

NAČRTOVANJE
PREDLOGOV IN
REŠITEV ZA DVIG
OZAVEŠČENOSTI IN
ODPRAVO PROBLEMA
ONESNAŽENOSTI
VODE PRI LOKALNIH
SKUPNOSTIH Z
LASTNIM VODNIM
ZAJEMOM

AVTORJI

MENTORICA TEORETIČNEGA DELA

MENTORICA PRAKTIČNEGA DELA

SOMENTOR

ŠTUDIJSKI PROGRAM IN SMER

LETO

Žan Girandon, Pia Groleger

in Luka Pleskovič

izr. prof. dr. Barbara Predan

prof. mag. Barbara Prinčič

prof. Jure Miklavc

Industrijsko in unikatno oblikovanje,

Industrijsko oblikovanje

2023

Kar 20 % Slovencev živi na področjih, ki niso del javnega vodovodnega sistema, in posledično vodna zajetja niso redno vzorčena. To je predvsem prisotno v bolj goratih predelih, kjer morajo vodo prekuhavati ali uporabljati drugačne načine prečiščevanja. Obravnavano področje testne lokacije je znotraj Triglavskega narodnega parka na izviru Lipnik, kjer so bile zaznane povišane vrednosti bakterij E. coli. Cilj projekta je bil razviti rešitev, ki bi po vzoru vernakularnih principov in s pomočjo novih tehnologij omogočala filtracijo vode na odročnih lokacijah.

IZHODIŠČE

BIO27 in vodno okolje

Razlog za izbiro teme magistrskega dela je bil leta 2022 odprt poziv za prijavo na Produkcijsko platformo Bienala oblikovanja 27 (BIO27) s temo Supervernakularno – oblikovanje za regenerativno prihodnost. Od petih razpisanih tem za projekte produkcijske platforme so se avtorji odzvali na poziv Voda – oblikovanje biovernakularnega, saj je po njihovem mnenju najbolj sovpadal z oblikovalskimi pristopi in je ponujal različne možnosti odgovorov znotraj okvirov produktnega in trajnostnega oblikovanja.

V povezavi z okoljsko krizo je naslavljanje teme, povezane z vodo, zelo aktualno, saj dvigovanje povprečne temperature na Zemlji močno vpliva na vodno okolje povsod po svetu. Stockholm Resilience Center je pod vodstvom znanstvenika Johana Rockströma zasnoval koncept

devetih planetarnih meja (2015), znotraj katerih se lahko človeštvo še naprej razvija in uspeva za prihodnje generacije. Prestopanje teh meja pa poveča tveganje za ustvarjanje nepopravljivih okoljskih sprememb. Ena izmed meja se nanaša na porabo sveže vode in vodni krog na svetovni ravni. Zaradi porabe in onesnaževanje voda, kot tudi zaradi podnebni sprememb, ki imajo na hidrološki sistem velik vpliv, smo se že približali planetarni meji vodnega kroga (Stockholm University 2015). Agrikolturna in industrijska onesnaževanja, pretirana poraba vode za kmetovanje, rast prebivalstva in splošne podnebne krize vodne sisteme, ki ohranjajo življenjske prostore in skrbijo za prehranjevanje naraščajočega prebivalstva, vedno bolj ogrožajo. Reke, jezera in vodonosniki se izsušujejo ali postajajo preveč onesnaženi za uporabo. Več kot polovica močvirij na svetu je izginila. Kmetijstvo porabi več vode kot katerikoli drug vir in velik delež vode se zapravi zaradi neučinkovitosti. Posledično približno 1,1 milijarde ljudi po svetu nima dostopa do vode, medtem ko se skupno 2,7 milijarde ljudi spopada s pomanjkanjem vode vsaj en mesec na leto. Še bolj zastrašujoče je, da bo do leta 2050 več kot pol milijarde ljudi po svetu trpelo zaradi katastrof, povezanih z vodo (World wide life). Čeprav ima Slovenija bogate vodne kapacitete, so problemi vodnega okolja prisotni tudi pri nas.

KRITIČNO PREČENJE PROBLEMA

Voda v Sloveniji je čista, ali pač?

Kot izpostavijo avtorji magistrskega dela, je bila za celostni uvid kompleksne lokalne situacije vodnega okolja ključna raziskava splošnih in specifičnih značilnosti vodnega okolja v Sloveniji, pa vse do poglobljenega razumevanja vernakularnega konteksta in primerov dobrih praks. Intervjuvani strokovnjaki so izpostavili, da so problemi z vodnim okoljem povezani z nerazumevanjem tematike vode in okoljevarstva. Prvi problem je ta, da v Sloveniji povezujemo vodnatost in veliko količino vode tudi z njeno kakovostjo, čeprav je ta v nekaterih delih države problematična. Povedano drugače, v slovenski kolektivni zavesti je naše dojemanje stanja kakovosti vode odlično, čeprav po mnogih parametrih ni tako. Drugi problem v osnovnem pojmovanju vode pa je globalno kroženje vode oziroma to, da je kroženje vode globalni cikel. Biolog Mihael J. Toman pri tem opozori na nerazumevanje, »da z lokalnimi onesnaževali vplivamo na tako rekoč celoten vodni cikel«, pri čemer »z onesnaževanjem kopnega predstavljamo tudi velika bremena pri onesnaževanju voda« (National Geographic Slovenija 2021). V nadaljevanju Toman kot glavne probleme oziroma

problemske sklope stanja voda in vodnih okolij v Sloveniji navaja naslednja področja: odpadne vode, odlagališča, urbanizacija, regulacije vodotokov, hidroenergetski objekti, kmetijstvo, tujerodne vrste, ekoturizem in šport ter privatizacija vodnih virov (National Geographic Slovenija 2021).

Naštete problematike vplivajo na kakovost vodnih virov v Triglavskem narodnem parku, t. i. slovenskem biseru narave, kjer je na vodovarstvenem območju voda onesnažena predvsem zaradi kmetijstva, hkrati pa zaposleni v Triglavskem narodnem parku kmetov ne morejo primerno sankcionirati (National Geographic Slovenija 2021). Ravno zaradi prepoznane diskrepance so se Girandon, Groleger in Pleskovič v nadaljevanju razvoja naloge osredotočili na proučevanje problemov znotraj Triglavskega narodnega parka, saj v slovenski družbi prevladuje splošno prepričanje, da je narava tam neokrnjena. (FIG. 21)

Od leta 2018 se v Triglavskem narodnem parku izvaja redno vzorčenje voda iz 13 izvirov. Vzorce jemljejo 2–3-krat letno, predvsem v poletnih mesecih. Rezultati vzorčenja so pokazali, da je kemijsko stanje voda precej stabilno, z izjemo prisotnosti nitratov in fosforjev, ki jih lahko povezujemo s kmetijstvom. Veliko bolj problematično pa se je izkazalo to, da je kar v štirih izvirih ves čas prisotna povišana vrednost bakterije *E. coli*, ponekod celo nad 182 CFU/100 ml. (FIG. 22)

E. coli je bakterija, ki je prisotna v črevesju ljudi in živali. Razširjena je povsod, kjer pride do fekalnega onesnaženja (WHO 2022). Mejna vrednost za *E. coli* je po Pravilniku o pitni vodi 0/100 mL (PisRS – Pravno-informacijski sistem) in vse, kar je višje od tega, označujemo kot onesnaženost vodnega vira. Povišana prisotnost bakterije se pri ljudeh in živalih kaže v obliki hudih trebušnih krčev, driske, bruhanja in včasih povišane temperature (Mayo Clinic 2022).

Pri analiziranju obstoječih rešitev za čiščenje vode, onesnažene z bakterijo *E. coli*, so Girandon, Groleger in Pleskovič preverili mehansko filtracijo, kloriranje, UV-čiščenje, prekuhavanje in čiščenje z ozonom. Analiza na predlagane rešitve ni vključevala le učinkovitosti in cenovne dostopnosti, temveč tudi vidik trajnosti. Pri tem so ugotovili, da umetne filtracijske tehnologije zahtevajo redno vzdrževanje in menjavo komponent, ki povzročajo velike količine odpadkov, prav tako navadno potrebujejo veliko energije za delovanje, kar negativno vpliva na okolje. Dognali so tudi, da je čiščenje s klorom učinkovita metoda, vendar je cenovno nedostopna za manjša mesta in vasi (Boutilier in Lee 2014). Tudi prekuhavanje se je izkazalo za učinkovito metodo za razkuževanje vode, vendar je količina goriva, ki je potrebna za dezinfekcijo vode s prekuhavanjem, nekajkrat večja od tiste, ki jo običajna družina porabi za kuhanje. Med obstoječimi

alternativami se je kot najobetavnejša razpoložljiva tehnologija izkazala UV-dezinfekcija, vendar tudi ta zahteva dostop do električne energije in vzdrževanje UV-žarnice ali zadostno količino sončne svetlobe (Boutillier in Lee 2014).

Med raziskavo so poiskali tudi vernakularne pristope in ugotovili, da so bile v preteklosti za filtriranje vode uporabljene metode, ki izkoriščajo naravne procese in ne potrebujejo veliko energije za delovanje. Prav tako so bile rešitve prilagojene lokalnim razmeram in so uporabljale lokalno dostopne materiale (Islam in Rahman 2020, 119). Na izhodiščih naravnih možnosti, ki so bile uporabljene nekoč, preden so izumili in promovirali umetne alternative, so bile zato ključne za razvoj pričujočega projekta.

ODGOVOR NA PREPOZNANO

Vernakularni način čiščenja vode nadgrajen s sodobno tehnologijo

Najpogostejše tehnike naravnega čiščenja vode so čiščenje s peskom, ostrigami, rastlinami, ogljem, kokosom, zeolitom in apnencem, bakterijami in algami, ksilenskim tkivom, aktivnim blatom, olupki, namakalnimi polji in glino (Islam in Rahman 2020, 149–150). Med raziskavo so avtorji ugotovili, da keramična filtracija vode, metoda čiščenja vode, ki uporablja filtre, narejene iz gline, ponuja največ potenciala.

Keramični filtri za vodo izvirajo iz starih civilizacij, v katerih so jih uporabljali za odstranjevanje nečistoč iz vodnih virov. Danes se keramični filtri za vodo še vedno pogosto uporabljajo v državah v razvoju, saj so poceni in učinkovit način čiščenja vode. Prednosti uporabe keramičnih vodnih filtrov vključujejo njihovo sposobnost odstranjevanja številnih nečistoč, kot so bakterije in usedline. Prav tako so enostavni za čiščenje, vzdrževanje in imajo dolgo življenjsko dobo. Za delovanje ne potrebujejo elektrike ali kemikalij, zaradi česar so idealni za uporabo na oddaljenih območjih ali območjih zunaj omrežja. Pomanjkljivost keramičnih filtrov je le ta, da niso učinkoviti pri odstranjevanju kemikalij in virusov iz vode (Centers for Disease Control and Prevention), kar v sklopu naloge ni bilo problematično, saj v vodah Triglavskega narodnega parka niso bila zaznana kemična in virusna onesnaženja. Kot še poudarijo avtorji raziskave, je keramične filtre za vodo mogoče proizvesti lokalno, kar zmanjša potrebo po prevozu in s tem povezane emisije ogljika. K trajnostnemu vidiku keramičnih izdelkov prispeva tudi to, da jih je na koncu življenjskega cikla možno popolnoma reciklirati.

Keramični filtri veljajo za izredno učinkovit način filtracije, saj struktura majhnih por odstrani do 97,5 % bakterij. Ta vrednost lahko variira od 80 do 97,5 %, odvisno od količine vnetljivih materialov, prisotnih v zmesi pred žganjem. Poleg mikrobioloških onesažil keramični filtri odstranjujejo tudi neraztopljene snovi in večje delce v onesaženi vodi (Zereffa in Bekalo 2017). (FIG. 23-24)

Na osnovi prepoznanih tradicionalnih znanj je nastal izdelek Dodola,^① ki vključuje vernakularno znanje, nadgrajeno s pomočjo uporabe sodobne tehnologije. Nastal je trajnostni izdelek za filtriranje vode, proizveden s pomočjo 3D-tehnologije, ki upošteva načela, kot sta giroidna struktura in Arhimedov vijak. Premišljeno zasnovani filtrirni moduli odstranjujejo iz vode onesažila v velikosti bakterij, kar je ključnega pomena za zagotavljanje pitne vode, varne za uporabo. Številna testiranja modula so pokazala izjemno učinkovitost razvitega sistema, katerega posledica je inovativno oblikovanje kompleksne filtrirne površine, proizvedene s tehnologijo 3D-tiska gline.

Dodola je zasnovana za uporabo v naravnem okolju, v katerem je struktura filtrirnega sistema potopljena pod gladino vode in deluje tako, da voda potuje skozi porozen material, ki istočasno filtrira vodo. Zaradi vodnega toka pride do vrtenja, ki omogoča pretakanje vode v višji del modula, kjer izstopa kot čista pitna voda. Ko voda izstopi iz objekta, steče po žlebu do točke, pri kateri je dostopna uporabnikom, ali pa je speljana v zbiralnik pitne vode. To omogoča enostaven dostop do pitne vode za lokalno prebivalstvo in delovanje na odročnih lokacijah, na katerih ni elektrike. (FIG. 25-28)

Naloga izpostavlja in aktivno naslavlja probleme onesaženja vodnih virov in preskrbe s pitno vodo, probleme, ki so ključni za kvalitetno bivanje, pa vendar se nanje hitro pozabi v svetu, v katerem je vse bolj pomembno kot skrb za lastno okolje. Pri iskanju primerne rešitve za proučevani problem je bilo odločilno celostno pristopanje skupine avtorjev, ki so poleg ustrezne tehnične rešitve zagotovili, da je ta tudi trajnostna, regenerativna in omogoča pozitivno spremembo navad uporabnikov. Predstavljena rešitev je tesno povezana z vernakularnim in participativnim oblikovanjem, saj svoje središče postavlja v skupnosti, ki se dnevno spopadajo s pomanjkanjem primerne infrastrukture za prečiščevanje vode. Negativne vplive pomanjkanja predlagana rešitev presega z opolnomočenjem na dveh

①

Projekt je prejel naslednje nagrade: Distributed Design Award v kategoriji Project Excellence, 1. nagrado v kategoriji socialna inovacija

na Zagreb Design Week, nagrado zavoda BIG – perspektivni, nagrado DOS – daljnogled in nominacijo Green Project Award.

ravneh: s trajnostnim izdelkom kot pripomočkom za čiščenje, ki pa hkrati postane tudi medij za razkrivanje pogosto nevidnega in nepoznanega problema. Ob vsem naštetem pa nastala rešitev ni pomembna le zaradi opolnomočenja lokalnih skupnosti, temveč jasno kaže, da je nujno tudi obče graditi na ponovni vzpostavitvi odnosa do vode, saj je ta – kljub naši neovrgljivi odvisnosti – prevečkrat zanemarjena in domnevana za samoumevno.



REFERENCE

- Arvig, Jamin. 2014. »Ceramic water filters: what to know before you buy.« *Waterfilters*. <http://blog.waterfilters.net/blog/what-are-ceramic-filters/> (1. 2. 2023).
- Boutilier, Michael in Jongho Lee. 2014. »Water filtration using plant xylem.« *Researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/260448530_Water_Filtration_Using_Plant_Xylem (1. 2. 2023).
- Centers for Disease Control and Prevention. »Household water treatment options in developing coun- tries: ceramic filtration.« https://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/options-ceramic.pdf.
- Islam, M. R. in M. Safiur Rahman. 2020. *Sustainable water purification*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Mayo Clinic. 2022. »E. Coli.« <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/e-coli/symp-toms-causes/syc-20372058> (1. 2. 2023).
- Nacionalni inštitut za javno zdravje. 2014. »Opisi mikrobioloških parametrov, ki jih najdemo v pitni vodi.« https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/mikrobioloski_parametri.pdf (1. 2. 2023).
- National Geographic Slovenija. 2021. »Stanje voda in vodnih okolij v Sloveniji.« https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/rokus-videotranscode/player/index.html?video=marketing/dn210648_posnetek_toman_mp4/stream&utm_source=Rokusove+novice&utm_campaign=1b3d-62fac9-EMAIL_CAMPAIGN_2020_03_05_07_48_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_80d222169a-1b3d62fac9 (12. 1. 2023).
- PisRS – Pravno-informacijski sistem. »Pravilnik o pitni vodi.« <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713#> (1. 2. 2023).
- Schoen, Alan H. 1970. *Infinite periodic minimal surfaces without self-intersection*. Cambridge: National Aeronautics and Space Administration.
- Stocholm resilience centre. 2015. »The nine planetary boundaries.« <https://www.stockholmre-silience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html> (15. 3. 2023).
- Zereffa, Enyew Amare in Tesfaye Betela Bekalo. 2017. »Clay ceramic filter for water treatment.« *Researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/318181373_Clay_Ceramic_Filter_for_Water_Treatment (26. 4. 2023).
- Wikipedia. »Archimedes screw.« https://en.wikipedia.org/wiki/Archimedes%27_screw (5.5.2023).
- WHO. 2022. »Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addend.« <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064> (1. 2. 2023).
- World wide life. »Water scarcity.« <https://www.worldwildlife.org/threats/water-s-carcity> (15. 7. 2023).