Projekt se osredotoča tudi na izboljšanje kakovosti javnega prostora in družbenega življenja. Na primer, na območjih z neizkoriščenimi parkirišči se predvideva preoblikovanje prostora v zelene površine za druženje, kar prispeva k večji socialni povezanosti in atraktivnosti mestnega okolja.

Celoten koncept GreenFlow Ptuj temelji na treh ključnih usmeritvah:

- ohranjanje obstoječega prostora z minimalnimi posegi,
- nadomeščanje „vročih“ materialov z okolju prijaznejšimi in hladnejšimi alternativami,
- krepitev identitete mesta skozi kakovostno, zeleno in prijetno bivalno okolje.

Rešitev je zasnovana kot prilagodljiv model, ki ga je mogoče prenesti tudi na druge podobne urbane kontekste, ter predstavlja dolgoročno strategijo za izboljšanje mikroklime, bivalnega udobja in trajnostnega razvoja mesta

5.2 TerraCooling – pasivni sistem evaporativnega hlajenja

Rešitev TerraCooling, ki sta jo razvila *Jan König in Zoja Jenko (Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo)*, predstavlja tehnološko inovacijo na področju pasivnega hlajenja urbanih prostorov. Temelji na uporabi poroznih glinenih elementov (*terracotta*), ki zaradi svojih fizikalnih lastnosti omogočajo učinkovito izhlapevanje vode.

Sistem deluje na naslednjih principih:

- porozna struktura gline absorbira vodo,
- voda postopoma izhlapeva,
- pri izhlapevanju odvzema toploto iz zraka,
- zrak, ki prehaja skozi strukturo, se ohlaja.

Konstrukcijsko rešitev sestavljajo:

- modularni glineni tulci,
- nosilna konstrukcija (jekleni okvir),
- sistem kroženja vode v zaprtem krogu,
- nizkoenergijska črpalka.

Ključne prednosti:

- **energetska učinkovitost** (minimalna poraba energije),
- **okoljska nevtralnost** (brez hladilnih plinov),
- **modularnost** (prilagodljivost različnim prostorom),
- **arhitekturna integracija** (možnost oblikovanja urbanih instalacij).

Pomemben vidik rešitve je tudi njena **kulturna in zgodovinska referenca**, saj temelji na tradicionalnih metodah hlajenja, kar omogoča prenos preverjenih praks v sodoben kontekst.

5.3 Prenova trga v občini Hajdina – transformacija tlakovane površine

Rešitev za trg pred občinsko stavbo v Hajdini, ki sta jo razvila *Jure Gruden, dipl.inž.kraj,arh, in Maša Stepanovič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, podiplomski magistrski študij krajinske arhitekture)*, izhaja iz analize obstoječega stanja, ki razkriva nesorazmerje med obsegom tlakovanih površin in dejanskimi potrebami prostora. Takšna zasnova povzroča intenzivno segrevanje in zmanjšuje uporabnost prostora v poletnih mesecih.

Projekt temelji na **scenarijskem pristopu**, ki vključuje tri ravni posega:

1. minimalni poseg (dodajanje senčil),
2. delna transformacija,
3. celovita prenova.

Kot optimalna je bila izbrana **delna transformacija**, ki vključuje:

- zmanjšanje deleža neprepustnih površin,
- **uvajanje vegetacije v tla** (ne zgolj v urbano opremo),
- oblikovanje **senčnih in družbenih con**,
- izboljšanje toplotnega ugodja.

Ključna inovacija je v razumevanju prostora kot **multifunkcionalnega urbanega vozlišča**, kjer mikroklimatski pogoji neposredno vplivajo na družbeno rabo prostora. Rešitev presega zgolj estetsko izboljšavo in uvaja **strukturno spremembo prostora**, ki vpliva na njegovo dolgoročno trajnost.

5.4 Zeleni urbani ohlajevalci – mestna tržnica Ptuj

Rešitev za mestno tržnico Ptuj, ki sta jo razvili *Pia Nagode, dipl.inž.kraj.arh. in Zala Preskar, dipl.inž.kraj.arh. (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, podiplomski magistrski študij krajinske arhitekture)*, predstavlja premišljen odziv na specifične omejitve zgodovinskega urbanega prostora, kjer so trajni posegi pogosto omejeni zaradi varstva kulturne dediščine.

Analiza je pokazala, da:

- prevladujejo obsežne tlakovane površine,
- naravnega senčenja praktično ni,
- prostor je izpostavljen intenzivnemu segrevanju že od zgodnje pomladi.

Predlagan koncept uvaja **fleksibilno ozelenitev z uporabo premičnih korit**, kar omogoča prilagajanje različnim režimom rabe prostora.

Rešitev vključuje:

- **zasaditev dreves in grmovnic v mobilna korita**,
- **dinamično razporejanje elementov** glede na potrebe (tržnica, dogodki),
- oblikovanje **senčnih mikrookolij**,
- uporabo rastlin, odpornih na sušo in visoke temperature,
- prilagoditev materialov zahtevam kulturne dediščine.

Pomembna prednost je visoka **prostorska fleksibilnost**:

- korita se lahko premikajo ali odstranijo,
- omogočajo večnamensko rabo prostora,
- omogočajo testiranje različnih konfiguracij.

Rešitev predstavlja primer **adaptivnega urbanega oblikovanja**, kjer se prostor prilagaja spremenljivim klimatskim in družbenim razmeram brez trajnih posegov.

6. SINTEZA PREDSTAVLJENIH REŠITEV

Analiza predstavljenih projektov kaže, da rešitve pokrivajo širok spekter pristopov, ki se razlikujejo glede na prostorsko raven, tehnološko zahtevnost in način implementacije:

Tip rešitve	Primer	Ključni pristop
Sistemska	GreenFlow	zelena infrastruktura
Tehnološka	TerraCooling	pasivno hlajenje
Prostorska	Hajdina	preoblikovanje urbanih površin
Adaptivna	Tržnica Ptuj	fleksibilna ozelenitev

Takšna raznolikost potrjuje, da reševanje vročinskih otokov zahteva **kombinacijo več komplementarnih pristopov**, ki se medsebojno dopolnjujejo in prilagajajo lokalnemu kontekstu.

7. VLOGA STROKOVNE KOMISIJE

Strokovna komisija, v interdisciplinarni sestavi dr. Lučke Kajfež Bogataj, dr. Igorja Žiberna in dr. Lidije Tušek, je imela ključno vlogo pri strokovni evalvaciji in usmerjanju razvitih rešitev. V svojih ocenah je izpostavila:

- visoko raven strokovne podlage vseh predstavljenih rešitev,
- dobro razumevanje problematike urbanih vročinskih otokov,
- ustreznost in prilagodljivost predlaganih ukrepov za lokalno okolje.

Poleg pozitivne ocene so člani komisije podali tudi konkretne predloge za izboljšave, ki so se nanašali predvsem na:

- nadgradnjo tehničnih in izvedbenih vidikov rešitev,
- večjo kvantifikacijo pričakovanih učinkov (okoljskih, prostorskih in energetskih),
- oceno dolgoročne izvedljivosti, vzdrževanja in upravljanja projektnih rešitev,
- okrepitev povezave med konceptualno zasnovo in realnimi prostorskimi omejitvami.

Takšen evalvacijski pristop je omogočil dodatno strokovno nadgradnjo idej in pomembno prispeval k njihovemu razvoju iz konceptualne (projektne) ravni v smeri potencialne implementacije.

8. RAZPRAVA

Climathon 2026 je pokazal, da lahko mladi z ustreznim mentorskim vodenjem razvijejo kakovostne, inovativne in prostorske rešitve za kompleksne podnebne izzive, zlasti na področju zmanjševanja učinkov urbanih vročinskih otokov.

Ključni prispevki dogodka so:

- prenos znanstvenih in strokovnih spoznanj v konkretne prostorske rešitve,
- povezovanje različnih disciplin (arhitektura, geografija, urbanizem, okoljske znanosti),
- krepitev sodelovanja med mladimi, strokovnjaki in lokalnim okoljem,
- spodbujanje razmišljanja o na naravi temelječih rešitvah (NTR) in trajnostnem prostorskem načrtovanju.

Climathon 2026 hkrati potrjuje pomen lokaliziranih pristopov, saj so bile vse rešitve prilagojene specifičnim prostorskim, klimatskim in družbenim značilnostim posameznih urbanih območij. To potrjuje, da učinkovito naslavljanje urbanih toplotnih obremenitev zahteva kontekstualno načrtovanje in ne univerzalnih rešitev.

9. ZAKLJUČEK

Razširjena analiza rešitev potrjuje visoko raven razumevanja kompleksnosti urbanih vročinskih otokov med udeleženci Climathona. Predlagane projektne rešitve niso zgolj konceptualni, temveč predstavljajo realno osnovo za nadaljnji razvoj, nadgradnjo in potencialno implementacijo v prakso.

Climathon 2026 je tako:

- dokazal potencial mladih kot nosilcev inovacij na področju trajnostnega prostorskega načrtovanja,
- prispeval k razvoju konkretnih, lokalno prilagojenih rešitev,
- vzpostavil temelje za nadaljnje sodelovanje med stroko, občinami in raziskovalci,
- okrepil zavedanje o pomenu sistemskih in na naravi temelječih pristopov pri prilagajanju urbanih območij podnebnim spremembam.

Climathon Slovenija 2026 predstavlja pomembno platformo za generiranje inovativnih idej in krepitev urbane odpornosti v kontekstu podnebnih sprememb. Hkrati predstavlja pomemben korak prenosu znanja iz akademskega in strokovnega okolja v praktično izvajanje.

VIRI IN LITERATURA

1. ARCADIA - The TrAnsformative climate ResilienCe by nAture-baseD solutions in the contInentAl bio-geographical region (2024-2028). Dostopno na: https://www.arcadia-adaptaion.eu (ogled 15.4.2026).

Navedba financiranja projekta:

Co-funded by the European Union

ARCADIA
Transformative climate resilience by nature-based solutions in the continental bio-geographical region

Projekt je prejel sredstva Evropske unije v okviru razpisa HORIZON-MISS-2022-CLIMA-01, na podlagi sporazuma o dodelitvi sredstev št. 101112737.

4. panel

OKOLJSKA KOMUNIKACIJA IN DVIG DRUŽBENE ODGOVORNOSTI



OD UPRAVLJANJA ODPORA K SOUSTVARJANJU REŠITEV – Z VIDIKA POLITIČNE EKOLOGIJE

FROM MANAGING RESISTANCE TO CO-CREATING SOLUTIONS – A POLITICAL ECOLOGY PERSPECTIVE

» **mag. Maja BAHOR**

Inštitut za ekologijo
Štihova 5, Ljubljana

majabahor@gmail.com

Povzetek

Avtorica obravnava okoljske konflikte kot posledico neenakomerne distribucije okoljskih bremen, različnih vrednot in asimetrije moči v procesih odločanja o rabi prostora. V okviru politične ekologije pokaže, da ti konflikti niso le tehnični, temveč globoko družbeni in politični, pri čemer zgodovinski razvoj industrializacije in okoljskih gibanj razkriva njihovo strukturno pogojenost. Analiza fenomenov, kot so LULU, NIMBY in sorodni izrazi, razkriva, da odpore pogosto sprožajo izključenost, nezaupanje in delegitimacija lokalnih skupnosti, ne pa zgolj prostorska bližina posegov. Besedilo poudarja, da reševanje okoljskih konfliktov zahteva preoblikovanje komunikacijskih in odločevalskih procesov v smeri vključujoče deliberacije, ki omogoča legitimno soočanje različnih interesov in vrednot.

Ključne besede: okoljski konflikti, industrializacija, okoljska pravičnost, okoljska gibanja, politična ekologija, LULU, NIMBY, deliberacija

Abstract

The author examines environmental conflicts arising from the unequal distribution of environmental burdens, differing values, and power asymmetries in spatial decision-making processes. Within the framework of political ecology, she demonstrates that these conflicts are not merely technical but are deeply social and politi-

cal, with the historical development of industrialisation and environmental movements revealing their structural conditioning. The analysis of phenomena such as LULU, NIMBY, and related terms shows that resistance is often driven by exclusion, distrust, and the delegitimisation of local communities, rather than simply by the spatial proximity of developments. The text therefore emphasises that resolving environmental conflicts requires transforming communication and decision-making processes towards inclusive deliberation, enabling the legitimate engagement of diverse interests and values.

Key words: environmental conflicts, industrialization, environmental justice, environmental movements, political ecology, LULU, NIMBY, deliberation

1. UVOD

Pogosto se načrtovanje ali postavitev energetskega ali industrijskega objekta v prostor zazna kot okoljsko in/ali ekološko nepravično ter/ali rizično za posameznika ali skupnost. Okolje je namreč prostor, v katerem se zadovoljujejo potrebe njegovih prebivalcev – tako ljudi kot nečloveških vrst – in kjer se lahko optimalno uresničujejo. Kakovost okolja je osrednji vidik blaginje posameznika in skupnosti ter zato ključno vprašanje pravičnosti. Pri tem je treba poudariti, da okoljske pravičnosti zaradi različnih individualnih in skupnostnih vrednot ni mogoče razumeti kot ahistorični ideal. Prav tako kakovost okolja in pravičnost okoljske distribucije vrednotimo na različne načine.

Lahko imamo rabo zemljišča, ki uživa določeno raven družbene podpore, a zaradi fizične bližine zmanjšuje okoljsko blaginjo posameznikov. Postavlja se vprašanje, kako doseči soglasje vseh, tudi neposredno prizadetih, o družbeni in prostorski distribuciji takšnih zemljišč. Ali imajo posamezniki in skupnosti možnost izraziti svoje vrednote v odločevalskih okvirih, ki določajo o distribuciji okoljske kakovosti? Ali obstajajo načini, da vrednote sveta življenja vstopijo v odločevalski sistem? Ta vprašanja v svoje raziskovalno polje jemlje politična ekologija, ki jo Martinez (2002) opredeljuje kot preučevanje konfliktov glede ekološke distribucije in kot družbeni, pa tudi raziskovalni odgovor na razvrednotenje narave in destrukcije pogojev življenja človeškim in nečloveškim skupnostim, ki jo povzroča prevlada monetarne ekonomije in tehnologij.

V političnih okvirih držav zahodnega tipa se je v preteklosti okolje vrednotilo instrumentalno, kot vir, ki ga je mogoče izkoriščati za proizvodnjo uporabnih vrednosti, ki jih nato distribuiramo med posameznike in skupnosti (Low in Gleeson, 2021). V dveh stoletjih so uspehi industrializacije v močnih industrijskih in energetskih objektih dosegli točko, ko so začeli ogrožati človeško in nečloveško življenje po vsem svetu. Ta izjemno uspešna praksa industrializacije je tako po obsegu kot učinku močno prispevala k motnjam v izmenjavi snovi med naravo in človeško družbo, ki so se pojavljale kot nepredvideni stranski učinki industrijskega procesa in so se v fizičnem svetu kazale kot spremembe v tleh, zraku, vodah ter v problemu kopičenja odpadkov, ki jih ni bilo mogoče predelati.

Sproženi stranski procesi industrializacije v fizičnem svetu v tleh, zraku, vodi in kopičenju odpadkov so procesi, ki ne potekajo ločeno, temveč v tesni soodvisnosti – kot sistem krogov motenj, ki so na več načinov povezani med seboj (Enzensberger, 1985). Poleg sprememb v fizičnem svetu je industrializacija bistveno spremenila tudi družbeni svet; iz Ridgewayevih (1971) opisov Anglije 19. stoletja je razvidno, da so cela mesta in pokrajine postali neprimerni za prebivanje ali celo nevarni za življenje: peklenski hrup, zrak, ki so ga vdihavali delavci, so zastrupljali strupeni plini in delci, vonj je bil neznosen, prehrana slaba, živila oporečna, varnostnih predpisov skorajda ni bilo, delavske četrti so bile prenaseljene, primanjkovalo je vode, pitna voda je bila plačljiva itd. Delavski razred je zahteval izboljšanje sanitarnih razmer v mestih, vendar je bil upor delavcev zanemarljiv ali zatrt, dokler obremenitve okolja, ki jih povzroča industrializacija, niso prizadele stanovanjskih četrti višjih slojev, ki so se vse težje izolirale pred temi procesi.

Kumulativno z okoljskimi posledicami industrijske transformacije narave so se spreminjala tudi etična stališča do transformacije okolja. Kot je zapisal Beck (2001), se ekološka zavest pojavi kot družbeno protislovje znotraj kapitalizma.

Od vznika ekološke zavesti do danes, zlasti v državah zahodnega tipa, beležimo na tisoče skupin, ki so nasprotovale neenakomerni distribuciji rabe zemljišč, ki je ogrožala (okoljsko) zdravje lokalnih skupnosti; nekatere gredo še dlje in v bran postavljajo tudi nečloveške vrste. Ta okoljska gibanja, ki so pogosto izhajala iz lokalnega okolja, so razrahljala in soustvarjala klimo, ki je razkrila okoljske katastrofe in poškodbe okolja ter zdravja. Številna gibanja za okoljsko pravičnost niso ostala na ravni ‚uličnih protestov'. V 20. stoletju se ta kritična zavest poglobi in razširi znotraj kapitalističnih držav ter praviloma najde svoj politični izraz v državni okoljski regulaciji. Prelije se v institucionalizacijo znotraj vladnih administracij v obliki agencij in ministrstev, kot oblikovanje zelenih strank; v okviru akademskega sveta so se z vznikom okoljskih gibanj odprla nova področja premišljevanja, znotraj biznisa si monopoli močno prizadevajo vplivati na ekološka gibanja, prodirajo v državne komisije za varstvo okolja, da bi pridobili odločilen vpliv na zakonodajo. Nenazadnje so teme prodrle in se ustalile tudi v medijih.

Nezadržna industrializacija, selitev industrijske proizvodnje v manj razvite regije, najpogosteje brez ocen rizika, brez možnosti vključevanja neposredno prizadetih, je kulminirala v različne oblike protestov kot obrambni mehanizem skupnosti pred nadaljnjim poslabšanjem življenjskega okolja. Za te proteste, vsaj v Evropi, je značilno, da se najpogosteje končajo s pozivom državi – k reformizmu in tehnokratski razumnosti, največkrat v obliki delnih, hitrih tehnoloških rešitev. Na ta poziv nato odgovarjajo vladni programi, ki obljubljajo ‚izboljševanje kakovosti življenja', pri tem pa povedo malo ali nič, čigavo življenje naj bi se izboljšalo, kako naj bi se in na čigave stroške (Enzensberger 1985).

Kvalitetno okolje omogoča, oziroma poškodbe okolja ogrožajo interese, ki se nanašajo na temelje materialne produkcije (zrak, tla, voda), na fizično in psihično stanje človeka ter na naravno okolje v njegovi intrinzični vrednosti. Zato okoljske odločitve nikoli ne morejo biti zgolj tehnične. Kot pravi Enzensberger (1985): »*Družbena nevtralnost, na katero se sklicuje ekološka argumentacija, tako da se zateka k naravoslovnim dokaznim strategijam, je fikcija.*« Okoljske odločitve so odraz družbenih in ekonomskih interesov, imaginarijev (strahov, identitet, občutka pravičnosti) ter politične moči.

Kadar je poseg v prostor pri določenih akterjih prepoznan kot problematičen, ker zaznajo škodo ali tveganje za naravno okolje, je prizadeta določena skupina ljudi, se pri določeni skupini pojavi občutek nepravičnosti, ljudje ne zaupajo odločevalcem ali so v kolektivnem spominu prisotne negativne pretekle izkušnje, se običajno sprožijo obrambni mehanizmi, ki lahko vključujejo zelo različne akterje z različnim percepcijskim poljem. Iz virov in literature, ki obravnavajo okoljske tematike in posege v okolje, razberemo nekaj sociološko opisanih fenomenov odpora:

LULU – lokalno nezaželena raba zemljišča (Locally Undesirable Land Use)

LULU je v tehnokratskem smislu razumljen kot paradoks med družbeno podporo onesnaževalnim industrijam (in njihovim izdelkom) ter lokalnim nasprotovanjem rabi zemljišč, ki gostijo tovrstne dejavnosti. Obsežen korpus znanstvene in politične literature svetuje vladam in korporacijam pri oblikovanju novih lokacijskih strategij, ki določajo sprejemljive lokacije LULU-jev ter hkrati zmanjšujejo skrbi skupnosti z uvajanjem posvetovalnih metod. Del literature zagovarja fer deleže pri distribuciji LULU-jev, torej pravično delitveno coniranje po lokalnih in regionalnih območjih ter daje prednost pravični umestitvi. Iz tega izhaja več težav: predpostavka geografske uniformnosti pri distribuciji LULU-jev, vprašanje pomena sintagme »okoljske enake možnosti«, kompenzacijska plačila za gostovanje LULU-jev, zlasti v depriviligiranih skupnostih itd. Monetizacija gostovanja (rizika) omogoča proizvajalcem tveganja izkoriščanje strukturnih neenakosti. To pogosto pomeni, da premožnejše skupnosti uspešno preprečijo LULU-je na svojih območjih. Utilitaristični pristop preusmerja družbeno pozornost na distribucijo, torej optimalne vzorce za umestitev LULU-ja, ki so nato prepuščeni administrativni državi, pri čemer se ‚poštenost' zvede na vprašanje geografskih ali družbenih enakih možnosti pri alokaciji LULU-ja. Celotno vprašanje se tako obravnava kot lokacijski problem, dilemo glede umeščanja LULU-ja in njegovih eksternalij, ki jo mora država razrešiti kot konflikt interesnih skupin.

NIMBY – Ne na mojem dvorišču (Not In My Backyard)

Izraz NIMBY opisuje odklonilnost lokalnega prebivalstva do LULU-jev v bližini njihovega bivališča. Daer (1992) je uvedel pojem NIMBY-sindrom kot izraz družbenega konflikta, ki nastane, ko skupnosti nasprotujejo projektom v svoji bližini, čeprav ne nasprotujejo njihovi širši družbeni koristnosti. NIMBY se lahko kaže kot vprašanje (ne)zaupanja, (ne)vključenosti in (ne)komunikacije. Daer poziva k zgodnjemu vključevanju lokalnih prebivalcev v procese odločanja, večji transparentnosti načrtovalcev in vzpostavitvi mehanizmov, ki zagotavljajo pravično porazdelitev koristi in stroškov LULU-jev, medtem ko Checkoway (1984) NIMBY obravnava skozi participacijo javnosti, lokalno demokracijo in konflikte pri načrtovanju prostora. Ugotavlja, da konflikti tipa NIMBY nastanejo predvsem, ko so odločitve sprejete od zgoraj navzdol (subarea planning) in lokalna skupnost nima resničnega vpliva. Ne gre le za odpor do prostora ‚ne na mojem dvorišču', temveč za odpor do načina odločanja o prostoru ‚niste nas vprašali'. Lake (1993) kritizira poenostavljeno rabo izraza NIMBY, saj pokaže, da ta oznaka pogosto delegitimira lokalne prebivalce in prikriva realne konflikte interesov. Tako NIMBY postane etiketa planerjev in odločevalcev za zmanjšanje legitimnosti protesta, njegovo predstavljanje kot sebičnega in izogibanje vprašanju, ali je projekt dejansko nepravičen. S tem postane orodje moči, ne pa analitična kategorija.

BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone), NIABY (Not In Anyone's Backyard), NOPE (Not On Planet Earth)

BANANA, NIABY in NOPE so angleški diskurzivni izrazi, ki nimajo razdelanega analitičnega ozadja in se velikokrat pojavljajo v jeziku politikov, novinarjev in urbanistov. Pogosto se uporabljajo za označevanje stopnje radikalizacije odpora. BANANA in NIABY sta ekstremna pozicija NIMBY; ne gre več za ‚tukaj', ampak se razširi na ‚nikjer';presega lokalni interes in postane etična zahteva. NOPE je reakcija na tveganja, ki so globalna in eksistencialna, zato popolnoma zavrača določene postavitve, na primer rizične tehnologije. Pri uporabi teh izrazov gre vse manj za prostor in vse bolj za vrednote in rizike. Z Beckovimi (2001) besedami: »Tveganja niso več osebna, ampak globalna, prostorsko razpršena in nepredvidljiva.«

NIMET (Not In My Election Term) – Ne v času mojega mandata

NIMET ni družbeni upor, ampak taktika vladajočih, ki želijo maksimirati verjetnost ponovne izvolitve, zato kratkoročno nepopularne odločitve prelagajo. Odločevalci se sicer zavedajo nujnosti ukrepanja, vendar ga odlagajo, da bi se izognili kratkoročnim političnim stroškom znotraj svojega mandata. Neredko sicer reagirajo na glasne (vplivne in materialno bolje preskrbljene) manjšine, medtem ko ignorirajo dolgoročni javni interes (npr. podnebne polisi). Beck opozarja na strukturno vpetost NIMET logike v moderno družbo, ki proizvaja dolgoročna tveganja, medtem ko politika zaradi pomanjkanja ustreznih mehanizmov za njihovo obvladovanje te odločitve odlaša.

Okoljski konflikti pogosto nastajajo na presečišču zaznane škode, občutka nepravičnosti in neenake porazdelitve moči, pri čemer niso le tehnična, temveč globoko

družbena in politična vprašanja. Zgodovinsko se odpor pojavlja selektivno – pogosto šele, ko okoljska bremena dosežejo vplivnejše družbene sloje – ter se izraža na različne načine, od lokalnih nasprotovanj (LULU, NIMBY) do širših etičnih zavrnitev (BANANA, NIABY, NOPE), medtem ko ga institucionalni ustroj časovno odlaga (NIMET). Ti fenomeni razkrivajo, da konflikti ne izvirajo le iz fizičnega posega v prostor, temveč iz načina odločanja o njem: iz občutka izključenosti, nezaupanja, strahu, izgube ali nepoštenosti, neprepoznanih vrednot prizadetih in preteklih izkušenj.

Zato se možna pot razreševanja (okoljskih) konfliktov ne kaže le v ‚boljši' distribuciji okoljskih bremen ali v ignoriranju opisanih odzivov, temveč v preoblikovanju samega komunikacijskega in odločevalskega procesa. Tu se lahko odpre prostor za deliberacijo skozi dekonflikcijo, kjer različni akterji lahko artikulirajo svoje vrednote in interese ter jih vključujoče soočajo v legitimnejše skupne odločitve.

VIRI IN LITERATURA

1. Beck, Ulrich. *Družba tveganja: Na poti v neko drugo moderno*. Ljubljana: Krtina, 2001.
2. Checkoway, Barry. "Two Types of Planning in Neighborhoods." *Journal of the American Planning Association* 50, no. 4 (1984): 447–455.
3. Dear, Michael. *Understanding and Overcoming the NIMBY Syndrome*. Washington, DC: Urban Land Institute, 1992.
4. Dobson, Andrew. *Zelena politična misel*. 4.izdaja. Ljubljana: Inštitut za ekologijo: Inštitut Časopis za kritiko znanosti, 2022.
5. Dryzek, John S. *Discursive Democracy: Politics, Policy and Political Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
6. Dryzek, John S. *Politika Zemlje: Okoljski diskurzi*. Ljubljana: Inštitut za ekologijo: Inštitut Časopis za kritiko znanosti, 2018.
7. Enzensberger, Hans Magnus. *A Critique of Political Ecology*. New York: Seabury Press, 1974.
8. Lake, Robert W. "Rethinking NIMBY." *Journal of the American Planning Association* 59, no. 1 (1993): 87–93.
9. Low, Nicholas, Brendan Gleeson. *Pravičnost, družba in narava: Preiskovanje politične ekologije*. Ljubljana: Inštitut za ekologijo: Inštitut Časopis za kritiko znanosti, 2021.
10. Martinez-Alier, Joan. *The Environmentalism of the Poor: A Study of Ecological Conflicts and Valuation*. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.
11. Ridgeway, James. *The Politics of Ecology*. New York: E. P. Dutton, 1970.

ETIČNI VIDIKI DELIBERACIJE V UPRAVLJANJU VODA: MED STRUKTURNIMI OMEJITVAMI, PRAVIČNOSTJO IN INSTITUCIONALNIMI MOŽNOSTMI

ETHICAL DIMENSIONS OF DELIBERATION IN WATER GOVERNANCE: BETWEEN STRUCTURAL CONSTRAINTS, JUSTICE, AND INSTITUTIONAL POSSIBILITIES

» **dr. Luka ĐEKIĆ**

Inštitut za ekologijo
Štihova 5, 1000 Ljubljana
luka.djekic@gmail.com

Povzetek

Prispevek obravnava upravljanje voda kot izrazito normativno-institucionalni problem, ki presega tehnične vidike in odpira vprašanja pravičnosti, legitimnosti ter odgovornosti do skupnega dobra. Na podlagi kvalitativne raziskave, izvedene v okviru projekta LIFE2RIVERS, ki vključuje 30 polstrukturiranih intervjujev z različnimi akterji, članek pokaže, da je področje upravljanja voda zaznamovano z institucionalno razdrobljenostjo, šibko koordinacijo ter omejenimi možnostmi smiselne participacije. Ti dejavniki prispevajo k prevladi tehnokratskih pristopov, ki sicer lahko povečujejo učinkovitost, vendar ne zagotavljajo legitimnosti odločanja.

V teoretskem okviru prispevek povezuje deliberativno demokracijo z Rawlsovo teorijo pravičnosti ter razvija argument, da legitimnost odločitev izhaja iz vključujočih, javno utemeljenih in refleksivnih deliberativnih procesov. Poseben poudarek je namenjen konceptu širokega refleksivnega ravnovesja kot metodološkemu temelju oblikovanja pravičnih odločitev.

Na tej podlagi prispevek predlaga vzpostavitev nove deliberativno zasnovane institucije kot interdisciplinarnega foruma za povezovanje akterjev, ki bi omogočal

zgodnje, enakovredno in argumentirano sodelovanje ter prispeval k bolj legitimnemu in trajnostnemu upravljanju voda.

Ključne besede: upravljanje voda; deliberativna demokracija; politična pravičnost; legitimnost; institucije; skupno dobro

Abstract

The article conceptualizes water governance as a fundamentally normative-institutional problem that extends beyond technical considerations and raises questions of justice, legitimacy, and responsibility toward the common good. Drawing on a qualitative study conducted within the LIFE2RIVERS project, based on 30 semi-structured interviews with diverse stakeholders, the paper demonstrates that water governance is characterized by institutional fragmentation, weak coordination, and limited opportunities for meaningful participation. These conditions contribute to the dominance of technocratic approaches, which may enhance efficiency but fail to ensure decision-making legitimacy.

The theoretical framework integrates deliberative democracy with Rawls's theory of justice, arguing that legitimacy arises from inclusive, publicly justified, and reflective deliberative processes. Particular attention is given to the concept of wide reflective equilibrium as a methodological foundation for just decision-making.

Based on these insights, the article proposes the establishment of a new deliberatively designed institution as an interdisciplinary forum to connect stakeholders, enabling early, equal, and reasoned participation, thereby contributing to more legitimate and sustainable water governance.

Key words: water governance; deliberative democracy; political justice; legitimacy; institutions; common good

1. UVOD: UPRAVLJANJE VODA KOT NORMATIVNO-INSTITUCIONALNI PROBLEM

Sodobni okoljski izzivi, zlasti na področju upravljanja voda, niso zgolj tehnične ali naravoslovne narave, temveč predstavljajo kompleksne družbene, politične in normativne probleme. Upravljanje voda vključuje razmerja moči, konfliktne interese, institucionalne omejitve ter vprašanja legitimnosti odločanja, zaradi česar ga ni mogoče ustrezno razumeti brez refleksije njegovih etičnih in političnih dimenzij. V tem smislu upravljanje voda ni zgolj vprašanje učinkovitosti, temveč vprašanje pravičnosti, legitimnosti ter odgovornosti do skupnega dobra.

Empirične analize kažejo, da je področje upravljanja voda v Sloveniji zaznamovano z izrazito institucionalno razdrobljenostjo, pomanjkanjem koordinacije ter konflikti med različnimi strokovnimi, ekonomskimi in družbenimi akterji (Đekić 2026). Ti problemi niso zgolj operativne narave, temveč odražajo globlje strukturne napetosti, ki so vpisane v sam način organizacije odločanja. Gre za napetosti med različnimi logikami delovanja – med državo, trgom, stroko in civilno družbo – ki pogosto nimajo skupnega prostora, kjer bi se lahko srečale na enakovreden in refleksiven način.

Posledično se kot osrednje vprašanje ne postavlja zgolj, kako upravljati vode kot naravni vir, temveč pod kakšnimi pogoji so odločitve sploh legitimne, družbeno sprejemljive in dolgoročno vzdržne. Kot poudarja Rawls (2011), legitimnost političnih odločitev ni odvisna zgolj od njihove formalne pravilnosti, temveč od njihove skladnosti z načeli pravičnosti, ki morajo biti sprejemljiva za vse kot svobodne in enake osebe. To vodi k pomembnemu premiku: od razumevanja upravljanja voda kot tehničnega ali upravnega problema k razumevanju upravljanja voda kot problema politične pravičnosti.

V tem okviru se kot ključen pokaže koncept deliberacije, ki legitimnost odločanja veže na kakovost javne razprave, vključujoče sodelovanje akterjev in javno utemeljitev odločitev (Habermas 1996; Cohen 1989). Deliberacija omogoča, da se konflikti interesov in vrednot ne obravnavajo kot anomalija, temveč kot normalna in produktivna dimenzija demokratičnega odločanja.

Pri tem pa upravljanje voda odpira tudi vprašanje njihovega normativnega statusa v okviru skupnega. Voda ni zgolj ekonomski vir ali infrastrukturni objekt upravljanja, temveč temeljni pogoj življenja, ki zahteva posebne oblike zaščite, dostopnosti in pravične razdelitve. Kot skupno dobro presega logiko izključno tržnega upravljanja in zahteva institucionalne ureditve, ki zagotavljajo njeno trajnostno rabo, medgeneracijsko pravičnost ter enak dostop. V tem smislu deliberativni procesi ne prispevajo zgolj k boljši koordinaciji akterjev, temveč omogočajo tudi normativno artikulacijo tega, kaj pomeni pravično upravljanje skupnih naravnih virov v pogojih pluralnih interesov, konfliktnih vrednot in omejenih okoljskih kapacitet. Takšno razumevanje vode kot skupnega dobra je mogoče normativno utemeljiti tudi v okviru Rawlsove teorije pravičnosti, zlasti v luči njegovega poudarka na pravični ureditvi osnovne strukture družbe ter zagotavljanju pogojev za enakopravno uresničevanje temeljnih pravic in svoboščin, kar je mogoče razširiti tudi na vprašanje pravičnega dostopa do temeljnih naravnih virov.

Prispevek izhaja iz teze, da je osrednji problem upravljanja voda normativne in institucionalne narave: gre za pomanjkanje strukturiranih deliberativnih mehanizmov, ki bi omogočali vključujoče, enakovredno in refleksivno usklajevanje med različnimi akterji. Na tej podlagi prispevek povezuje empirične ugotovitve kvalitativne raziskave

z normativnim okvirom Rawlsove teorije pravičnosti ter z deliberativno teorijo demokracije (Dryzek 2000; Gutmann in Thompson 2004; Curato et al. 2017; Stevenson in Dryzek 2014).

2. STRUKTURNE OMEJITVE IN NORMATIVNI PROBLEM LEGITIMNOSTI

Analiza, izvedena v okviru projekta LIFE2RIVERS, temelji na kvalitativni raziskavi, ki vključuje 30 polstrukturiranih intervjujev z različnimi akterji na področju upravljanja voda ter analizo njihovih zaznav, izkušenj in normativnih pričakovanj (Đekić 2026). Takšen pristop omogoča vpogled v subjektivne interpretacije institucionalnih omejitev ter razkriva implicitne normative, ki oblikujejo razumevanje legitimnosti odločanja.

Rezultati kvalitativne raziskave kažejo, da akterji upravljanje voda zaznavajo kot kompleksno, večnivojsko in institucionalno razdrobljeno področje (Đekić 2026). Ta razdrobljenost se kaže v nejasnih pristojnostih, šibki koordinaciji ter odsotnosti enotnega strateškega pristopa. Interdisciplinarnost, čeprav deklarativno prepoznana kot nujna, v praksi pogosto ne deluje, saj jo omejujejo asimetrije med disciplinami, prevlada posameznih strok in komunikacijske ovire. Posledično sodelovanje med akterji poteka fragmentirano, pogosto ad hoc in brez skupnega referenčnega okvira.

Takšna institucionalna konfiguracija neposredno vpliva na način odločanja. Namesto vključujočega, odprtega in refleksivnega procesa se pogosto uveljavlja tehnokratski pristop, ki kompleksna okoljska vprašanja reducira na strokovno-tehnične probleme. Kot opozarja Dryzek (2000), takšna redukcija zanemarja dejstvo, da okoljske politike vključujejo konflikte vrednot, interesov in družbenih ciljev, ki jih ni mogoče razrešiti zgolj z uporabo tehničnega znanja. Tehnokracija lahko prispeva k učinkovitosti odločanja, ne more pa zagotoviti njegove legitimnosti. Hkrati formalni mehanizmi participacije pogosto ostajajo omejeni na informiranje ali simbolično vključevanje. Takšna participacija sicer ustvarja vtis vključevanja, vendar ne omogoča dejanskega vpliva na odločitve. Posledično se zmanjšuje zaupanje v institucije in procese odločanja, kar dodatno poglablja krizo legitimnosti (Đekić 2026). Ključni problem zato ni zgolj odsotnost participacije, temveč odsotnost pogojev, pod katerimi bi bila participacija smiselna, informirana in dejansko vplivna.

V tem kontekstu postane jasno, da problem upravljanja voda ni le institucionalna fragmentacija, temveč pomanjkanje normativno utemeljenih procesov odločanja. Pluralnost interesov, znanj in perspektiv, ki jo empirična analiza potrjuje, sama po sebi ni problem, temveč normalno stanje sodobnih pluralnih družb. Problem nastane, ko ni institucionalnih mehanizmov, ki bi to pluralnost lahko legitimno strukturirali in jo pretvorili v skupno sprejemljive odločitve (Curato et al. 2017).

3. DELIBERACIJA KOT NORMATIVNI OKVIR LEGITIMNEGA ODLOČANJA

Deliberativna demokracija ponuja enega najprepričljivejših odgovorov na problem legitimnosti v kompleksnih družbah. Njeno izhodišče je, da legitimnost političnih odločitev ne izhaja zgolj iz formalnih pravil ali agregacije preferenc, temveč iz procesa javne razprave, v katerem različni akterji sodelujejo kot svobodni in enaki (Habermas 1996; Cohen 1989). Takšen proces pa ni normativno prazen, temveč temelji na jasno določenih pogojih. Prvič, zahteva javnost in transparentnost, saj morajo biti procesi odločanja odprti, sledljivi in podvrženi javni presoji (Habermas 1996). Drugič, predpostavlja enakost udeležencev, kar pomeni, da noben akter ne sme imeti sistemske prednosti pri oblikovanju odločitev (Cohen 1989). Tretjič, temelji na recipročnosti argumentacije, kjer morajo biti razlogi utemeljeni na način, ki je sprejemljiv tudi za druge (Gutmann in Thompson 2004).

Poleg tega deliberacija zahteva vključujočo racionalnost, ki ne privilegira zgolj tehničnih ali strokovnih argumentov, temveč omogoča vključevanje različnih diskurzov, izkušenj in perspektiv (Dryzek 2000). Nazadnje pa mora biti proces tudi refleksiven in prilagodljiv, kar pomeni, da omogoča stalno preverjanje, učenje in preoblikovanje stališč v luči novih argumentov (Daniels 1996). V tem okviru je posebej pomembna Rawlsova ideja širokega refleksivnega ravnovesja, ki predstavlja metodološki temelj oblikovanja in utemeljevanja načel pravičnosti. Po Rawlsu (2011, 53–54) refleksivno ravnovesje pomeni proces, v katerem posamezniki usklajujejo svoja načela ali predpostavke, posamične sodbe in prepričanja skozi premišljeno soočanje z različnimi argumenti, vključno z alternativnimi in kritičnimi pojmovanji obravnavane tematike, kot se ta pojavlja v konkretnih javnopolitičnih in institucionalnih kontekstih upravljanja voda. Takšno ravnovesje je »široko«, ker je rezultat dolgotrajnega procesa refleksije, študija in revizije lastnih stališč.

Upravljanje voda je v tem smislu mogoče razumeti kot del širše »osnovne strukture družbe«, ki po Rawlsu določa temeljne pogoje distribucije pravic, dolžnosti in koristi. To pomeni, da vprašanja upravljanja voda niso zgolj sektorska vprašanja javnih politik, temveč del institucionalnega okvira, ki neposredno vpliva na uresničevanje politične pravičnosti. Pomemben vidik tega pristopa je, da zahteva intelektualno in moralno disciplineranost udeležencev. Posamezniki morajo biti sposobni upoštevati različne, tudi nasprotujoče si argumente ter jih presojati ne glede na lastni položaj ali interes. To pomeni, da morajo biti pripravljeni odmisliti svoje pogajalske prednosti in razmišljati z vidika vseh udeleženih.

Takšna metodološka zahteva ima neposredne implikacije za deliberativne procese v upravljanju voda. Če naj bodo ti procesi legitimni, ne zadostuje zgolj formalna vključitev različnih akterjev, temveč je nujno, da so udeleženci sposobni refleksivne presoje, ki presega parcialne interese. To pomeni, da morajo akterji – predstavniki stroke, javne oblasti, gospodarstva in civilne družbe – razpolagati z ustreznim strokovnim

in akademskim znanjem kot temeljem smiselnega sodelovanja ter hkrati razviti sposobnost tehtanja različnih argumentov, upoštevanja alternativnih perspektiv in pripravljenosti na revizijo lastnih stališč.

V tem smislu Rawlsovo široko refleksivno ravnovesje ne predpostavlja idealnih pogojev deliberacije, temveč deluje kot metodološki mehanizem, ki omogoča njihovo postopno preseganje, saj udeležence usmerja k preseganju epistemoloških asimetrij, parcialnih interesov in neinformiranih sodb skozi proces argumentirane refleksije. Brez takšne epistemološke osnove deliberacija tvega zdrs v površinsko izmenjavo mnenj, kjer lahko vsak razpravlja o vsem ne glede na stopnjo razumevanja problema, kar številne študije prepoznavajo kot enega izmed osrednjih izzivov sodobnih javnih razprav (Sunstein 2006; Mutz 2006; Fishkin 2018).

Široko refleksivno ravnovesje tako predstavlja normativno jedro deliberacije: ne kot stanje popolne konsistence, temveč kot dinamičen proces, v katerem se različne perspektive skozi argumentacijo postopoma približujejo bolj utemeljenim, vsebinsko boljšim in bolj pravičnim rešitvam. To pomeni, da deliberacija ni zgolj normativni ideal, temveč zahteva ustrezno institucionalno zasnovo, ki omogoča uresničevanje njenih temeljnih pogojev v praksi.

4. DELIBERATIVNA INSTITUCIONALIZACIJA UPRAVLJANJA VODA

Če deliberacijo razumemo kot normativni pogoj legitimnega odločanja, se ključno vprašanje glasi, kako takšne procese institucionalno udejanjiti. Empirične ugotovitve kažejo, da obstoječi institucionalni okvir tega ne omogoča, saj primanjkuje odprtih in vključujočih forumov za zgodnje in enakovredno sodelovanje različnih akterjev: javnih odločevalcev, civilne družbe, znanosti in stroke ter gospodarstva (Đekić 2026).

V tem kontekstu se kot smiselna rešitev pojavlja vzpostavitev nove institucije, zasnovane kot interdisciplinarni in deliberativni forum, katerega namen je povezovanje različnih akterjev v procesih oblikovanja politik (LIFE2RIVERS 2026). Takšna institucionalna rešitev ni zgolj normativni predlog, temveč jo empirično podpirajo tudi ugotovitve kvalitativne raziskave, v kateri del intervjuvancev iz različnih sektorjev izrecno izpostavlja potrebo po vzpostavitvi novega, neodvisnega in povezovalnega institucionalnega okvira, ki bi presegal obstoječo razdrobljenost upravljanja voda. V tem okviru lahko nova institucija deluje kot posvetovalno, koordinacijsko in normativno-refleksivno telo, ki ne nadomešča obstoječih odločevalskih struktur niti avtonomnih vlog posameznih akterjev: javnih odločevalcev, znanosti in stroke, civilne družbe ter gospodarstva, temveč dopolnjuje njihovo delovanje z zagotavljanjem pogojev za vključujočo in argumentirano razpravo.

Hkrati nova institucija izhaja iz spoznanja, da so obstoječi procesi odločanja pretežno hierarhični in tehnokratski, kar omejuje vključevanje in zmanjšuje zaupanje (Đekić 2026). Empirični podatki dodatno kažejo, da intervjuvanci novo institucijo pogosto razumejo kot potencialno platformo za koordinacijo, mediacijo, neodvisno presojo in strateško usmerjanje, hkrati pa opozarjajo na raznolikost pričakovanj in odsotnost konsenza glede njene konkretne vloge, kar potrjuje potrebo po njenem deliberativnem in procesnem oblikovanju. Nova institucija zato ne predstavlja zgolj organizacijske inovacije, temveč institucionalizacijo deliberativnih načel. Njena funkcija je vzpostaviti prostor, v katerem se lahko različne perspektive srečujejo, soočajo in usklajujejo na način, ki izpolnjuje pogoje javnosti, enakosti, recipročnosti in racionalnosti.

To se lahko konkretno kaže v več dimenzijah njenega delovanja. Institucija bi lahko omogočala zgodnje vključevanje različnih akterjev v oblikovanje politik in zakonodaje, s čimer presega reaktivno naravo obstoječih postopkov. Hkrati bi lahko spodbujala interdisciplinarno sodelovanje, temelječe na enakovrednosti disciplin, ter deliberativne oblike odločanja, ki temeljijo na razpravi, iskanju soglasja namesto na preglasovanju ter na oblikovanju novih interdisciplinarnih rešitev in predlogov.

Pomembna funkcija institucije je tudi povezovanje znanosti in prakse, saj vključuje tako raziskovalce kot praktične akterje ter omogoča prenos znanja v odločevalske procese. Poleg tega razvija mehanizme za participacijo in aktivno vsebinsko udeležbo civilne družbe in gospodarstva, zbiranje in vrednotenje podatkov, omogoča pripravo neodvisnih strokovnih mnenj ter vzpostavlja sistem stalnega spremljanja stanja okolja (LIFE2RIVERS 2026). Takšna institucionalna zasnova presega klasične modele upravljanja, saj ne temelji zgolj na hierarhiji ali tržnih mehanizmih, temveč na deliberativni koordinaciji. V tem smislu institucija ne odpravlja konfliktov, temveč jih strukturira na način, ki omogoča njihovo legitimno obravnavo (Dryzek 2000).

5. ZAKLJUČEK

Upravljanje voda se v sodobnih družbah kaže kot izrazito normativno-institucionalni problem. Empirična analiza razkriva strukturne omejitve, ki izhajajo iz fragmentacije, asimetrij moči in pomanjkanja učinkovite participacije. Ti problemi niso zgolj operativne narave, temveč odražajo pomanjkanje legitimnih mehanizmov odločanja. Deliberativna demokracija ponuja normativni in institucionalni okvir za njihovo preseganje ter omogoča vključujoče, argumentirano in refleksivno odločanje (Habermas 1996; Dryzek 2000).

Sodobne raziskave potrjujejo, da takšni pristopi izboljšujejo kakovost odločanja in legitimnost (Curato et al. 2017). Vzpostavitev deliberativno zasnovane institucije se zato kaže kot potencialno smiselna institucionalna inovacija, vredna nadaljnjega skupnega premisleka, ki omogoča boljše povezovanje akterjev in bolj legitimno upravljanje voda. Deliberacija v tem kontekstu ni zgolj dodatek upravljanju, temveč njegov temeljni normativni pogoj legitimnosti.

VIRI IN LITERATURA

1. Cohen, J. (1989): Deliberation and Democratic Legitimacy. V: Hamlin, A., Pettit, P. (ur.): *The Good Polity: Normative Analysis of the State*. Oxford: Blackwell, 17–34.
2. Curato, N., Dryzek, J. S., Ercan, S. A., Hendriks, C. M., Niemeyer, S. (2017): Twelve Key Findings in Deliberative Democracy Research. *Daedalus*, 146(3), 28–38.
3. Daniels, N. (1996): *Justice and Justification: Reflective Equilibrium in Theory and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Dryzek, J. S. (2000): *Deliberative Democracy and Beyond: Liberals, Critics, Contestations*. Oxford: Oxford University Press.
5. Đekić, L. (2026): *Razvoj in ustanovitev nove institucije: poročilo o izvedbi in analizi intervjujev*. Ljubljana: LIFE2RIVERS.
6. Fishkin, J. S. (2018): *Democracy When the People Are Thinking: Revitalizing Our Politics Through Public Deliberation*. New York: Oxford University Press.
7. Gutmann, A., Thompson, D. (2004): *Why Deliberative Democracy?* Princeton: Princeton University Press.
8. Habermas, J. (1996): *Between Facts and Norms: Contributions to a Discourse Theory of Law and Democracy*. Cambridge, MA: MIT Press.
9. LIFE2RIVERS (2026): *Kratka predstavitev nove institucije*. Interno projektno gradivo.
10. Mutz, D. C. (2006): *Hearing the Other Side: Deliberative versus Participatory Democracy*. Cambridge: Cambridge University Press.
11. Rawls, J. (2011): *Pravičnost kot poštenost: ponovna formulacija*. Ljubljana: Krtina.
12. Stevenson, H., Dryzek, J. S. (2014): *Democratizing Global Climate Governance*. Cambridge: Cambridge University Press.
13. Sunstein, C. R. (2006): *Infotopia: How Many Minds Produce Knowledge*. New York: Oxford University Press.

EKOLOŠKA TESNOBA V KONTEKSTU SODOBNIH OKOLJSKIH DISKURZOV

ECO-ANXIETY IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY ENVIRONMENTAL DISCOURSES

» **Ana HAFNER, dipl. fil.**

Inštitut za ekologijo
Štihova ulica 5, 1000 Ljubljana

hafner.ana@hotmail.com

Povzetek

Članek obravnava ekološko tesnobo kot nastajajoč družbeni problem, ki ga ni mogoče razumeti zgolj kot individualno psihološko stisko, temveč kot pojav, umeščen v širši politični, družbeni in komunikacijski kontekst. Izhaja iz predpostavke, da sodobna okoljska kriza poleg materialnih posledic posega tudi v človekovo doživljanje sveta, prihodnosti in lastne odgovornosti. V članku so najprej predstavljene glavne značilnosti ekološke tesnobe ter dejavniki, ki prispevajo k njenemu širjenju, zlasti individualizacija odgovornosti in omejene možnosti delovanja. Obravnavana je vloga okoljske komunikacije, njenih afektivnih učinkov in narativnih okvirov pri oblikovanju javnega odziva. V zadnjem delu se oblikuje razumevanje, da ekološka tesnoba ni nujno paralizirajoča, temveč ima lahko tudi pomemben aktivacijski potencial, zlasti kadar je podprta s komunikacijo, ki krepi občutek smisla in možnosti za skupno delovanje.

Ključne besede: ekološka tesnoba, okoljska komunikacija, individualizacija odgovornosti, narativni okviri, afektivni odzivi

Abstract

The article addresses eco-anxiety as an emerging social issue that cannot be understood solely as an individual psychological distress, but rather as a phenomenon embedded in a broader political, social, and communicative context. It is based on the premise that the contemporary environmental crisis, in addition to its material

consequences, also affects how individuals experience the world, the future, and their own sense of responsibility. The paper first outlines the main characteristics of eco-anxiety and the factors contributing to its spread, particularly the individualization of responsibility and limited possibilities for action. It then examines the role of environmental communication, its affective effects, and narrative frames in shaping public responses. In the final part, an understanding emerges that eco-anxiety is not necessarily paralyzing, but can also carry a significant mobilizing potential, especially when supported by communication that fosters a sense of meaning and possibilities for collective action.

Key words: eco-anxiety, environmental communication, individualization of responsibility, narrative frames, affective responses

1. UVOD

Ob naraščajoči kompleksnosti okoljskih sprememb postaja vse bolj očitno, da okoljske krize ni mogoče razumeti zgolj kot tehničnega ali upravljavskega problema, temveč tudi kot družbeni in psihološki izziv. V zadnjih letih se zato vse več pozornosti namenja pojavu ekološke tesnobe, ki se kaže kot občutki skrbi, nemoči, brezsmiselnosti in negotovosti glede prihodnosti. Če trajnostni razvoj razumemo predvsem kot niz merljivih ciljev in tehničnih rešitev, lahko spregledamo, kako ljudje te spremembe doživljajo in osmišljajo. V tem smislu je ekološko tesnobo mogoče razumeti kot pojav, ki se oblikuje v napetosti med zaznano odgovornostjo posameznika, omejenimi možnostmi delovanja ter načini, kako se o okoljski krizi komunicira. Prav v tem presečišču se odpre vprašanje, kako lahko komunikacijski in participativni procesi prispevajo k temu, da občutki nemoči ne vodijo v pasivnost, temveč postanejo izhodišče za bolj reflektirano in kolektivno angažiranost.

2. EKOLOŠKA TESNOBA KOT NASTAJAJOČ DRUŽBENI PROBLEM

Pojem ekološke tesnobe označuje širok spekter negativnih čustvenih odzivov, povezanih z zaznavo okoljskih tveganj in občutkom, da se pogoji življenja spreminjajo na načine, ki jih posameznik težko razume ali obvladuje. Ameriško psihološko združenje jo opredeljuje kot "kronični strah pred okoljsko pogubo" (Clayton idr. 2017, 68), medtem ko Albrecht (2012, 250) govori o splošnem občutku, da so "ekološki temelji obstoja v procesu propada". Izraža se preko različnih simptomov, kot so strah, nespečnost, stres in obsesivno razmišljanje, v redkih primerih pa tudi v intenzivnejših oblikah duševnih stisk. Ob tem je vredno poudariti, da ne gre za patološko stanje, saj le majhen delež ljudi doživlja tovrstno tesnobo na ravni, ki bi jo bilo mogoče primerjati s klinično depresijo ali anksioznostjo (Berry in Peel 2015).

Raziskave kažejo, da se pojavnost ekološke tesnobe povečuje po vsem svetu in da zadeva vse širši krog ljudi iz različnih okolij. V evropski raziskavi je med 20% in 40% vprašanih poročalo o visoki stopnji zaskrbljenosti zaradi podnebnih sprememb (Steentjes idr. 2017, 17). Podobne trende zaznavajo tudi ankete v Združenih državah, kjer je 69% Američanov zaskrbljenih zaradi globalnega segrevanja (Leiserowitz idr. 2018, 3). Med skupine, ki so najbolj dovzetne za tovrstno stisko spadajo prebivalci globalnega juga, domorodne skupnosti, podnebni strokovnjaki in aktivisti ter druge ranljive skupine, ki so neposredno izpostavljene okoljskim spremembam in njihovim posledicam (Coffey idr. 2021). Posebej ranljivi so tudi mladi, pri katerih se okoljska stiska pogosto povezuje z občutkom omejene politične in sistemske moči, pri čemer jo dodatno zaostruje tudi širši občutek, da si je alternativno družbeno prihodnost težko sploh zamisliti.

3. INDIVIDUALIZACIJA ODGOVORNOSTI IN OMEJENOST DELOVANJA

Zgodovinski razvoj odnosa med človekom in naravo je pomembno zaznamovala predstava o človeku kot njenem gospodarju. Tako religiozni kot znanstveni diskurz sta prispevala k legitimaciji tehničnega nadzora nad naravnim svetom, kar je postopoma utrdilo tudi kapitalistično razumevanje narave kot vira za gospodarsko izkoriščanje (Myers 2014). Posameznik se tako znajde v ambivalentnem položaju, kjer deluje znotraj družbenih in ekonomskih struktur, ki so se utrdile skozi takšno razumevanje narave, hkrati pa se od njega pričakuje, da prevzame nase odgovornost za posledice teh procesov. Čeprav lahko s svojimi odločitvami vpliva na okoljske izide, so njegove dejanske možnosti za spreminjanje širših sistemskih procesov omejene.

V sodobnem diskurzu trajnostnega razvoja je posameznik pogosto predstavljen kot ključen akter sprememb. Predpostavlja se, da lahko širjenje okoljsko odgovornih življenjskih praks in potrošniških navad pomembno prispeva k trajnostnemu prehodu. Tak pristop zanemarja sistemsko naravo okoljskih kriz. Z individualizacijo odgovornosti se težišče reševanja kompleksnih problemov preusmeri na raven osebnega vedenja. Namesto političnih in strukturnih sprememb so v ospredju potrošniške izbire, izračuni osebnega ogljičnega odtisa in pozivi k individualnim spremembam kot domnevno osrednjemu sredstvu reševanja problema. Takšna depolitizacija okoljskih vprašanj pomeni, da ta postanejo predvsem moralna naloga in breme posameznika (Maniates 2001).

Ob tem je potrebno upoštevati tudi omejitve človekovega zaznavanja. Podnebne spremembe so počasne, sistemske, abstraktne, zaradi česar jih ljudje težko dojamejo kot neposredno grožnjo. Kot poudarjata Markowitz in Shariff (2012), je človeški

kognitivni sistem prilagojen zaznavanju takojšnjih in jasno prepoznavnih nevarnosti, ne pa dolgoročnih procesov z razpršenimi vzroki in posledicami. Zato zgolj racionalne informacije in opozorila navadno ne vodijo do vedenjskih sprememb, saj zanemarijo temeljne omejitve naše zaznave in odločanja. Pripravljenost za delovanje lahko še dodatno oslabi občutek neučinkovitosti. Zaznana učinkovitost posameznika je pogosto odločilni dejavnik, ki vpliva na to, ali bo sploh poskušal ukrepati. Če verjamemo, da nismo sposobni reševati podnebnih sprememb, to dejansko tudi postanemo (Västfjäll 2015).

4. OKOLJSKA KOMUNIKACIJA IN OBLIKOVANJE JAVNEGA ODZIVA

Komunikacija o podnebnih spremembah ne deluje le na kognitivni ravni, temveč ima tudi izrazito afektivno razsežnost, saj soustvarja čustveni okvir znotraj katerega ljudje okoljsko krizo razumejo in se nanjo odzivajo. Znanost in mediji zato niso zgolj prenašalci znanja, ampak pomembno vplivajo na to, ali posameznik ob soočenju s temi temami občuti predvsem resnost problema ali nemoč. Katastrofični narativi, moralizirajoči apeli in poudarjanje neizogibnosti sprememb lahko sicer okrepijo občutek nujnosti, vendar pogosto prispevajo k psihološki preobremenjenosti, zlasti kadar niso podkrepljeni z jasnimi in dosegljivimi možnostmi za ukrepanje (Diamond in Urbanski 2022).

Ob tem se kaže problematična tudi predpostavka, da več informacij samodejno vodi v več delovanja. Mit "informacijskega deficita" predpostavlja, da bi ljudje ukrepali, če bi le razpolagali z dovolj podatki, vendar takšen model ne pojasni dejanskih odzivov javnosti (Norgaard 2011). Kopičenje številk in dokazov občinstva navadno ne aktivira, temveč ga otopi. Namesto preobilja informacij (*infowhelm*), se kot pomembnejši dejavnik kaže naš odnos do tistega, ki sporočilo posreduje. Ljudje namreč informacije in rešitve lažje sprejemajo, kadar govorca doživljajo kot nekoga, ki deli njihove temeljne vrednote (Stoknes 2015).

Pomembna razsežnost okoljske komunikacije je tudi vprašanje, kakšen čustveni ton sporočil učinkoviteje spodbuja odziv javnosti. Podporo podnebnim politikam učinkoviteje krepijo pozitivno naravnana sporočila, uokvirjena v zdravstveni kontekst in umeščena v bližnjo prihodnost, medtem ko poudarjanje negativnih posledic, individualne odgovornosti ter bolj oddaljenih problemov, kot so migracije, deluje šibkeje. Po drugi strani pa imajo lahko pomembno vlogo tudi negativno obarvana sporočila, saj povečajo zaznavno resnost problemov (Pellow 2017). Pomemben vidik je tudi narativna perspektiva. Gustafson idr. (2020) ugotavljajo, da abstraktni in splošni opisi podnebnih sprememb poslušalca pogosto ne nagovorijo z dovolj osebne bližine, da bi sprožili spremembo stališč, medtem ko osebne zgodbe in konkretne vsakdanje izkušnje zmanjšujejo psihološko distanco ter delujejo kot most med individualnim doživljanjem in globalnimi problemi.

5. OD TESNOBE K ANGAŽIRANOSTI

Ekološka tesnoba sama po sebi ni niti negativna niti pozitivna. Lahko deluje kot ovira, kadar posameznika ohromi, obenem pa tudi kot vir notranje motivacije, refleksije in angažiranega delovanja. Empirični podatki kažejo, da so posamezniki, ki doživljajo tovrstno tesnobo, bistveno pogosteje motivirani za spremembo vedenja kot tisti, ki je ne doživljajo (87% v primerjavi s 40%) (APA 2020). Ekološka tesnoba ima torej izrazit aktivacijski potencial, njen izraz pa je pomembno odvisen od tega, kako jo družba prepozna in naslavlja.

Pri soočanju z ekološko tesnobo se kot posebej učinkovita kažeta dva dejavnika: angažirano delovanje ter povezanost z drugimi. Prvo krepi občutek osebne učinkovitosti in smisla, obenem pa zmanjšuje doživljanje nemoči. Skupnostno delovanje pa utrjuje občutek pripadnosti, povezanosti in socialnih vezi (Ojala 2012). Oboje se pomembno oblikuje skozi komunikacijo. V okoljskih razpravah namreč ni dovolj, da preprosto "imamo prav"; bistveno je, da smo slišani. Aktivno poslušanje, spoštljiv dialog in nenasilna komunikacija zmanjšujejo obrambne odzive ter pomagajo vzpostavljati zaupanje tudi tam, kjer obstajajo vrednotni zadržki. Kadar ljudi nagovarjamo ob upoštevanju njihovih izhodišč in z razumevanjem njihove perspektive, je večja verjetnost za odprt in konstruktiven odziv. Prehod od tesnobe k angažiranosti je možen predvsem tam, kjer komunikacija ne ostane pri opozarjanju, temveč odpira prostor skupnega premisleka in delovanja. Takšna komunikacija širi imaginarij mogočega ter odpira prostor za drugačne oblike sobivanja in skupnih rešitev.

6. ZAKLJUČEK

Ekološka tesnoba razkriva, kako globoko okoljska kriza posega v človekovo doživljanje sveta, prihodnosti in lastne odgovornosti. Prav zato ekološke tesnobe ni mogoče ustrezno razumeti brez upoštevanja širšega družbenega, političnega in komunikacijskega konteksta. Če naj prispeva k bolj konstruktivnim oblikam delovanja, je ključno komunikacijo o okoljskih spremembah premakniti od zgolj katastrofičnih opozoril k sporočilom, ki poleg resnosti problema vključujejo tudi jasne in dosegljive možnosti za ukrepanje. Obenem se kot pomembno kaže zmanjševanje individualizacije odgovornosti ter krepitev poudarka na političnih, institucionalnih in kolektivnih razsežnostih reševanja krize. V tem okviru je potrebno razvijati vključujoče komunikacijske in participativne procese, ki krepijo zaupanje, občutek smisla in zmožnost skupnega delovanja.

VIRI IN LITERATURA

1. Albrecht, Glenn A. 2012. Psychoterratic Conditions in a Scientific and Technological World. *Ecopsychology: Science, Totems, and the Technological Species*. Cambridge Massachusetts: MIT Press, 241-264.
2. American Psychological Association. 2018. *APA Dictionary of Psychology*. https://dictionary.apa.org/anxiety.
3. American Psychological Association. 2020. The mental health impacts of climate change: Findings from a Pacific Island atoll nation. https://www.apa.org/news/press/releases/2020/02/climate-change.
4. Berry, Helen L. in Dominic Peel. 2015. Worrying about climate change: is it responsible to promote public debate? *BJPsych International* 12 (2): 31-32.
5. Clayton, Susan, Christie Manning, Kirra Krygsman, Meighen Speiser. 2017. *Mental health and our changing climate: Impacts, implications, and guidance*. Washington, D.C.: APA, and ecoAmerica.
6. Coffey, Yumiko, Navjot Bhullar, Joanne Durkin, Islam M. Shahidul, Kim Usher. 2021. Understanding Eco-anxiety: A Systematic Scoping Review of Current Literature and Identified Knowledge Gaps. *The Journal of Climate Change and Health* 3: 1-6.
7. Diamond, Emily in Kaitlin Urbanski. 2022. The Impact of Message Valence on Climate Change Attitudes: A Longitudinal Experiment. *Environmental Communication* 16 (8): 1046–1058.
8. Gustafson, Abel, Matthew T. Ballew, Matthew H. Goldberg, Matthew J. Cutler, Seth A. Rosenthal, Anthony Leiserowitz. 2020. Personal Stories Can Change Climate Change Beliefs and Attitudes: The Mediating Role of Emotion. *Communication Reports* 33 (3):121–135.
9. Leiserowitz, Anthony, Edward Maibach, Connie Roser-Renouf, Seth Rosenthal, Matthew Cutler, John Kotcher. 2018. Climate change in the American mind: December 2018. *Yale Program on Climate Change Communication*. https://climatecommunication.yale.edu/wp-content/uploads/2019/01/Climate-Change-American-Mind-December-2018.pdf.
10. Maniates, Michael F. 2001. Individualization: Plant a Tree, Buy a Bike, Save the World? *Global Environmental Politics* 1 (3): 31-52.
11. Markowitz, Ezra in Azim Shariff. 2012. Climate Change and Moral Judgment. *Nature Climate Change* 2 (4): 243–247.
12. Myers, Tim C. 2014. Understanding Climate Change as an Existential Threat: Confronting Climate Denial as a Challenge to Climate Ethics. *De Ethica. A Journal of Philosophical, Theological and Applied Ethics* 1 (1): 53–70.
13. Norgaard, Kari. 2011. *Living in Denial: Climate Change, Emotions, and Everyday Life*. Cambridge Massachusetts: MIT Press.
14. Ojala, Maria. 2012. Hope and climate change: The importance of hope for environmental engagement among young people. *Environmental Education Research* 18 (5): 625–642.
15. Pellow, David N. 2017. *What is Critical Environmental Justice?*. Cambridge: Polity.
16. Steentjes, Katharine, Wouter Poortinga, Christina Demski, Nicholas Pidgeon. 2017. *European Perceptions of Climate Change (EPCC): Topline findings of a survey conducted in four European countries in 2016*. https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/98660/7/epcc.pdf
17. Stoknes, Per Espen. 2015. What We Think about When We Try Not to Think about Global Warming: Toward a New Psychology of Climate Action. Hartford: Chelsea Green.
18. Västfjäll, Daniel, Paul Slovic in Marcus Mayorga. 2015. Pseudoinefficacy: negative feelings from children who cannot be helped reduce warm glow for children who can be helped. *Frontiers in Psychology*. 6 (616): 1-12.

POLITOŠKA REFLEKSIJA PARTICIPACIJE MLADIH NA COP30

REFLECTING ON YOUTH PARTICIPATION AT COP30: A POLITICAL SCIENCE PERSPECTIVE

» Jan ZUPAN

Mladinski svet Slovenije
Dimičeva ulica 9, 1000 Ljubljana

zupan.jan6@gmail.com

Povzetek

Prispevek obravnava participacijo mladih v mednarodnih podnebnih pogajanjih kot politični in komunikacijski fenomen, ki presega zgolj formalno vključenost. Na podlagi refleksije sodelovanja na COP30 in v programu Mladinskega podnebnega delegata Slovenije analizira protislovja med vključevanjem in dejanskim vplivom. Posebno pozornost se namenja vprašanju ohranjanja kritične distance v institucionalnih okoljih, kjer procesi profesionalne socializacije pogosto spodbujajo prilagajanje prevladujočim normam. Prispevek zagovarja tezo, da je vključevanje mladih ključno za demokratično legitimnost podnebnih politik, vendar njegov transformativni potencial ostaja omejen. V zaključku izpostavi implikacije za okoljsko komunikacijo in družbeno odgovornost, predvsem pomen pluralnosti perspektiv in kritične razprave.

Ključne besede: participacija mladih, podnebna pogajanja, demokratična legitimnost, okoljska komunikacija, reprezentacija

Abstract

This paper examines youth participation in climate governance as a political and communicative phenomenon that goes beyond formal inclusion. Drawing upon reflections from participation at COP30 and the Youth Climate Delegate Programme of Slovenia, it analyzes contradictions between inclusion and actual influence. Particular attention is given to maintaining critical distance within institutional settings, where processes of professional socialization often encourage conformity to dominant norms. The paper argues that youth participation is essential for the

democratic legitimacy of climate policies, yet its transformative potential remains limited. It concludes by outlining implications for environmental communication and social responsibility, emphasizing the importance of plural perspectives and critical engagement.

Key words: youth participation, climate governance, democratic legitimacy, environmental communication, representation

1. UVOD

Vključevanje mladih v razprave o okolju in podnebju ter tudi širših družbenih vprašanjih ni vprašanje protokola, ampak vprašanje demokratične legitimnosti, družbene odgovornosti in sposobnosti, da slišijo perspektivo drugih družbenih akterjev. Mladi v te razprave ne vstopamo le kot nosilci prihodnosti, ampak moramo biti videni kot akterji v sedanjosti. A ravno zaradi te realnosti moramo mladi ohranjati kritično distanco do institucij, delegacij, do lastne želje po sprejetosti in skušnjave, da prevzamemo imaginarije okolja, v katerem delujemo in želimo napredovati.

V zadnjih letih je participacija mladih postala normativno pričakovan element razprav o podnebnih spremembah in okoljskem upravljanju. Ta participacija se povečuje vse od mednarodnih vrhov do nacionalnih, regionalnih in lokalnih politik z zavedanjem, da bodo procesi, ki potekajo na teh nivojih, dolgoročno oblikovali njihove življenjske pogoje. Pri povečani participaciji pa se odpira tudi ključno vprašanje: v kolikšni meri participacija in vključenost pomenita tudi višji vpliv?

Prispevek participacijo mladih obravnava ne samo kot vprašanje vključevanja, ampak kot širši politični in komunikacijski fenomen. Umešča jo v razprave o legitimnosti, reprezentaciji in načinu produkcije znanja v okoljskem upravljanju. Pri tem se posebno pozornost nameni vlogi mladih, ki delujejo znotraj institucionalnih okvirov, kot so nacionalni programi mladinskih (podnebnih) delegatov, kjer morajo hkrati sodelovati znotraj institucij in ob tem ohranjati kritično distanco do teh sistemov.

2. POLITIČNI POMEN PARTICIPACIJE MLADIH

Vključevanje mladih v podnebno upravljanje se pogosto utemeljuje z vidika medgeneracijske pravičnosti in demokratične legitimnosti. Podnebne politike imajo dolgoročne posledice, ki bodo nesorazmerno vplivale na mlajše generacije, zato je njihova participacija nujna.

Vprašanje, ki se vedno znova pojavlja je, na kakšen način vključiti mlade, kjer se participacijo ne bo zreduciralo le na simbolno prisotnost. Pri tem je ključno razlikovanje med dostopom do prostora odločanja in zmožnostjo vplivanja na odločitve. Arnstein (1969, str. 217) v svoji klasični tipologiji participacije opozarja, da obstaja bistvena razlika med navidezno participacijo in dejanskim soupravljanjem, pri čemer številne oblike vključevanja ostajajo na ravni informiranja ali posvetovanja, brez zmožnosti dejanskega vplivanja. Podobno sodobnejše analize participacije kažejo, da formalni mehanizmi vključevanja ne zagotavljajo nujno tudi samega vsebinskega vpliva (Cornwall, 2008).

Mednarodni procesi, vključno s konferencami pogodbenic (COP), so v zadnjem času vzpostavili številne formalne in neformalne kanale za vključevanje mladih, npr. podelitev statusa opazovalca na konferenci pogodbenic organizaciji Youth non-governmental organisation (YOUNGO) leta 2011 (YOUNGO, 2021), ali pa preko nacionalnega nivoja, kjer posamezne države članice ustanavljajo programe Mladinskega podnebnega delegata, kot je ta v Sloveniji, ki je narejen pod Ministrstvom za okolje, podnebje in energijo (MOPE) v sodelovanju z Mladinskim svetom Slovenije (MSS), kjer je omogočena participacija mladim v podnebnih politikah. Kljub korakom naprej v vključevanju, pa vpliv na oblikovanje politik pogosto ostaja omejen. Problem se pojavi, ko nedržavni akterji, vključno z mladimi, delujejo v okvirih, ki jih določajo države in institucionalne strukture, kar lahko omejuje njihovo sposobnost neposrednega vplivanja na končne odločitve.

To participacijo mladih lahko razumemo kot prostor interakcije med institucionalnimi strukturami in novimi družbenimi akterji. Ta interakcija pa je po svojem značaju inherentno asimetrična, saj institucije ohranjajo nadzor nad agendo in odločevalskimi mehanizmi, medtem ko mladi vstopajo kot relativno šibkejši akterji. Takšno razmerje moči je predvsem značilno za širše procese globalnega upravljanja, kjer formalna in deklarativna odprtost ne pomeni nujno tudi enakovredne porazdelitve vpliva, hkrati pa se to razmerje moči kaže skozi (ne)omogočanje participacije različnih akterjev ter določitev načina same participacije tem akterjem (Gaventa, 2006).

3. PARTICIPACIJA MLADIH V PRAKSI: IZKUŠNJA COP30

Sodelovanje na COP30, ki je potekal v Braziliji, Belem, znotraj programa mladinskega podnebnega delegata omogoča vpogled v konkretne oblike participacije mladih v podnebnih politikah. Takšni programi odpirajo dostop do visokih političnih ravni, omogočajo širjenje razumevanja diplomatskih procesov, vsebine mednarodnih podnebnih pogajanj ter vključevanje v komunikacijo med institucijami in javnostjo.

Mladinski predstavniki pri teh procesih pogosto igrajo dvojno vlogo, po eni strani je njihova naloga zbiranje mnenja mladih o teh politikah, da se omogoči legitimnost samega mnenja institucije mladinskega delegata, kjer se nato perspektive mladih vna-

ša v diskurz, ki poteka znotraj institucionalnih prostorov, po drugi strani pa te kompleksne politične razprave prevajajo v bolj dostopne narative, ki so bolj prebavljivi za splošno javnost.

Sodelovanje mladih znotraj delegacij pa prinaša tudi svoje omejitve. Kot omenjeno prej, mladi lahko velikokrat delujejo znotraj določenih okvirjev, pogosto so usklajeni z nacionalnimi stališči ali institucionalnimi prioritetami, kar se je pokazalo predvsem za mladinske predstavnike zunaj evropskega prostora. To odpira nova vprašanja o avtonomiji in obsegu neodvisnega kritičnega delovanja.

4. MED PARTICIPACIJO IN KRITIČNO DISTANCO

Eden ključnih izzivov participacije mladih v institucionalnih okoljih je držanje kritične distance. Vstop v profesionalne in diplomatske sfere pogosto zahteva prevzemanje ustaljenih načinov komunikacije, razmišljanja in delovanja.

Proces profesionalne socializacije je ambivalenten, saj po eni strani mladim omogoča učinkovito delovanje v kompleksnih sistemih, po drugi strani pa lahko vodi v internalizacijo prevladujočih norm in pogledov. Raziskave socializacije mladih profesionalcev kažejo, da se od njih pričakuje prevzem določene »etike obnašanja« (*ang.* »ethic of behavior), pri čemer se lahko razvije »cinična distanca« do vsebine organizacijske kulture, medtem ko se zunanja oblika delovanja prilagodi pričakovanjem (Poulter in Land, 2008). S tem načinom socializacije se zmanjšuje sama verjetnost, da bodo mladi v prostore vnašali radikalno nove ideje ali kritične perspektive. Preko teh procesov se ustvarja protislovje, kjer se od mladih pričakuje inovativnost in drugačnost a so obenem za uspešno vključevanje nagrajeni predvsem takrat, ko se prilagodijo obstoječim normam in praksam institucij. S tem se vzpostavlja paradoks: participacija mladih je formalno spodbujana, vendar je njihova uspešnost pogosto pogojena prav s prilagoditvijo obstoječim normam. Prav to pa zmanjšuje njen transformativni potencial.

5. IMPLIKACIJE ZA OKOLJSKO KOMUNIKACIJO IN DRUŽBENO ODGOVORNOST

Opisana protislovja imajo pomembne implikacije za komunikacijo ter razumevanje družbene odgovornosti. Če želimo, da participacija mladih preseže tokenistično oz. simbolno raven, morajo institucije aktivno ustvarjati pogoje za večjo pluralnost mnenj in odpirati prostor za kritično razpravo. Okoljske komunikacije tako ne gre razumeti kot samo prenos usklajenih sporočil, ampak kot prostor dialoga, v katerem so legitimni tudi konflikti, razlike in alternativni pogledi. V tem kontekstu pa mladi ne nastopajo več kot enoten reprezentativen subjekt, temveč kot nosilci različnih perspektiv in miselnih vzorcev. Smiselno vključevanje mladih mora zato delovati kot mehanizem, kjer se odpira prostor za preizpraševanje ustaljenih praks in spodbujanje inovativnosti.

6. ZAKLJUČEK

Participacija mladih v podnebnih politikah je nujna, a hkrati kompleksna. Kljub velikem napredku v institucionalnih okvirjih, ki ustvarjajo več priložnosti za vključevanje, ostaja ključno vprašanje, ali te priložnosti omogočajo tudi dejanski vpliv.

Ohranjanje ravnotežja med participacijo in kritično distanco je bistveno za ohranjanje transformativnega potenciala mladih. Ključno vprašanje tako ni več, ali so mladi vključeni, temveč ali njihova vključitev dejansko omogoča preoblikovanje obstoječih institucionalnih in diskurzivnih okvirov.

VIRI IN LITERATURA

1. Arnstein, S. R. (1969). A Ladder Of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, *35*(4), 216–224. https://doi.org/10.1080/01944366908977225
2. Cornwall, A. (2008). Unpacking "Participation": models, meanings and practices. *Community Development Journal*, *43*(3), 269–283. https://doi.org/10.1093/cdj/bsn010
3. Gaventa, J. (2006). Finding the Spaces for Change: A Power Analysis. *IDS Bulletin*, *37*(6), 23–33. https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2006.tb00320.x
4. Poulter, D., & Land, C. (2008). Preparing to work: dramaturgy, cynicism and normative 'remote' control in the socialization of graduate recruits in management consulting. *Culture and Organization*, *14*(1), 65–78. https://doi.org/10.1080/14759550701863373
5. YOUNGO. (2021). *Introduction to YOUNGO*. Unted Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Introduction%20to%20YOUNGO%202022.pdf

CELOVITA PRESOJA VPLIVOV NA OKOLJE – FORMALNI MINIMUM IN DELIBERATIVNI POTENCIAL

STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT – THE FORMAL MINIMUM AND DELIBERATIVE POTENTIAL

» **doc. dr. Tanja PUCELJ VIDOVIĆ**

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Vodja Sektorja za okoljske presoje
Langusova ulica 4, 1000 Ljubljana

tanja.pucelj-vidovic@gov.si

Povzetek

Besedilo pojasnjuje, da je celovita presoja vplivov na okolje (CPVO) pravni in postopkovni instrument, katerega namen je vključevanje okoljskih vidikov v pripravo planov in programov. Za njeno izvajanje pravo predpisuje minimalne procesne zahteve, kot so priprava okoljskega poročila, posvetovanje z organi in javnostjo, upoštevanje pripomb, obveščanje po sprejetju plana ter spremljanje vplivov njegovega izvajanja. Prispevek poudarja, da je formalni pravni okvir sicer nujen, vendar razmeroma tog. Za doseganje dejanskega namena CPVO je ključno predvsem to, da se neformalna faza okoljske presoje odvija sočasno z nastajanjem plana, saj lahko le tako vpliva na njegovo vsebino, okoljsko poročilo pa ni oblikovano le kot naknadno »opravičilo« že sprejetih odločitev. V nadaljevanju se prispevek posveti vprašanju deliberativnosti in obravnava nekatere vzroke, ki jo v praksi omejujejo. V zaključku pa prispevek opozarja, da tudi pravni okvir zožuje deliberativnost, saj v formalnem delu postopka razpravo zoži na pravno relevantne argumente oziroma dejstva, medtem ko čustveni, vrednostni in širši družbeni kontkest ostajajo v ozadju.

Ključne besede: celovita presoja vplivov na okolje, CPVO, strateška okoljska presoja, javnost, deliberativnost

Abstract

The text explains that Strategic Environmental Assessment (SEA) is a legal and procedural instrument intended to integrate environmental considerations into the preparation of plans and programmes. Its implementation is governed by law through minimum procedural requirements, such as the preparation of an environmental report, consultation with authorities and the public, consideration of comments, notification after the adoption of the plan, and monitoring of the impacts of its implementation. The paper emphasizes that the formal legal framework is necessary, but relatively rigid. For SEA to achieve its actual purpose, it is crucial that the informal phase of environmental assessment takes place simultaneously with the preparation of the plan, since only in this way can it influence the substance of the plan and the environmental report is not drafted merely as an ex post "justification" of decisions already taken. The paper then turns to the question of deliberativeness and discusses some of the reasons that limit it in practice. In conclusion, the paper points out that the legal framework itself also narrows deliberativeness, since in the formal part of the procedure it limits discussion to legally relevant arguments or facts, while emotional, value-based, and broader social context remain in the background.

Key words: strategic environmental impact assessment, SEA, CPVO, public, deliberativeness

1. UVODOMA

Celovita presoja vplivov na okolje (CPVO) oziroma strateška okoljska presoja je pravni instrument postopkovne narave, katerega »aspiracija« oziroma cilj je prispevati k visoki ravni varstva okolja s tem, da se v proces priprave oziroma sprejemanja načrtov in programov (v nadaljevanju: planov) vključijo okoljski vidiki. Trajnostnejše rešitve v planih naj bi zagotovila s tem, da se možni znatni oziroma pomembni vplivi izvajanja plana na okolje upoštevajo že v procesu njegovega sprejemanja, zlasti z vključevanjem ustreznih in zadovoljivih (okoljskih) informacij.

2. MINIMALNE PROCESNE ZAHTEVE

Opisan namen želi SEA direktiva[1] doseči tako, da državam članicam EU nalaga harmonizirani minimum petih postopkovnih zahtev:

1. V postopku priprave plana je kot del dokumentacije o njegovi pripravi treba pripraviti okoljsko poročilo, ki ima predpisano vsebino.[2] V njem naj bi se opredelili, opisali in ovrednotili verjetni pomembni oziroma znatni okoljski vplivi izvajanja plana ter primerne druge možnosti za doseganje ciljev plana.
2. Preden se plan sprejme je obvezno izvesti posvetovanje, in sicer tako z organi, ki so pristojni na posameznih področjih varstva okolja, kot z javnostjo, pri čemer država lahko opredeli javnost, s katero se je treba posvetovati, vključno z t.i. zadevno javnostjo. Zahteva se dovolj zgodnje posvetovanje, še preden se plan sprejme, pri čemer je treba javnosti »dovolj zgodaj dati učinkovito priložnost, da v ustreznih rokih poda svoje mnenje o osnutku plana in spremljajočem okoljskem poročilu«.[3] Namen tega posvetovanja je zagotavljanje transparentnosti in sprejemanja informiranih in preglednih odločitev.[4]
3. Okoljsko poročilo, mnenja, ki jih podajo ustrezni organi in javnost (izide posvetovanja) ter izide čezmejnega posvetovanja je treba »upoštevati« že med pripravo načrta ali progama.[5]
4. Ko je plan sprejet, morajo biti sodelujoči organi in javnost o tem ustrezno obveščeni. Direktiva pa ne zahteva le obvestila o tem, da je bil plan sprejet, ampak mora biti plan javnosti tudi dostopen. Uzakonjena je pojasnjevalna dolžnost, saj mora to obvestilo vsebovati tudi izjavo, ki povzema, kako so bili v plan vključeni posamezni okoljski vidiki, kako so bili upoštevani okoljsko poročilo in izidi posvetovanj, razloge, zakaj je bil plan izbran glede na druge primerne možnosti ter ukrepe o spremljanju pomembnih okoljskih vplivov njegovega izvajanja.
5. Možne pomembne okoljske vplive izvajanja plana je treba spremljati, in sicer z namenom, da se lahko dovolj zgodaj ugotovijo nepredvideni škodljivi vplivi in sprejmejo ustrezni ukrepi za njihovo »sanacijo«.

1 Direktiva 2001/42/ES o presoji vplivov nekaterih načrtov in programov na okolje. UL L 197 21. 7. 2001, str. 30–37.

2 Glej podrobneje 5. člen in prilogo 1 SEA direktive.

3 Tako drugi odstavek 6. člena.

4 Glej na primer uvodni recital št. 15.

5 Opozoriti velja, da te zahteve ni ni mogoče razumeti kot zahteve soglasja ali prepovedi odločanja ob nasprotovanju javnosti ali sodelujočih organov.

3. OMEJITVE IN FLEKSIBILNOST PRAVNEGA INSTRUMENTA

Ker je strateška okoljska presoja pravno reguliran instrument, jo v formalnem oziroma predpisanem delu (ta se v Sloveniji odvija pred ministrstvom, pristojnim za okolje[6]) neizogibno prežema določena nefleksibilnost.

A pravo ne zapira vrata korakom, ki bi pomenili »presežek predpisanega pravnega minimuma pri vključevanju različnih deležnikov.

Obenem pa je ravno neformalizirani oziroma pravno neregulirani del procesa nastajanja plana in spremljajočega okoljskega poročila ključen za dejansko vključevanje okoljskih vidikov v vsebino plana. Za doseganje namena presoje je pomembno, da se ta odvija (oziroma da okoljsko poročilo nastaja) sočasno s sprejemanjem vsebinskih odločitev o planu in ne naknadno - kot njegovo opravičevanje. Bistveno je, da se okoljska presoja odrazi v vsebini plana.

Ker SEA direktiva opredeljuje le minimalni okvir procesnih korakov in podrobnosti urejanja le tega prepušča državam članicam, imajo te relativno širok okvir pri uresničevanju osnovnih postopkovnih zahtev (npr. glede oblik sodelovanja itd.). Vendar države v normativnem urejanju praviloma ohranjajo (naj)širši okvir, kar pa ne pomeni, da (posamezni) postopki planov ne bi smeli preseči formalnega minimuma in uvesti večjo stopnjo deliberativnosti (npr. tudi druge deliberativne metode poleg javne predstavitve in sprejemanja pripomb javnosti).

4. O PRAVNI IN DEJANSKI DELIBERATIVNOSTI CELOVITE PRESOJE VPLIVOV NA OKOLJE (CPVO)

Če deliberativnost razumemo kot način odločanja, ki temelji na razpravi, argumentih, vključevanju različnih deležnikov in iskanju čim širšega soglasja, lahko ugotovimo, da predpisane procesne zahteve CPVO[7] vsebujejo elemente deliberativnega procesa.

Vendar pa so formalne zahteve deliberativnosti omejene le na nekatere metode. Kot obveza so na primer predpisane (le) javna objava in obravnava osnutka plana in okoljskega poročila, obveza omogočanja mnenj in pripomb tekom javne objave ter opredelitev do teh pripomb. Predpisani minimum v javnosti pogosto ni dobro sprejet, določen del javnosti je v fazi javne obravnave osnutka prostorskega akta in okoljskega poročila že absolutno proti sprejetju plana.

Izkazuje se tudi, da se z vzpostavitvijo pravne zahteve, da je potrebno javno objavo in obravnavo omogočiti že v fazi pobude za sprejem državnega prostorskega akta – torej z zgodnejšo zahtevo sodelovanja - ne prinaša manjše konfliktnosti in večje možnosti za uspeh deliberativnega procesa.

Deliberativnost naj bi sicer povečevala legitimnost sprejetih planov, zmanjšala konfliktnost, povečala kakovost odločitev, krepila zaupanje v institucije, omogočala bolj trajnostne in premišljene rešitve. Pa je temu pri sprejemanju planov, zlasti prostorskih aktov, res tako? V kakšni meri se v praksi sprejemanja prostorskih aktov in drugih planov sploh lahko doseže, da se plani sprejmejo skozi premišljeno, odprto, transparentno in argumentirano razpravo vseh deležnikov, vključno s t.i. (zainteresirano) javnostjo. Izziv procesa ni le v vprašanju, ali so organi, ki vodijo te postopke, ustrezno pripravljeni in usposobljeni za resnično delibirativnosti, temveč tudi v razumevanju učinkovitosti procesov in percepciji namena postopka s strani javnosti ter njeni želji in sposobnosti, da poskuša sodelovanje umestiti ob razumevanju širšega konteksta oziroma pravne in družbene vloge plana.

V Sloveniji se soočamo s številnimi omejitvami, ki vplivajo na uresničevanja ciljev deliberativnosti. Med njimi velja izpostaviti:

- Splošno nezaupanje v delovanje državnih in lokalnih institucij in nezaupanje v strokovnjake. To se pri državnih prostorskih izvedbenih aktih na primer odraža v zaznavi, ki enači investitorja in ministrstvo za prostor (kot pripravljavca plana) oziroma ministrstvo za okolje (kot odgovorno institucije za formalni del okoljske presoje). V postopku smo soočeni z nezaupanjem v strokovne institucije, ki jim je pravno zaupano varovanje javnega interesa na posameznih področjih delovanja in nezaupanje v zasebne (plačane) strokovnjake in njihove strokovne izdelke - plane, okoljska poročila in strokovne podlage. Visoko kompleksna in strokovna vprašanja so v čustveni razpravi pogosto pavšalizirana ter enostransko in brezpogojno naslovljena.
- V pravnem smislu sta državna in lokalna oblast zadolženi za izpeljavo deliberativnega procesa, zaradi česar težko prepričljivo sočasno nastopata v vlogi sogovornika ali pristnega zbiralca idej vpletenih deležnikov. Ne glede na pooblastila v zakonodaji je v praksi jasno, da ministrstvo za prostor, občina in ministrstvo za okolje niso najbolj primeren (in tudi ne zadovoljivo usposobljen) moderator procesa. Vendar pa tega problema ni mogoče enostavno rešiti s predajo procesa v roke moderatorsko usposobljeni instituciji. Že dejstvo, da jo plača organ, ki sprejema plan, lahko namreč vzbuja nezaupanje v njeno nepristranost.
- Problem (ne)enakosti »orodij« in (širine) perspektive udeležencev. Prostorski akti so vsebinsko in tehnično zahtevni in so težko razumljivi brez predznanja, vključno na primer z znanjem uporabe GIS orodij.[8] Po drugi strani pa mora pri-

6 O tem, ali je pravno ali glede na dejanske razmere v Sloveniji res nujno, da ministrstvo nastopa kot nekakšen posrednik oziroma »vmesni odločevalec«, kdaj drugič.

7 CPVO sicer ni predvidena v postopku priprave ali spremembe vseh planov, ampak le tistih, katerih izvajanje bo verjetno imelo znatne oziroma pomembne vplive na okolje. Pri tem so vzpostavljene določene domneve in predpisani kriteriji preverjanja, ali je okoljsko presojo treba izvesti.

8 Vsi podatki (okoljske študije, meritve, vizualizacije) so sicer dostopni javnosti. Vprašanje pa je koliko lahko laična javnost razume gole podatkov in koliko je prostora za manipulacije/nezaupljivost v njihovi interpretaciji. Že npr. strokovne podlage državnih prostorskih aktov so precej številne in obsežne, njihovo celovita razumevanje pa praviloma terja določena strokovna znanja.

pravljavec plana v razpravi zasledovati širšo perspektivo; na primer v primeru temeljnega lokalnega prostorskega akta je potrebno dobro poznavanje stanja okolja in prostora in njegovih potencialov in omejitev oziroma pregled vseh prostorskih in okoljskih, socialnih, gospodarskih, prometnih in drugih družbenih izzivov v občini. Kako je torej možno zagotoviti kakovost razprave z deležniki, ki imajo različno stopnjo vedenja o zadevi in ki pogosto zastopajo le parcialne interese.

Druga odprta vprašanja so glede na vrste planov (že glede na državno in lokalno raven prostorskega načrtovanja) različno poudarjena:

- Tako ni povsem jasno katere metode deliberativnosti so, ob upoštevanju vsebine in (pravne) narave ter »vloge« posameznih aktov, sploh lahko aktualne. Posamezni vidiki deliberativnosti so namreč že v izhodišču različno dosegljivi za državne in občinske prostorske akte. Državni obravnavajo velike infrastrukturne projekte (ceste, železnice, energetika) državnega pomena in vplivajo na več občin, imajo močnejše investicijsko in politično ozadje, odločevalci pa so (vsakodnevno in s tem tudi politično) bolj oddaljeni od vsakdana prebivalcev, s čimer pri sprejemanju teh aktov obstaja večja možnost, da prebivalci umestitev v lokalno okolje dojamejo kot (ne)sorazmernost bremena oziroma odrekanja za »skupni blagor«. Deliberativnost je zato že na načelni ravni težje doseči pri državnih kot pri občinskih prostorskih aktih, pri katerih prebivalci lažje razumejo širši kontekst. Še posebej določene vsebine lokalnega načrtovanja (npr. zelene površine, dostopnost do osnovne infrastrukture) so bolj pristno povezane z vsakdanom ljudi. A so tudi pri občinskih aktih pogosto v ospredju lastni, parcialni interesi (npr. po zazidljivosti/nezazidljivosti parcele), manj pa širši uvid v trenutne in bodoče izzive v prostoru, ki ga mora znati ustrezno zastopati in predstaviti občina.
- Po prostorski zakonodaji mora biti pri občinskem načrtovanju javnost vključena (najmanj) v fazi že pripravljenega osnutka in okoljskega poročila. Mnogi sicer menijo, da že oblikovan osnutek ni dovolj zgodnja faza sodelovanja javnosti, a po drugi strani je vprašljivo, ali je zgodnejše sodelovanje javnosti, ko še ne obstojijo temeljne rešitve in še ni odgovorov na nekatera temeljna vprašanja, res ustrezna faza za sodelovanje (splošne) javnosti. Če bo v končni fazi umestitev na drugi lokaciji ali drugačna, bi to lahko pomenilo »nepotrebno vznemirjanje« deležnikov, ki se ob drugačnih izhodiščih sploh ne bi vključili v proces nastajanja plana.
- Sodelovanje javnosti (praviloma) ni enakopravno soodločanje z izvoljenimi predstavniki javne oblasti.[9] Pomembno je, da se sodelujoča javnost zaveda konteksta in okvirja svojega sodelovanja pri sprejemanju prostorskega akta ali drugega plana. Pomembna je tudi resnična želja vseh vpletenih po iskanju (naj)boljših rešitev in skupno razumevanje (potencialnega) namena in omejitev sodelovanja.
- Prava deliberativnost zahteva čas, ki ga odločevalci pogosto niso pripravljeni in pod pritiskom zahteve po učinkovitosti niti niso zmožni vložiti v proces.
- Ustrezno je treba nasloviti problem absolutnega nasprotovanja (dela) javnosti določenim umestitvam oziroma tehnologijam.[10] V teh primerih javnost oziroma del javnosti svojo vlogo vidi v blokadi sprejetja plana. Navedeno ima lahko vzrok v dejstvu, da ljudje prostor bivanja in oddiha dojemamo čustveno, celo identifikacijsko. Problem ni v nasprotovanju dela javnosti zaradi prepričanj in vrednot. Tovrstno nasprotovanje je legitimna pravica vsakogar. Je pa problematično, če pravi razlogi nasprotovanja ostajajo nevidni oziroma se predrugačijo v argumente, ki imajo večje (pravne) možnosti uspeha.[11] V razpravi je treba prostor zagotovo zagotoviti tudi čustvenim in vrednostnim argumentom, vendar jih je treba nasloviti kot takšne in ne prikriti. Ne smejo pa se odpraviti kot nepomembni. Sprejeti je treba tudi dejstvo v vsakem procesu obstaja del ljudi, ki ne bodo nikoli spremenili stališča in soglašali z umestitvijo oziroma vsebino plana. Uspeh je, če bodo ti v procesu dobili občutek, da so bili slišani (in ne ignorirani), saj so bili njihovi argumenti resno obravnavani, če bodo razumeli, kako je bila odločitev sprejeta in morda uspeli vsebinsko prispevati k odločitvi vsaj pri nekaterih vidikih – na primer pri zmanjšanju vplivov (vizualnost, kompenzacijski ukrepi itd.). Cilj je, da absolutni nasprotniki ne delegitimirajo postopek sprejemanja plana. A tudi ta cilj ni mogoče doseči pri tistih, ki lahko pripoznajo, da so bili slišani le, če so bili njihovi predlogi tudi sprejeti.

5. ALI PRAVNI OKVIR (V DOLOČENI MERI) OVIRA DELIBERATIVNOST?

Pravni okvir CPVO lahko deliberativnost omejuje na več ravneh:

- Prvič, pravna ureditev spodbuja izpostavljanje argumentov, ki imajo (večjo) pravno težo. Udeleženci tako poudarjajo pravno relevantne vidike, torej tiste, ki jih lahko podprejo s pravom (npr. Direktivo o habitatih), medtem ko čustveni in vrednostni motivi, četudi dejansko ključni, ostajajo prikriti, celo zavestno ali podzavestno predrugačeni. Ker pravo čustvenih in vrednostnih argumentov pogosto ne priznava kot pravno relevantne, četudi so za javnost lahko ključni, se v procesu izkrivlja slika dejanskih interesov in zmanjšuje pristnost razprave,

9 Prostorski akt je pravno-politični akt in nosilci oblasti, ki ga sprejmejo, so tisti, ki nosijo politično in tudi pravno odgovornost za sprejeti plan.

10 Tudi v Sloveniji imamo primere umeščanja, pri katerih je dejavnost povezanih lokalnih civilnih iniciativ proti vetrnim elektrarnam prerasla v splošno zavračanje te tehnologije. Vetrne elektrarne se razumejo kot korist zasebnega, tržnega subjekta, uzakonjeno nadomestilo lokalni skupnosti pa kot nedostojno podkupnino.

11 Primerjava razprave o JEK 2 in VE, torej o neprimerljivih stopnjah tveganj, je na primer pokazala povsem drugo stopnjo čustvene razburjenosti in kulture dialoga.

v kateri bi bili vsi vidiki enakovredno obravnavani. S tem se razprava zoži na nabor dejstev, ki jih pravo priznava kot relevantna, medtem ko pomembni vidiki družbene realnosti ostanejo neupoštevani.

- Drugič, pravni okvir tudi na druge načine vnaprej zamejuje obseg razprave. Na primer pri državnih prostorskih načrtih je območje posega določeno že s pobudo, zaradi česar razprave ni mogoče razširiti na lokacije izven DPN. To seveda zmanjšuje možnost iskanja alternativ in omejuje deliberativni potencial.
- Posamezne faze CPVO (odločitev o CPVO in sprejemljivost plana) so v okoljski zakonodaji določene kot upravni postopek, kar - glede na to, da gre za eno od faz sprejemanja splošnega akta - ni ustrezno.

VIRI IN LITERATURA

1. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2, Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-1O, 78/23 – ZUNPEOVE, 23/24, 21/25 – ZOPVOOV, 56/25 – PoZ in 11/26 – odl. US),
2. Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3, Uradni list RS, št. 199/21, 18/23 – ZDU-1O, 78/23 – ZUNPEOVE, 95/23 – ZIUOPZP, 23/24, 109/24, 25/25 – odl. US, 75/25 in 14/26),
3. Uredba o merilih za ocenjevanje verjetnosti pomembnejših vplivov izvedbe plana, programa, načrta ali drugega splošnega akta in njegovih sprememb na okolje v postopku celovite presoje vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 9/09 in 44/22 – ZVO-2)
4. Uredba o okoljskem poročilu in podrobnejšem postopku celovite presoje vplivov izvedbe planov na okolje (Uradni list RS, št. 73/05 in 44/22 – ZVO-2)

EKOLOŠKA KRIMINALITETA IN VIKTIMIZACIJA – ZAKAJ SE LJUDJE NA EKOLOŠKE VIKTIMIZACIJE RAZLIČNO ODZOVEMO

ENVIRONEMNTAL CRIME AND VICTIMIZATION – WHY PEOPLE RESPOND DIFFERENTLY TO ENVIRONMNETAL VICTIMIZATION

» **izr. prof. dr. Katja EMAN**

Fakulteta za varnostne vede Univerze v Mariboru
Kotnikova 8, Ljubljana

katja.eman@um.si

Povzetek

Človek je del ekosistema in odgovoren za njegovo stanje; onesnaževanje in naravne nesreče so pogosto posledica človekove dejavnosti. Ekološke viktimizacije so škodljive posledice okoljskih sprememb, ki prizadenejo ljudi, živali in ekosisteme, ter jih lahko razvrstimo po naravi vpliva, času, prostoru in namernosti. Ljudje se na viktimizacijo zaradi ekološke kriminalitete različno odzivamo. Odzive skupnosti je moč razdeliti v štiri skupine: pasivno sprejemanje, pravni postopki, nasilni protesti ali nenasilno reševanje konfliktov. Analiza primerov iz prakse je pokazala, da se v Sloveniji odzivi kažejo kot preplet pravne zavesti, družbene organiziranosti in okoljskega angažmaja (t.i. civilne iniciative), kar podpira trajnostni razvoj in spoštovanje pravice do življenja v zdravem okolju. Popolna zaustavitev ekološke kriminalitete ni mogoča, a je možna simbiotska sožitje človeka in narave. Trajne rešitve zahtevajo izobraževanje, spremembo družbenih norm in oblikovanje moralnih vrednot, medtem ko pravna sredstva nudijo le kratkoročne ukrepe. Majhni koraki posameznika lahko dolgoročno ustvarijo temelje za trajnostni in etično odgovoren odnos do okolja, pri čemer je viktimizacija ključna za razvoj okoljske politike in zaščito žrtev.

Ključne besede: okolje, ekološka kriminaliteta, ekološke viktimizacije, ekološka kriminologija, Slovenija

Abstract

Humans are part of the ecosystem and are responsible for its condition; pollution and natural disasters are often the result of human activity. Environmental victimisation refers to the harmful consequences of environmental changes that affect people, animals, and ecosystems, and can be classified by the nature of the impact, timing, location, and intent. People respond differently to victimisation caused by environmental crime. Community responses can be divided into four groups: passive acceptance, legal action, violent protests, or non-violent conflict resolution. An analysis of case studies in Slovenia has shown that responses manifest as a combination of legal awareness, social organisation, and environmental engagement (so-called civil initiatives) that support sustainable development and the right to live in a healthy environment. Complete elimination of environmental crime is impossible, but a symbiotic coexistence between humans and nature is achievable. Lasting solutions require education, changes in social norms, and the formation of moral values, while legal measures provide only short-term solutions. Small steps taken by individuals can, in the long run, lay the foundations for a sustainable and ethically responsible relationship with the environment, with victimisation playing a key role in developing environmental policy and protecting victims.

Key words: environment, environmental crime, environmental victimization, green criminology, Slovenia

1. UVOD

Okolje je izpostavljeno številnim nevarnostim, ki so v veliki meri posledica človekove dejavnosti. Zato ekološka kriminaliteta zajema specifične inkriminacije, usmerjene tako proti naravi kot proti človeku, pri čemer ogroža temeljne človekove vrednote, nenazadnje lahko tudi njegovo življenje. Posledice teh dejanj niso omejene le na neposredno škodo posamezniku, temveč prizadenejo tudi bistvene dejavnike, ki omogočajo človekovo preživetje. Pri pregledu kriminoloških in viktimoloških (ter drugih) del o ekološki kriminaliteti vedno naletimo na enega in istega storilca – t.j. človek.[1]

Človek je umeščen v naravo kot enakovreden in soodvisen del ekosistema, v katerem skupaj z drugimi živimi bitji tvori medsebojno povezan sistem. Preživetje in kakovost življenja sta odvisna od materialnih pogojev ter predvsem od odnosa do drugih živih bitij (Pličanič, 2003). Onesnaženost okolja in naravne nesreče, kot delne posledice človekove dejavnosti, predstavljajo enega ključnih in zaskrbljujočih varnostnih problemov sodobne družbe. Ljudje pogosto onesnaževanje dojemajo kot neprijetno, a neizogibno dejstvo, pri katerem lahko storijo zelo malo ali nič; dejansko pa prav človek – z vsemi svojimi odločitvami in dejanji – nosi glavno odgovornost za stanje planeta.

V zadnjih štirih desetletjih se je zaskrbljenost v zvezi z varstvom naravnega okolja izredno povečala na vseh nacionalnih in mednarodnih nivojih. Posledično so številne države sprejele različne predpise in uvedle ukrepe za preprečevanje onesnaževanja, izčrpavanja naravnih virov ter uničevanja biološke raznolikosti. Stopnja angažiranosti se med državami razlikuje; nekatere so pri izvajanju okoljskih politik bolj dosledne in zavzete, druge manj. Med države, ki aktivno spremljajo in uveljavljajo okoljske ukrepe, spada tudi Slovenija. Pri tem so pristojne službe za ekološko kriminaliteto v Sloveniji zaznale povečano ozaveščenost ljudi o pomenu varstva narave, kar se odraža tudi v naraščanju števila prejetih prijav nezakonitih dejanj zoper okolje.

Posledice človekovega delovanja so že očitne: izginjajo različni habitati, številne živalske in rastlinske vrste se znajdejo na robu izumrtja, primanjkuje pitne vode, nekatere naravne surovine postajajo redke, različni ekosistemi so vse bolj izčrpani. Schnaiberg in Gould (1989) opozarjata, da tudi obnovljivi energetski viri niso popolna rešitev, saj lahko povzročajo okoljsko škodo na različne načine, na primer zaradi visokih stroškov opreme, velikih površin, potrebnih za vetrne ali sončne elektrarne, hrupa ter potencialnega svetlobnega ali radioaktivnega onesnaževanja. S tem se jasno pokaže paradoks ekološke kriminalitete: človek je hkrati edini storilec in največja žrtev posledic svojih dejanj. T.i. ‚zeleni zločini' ne ogrožajo le posameznika, temveč dolgoročno vplivajo na celotne ekosisteme, ki pa so pogoj za človekovo preživetje. Iz te perspektive, je razumevanje človekove vloge v naravi in posledic njegovih dejanj ključno za razvoj učinkovitih strategij preprečevanja in obvladovanja ekološke kriminalitete. Zato pričujoč prispevek predstavlja kriminološki in viktimološki diskurz o ekološki kriminaliteti in povzročenih posledicah v smislu človekovega dojemanja ekoloških viktimizacij in odzivanja nanje, s poudarkom na primerih iz slovenskega okolja.

1 Ekološka kriminaliteta zajema vsako dejanje ali opustitev ravnanja, ki neposredno ali posredno škoduje okolju, zdravju ljudi ali naravnim dobrinam. Gre za posege izkoriščanja naravnih virov, gradnjo in obratovanje objektov, porabo surovin, predelavo odpadkov, emisije v vodo, zrak ali tla, ravnanje z nevarnimi snovmi ter uničenje naravnih vrednot ali zmanjšanje biološke raznovrstnosti. S sociološkega vidika vključuje vsako deviantno obnašanje, ki ni skladno z okoljevarstvenimi normami (Selinšek, 2003). Zatorej, ekološka kriminaliteta zajema vsako pravno opredeljeno odklonsko ravnanje ali opustitev ravnanja, ki povzroči poslabšanje, obremenitev, propadanje ali uničenje okolja ter moti njegove naravne procese. Storilec je lahko posameznik, skupina, podjetje ali korporacija. Posebnost ekološke kriminalitete je, da poleg neposredne škode naravi povzroča tudi posredno škodo človeku.

2. EKOLOŠKA KRIMINALITETA IN EKOLOŠKE VIKTIMIZACIJE

Viktimizacija zaradi ekološke kriminalitete je ena izmed osrednjih tem zanimanja v okviru ekološke kriminologije.[2] Posebnost ekološke kriminalitete je, da so poleg ali neposredno preko okolja žrtve tudi ljudje (primarna in sekundarna žrtev), ki predstavljajo področje zanimanja (ekološke) viktimologije.[3]

Pri problematiki žrtev ekološke kriminalitete so v ospredju vprašanja, kdo je ogrožen, kdo je žrtev in koga lahko štejemo med žrtve teh kaznivih dejanj. To vprašanje je pogosto predmet kriminoloških, sociooloških in širših družboslovnih razprav, pri čemer se postavlja tudi dilema, ali med žrtve ekološke kriminalitete spadajo le ljudje ali tudi druge skupine živih bitij. Druga osrednja tema se nanaša na pojav t. i. »okoljskega rasizma« (ang. environmental racism), ko je škoda, povzročena z onesnaževanjem, odlaganjem odpadkov ali izčrpavanjem naravnih virov, neenakomerno porazdeljena po geografskem in socialnem kriteriju (White, 2010). Pogosto se v bližini revnejših sosesk ali manjšinskih skupnosti gradijo tovarne in predelovalnice odpadkov, ki ogrožajo prebivalce, medtem ko so ti izključeni iz odločanja (Kangaspunta in Marshall, 2009). Posebnost ekološke viktimizacije je tudi njena spreminjajoča se narava – oblike in načini škodovanja okolju in žrtvam se ves čas razvijajo, pojavljajo pa se tudi povsem nove.

Ekološka kriminaliteta ni izključno pravni pojem, temveč je predmet proučevanja različnih znanstvenih disciplin (npr. ekologija, kriminologija, kriminalistika, biologija idr.) kar ji daje multidisciplinaren značaj. Z inkriminacijo dejanj zoper okolje je za kriminologijo nastalo novo področje raziskovanja, ki se razlikuje od preteklih študij, saj gre za specifično odklonskost, ki ogroža na poseben način zavarovane dobrine in ima drugačno vzročnost (Pečar, 1981). Kriminološke razprave o ekološki kriminaliteti se večinoma ne ukvarjajo s semantiko, temveč s tem, kako se ta kriminaliteta kaže v praksi, kako se meri, pojasnjuje, preprečuje, regulira in sankcionira. Temeljne značilnosti ekološke kriminalitete s kriminološkega zornega kota so (Selinšek, 2003): kolektivnost in anonimnost žrtev, nizka opaznost storilca, abstraktno in nedoločno dojemanje oškodovanosti, neopaznost ekoloških kaznivih dejanj ter zapletenost njihovega odkrivanja.

2 Ekološka kriminologija je fenomenološka in kavzalno-genetična veda, ki proučuje oblike odklonskega vedenja zoper okolje, raziskuje njegove vzroke ter uporablja empirična spoznanja in izkušnje o človekovem vplivu na spremembe okolja in njihove posledice. Različne nepravilnosti, kršitve in zločini zoper naravo so opredeljeni kot zeleni zločini. V zadnjih dveh desetletjih je s svojim raziskavanjem podala pomembne ugotovitve, uporabne pri preprečevanju namernih, negativnih sprememb okolja.

3 Viktimologija je znanstvena disciplina, ki proučuje kriminaliteto z vidika žrtve, s poudarkom na razmerju med žrtvijo in storilcem. Proučevanje viktimizacije se je začelo v tridesetih letih preteklega stoletja, ko se je povečalo zanimanje za vlogo žrtve v predkriminalnih okoliščinah storilčevega prehoda k dejanju. Vloga žrtve ima ključen pomen pri nastanku kaznivega dejanja (Kanduč, 2001), pri čemer posamezne žrtve v določenih primerih prispevajo k lastni viktimizaciji. Ramljak (2004) viktimizacijo opredeli kot asimetričen, nepravičen in destruktiven odnos, ki pogosto pomeni tudi kršenje predpisov. Naloge (ekološke) viktimologije vključujejo preprečevanje in zmanjševanje števila žrtev, preučevanje vzrokov in rizičnosti viktimizacije, raziskovanje predispozicij za viktimizacijo, analizo relacije med žrtvijo in storilcem ter nudenje pomoči žrtvam. Bauman (2002) dodaja, da ima viktimologija predvsem humanistično dimenzijo, velikokrat tesno povezano z varovanjem človekovih pravic in svoboščin.

Pri ekološki kriminaliteti imajo žrtve povsem drugačno vlogo kot pri klasični kriminaliteti, ker so poleg okolja ali neposredno preko okolja (biotskih in abiotskih naravnih elementov) ogroženi tudi ljudje. Tako govorimo o primarni (t.j. okolje) in sekundarni žrtvi (t.j. človek). Izjema so le tisti storilci, ki sami postanejo žrtve, čeprav bo ob popolnem uničenju okolja žrtev pravzaprav vsakdo. V primerjavi z drugo kriminaliteto žrtve ekoloških kaznivih dejanj le redko prispevajo h genezi ekološke kriminalitete. Strinjam se s Pečarjem (1988), da ekološka kriminaliteta v katerikoli obliki izhaja iz koristoljubnosti, katero določa imperativ dobička ob človeškem prisvajanju in obvladovanju narave. Kot v začaranem krogu se vse zopet vrne k človeku – storilec ali žrtve, morda oboje.

Žrtve ekološke kriminalitete je mogoče kategorizirati na več načinov, kar omogoča boljše oblikovanje politik, odzivov in odkrivanje problemov za prihodnje raziskave. Kdo so žrtve ekološke kriminalitete, je odvisno od širine pogleda, s katerim jih preučujemo. Kriminologi, ki uporabljajo najširšo definicijo ekološke viktimizacije, navajajo naslednje skupine žrtev: 1) posamezniki; 2) skupnosti; 3) ostala živa bitja; 4) države (npr. majhne otoške države v Pacifiku, ogrožene zaradi dviganja morske gladine); 5) lokalno in globalno okolje; 6) prihodnje generacije.

Tako kot ekološka kriminaliteta imajo tudi njene žrtve posebne značilnosti (Skinnider, 2011). Pogosto se ne zavedajo, da so viktimizirane, ali pa se kljub zaznani okoljski škodi ne dojemajo kot žrtve kaznivega dejanja. Viktimizacija je običajno dolgotrajna in kumulativna ter ne zajema le ljudi, temveč tudi druga živa bitja in naravo. Posledice se lahko pokažejo šele z zamikom, odgovorni povzročitelji pa pogosto niso jasno prepoznavni. Poleg tega je viktimizacija pomembna predvsem zaradi velikega števila prizadetih ljudi, hkrati pa je pogosto prisotno neravnovesje moči med žrtvami in povzročitelji.

Zaradi teh posebnosti je ocenjevanje in merjenje škode pri žrtvah ekološke kriminalitete še posebej zahtevno. Pojavlja se tudi univerzalna viktimizacija (kot je npr. globalno segrevanje), ki prizadene vse ljudi, ne glede na njihovo lokacijo ali socialni status. Pri tem pa moramo izpostaviti še neenako razdelitev okoljske škode, ki ima tri elemente (Hall, 2010): geografskega, socialnega in ekonomskega. Z drugimi besedami, tiste države in skupine v državah, ki so najrevnejše in socialno najšibkejše, so nesorazmerno bolj okoljsko viktimizirane. Lee (2009) dodaja, da so revni ljudje ponavadi izključeni iz postopka odločanja o okolju, sprejetih politik pa ne morejo spremeniti. Zaradi česar se vedno pogosteje na povzročene viktimizacije tudi opazno in slišno odzivajo.

3. ODZIVI NA EKOLOŠKE VIKTIMIZACIJE

Ekološke viktimizacije predstavljajo škodljive posledice okoljskih sprememb, ki prizadenejo ljudi, živali in ekosisteme. Razdelimo jih lahko glede na več kriterijev. Prvi kriterij je narava vpliva, kjer ločimo med neposrednimi in posrednimi viktimizacijami. Neposredne viktimizacije povzročijo takojšnjo škodo, na primer uničenje doma zaradi

poplave, medtem ko se posredni učinki pokažejo šele kasneje, kot pri kontaminaciji vode, ki povzroči zdravstvene težave tedne po izlitju strupenih snovi. Drugi kriterij je časovni vidik škode, kjer razlikujemo med takojšnjimi in dalj časa trajajočimi učinki. Takojšnji učinki so opazni nemudoma, kot na primer izguba biodiverzitete pri gozdnem požaru, medtem ko dalj časa trajajoče viktimizacije, kot so posledice podnebnih sprememb, vplivajo postopoma in trajno spreminjajo ekosisteme ter pridelavo hrane. Tretji kriterij temelji na prostorski razsežnosti škode. Ekološke viktimizacije lahko prizadenejo posameznike (individualne), lokalne skupnosti (lokalne), širše geografske regije (regionalne), celotne države (nacionalne) ali celo svetovni ekosistem (globalne).[4] Četrti kriterij je namernost povzročene škode. Nekatere viktimizacije so namerne, kar pomeni, da so posledica zavestnih dejanj ljudi, na primer ilegalna sečnja gozdov. Druge pa so nenamerne, kjer škoda nastane kot stranski učinek človekove dejavnosti, na primer industrijsko onesnaženje, ki nenamerno ogrozi živali in ljudi.

Celostno razumevanje ekoloških viktimizacij skozi te kriterije omogoča natančnejšo analizo tveganj in razvoj ustreznih ukrepov za preprečevanje in ublažitev negativnih vplivov na okolje in družbo, saj pretekle analize in študije (Kangaspunta in Marshall, 2009; Skinnider, 2011; White, 2010) kažejo, da so družbeni odzivi zelo različni.

Odzivi na viktimizacije zaradi ekološke kriminalitete se lahko razlikujejo glede na družbeni, politični in okoljski kontekst, intenzivnost škode ter zmožnost prizadetih skupnosti za organizirano ukrepanje. Ena od oblik odziva je *pasivno sprejemanje dogajanja*, pri čemer posamezniki ali skupnosti do določene mere ignorirajo ekološke grožnje, saj se soočajo z drugimi, bolj perečimi problemi. Takšni primeri so znani iz nekaterih afriških držav, kjer so ljudje bolj obremenjeni s politično tranzicijo, revščino ali nasilnimi spopadi, kar zmanjšuje njihovo sposobnost aktivnega nasprotovanja ekološki viktimizaciji. Druga oblika odziva je *soočenje s problemom z uporabo pravnih in institucionalnih mehanizmov*, vključno z vložitvijo tožb, zahtevami po odškodninah ali izpostavljanjem škode preko civilnih iniciativ. Tak pristop je pogosto povezan s tradicijo strpnosti in institucionalne participacije, kar je lepo razvidno v primeru industrijske nesreče v Bhopalu, kjer so prizadeti prebivalci poskušali pridobiti odškodnine za povzročeno škodo po pravni poti. V nekaterih primerih se odzivi na ekološko kriminaliteto izražajo kot *nasilni protesti, nemiri, stavke ali celo sabotaže*. Ti pogosto združujejo okoljski in politični aktivizem ter se pojavljajo v povezavi z drugimi družbenimi gibanji ali bojem za pravice manjšin. Primeri vključujejo proteste proti francoskim jedrskim poskusom na Tahitiju, gibanja proti usmrtitvi živali in uporabi krzna, ter lokalne proteste proti odlaganju nevarnih odpadkov, kot so primeri v Zagorju, Tenetišah in okraju Warren County v Združenih državah Amerike, kjer so lokalne skupnosti nasprotovale odlaganju PBC odpadkov. Nazadnje je možen *nenasilni pristop k reševanju konfliktov*, ki je uspešen predvsem v manjših skupnostih ob pogojih omejene okoljske škode in zanemarljivih zdravstvenih tveganjih. Primer tega predstavlja kraj Oakland Fruitvale v Združenih državah Amerike, kjer so lokalni prebivalci uporabili mediacijo in druge nenasilne metode za reševanje okoljskih sporov in reparacijo uničenega okolja po umiku vojaške baze iz mesta.

Analiza primerov iz prakse je pokazala, da se v slovenskem prostoru posamezniki, ki so ogroženi zaradi onesnaževanja ali drugih posegov v okolje, praviloma povezujejo v civilne iniciative ter aktivno sodelujejo pri organiziranih odzivih na ekološke viktimizacije. Ti odzivi se pogosto kažejo na dva načina. Prvi način vključuje soočenje s problemom z uporabo pravnih in zakonitih metod (v preteklosti tudi podpora VČP), kar omogoča izražanje nasprotovanja in preprečevanje nadaljnjega ogrožanja okolja. Drugi način pa predstavlja odziv z nemiri in protesti, ki pogosto vključuje širši aktivizem ter boj za pravice lokalnih skupnosti in posameznikov. Takšni pristopi kažejo, da slovenske civilne iniciative združujejo pravno zavest, socialno organiziranost in okoljski aktivizem kot odgovor na ogrožanje okolja in ljudi.

4. ZAKLJUČNA RAZPRAVA

Ne glede na oblike ekološke kriminalitete je pogosto vzrok v etični drži posameznika. Sodobna ekološka etika opozarja, da je razsvetljenska ideja ločitve človeka in narave povzročila "popredmetenje narave" – narava je postala zgolj objekt človekovega delovanja, brez moralnega statusa, kar omogoča ignoriranje moralnih obveznosti do okolja. Ta objektni odnos velja za ključen vzrok današnje okoljske degradacije.

Na to, kako se bodo ljudje odzvali na ekološke viktimizacije, vplivajo družbeni, politični in okoljski kontekst, intenzivnost škode ter zmožnost prizadetih skupnosti za organizirano ukrepanje. V Sloveniji pa odzivi kažejo na preplet pravne zavesti, družbene organiziranosti in okoljskega angažmaja, kar budi upanje za ohranitev naše zelene dežele in spoštovanja pravice do življenja v čistem in zdravem okolju, kot je zapisano v Ustavi Republike Slovenije.

Popolna zaustavitev onesnaževanja ni mogoča, a je mogoča simbioza človeka in narave. Trajnostni razvoj, ki upošteva naravne omejitve, je eden izmed dobrih predlogov. Etično-ekološki konflikt človeškega napredka se kaže v izčrpavanju naravnih virov in izrinjanju drugih oblik življenja, zaradi česar nekateri človeško kulturo označujejo kot delno morbidno. Okoljska etika raziskuje moralni status narave in dolžnosti človeka do nje. Če bi posamezniki bolj premišljeno ravnali in se zavedali vpliva na prihodnje generacije, bi bile z okoljem povezane težave manj pereče. Pravna sredstva nudijo le kratkoročne rešitve; trajna rešitev zahteva izobraževanje, spremembo družbenih norm in oblikovanje moralnih vrednot posameznika. Majhni koraki posameznika lahko dolgoročno ustvarijo temelje za trajnostni in etično odgovoren odnos do narave. Pri ekološki kriminaliteti je pomemben tudi vidik viktimizacije, saj omogoča oblikovanje okoljske in socialne politike, ki žrtvam zagotavlja pravno zaščito in povračilo škode (Burns, Lynch in Stretesky, 2008). Slednje ni le problem viktimologije in kriminologije,

4 Primeri vključujejo posameznika, ki izgubi dom zaradi neurja, onesnaženje reke, ki vpliva na lokalno skupnost, sušo, ki prizadene več regij, naravne katastrofe, ki vplivajo na celotno državo, ter globalno segrevanje in taljenje ledenikov, ki imata svetovne posledice.

ampak problem sodobne družbe, povezan z njeno ozaveščenostjo in pravico do zdravega življenjskega okolja.

5. PREDLOGI POTREBNIH SPREMEMB

- Človeški napredek povzroča etično-ekološki konflikt zaradi izčrpavanja virov in uničevanja drugih oblik življenja. Zato je vidik viktimizacije pomemben za oblikovanje politik, ki žrtvam zagotavljajo zaščito in povračilo škode.
- Pravna sredstva so pogosto le kratkoročna rešitev; dolgoročne spremembe zahtevajo izobraževanje, spremembo družbenih norm in krepitev moralnih vrednot. Posameznikovo odgovorno ravnanje in zavedanje vpliva na prihodnje generacije sta ključna za zmanjšanje okoljskih problemov.
- Odzivi na ekološke viktimizacije so odvisni od družbenega, političnega in okoljskega konteksta, intenzivnosti škode ter organiziranosti prizadetih skupnosti. Za Slovenijo je značilen preplet pravne zavesti, družbene organiziranosti in okoljskega angažmaja.
- Popolna odprava onesnaževanja ni mogoča, možen pa je bolj uravnotežen (simbiotičen) odnos med človekom in naravo. To poudarja trajnostni oziroma sonaraven razvoj, ki predstavlja ključen pristop, ki upošteva omejitve naravnih virov.

VIRI IN LITERATURA

1. Alija A., Ramljak, (2004). Viktimologija. Sarajevo, Fakultet kriminalističkih nauka,
2. Allan, Schnaiberg in Kenneth Alan, Gould, (1989). Environment and Society: The Enduring Conflict. New York, St. Martin's Press.
3. Eileen, Skinnider, (2011). Victims of environmental crime: Mapping the issues. Vancouver: The International Centre for Criminal Law Reform and Criminal Justice Policy.
4. Janez, Pečar, (1981). Ekološka kriminaliteta in kriminologija. Revija za kriminalistiko in kriminologijo, 34(1), str. 33–45
5. Kristina, Kangaspunta in Ineke, Haen Marshall, (2009). Eco-Crime and Justice: Essays on Environmental Crime. Turin: UNICRI.
6. Liljana, Selinšek, (2003). Kazenskopravno varstvo okolja in naravnih dobrin – izziv ali nuja?. Pravnik, 58 (9-12), 651 - 672.
7. Mathew, Hall, (2010). Victims and policy making: A comparative approach. Cullomtpon: Willan Publishing
8. Rob D., White, (2010). Environmental Victims and Resistance to State Crime through Transnational Activism. Social Justice, 36(3), str. 46–60.
9. Ronald G., Burns, Michael J., Lynch in Paul, Stretesky, (2008). Environmental Law, Crime, and Justice. New York: LFB Scholarly Publishing LLC.
10. Senko, Pličanič, (2003). Temelji ekološkega prava. Ljubljana, Cankarjeva založba
11. Tsuey-Ping, Lee, (2009). Social welfare needs of residents in polluted areas: A case of dioxin pollution in southern Taiwan. Public Administration and Development, 29(3), 239-249.
12. Zoran, Kanduč, (2001). Žrtve viktimizacije in viktimološke perspektive. Ljubljana, Inštitut za kriminologijo.
13. Zygmunt, Bauman, (2002). Life in fragments: essays in postmodern morality. Oxford, Malden.

ECOCID 5.
ZLOČIN PROTI ČLOVEŠTVU

ECOCIDE 5.
CRIME AGAINST THE HUMANITY

» dr. Nada PAVŠER

Zveza ekoloških gibanj Slovenije
Cesta krških žrtev 53, Krško

nada.pavser@guest.arnes.si

Povzetek

Danes so že prizadeti so veliki ekosistemi (gozdovi, reke, morja, tla), katerih posledice so dolgotrajne in nepopravljive. Gre za izgubo biotske raznovrstnosti, onesnaženje, ogrožanje zdravja in življenja. Vzroki so lahko namerni ali pa kot posledica hude malomarnosti (npr. industrija, vojaški posegi). Obsežno, hudo ali dolgotrajno uničenje naravnega okolja, ki povzroči resno škodo ekosistemom in ogrozi življenje ljudi ter drugih živih bitij pomeni, da gre za ekocid. Okoljske katastrofe s trajnimi posledicami se bodo poznale še dolgo v prihodnosti. Onesnaževanje voda, zraka in tal so pogosto posledica človekove dejavnosti (investicije s preveliko mero tveganja za podzemno vodo, nezakonito odlaganje odpadkov, izpusti toplogrednih plinov in podobno. Ekocid se nanaša na dejanje namernega škodovanja okolju. O izrazu so v specifičnih krogih mednarodnega prava razpravljali že med sedemdesetimi in devetdesetimi leti prejšnjega stoletja, ponovno pa je vstopil v mednarodni diskurz, ko je škotska odvetnica in okoljska lobistka Polly Higgins leta 2019 vložila predlog spremembo Rimskega statuta, kot mednarodne pogodbe in temelj Mednarodnega kazenskega sodišča (MKS), da ustvari pravni okvir, da bi ekocid vključila med kazniva dejanja in s tem kriminalizacijo ekocida. To bi bila osnova za pregon posameznikov za mednarodna kazniva dejanja. Ekocid ni abstraktni problem – je realna grožnja naravi in človeku v prihodnosti, ker pomeni hudo in obsežno uničenje okolja. Ekocid bi moral postati del ustavne zaščite.

Ključne besede: ekocid, okolje, onesnaževanje, mednarodna kazniva dejanja, kriminalizacija

Abstract

Today, large ecosystems (forests, rivers, seas, soil) are already affected, with long--term and irreversible consequences. This includes loss of biodiversity, pollution, and threats to health and life. The causes can be intentional or the result of gross negligence (e.g. industry, military interventions). Extensive, severe, or long-term destruction of the natural environment that causes serious damage to ecosystems and endangers the lives of people and other living beings is called ecocide. Environmental disasters with lasting consequences will be felt for a long time to come. Water, air, and soil pollution are often the result of human activity (investments with excessive risks to groundwater, illegal waste disposal, greenhouse gas emissions, and the like). Ecocide refers to the act of intentional damage to the environment. The term was already discussed in specific circles of international law between the 1970s and 1990s, and it re-entered international discourse when Scottish lawyer and environmental lobbyist Polly Higgins submitted a proposal in 2019 to amend the Rome Statute, an international treaty and the foundation of the International Criminal Court (ICC), to create a legal framework to include ecocide among the crimes and thus criminalize ecocide. This would be the basis for prosecuting individuals for international crimes. Ecocide is not an abstract problem – it is a real threat to nature and humanity in the future, because it means severe and extensive destruction of the environment. Ecocide should become part of constitutional protection.

Key words: ecocide, environment, pollution, international crimes, criminalization

1. UVOD

Izpusti toplogrednih plinov in uničevanje ekosistemov s sedanjo hitrostjo bodo imeli katastrofalne posledice za okolje in naravo. Vremenske nepravilnosti, vse pogostejše naravne nesreče in hude okoljske škode, ki danes prizadenejo veliko število držav, zato blažitev podnebne krize postaja vse bolj pomembna. To bi lahko povzročilo večjo podporo izvajanju kaznovanja za kaznivo dejanje ekocida. Dober primer je vse večje število otoških držav, ki so najbolj ogrožene zaradi dviga morske gladine so le nekateri od stranskih produktov globalnega zvišanja temperature, ki naj bi se do leta 2100 dvignila z 2,1 na 2,9 stopinje. Nekatere znanstvene projekcije kažejo na še bolj drastične spremembe. Podnebne in ekološke krize so posledica dolgoletnih škodljivih dejavnosti. Potrebne so odločitve, sprejete na najvišjih ravneh. Danes je v svetu veliko primerov dogodkov, ki jih lahko štejemo za ekocid – usmerjena dejanja z očitnim neupoštevanjem nevarnosti za okolje. Te okoljske katastrofe, katerih posledice se bodo poznale še dolgo v prihodnosti, so predvsem izginotje Aralskega jezera, radioaktivni odpadki, grožnja Velikemu koralnemu grebenu, Amazonskega pragozd izginja, Onesnaževanje voda je pogosto posledica človekove dejavnosti, kot so investicije s preveliko mero tveganja za pitno vodo, razlitja nafte, nezakonitega odlaganja odpadkov in drugo.

2. EKOCID

Izraz „ekocid“ je leta 1970 prvič skoval profesor Arthur W. Galston v prošnji za mednarodni sporazum o prepovedi te prakse. Od takrat je bilo narejenih več drugih poskusov, da bi ekocid postal predmet mednarodnih pogodb ali vsaj dosegel politični dogovor. Več drugih poskusov vključuje predlog pokojnega švedskega premierja Olofa Palmeja med okoljsko konferenco ZN leta 1972 ter prizadevanja in lobiranje škotske odvetnice Polly Higgins.

Polly Higgins, odvetnica z mednarodnaim slovesom in nagrajena avtorica knjige Eradicating Ecocide, je aprila 2010 Združenim narodom predlagala nov kot 5. zločin o ekocidu, ki bi ga uvrstili med mednarodne zločine poleg 1. genocida, 2. zločinov proti človečnosti, 3. zločinov agresije 4. vojnih zločin proti miru. Ecocid je opredeljen kot množično »poškodovanje, uničenje ali izguba ekosistemov na določenem ozemlju, bodisi s človeškim delovanjem bodisi iz drugih vzrokov, do te mere, da je mirno in zdravo življenje prebivalcev tega ozemlja resno ogroženo in nevarno.

3. KDAJ GOVORIMO O EKOCIDU

Ekocid je opredeljen kot resna škoda, uničenje ali izguba ekosistemov določenega ozemlja do te mere, da je ali bo življenje vseh živih bitij močno zmanjšano. Zajema kazniva dejanja zoper okolje, kot so krčenje gozdov, onesnaževanje zraka/vode/tal, vplivi podnebnih sprememb itd. Z naraščajočo intenzivnostjo okoljskih težav je ekocid dosegel širšo prepoznavnost in širšo ozaveščenost. Priznanje Sveta ZN za človekove pravice do zdravega okolja kot človekove pravice oktobra 2021 pomeni preboj v razumevanju okoljskega prava. Ni presenetljivo, da je svet trenutno priča ponovnim prizadevanjem za pravno zaščito okolja in pregon odgovornih. Eno od teh prizadevanj je pravno priznavanje in kriminalizacija ekocida.

Žal trenutno ekocid še ni uradno priznan kot mednarodni zločin, čeprav potekajo prizadevanja, da bi postal peti mednarodni zločin po Rimskem statutu Mednarodnega kazenskega sodišča (Rome Statute of the International Criminal Court), za genocidom, zločini proti človečnosti, vojnimi zločini in zločin agresije.

Kampanjo, ki jo je začela Polly Higgins že leta 2010 še vedno neuspešno poteka, da bi za kriminalizacijo ekocida po mednarodnem pravu s spremembo Rimskega

statuta. To bi omogočilo kazenski pregon posameznikov in držav, odgovornih za hudo uničevanje okolja tudi na večje vplive na podnebne spremembe.

Polly je bila vrsto let glasna predstavnica zemeljskega prava in je priznana kot strokovnjakinja na svojem področju. Sprožila je globalno kampanjo za priznanje ekocida kot 5. zločina proti človeštvu. Predlagala je, kako ga spremeniti v rešitev z uporabo prava. Njen predlog je bil opisan kot „prelomna" vsebina, ki je obravnavala bistvo problema. Korporacije, vključene v okolju škodljive dejavnosti, kot so krčenje gozdov, rudarjenje, raziskovanje nafte/plina, bi se lahko soočile s pravno odgovornostjo za ekocid, če bi ta postal mednarodno kaznivo dejanje.

4. KAKO VPLIVA EKOCID NA DANAŠNJI SVET

Doslej je bilo Mednarodno kazensko sodišče (ICC) na splošno tiho, ko gre za ekocid. Zaradi vse večjega pritiska javnosti je tožilstvo leta 2016 objavilo svojo zavezanost oceni obstoječih kaznivih dejanj, kot so zločini proti človečnosti, v širšem kontekstu. To bi vključevalo kazniva dejanja, ki imajo za posledico uničenje okolja, izkoriščanje naravnih virov in nezakonito odvzem zemlje. Ekocid ni le okoljski problem – je kršitev človekove pravice. Če izgubimo vodne vire, izgubimo osnovo za življenje, ker obstoječa zakonodaja obravnava posamezne incidente, ne pa sistemskih uničenj narave (primer kanal C0). Varovanje pitne vode ni le naloga strokovnjakov, je odgovornost vsakega izmed nas.

5. ZAKLJUČEK S PREDLOGI SPREMEMB V SLOVENIJI IN EU

Ekocid pomeni hudo in obsežno uničenje okolja. Ekocid ni abstraktni problem – je realna grožnja naravi, človeku in prihodnosti, zato bi moral ekocid postati del ustavne zaščite.

Priznavanje Ekocida kot 5. zločina proti človeštvu je način za odvračanje okoljsko uničujočih dejavnosti s strani posameznikov, držav in korporacij, ki lahko vodijo do množičnega propada ekosistemov, izgube biotske raznovrstnosti, vplivov na podnebne spremembe, spodkopavanja okoljskih pravic z ogrožanjem zdravja in preživetja za ljudi, ki terja ukrepanje v EU.

Zato je nujno, da se opredeli in kriminalizira ekocid in sicer:

1. da je priznavanje ekocida kot 5. mednarodnega zločina proti človeštvu,
2. da z grožnjami s kazenskimi sankcijami zagotavlja močnejša pravna odvračilna sredstva in mehanizme za zaščito okolja pred množičnim uničenjem,
3. da ekocid postane dopolnilo Ustave v 72.členu RS in opredeli ekocid kot 5. zločin proti človeštvu.

To bi bila je osnova za kaznovanje hujšega okoljskega kriminala. Slovenija bi tako postala druga država v okviru EU poleg Belgije, ki je ekocid že leta 2024 vključila v svojo zakonodajo.

VIRI IN LITERATURA

1. Nathan. Cooper, N. Leilani, Tuala-Warren. (2024) Greenpeace.
2. DI Comar.(2025). Genocide and Ocean. 209-242 Routlede
3. Richard, Falk.(1973). Environmental War and Ecocide – Facts, Assessment and Proposals, Bulletin of Peace Proposals, Vol. 4(1), pp. 80–96
4. Polly, Higgins, (2015). Eradicating Ecocide – 2nd Edition, Shepheard Walwyn Publiser
5. Emma, Lawson. (2024).The Sunday Post.
6. Rebecca, Root. (2024). International Bar Association,
7. Arthur H. Westing, Arms Control and the Environment: Proscription of Ecocide, Bulletin of the Atomic Scientists, Vol. 30(1), pp. 24-27 (1974). Synopsis.
8. https://chatgpt.com/c/69c4234a-cc9c-8333-9747-37f9540aab69, Stop ecocide foundation
9. https://www.justlawjournal.com/insights/a-definition-of-ecocide-announced?utm_source=chatgpt.com
10. https://www.justlawjournal.com/
11. https://ecocidelaw.com/definition/?utm_source=chatgpt.com
12. https://ecocidelaw.com/symposium/
13. https://www.stopecocide.earth/read

GOSPODARJENJE Z VISOKORADIOAKTIVNIMI ODPADKI

HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

» **Matjaž VALENČIČ, dipl. inž. stroj., neodvisni energetski strokovnjak**

ZaEnSvet - okoljska pismenost
Dvorakova ulica 12, Ljubljana

www.zaensvet.si

matjaz.valencic@gmail.com

Povzetek

Radioaktivni odpadki ostajajo največji izziv za jedrsko industrijo. Vsebujejo nevarne snovi, ki jih je treba trajno izolirati od okolja, da se preprečijo škodljivi učinki na zdravje ljudi in ekosisteme. V Sloveniji radioaktivne odpadke proizvaja predvsem jedrska elektrarna, z manjšimi prispevki raziskovalnih inštitutov, univerz in zdravstvenih ustanov.

Radioaktivni odpadki se delijo na:

- Visoko radioaktivni odpadki (VRAO): izrabljeno jedrsko gorivo;
- Nizko- in srednje radioaktivni odpadki (NSRAO): zaščitna oblačila, oprema in odpadki iz čistilnih naprav.

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki v Sloveniji urejajo strogi varnostni predpisi in protokoli odlaganja, ki jih določata tako mednarodna kot nacionalna zakonodaja. Glavni cilj je varno in dolgoročno odlaganje.

Poleg mednarodnih predpisov je treba upoštevati tudi edinstven položaj Jedrske elektrarne Krško (NEK), ki je v skupni lasti Slovenije in Hrvaške. Obveznosti obeh lastnikov ureja meddržavna pogodba BHRNEK. Vendar se ta pogodba ne spoštuje v celoti, saj hrvaški delež odpadkov ostaja shranjen v Sloveniji, kar celotno breme prenaša na slovensko stran.

Avtor kritično ugotavlja, da se ravnanje z radioaktivnimi odpadki – tako z NSRAO kot z VRAO – ne obravnava ustrezno. Posebej zaskrbljujoče je dejstvo, da tako ve-

ljavna zakonodaja kot jedrska industrija še naprej dopuščata možnost predelave izrabljenega goriva, kar predstavlja dodatna tveganja.

Ključne besede: VRAO- visoko radioaktivni odpadki, reprocesiranje, plutonij, proliferacija, meddržavna pogodba

Abstract

Radioactive waste remains the most significant challenge facing the nuclear industry. It contains hazardous substances that must be permanently isolated from the environment to prevent harmful effects on human health and ecosystems. In Slovenia, radioactive waste is primarily generated by the nuclear power plant, with minor contributions from research institutes, universities, and medical facilities.

Radioactive waste is categorized into:

- High-Level Waste (HLW): spent nuclear fuel;
- Low- and Intermediate-Level Waste (LILW): protective clothing, equipment, and waste from treatment plants.

The management of radioactive waste in Slovenia is governed by strict safety rules and disposal protocols defined by both international and national legislation. The primary objective is safe, long-term disposal.

Beyond international regulations, the unique situation of the Krško Nuclear Power Plant (NEK), which is jointly owned by Slovenia and Croatia, must be considered. The obligations of both owners are regulated by the intergovernmental BHRNEK treaty. However, this treaty is not being fully upheld, as the Croatian share of the waste remains stored in Slovenia, placing the entire burden on the Slovenian side.

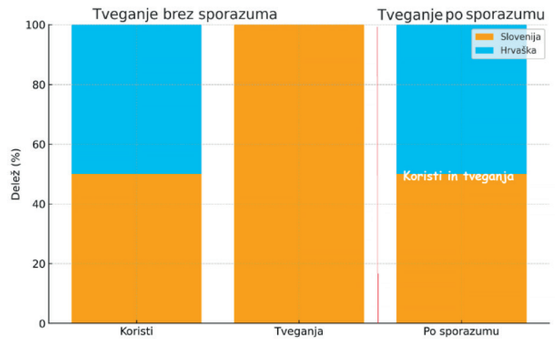
The author critically concludes that the management of radioactive waste—both LILW and HLW—is not being handled adequately. Of particular concern is the fact that both current legislation and the nuclear industry continue to allow for the possibility of spent fuel reprocessing, which poses additional risks.

Key words: HLW- High Level Waste, reprocessing, plutonium, proliferation, intergovernmental treaty

1. UVOD

V okviru **zakonskih podlag** ravnanje z radioaktivnimi odpadki ureja *Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti*, *Pravilnik* in *Resolucija*, ki temeljijo na pravnem redu EU. Deljeno lastništvo NEK pa ureja Meddržavna pogodba, ki je, po mnenju državnega sveta, neustrezna, škodljiva in v nasprotju z nacionalnimi interesi.

Zaradi edinstvene specifike deljenega lastništva (jedrska elektrarna NEK je v Sloveniji, vendar je v 50 % hrvaški lasti) ima zgolj Slovenija jedrske zaveze, tveganja in stroške, Hrvaška jih nima. Hrvaška sicer plačuje zavarovalnino, vendar nima teritorialne in okoljske odgovornosti. Do zneska 1.5 MRD € se odgovornost deli na NEK, zavarovalnice, Republiko Slovenijo in mednarodno skupnost, vso škodo nad 1,5 MRD € pa dejansko prevzame država Slovenija, Republika Hrvaška nič. Jedrska škoda je lahko velika, ocena škode v Fukušimi znaša do 600 MRD €. Da bi to asimetrijo omilili, je ZEG predlagal spremembo *Zakona o odgovornosti za jedrsko škodo* ali sklenitev dodatnega sporazume, ki bi dopolnil lastniška razmerja med partnerji NEK, kar ni v nasprotju z mednarodnim pravom.



Slika 1: Sedanje in predlagano stanje koristi in tveganja lastnikov NEK. Predlog ZEG ne spreminjajo mednarodnega sistema odgovornosti, temveč dopolnjujejo lastniška razmerja med partnerji NEK, kar je v skladu z mednarodnim pravom.

URSJV pojasnil, da predloga ne more upoštevati, skliceval se je na *Konvencijo o odgovornosti tretjim na področju jedrske energije (Pariška konvencija)* in *Bruseljsko dopolnilno konvencijo* z dne 31. januarja 1963. Z zavrnitvijo predloga se nadaljuje asimetrično solastništvo, ki je škodljivo in v nasprotju s slovenskimi interesi.

1.1 Dogovor 17. zasedanja meddržavne komisije

Meddržavna pogodba (BHRNEK) določa, med drugim, obveznosti glede razgradnje, radioaktivnih odpadkov in izrabljenega jedrskega goriva. Člen 10 točka (7) določa: »*Če se pogodbenici do konca redne življenjske dobe ne dogovorita o skupni rešitvi*

odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega jedrskega goriva, se obvezujeta, da bosta najkasneje v dveh letih po tem roku končali s prevzemom in odvozom radioaktivnih odpadkov in izrabljenega jedrskega goriva z lokacije NE Krško, in to vsaka polovico.« Redna življenjska doba NEK je potekla leta 2023 in bi morali pogodbenici do leta 2025 prevzeti vsaka svojo polovico radioaktivnih odpadkov. Obe pogodbenici kršita to določilo.

Za slovensko polovico NSRAO gradi ARAO odlagališče NSRAO. ZEG je podal pripombe na odlagališče NSRAO v saturirani coni (talni vodi), niso bile upoštevane.

Za hrvaško polovico NSRAO je meddržavna komisija na 17. zasedanju odločila, da mora začeti sprejemati svoje RAO do začetka leta 2028, brez končnega datuma. Ta jezikovna bravura, ko besedno zvezo »*končali s prevzemom in odvozom vseh radioaktivnih odpadkov in izrabljenega jedrskega goriva*« nadomestijo z novim datumom in »*začetka prevzemanja NSRAO*« dopušča, da bodo del hrvaških NSRAO in vsi VRAO oz. IG **trajno ostali v Sloveniji**. S tem odlogom hrvaškega prevzemanja radioaktivnih odpadkov se morda res povečuje jedrska varnost, vendar ponovno v breme Slovenije.

2. NSRAO

Skladiščni prostori za NSRAO so bili dimenzionirani za približno 20 let obratovanja NEK, po tem pa bi morali biti odpadki prestavljeni v trajno odlagališče. URSJV je že pred leti pravilno napovedala, da bo skladišče polno, če se ne bo nič spremenilo. Zato je NEK izvedla več ukrepov, ki so upočasnili polnitev skladišča. To so predvsem:

- **Superkompakcija**: Odpadke so dodatno stisnili z visokotlačnimi stiskalnicami, s čimer so znatno zmanjšali njihov volumen v sodih.
- **Sežig in taljenje v tujini**: Del odpadkov (predvsem gorljive odpadke in kovine) so poslali na predelavo v tujino, kjer so jih sežgali ali pretalili, v Krško pa so vrnili radioaktivni pepel in žlindro.

Stališče **Uprave RS za jedrsko varnost (URSJV)** se je v zadnjih letih spremenilo iz „opozorilnega“ v „nadzorovano“, predvsem zaradi dveh ključnih dejavnikov: tehničnih ukrepov za zmanjšanje volumna odpadkov in dejanskega začetka gradnje odlagališča v Vrbini. Gradnja odlagališča se je zelo zamaknila, vendar kaže, da bo v letu 2028 začelo sprejemati NSRAO iz začasnega skladišča v NEK.

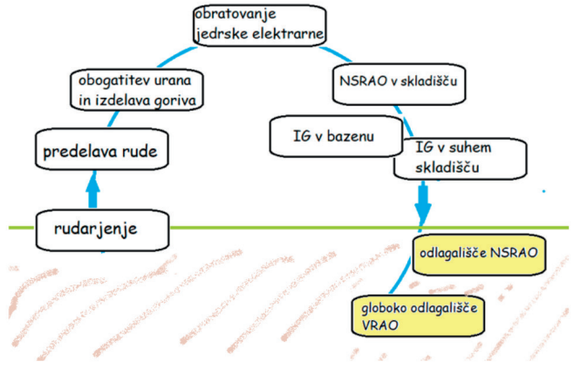
3. IG in VRAO

Razlika med **izrabljenim gorivom (IG)** in **visokoradioaktivnimi odpadki (VRAO)** je predvsem v tem, kako država gleda na ta material – ali ga vidi kot **odpadek**, ali kot **dragoceno dediščino zanamcem.**

Jedrska doktrina je preprosta:

- Priprava goriva: Proces se začne z rudarjenjem urana, njegovo predelavo, obogatitvijo in izdelavo gorivnih elementov, ki se nato vstavijo v jedrski reaktor.
- Uporaba: V reaktorju gorivo proizvaja toploto za generiranje električne energije.
- Odstranjevanje: Ko gorivni elementi dosežejo konec svoje življenjske dobe in niso več učinkoviti za proizvodnjo energije, jih odstranijo iz reaktorja. To izrabljeno gorivo je radioaktivni odpad, ki ga je treba varno odložiti v globoko odlagališče.

Le odprt jedrski gorivni krog zagotavlja zadostno jedrsko varnost za rabo jedrske energije v miroljubne namene. Vse drugo pomeni potencialno jedrsko nevarnost.



Slika 2: odprt jedrski gorivni krog

Izrabljeno gorivo (IG) se lahko obravnava kot koristna snov, ki jo je mogoče predelati, ali kot radioaktivni odpadek, ki ga je treba odložiti. Vsebuje približno 95 % urana in 1 % plutonija. Leta 2023 je bilo v izrabljenem gorivu NEK približno 550 t urana in 6,8 t plutonija, dovolj za 1.000 atomskih bomb. Zato je vsako reprocesiranje (ločitev plutonija od urana) potencialno nevarno, zaradi možnosti izdelave atomskih bomb.

- Jedrski zagovorniki trdijo, da je za atomsko bombo primeren le izotop plutonij-239, ki je v IG zmešan s plutonijem-240. Slednji je onesnaževalec in otežuje izdelavo atomske bombe. Otežuje, ne preprečuje! To ve jedrska stroka že od leta 1962, vendar ne prizna.

- Plutonij je možno predelati v gorivo MOX, ki bi se uporabilo v jedrskih reaktorjih namesto svežega urana. Vendar je občutno dražje od svežega urana in je radioaktivno, zato so njegovo uporabo opustili že povsod po svetu, razen v Franciji. V času, ko jedrska stroka in javnost vesta, da reprocesiranje ni primerno, lahko razumemo zavajanje z reprocesiranjem zgolj v povezavi s prelaganjem stroškov za gradnjo odlagališča na zanamce.



Slika 3: NEK zagovarja reprocesiranje!

Vir: NEK-https://www.nek.si/o-jedrski-energiji/od-urana-do-jedrskega-goriva

- Možnost rabe plutonija je tudi v oplodnih reaktorjih, vendar so, poleg tveganja širjenja jedrskega orožja (proliferacije), težave z oplodnimi reaktorji tako velike, da jih ni v komercialni uporabi.

V NEK skladiščijo izrabljeno gorivo v bazenu in v suhem skladišču v NEK. Ga ne predelujejo in ga nikoli ne bodo. IG bo hranjeno v suhem skladišču nekaj desetletij, morda sto ali dvesto let, in predstavlja varnostno tveganje, ki ga bodo morali nadzorovati še naši pravnuki. Ko bodo takratni jedrski voditelji priznali, da IG ni državna strateška zaloga, ga bodo razglasili za VRAO in odložili v globoko geološko odlagališče, na svoje stroške.

Resolucija (ReNPROG 23–32) predvideva gradnjo geološkega odlagališča (GGO) po fazah:

- do leta 2040, raziskave, preučevanje primerne geološke formacije v Sloveniji;
- do leta 2055, izbira lokacije in potrjevanje njene primernosti (vrtine, raziskave podzemlja);
- do leta 2065 ali 2070, gradnja in začetek obratovanja.

Predlogu o gradnji GGO, ki je zapisan v resoluciji, nihče ne verjame. Slovenija priznava, da je gradnja lastnega odlagališča predraga in išče možnost za mednarodno ali regionalno rešitev. Kot ustanovna članica združenja ERDO (European Repository Development Organisation) išče skupno evropsko odlagališče. Vendar nobena država na svetu ni pripravljena postati »*evropsko jedrsko smetišče*«. Najverjetneje bodo visokoradioaktivni odpadki »*začasno*« trajno ostali v suhem skladišču, v Krškem.

4. PLUTONIJ

Plutonij je bil prvič narejen leta 1941 v Berkeleyju v Kaliforniji. Do sedaj se je v več kot tridesetih državah na svetu nabralo čez 550 ton civilnih in vojaških zalog plutonija, od tega ima 15 držav ločen plutonij, ki ga lahko uporabi za bombo.

Ključni argumenti proti plutonijevi ekonomiji:

1. **Visoko tveganje za širjenje jedrskega orožja (proliferacija).** Plutonij je ključna sestavina za izdelavo jedrskih bomb. Ločevanje plutonija iz izrabljenega goriva (reprocesiranje) naredi ta material dostopnejši državam in terorističnim skupinam, kar predstavlja stalno svetovno varnostno grožnjo.
2. **Ekonomska nevzdržnost in visoki stroški.** Plutonijeva ekonomija se je izkazala za finančno polomijo. Proizvodnja MOX-goriva (mešanica plutonija in urana) je približno petkrat dražja od uporabe običajnega nizko obogatenega urana. Hitri oplodni reaktorji, ki naj bi bili „sanjski stroji“, so komercialno nekonkurenčni, njihova gradnja in vzdrževanje pa zahtevata ogromne državne subvencije.
3. **Tehnična nezanesljivost in varnostna tveganja.** Tehnologija hitrih reaktorjev je izjemno zahtevna. Večina prototipov ima izjemno nizke kazalce izkoriščenosti. Glavni krivec je hlajenje s tekočim natrijem, ki se ob stiku z zrakom ali vodo vžge, kar povzroča pogoste požare in dolgotrajne zaustavitve.
4. **Iluzija o reševanju problema odpadkov.** Zagovorniki zmotno trdijo, da predelava zmanjša količino radioaktivnih odpadkov. Čeprav se volumen najbolj radioaktivnega dela zmanjša, celoten proces kemične predelave ustvari ogromne količine dodatnih srednje in nizko radioaktivnih odpadkov. Poleg tega predelava ne odpravi potrebe po globinskih geoloških odlagališčih temveč jo poveča, saj toplotna obremenitev plutonija in drugih transuranskih elementov zahteva še več prostora v podzemlju, dolgoročna nevarnost za površje pa je odvisna od drugih topnih izotopov (npr. joda-129), ki jih predelava ne uniči.



Slika 4: V knjigi Plutonij so razgaljene sanje o »plutonijevem gospodarstvu«.
Plutonij: kako se je sanjsko jedrsko gorivo spremenilo v nočno moro; Von Hippel, Frank ; Takubo, Masafumi ; Kang, Jungmin

5. ZAKLJUČEK

Paradoks JEK2: V Sloveniji načrtujejo novo jedrsko elektrarno JEK2, ne da bi imeli rešeno vprašanje končnega odlaganja za prvo NEK. Slovenska jedrska stroka se zanaša na to, da bodo zanamci odložili naše (in hrvaške) VRAO na svoje stroške. Ali je moralno sprejemljivo graditi nove objekte, če za obstoječe odpadke načrtujejo le „začasno skladiščenje", ki bo postalo trajno po sili razmer in bo bremenilo naslednje generacije?

Jedrska stroka z izjavo: »Smo nosilci družbene odgovornosti, da kot generacija, ki ima koristi od uporabe radioaktivnih snovi, poskrbimo za trajne rešitve in da bremen ravnanja z radioaktivnimi odpadki **po nepotrebnem** ne prelagamo na naslednje generacije.« dokazuje, da sedanja jedrska tehnologija krši temeljno načelo trajnostnega razvoja – zadovoljevanja potreb sedanjosti brez ogrožanja zmožnosti prihodnjih generacij.

Ključno etično vprašanje ni, ali prelagamo, ampak ali prelagamo na odgovoren način – torej s finančnim skladom, znanstvenim znanjem in načrtom, ki bo prihodnjim generacijam omogočil varno upravljanje tega neprostovoljnega bremena.

VIRI IN LITERATURA

1. Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1); Uradni list RS, št. 76/17, 26/19, 172/21 in 18/23 – ZDU-1O
2. Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom; Uradni list RS, št. 125/21 in 74/24
3. Resolucija o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2023–2032 (ReNPROIG23–32); Uradni list RS, št. 14/23
4. Zakon o ratifikaciji Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo in Skupne izjave ob podpisu Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (BHRNEK); Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 5/03
5. Državni svet Republike Slovenije, sklep 320-06/91-3/57 z dne 19.12.2001
6. Pripombe k Zakonu o spremembi Zakona o odgovornosti za jedrsko škodo; https://zeg.si/novice/241/pripombe_k_zakonu_o_spremembi_zakona_o_odgovornosti_za_jedrsko_skodo/
7. Zakon o odgovornosti za jedrsko škodo (ZOJed-1); Uradni list RS, št. 77/10, 100/25 – ZS-1 in 12/26
8. dopis URSJV 093-1/2013/49 z dne 4. 12. 2025
9. https://zaensvet.si/jedrski-odpadki-v-sloveniji/
10. Minister Kumer po zasedanju Meddržavne komisije NEK: NEK obratovala odgovorno, varno in zanesljivo; https://www.gov.si/novice/2023-10-02-minister-kumer-po-zasedanju-meddrzavne-komisije-nek-nek-obratovala-odgovorno-varno-in-zanesljivo/
11. Mednarodna organizacija ERDO, https://www.erdo.org/
12. Plutonij- kako se je sanjsko jedrsko gorivo spremenilo v nočno moro; https://zaensvet.si/plutonij-kako-se-je-sanjsko-jedrsko-gorivo-spremenilo-v-nocno-moro/; ISBN - 978-961-97264-0-2; COBISS.SI-ID - 259715331

KAMNOLOM ANDRAŽ

Innovation growth

30 let zagotavljanja kakovosti

ELES

RAZVIJAMO PRENOSNO OMREŽJE PRIHODNOSTI

Postavljamo nov mejnik v slovenski elektroenergetiki. Z raziskovalno-inovativnim delom se kot sistemski operater slovenskega elektroenergetskega prenosnega omrežja usmerjamo v njegov trajnostni, sistematični in napredni razvoj. Strateške inovacije nam bodo omogočile izpolnitev našega poslanstva tudi v prihodnosti – skrbeti za varen, zanesljiv in neprekinjen prenos električne energije 24 ur na dan. To bomo dosegli z inovativnimi razvojnimi in tehnološkimi projekti in v sodelovanju z raznolikimi partnerji tako v domačem kot mednarodnem okolju. Za električno energijo na dosegu vaše roke danes in jutri.

www.eles.si

PRENAŠAMO ENERGIJO. OHRANJAMO RAVNOVESJE.

Saubermacher Slovenija

Podjetje

Individualne rešitve odstranjevanja odpadkov za obrt, industrijo in storitvene dejavnosti. Vsestransko, okolju prijazno in učinkovito.

Občine

Veliko občin uporablja naše storitve in svojim potrebam prilagojene rešitve pri odstranjevanju odpadkov.

Gospodinjstva

Kdor želi imeti čisto in urejeno okolje, uporablja naše celovite storitve.



Alpacem

kostak

vztrajnost za
prihodnost

ZEOS 20 LET

SiDG

Slovenski Državni Gozdovi

Tradicionalni 29. STROKOVNI POSVET

Univerza v Mariboru
Fakulteta za strojništvo

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Gospodarska zbornica Slovenije
Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala