




Remediacija vode iz malih čistilnih naprav z nano delci in ponovna uporaba očiščene vode ter blata iz procesa čiščenja



POROČILO ZA ŠIRŠO JAVNOST

LIFE12 ENV/SI/1000443



POTOK BISTRICA V SUŠNEM OBDOBJU

Kontaktni podatki

Zavod za gradbeništvo Slovenije

Dimičeva 12, SI-1000 Ljubljana
Tel.: +386 (0) 1 280 43 94
Ana Mladenović
ana.mladenovic@zag.si

Avtorji poročila

Avtorji:

Ana Mladenović
Primož Oprčkal
Alenka Mauko Pranjic
Janez Turk
Peter Nadrah
Radmila Milačič
Janez Ščančar
Anka Ilc
Zvonko Cotič
Mateja Ličina
Rupert Gole
Janko Zakrajšek
Peter Geršič
Veno Vranc
Majda Ivanušič
Mirko Šprinzer
Tadej Žurman

Oblikovanje:
Poesis d.o.o.

Zavod za gradbeništvo Slovenije, september 2017

Namen projekta

Več kot 70 % površine zemlje je pokrite z vodo, vendar je od celotne količine samo 3 % sladke. Ilustrativno informacijo podaja naslednja primerjava: če je vsa sladka voda v posodi s prostornino 1 litra, je tista, ki nam je na razpolago, v čajni žlički. Podnebne spremembe, ki se med drugim manifestirajo tudi kot pomanjkanje vode zaradi vedno bolj pogostih in daljših suš, zato zahtevajo spremenjeno razmišljanje in obnašanje posameznika in družbe kot celote. Nujno je zato trajnostno ravnanje z vodo in prizadevanje za zmanjševanje potrebe po vodi, za rabo obnovljivih virov vode in za učinkovito ravnanje z vodo.

Rešitve v projektu LIFE RusaLCA predstavljajo inovativno, praktično izvedljivo, učinkovito in pravočasno prilagoditev na že nastale in pričakovane klimatske spremembe, od katerih sta v Sloveniji suša in pomanjkanje vode najbolj izraziti. Obstoječe prakse upravljanja z vodo v malih čistilnih napravah (ki sicer vodo do določene stopnje očistijo, vendar se ta ne vrača v ponovno uporabo) in uporaba pitne vode za različne druge namene (pranje, zalivanje, sanitarna voda) so preživele in neprimerne ter v veliki meri posledica slabega načrtovanja v preteklosti. Novi pristopi varčujejo s pitno vodo in upravljajo z obstoječimi viri bolj učinkovito.

Trajnostni pristop k učinkoviti rabi vode in oblikovanju družbe, ki varčuje z vodo, smo v okviru projekta demonstrirali na mali čistilni naravi v občini Šentrupert, ki je bila leta 2015 zgrajena ob potoku Bistrica, v naselju Poštaje. Voda, ki je konvencionalno obdelana v mali čistilni napravi, je v drugi fazi dodatno očiščena z inovativnim postopkom remediacije z uporabo nanodelcev nič-valentnega železa in sicer do takšne stopnje, da pridobi status

pitne vode. Ta voda sicer ni namenjena za pitje, temveč za sekundarne namene v gospodinjstvih in za skupne javne potrebe. Ocenjujemo, da se bo poraba pitne vode na ta način zmanjšala za približno 30 %. To bo tudi zmanjšalo stroške komunalnih storitev in povečalo gospodarsko učinkovitost gospodinjstev in lokalne skupnosti.

Nanodelci nič-valentnega železa so zelo učinkoviti za čiščenje vode, ki prihaja iz male čistilne naprave. V procesu čiščenja poteka več kompleksnih reakcij, v katerih se uničijo bakterije in razgradi večina drugih onesnažil, oziroma se onesnažila adsorbirajo na nastale železove okside in hidrokside. Onesnažila, ki jih nanodelci nič-valentnega železa ne razgradijo, so odstranjena v ionskem izmenjevalcu in oglenem filtru.

Celoten proces ne obremenjuje okolja z odpadki, saj se blato iz male čistilne naprave in sediment iz procesa remediacije v celoti reciklirata in ponovno uporabita. To prispeva k ohranjanju naravnih virov, kar posledično pomeni manj odlaganja odpadkov na odlagališčih in oblikovanje sistema upravljanja voda z nič odpadki.

Pomemben cilj projekta je tudi pridobljeno znanje in dobro prakso širiti v strokovni in laični javnosti. Operativen pilotni sistem upravljanja voda z nič odpadki je dober zgled za druga geografska področja s podobnimi karakteristikami.



Povzetek projekta

Projekt LIFE RusaLCA prispeva k blaženju posledic podnebnih sprememb, ki se, zaradi vse pogostejših sušnih obdobj v jugovzhodnem delu Evrope in tudi na drugih območjih po svetu, manifestirajo predvsem kot pomanjkanje vode. Glavni cilj projekta je bil doseči zmanjšanje uporabe pitne vode iz naravnih virov za 30 %, s pomočjo inovativne tehnologije za ponovno uporabo komunalne odpadne vode. V projektu je bil najprej na laboratorijskem nivoju optimiziran postopek čiščenja komunalne odpadne vode s kombinacijo nanodelcev nič-valentnega železa in konvencionalnih metod čiščenja.

Postopek je bil uspešno prenesen v prakso z izgradnjo pilotnega sistema za remediacijo vode v občini Šentrupert na Dolenjskem. Sistem omogoča dodatno čiščenje odpadne komunalne vode, ki je bila predhodno očiščena v mali čistilni napravi do stopnje, primerne za ponovno uporabo. V okviru projekta LIFE RusaLCA je bilo po tem postopku očiščene 480 m³ vode, ki je bila nato namenjena lokalnim uporabnikom za njihove sekundarne potrebe po vodi, na primer za zalivanje okrasnih

in zelenjavnih vrtov ter trave, za pranje cest in avtomobilov ter za potrebe gasilcev in lokalne industrije.

V okviru projekta je bilo organsko blato, ki nastane pri biološkem čiščenju, uporabljeno v geotehničnih kompozitih z dodatkom recikliranega papirniškega pepela. Sediment, ki nastaja v postopku nanoremediacije, je bil uporabljen kot dodatek pri izdelavi betona. Pri tem je bil razvit tudi protokol ravnanja za učinkovito gospodarjenje z nič odpadki v okviru nacionalne in evropske zakonodaje o odpadkih.

Analize podatkov, pridobljenih v procesu čiščenja vode za njeno ponovno uporabo in sistemu za gospodarjenje z nič odpadki, so bile izvedene v okviru modelov analize življenjskega cikla. Rezultati teh izračunov so potrdili okoljske koristi obeh pristopov. Z dodatnim čiščenjem in ponovno uporabo vode smo dosegli zmanjšanje eutrofikacije, kot tudi izboljšanje ekološkega stanja površinskih voda in ohranjanje naravnih virov pitne vode. Z recikliranjem odpadkov smo zmanjšali obremenjevanje



okolja zaradi odlaganja odpadkov in prispevali k ohranjanju naravnih surovin.

Znanje in izkušnje projekta LIFE RusaLCA smo uspešno širili na lokalnem, regionalnem in mednarodnem nivoju, v okviru štirih javnih predstavitev (med njimi je organizacija mednarodne konference) in predavanjih študentom petih fakultet. Rezultati projekta so bili predstavljeni na znanstvenih konferencah, v strokovni in znanstveni literaturi ter v dnevnem časopisju. Projekt LIFE RusaLCA je postal celo navdih za umetniški projekt, ki so ga izvedli študenti Oddelka za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, in ki nagovarja javnost k odgovornemu in trajnostnemu ravnanju z vodo.

Zmanjšanje porabe vode

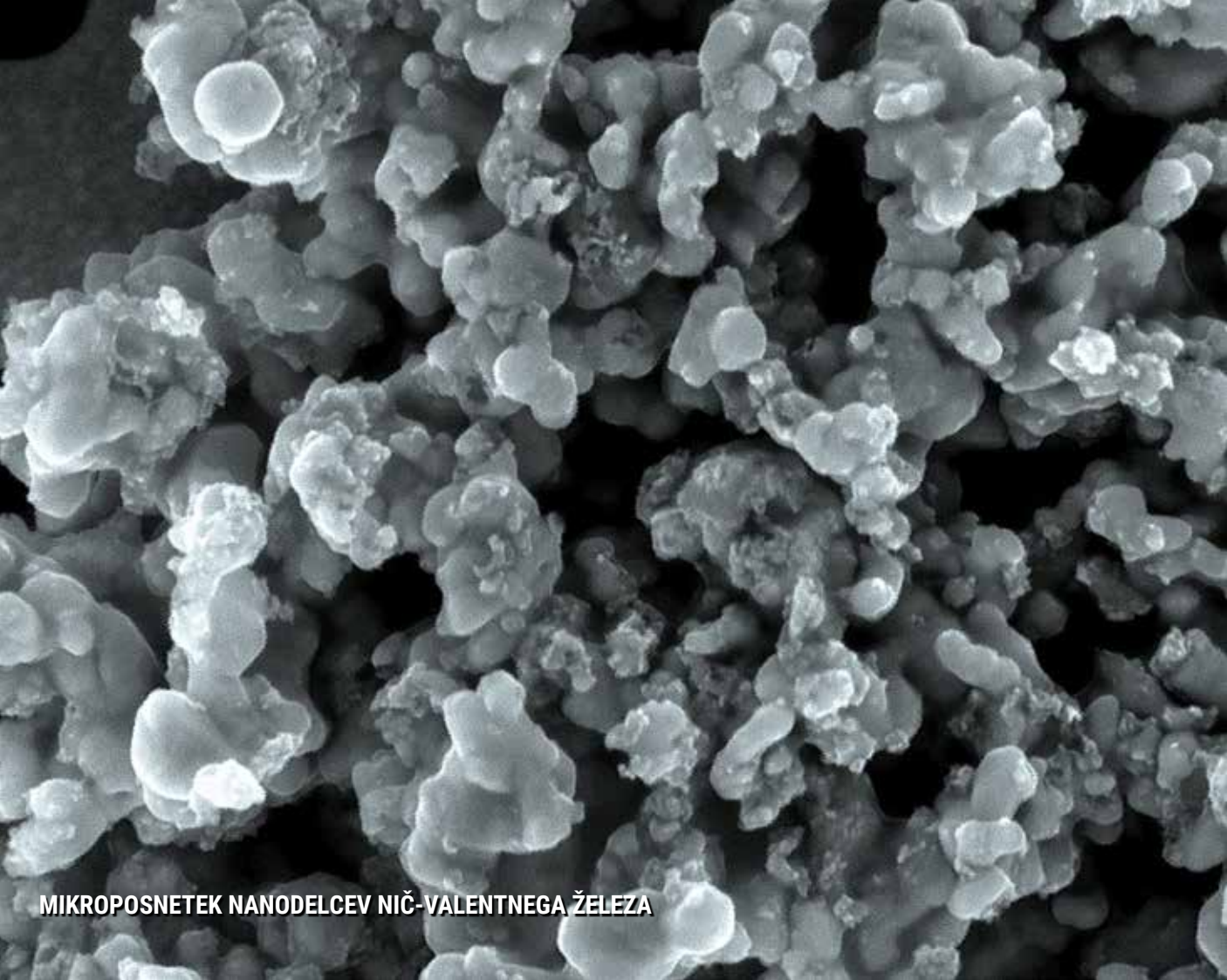
Glavni cilj projekta, ki je bil zmanjšanje porabe pitne vode za 30 %, je bil dosežen z razvojem in uporabo inovativne tehnologije nič-valentnega železa in očiščenjem 480 m³ komunalne odpadne vode do kvalitete, primerne za ponovno uporabo. Ta voda je bila nato porabljena za namene, kjer kvaliteta pitne vode ni bila potrebna, s čimer smo nadomestili porabo iz naravnih virov.

Recikliranje organskega blata in sedimenta iz nanoremediacijskega procesa

Organsko blato iz male čistilne naprave je bilo obdelano in koristno uporabljeno kot recikliran material v geotehničnih kompozitih z dodatkom papirniškega pepela. Kompoziti so ustrezali okoljskim standardom za uporabo v gradbeništvu in sicer za nasipe ali zasipe. Sediment, ki nastaja v postopku nanoremediacije, je bil recikliran v betonih, ki imajo zaradi svoje značilne rjavkaste obarvanosti tudi arhitekturni potencial. Z navedenim uspešnim recikliranjem je bil vzpostavljen tudi sistem gospodarjenja z nič odpadki za komunalno odpadno vodo.

Razširjanje znanja

Številna nova znanja in izkušnje iz projekta LIFE RusaLCA so bila uspešno predstavljena na štirih javnih predstavitev (vključno z mednarodno konferenco), ki so jih organizirali partnerji projekta, na mednarodnih znanstvenih konferencah, v znanstvenih in strokovnih revijah in v dnevnem časopisju. Izvedena so bila tudi predavanja študentom slovenskih univerz.



MIKROPOSNETEK NANODELCEV NIČ-VALENTNEGA ŽELEZA

Začetna študija

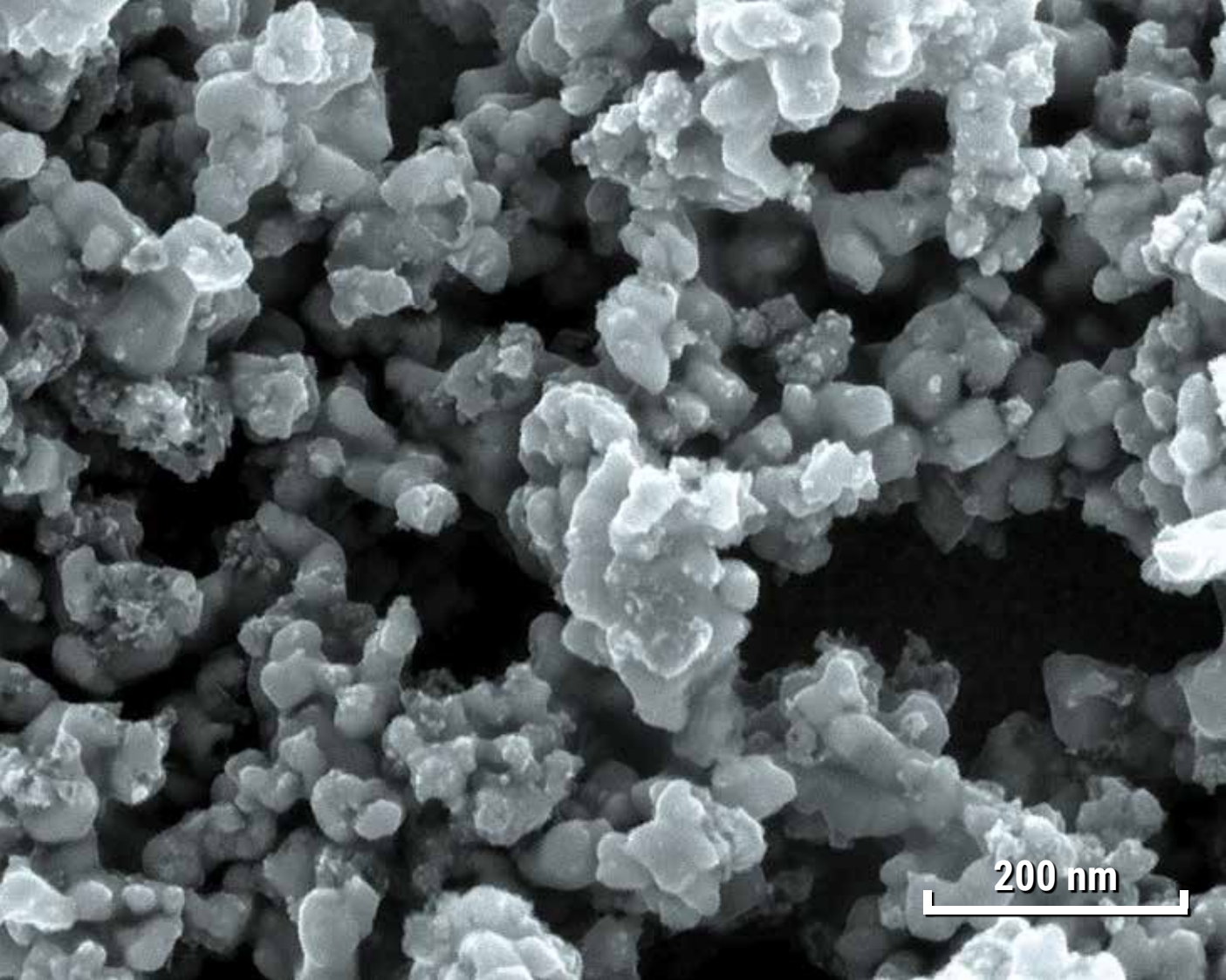
Študija predstavlja pregled razmer na področju stanja voda v okolju in ravnanju z odpadnimi vodami v Sloveniji. Podatki kažejo, da že čutimo negativne posledice podnebnih sprememb in negotovnega upravljanja z vodnimi viri. To se kaže predvsem v slabšem ekološkem stanju površinskih voda, nižanju gladine podzemnih vodonosnikov in problemih z vodo-oskrbo v sušnih obdobjih, ki so vedno bolj pogosta in vse daljša. Zaradi razpršene poselitve in razgibane topografije je v Sloveniji upravičenost gradnje sistemov za čiščenje odpadnih voda omejena. Perspektivna je zato uporaba malih čistilnih naprav z majhnimi lokalnimi kanalizacijskimi omrežji.

V študiji smo preučili zakonodajo na področju izgradnje in uporabe malih čistilnih naprav, ki predstavljajo osnovo za nadgradnjo s pilotnim sistemom čiščenja, kakršen se predlaga v okviru projekta LIFE RusaLCA. Pilotni sistem čiščenja temelji na uporabi nanodelcev nič-valentnega železa, ki omogočajo čiščenje vode iz iztoka male čistilne naprave, za ponovno uporabo prebivalcev in loka-

lne industrije. Podrobneje smo preučili lastnosti nanodelcev in s tem potrdili njihovo uporabnost za odstranjevanje onesnažil v vodi.

Pri postopkih čiščenja vode se ne moremo izogniti nastanku trdnih odpadkov, najpogosteje v obliki blata, ki ga prevzemajo pooblaščenca podjetja z namenom predelave. Eden od ciljev projekta, je bil tudi razvoj sistema za gospodarjenje z nič odpadki. S tem namenom smo raziskali različne možnosti recikliranja organskega blata iz male čistilne naprave in sedimenta iz procesa nano-čiščenja za potrebe gradbeništva.

Študijo zaokrožujejo analize življenjskega cikla sistema čiščenja in ponovne uporabe vode ter predlaganega gospodarjenja z nič odpadki. Preliminarni rezultati v začetni študiji so pokazali pozitivne vplive na številne okoljske kazalce, kot so zmanjšani ogljični odtis, manjše zakisovanje, evtrofikacija in toksičnost ter ohranjanje naravnih virov na račun uporabe odpadkov.

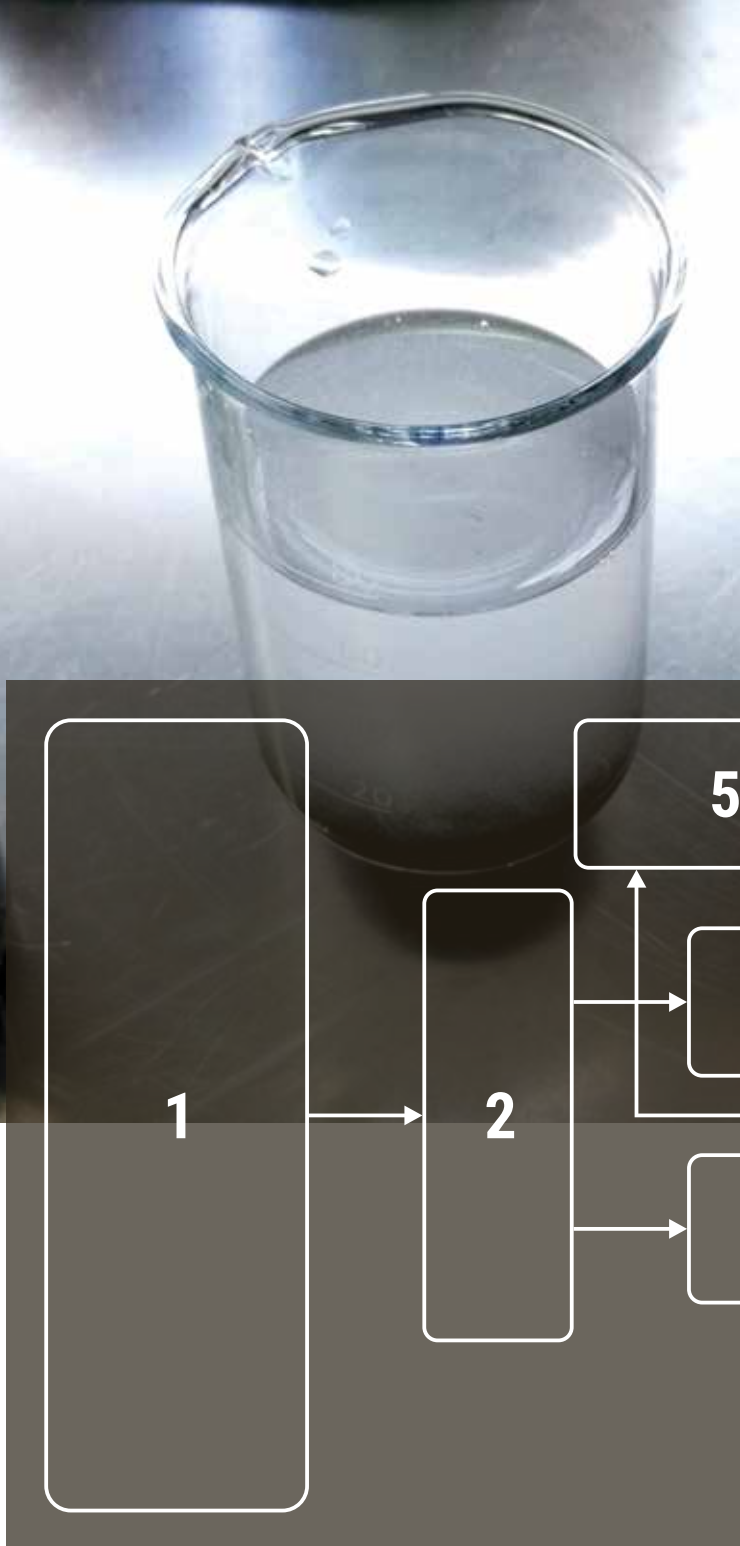


Procesni parametri in optimizacija nanoremediacije

V malih čistilnih napravah se komunalna odpadna voda očisti z biološkimi procesi, ki odstranijo večino toksičnih dušikovih spojin in organskih snovi. Tako obdelana voda je ustrezna za odvajanje v naravo, ne pa tudi za potrebe ljudi, saj vsebuje veliko nevarnih mikroorganizmov, organskih onesnažil in potencialno nevarnih elementov. Učinkovite rešitve za čiščenje vode ponuja nanotehnologija, konkretno uporaba nanodelcev nič-valentnega železa. Ti nanodelci so zelo učinkoviti za čiščenje vode za potrebe dezinfekcije, odstranjevanja potencialno nevarnih elementov in razgradnje organskih onesnažil. Za uspešen prenos znanja iz laboratorija na nivo praktične uporabe pa je bila potrebna optimizacija procesnih parametrov.

V projektu LIFE RusaLCA smo izvedli več kot 120 poskusov in simulacij, da smo optimizirali inovativen proces čiščenja z nanodelci nič-valentnega železa in ga pripeljali na višjo tehnološko raven. Z raziskavami smo izbrali najprimernejše nanodelce, določili njihovo optimalno koncentracijo, čas mešanja vode z nanodelci in čas usedanja

izrabljenih železovih delcev. Pri optimalnih pogojih nanodelci odstranijo 99 % nevarnih bakterij, koncentracije potencialno nevarnih elementov znižajo pod mejne vrednosti za pitno vodo in razgradijo pretežni delež organskih onesnažil. Da bi dosegli najvišjo možno kvaliteto vode, smo proces nadgradili še z oksidacijo, filtracijo s peskom in aktivnim ogljem ter ionsko izmenjavo. S tem smo dosegli kakovost pitne vode. Optimalni procesni parametri, v okviru večstopenjskega procesa čiščenja, so bili nato uporabljeni pri načrtovanju in realni uporabi v pilotnem sistemu čiščenja komunalne odpadne vode.



Načrtovanje in gradnja pilota

Pilotni sistem za remediacijo komunalne odpadne vode, ki je sklopljen z malo čistilno napravo, je bil zgrajen v marcu 2015. Lociran je v občini Šentrupert, v naselju Poštaje, na levem bregu potoka Bistrica. Naselje sestavljajo stanovanjske hiše s pripadajočimi gospodarskimi poslopji in tudi nekaj malih podjetij, iz katerih se komunalna odpadna voda odvaja v malo čistilno napravo, ki deluje na osnovi pritrjene biomase, za 100 populacijskih enot. Za načrtovanje male čistilne naprave in pilotnega sistema remediacije so bili uporabljeni podatki o letni porabi pitne vode, registrirani na števcih vodovodnih priključkov, ki jih je podal upravljavec vodovodnega omrežja, podjetje Komunala Trebnje.

Skladno z veljavno zakonodajo v Republiki Sloveniji, je bilo potrebno za objekt, ki tvori malo čistilno napravo in pilotni sistem remediacije, pridobiti gradbeno dovoljenje. Gradbeno dovoljenje je bilo izdano s strani Upravne enote Trebnje v aprilu 2014. V okviru projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja so bili izdelani naslednji načrti: vodilna mapa, ki obravnava umeščanje objekta v prostor,

z vsemi soglasji pristojnih soglasodajalcev, načrt gradbenih konstrukcij in načrt elektroinštalacij.

Pilotni sistem za remediacijo odpane vode je naprava s šaržnim načinom čiščenja vode iz iztoka male čistilne naprave. Deluje na osnovi uporabe nanodelcev nič-valentnega železa v kombinaciji s konvencionalnimi metodami čiščenja za pripravo pitne vode. V postopku se voda najprej črpa iz vmesnega zadrževalno-črpalnega bazena v bazen za nanoremediacijo in nato oksidacijo. Po opravljeni oksidaciji se voda prečrpa skozi pešeni in ogljeni filter ter ionski izmenjevalec, ki sta locirana v nadzemnem objektu. Očiščena voda se začasno hrani v podzemnem bazenu s prostornino 40 m³.



Pilotni sistem za remediacijo komunalne odpadne vode v okviru projekta LIFE RusaLCA

1. Mala čistilna naprava
2. Vmesni zadrževalno-črpalni bazen za očiščeno vodo male čistilne naprave
3. Reakcijska bazena za remediacijo
4. Sistem za doziranje nanodelcev in dodatno čiščenje vode
5. Bazena za oksidacijo
6. Sistem za doziranje oksidanta
7. Dodatno filtriranje vode (peščeni in ogljeni filter, ionski izmenjevalec)
8. Podzemni bazen za očiščeno vodo
9. Črpalna za očiščeno vodo
10. Pipa s koritom za odvzem očiščene vode
11. Podzemni bazen za sediment iz nanoremediacijskega postopka

Vsi bazeni so izdelani iz armiranega poliestra in vkopani pod nivojem terena. Celoten sistem črpalk in mešal je elektronsko krmiljen. Suspenzija nanodelcev in raztopina oksidanta se v procesu čiščenja avtomatsko dozirata v vodo. Avtomatizirano je tudi odvajanje sedimenta izrabljenih nanodelcev, ki se začasno hrani v podzemnem betonskem bazenu na sami lokaciji.

V nadzemnem, lesenem in toplotno izoliranem objektu, so locirani sistem za filtriranje, elektronske komponente in hladilnik z zalogo nanodelcev in oksidanta. Celoten pilotni sistem je ograjen z žično ograjo in okrasnim grmičevjem, s čimer je onemogočen dostop nepooblaščenim osebam.

Površine so zatravljene, do bazenov pa so speljane peščene poti. Za razdeljevanje očiščene vode je ob napravi, izven ograje, vgrajeno korito z vodovodno pipo s števcem porabe vode. Ob koritu je urejen parkirni prostor.

V času delovanja pilotnega sistema se enkrat tedensko opravi nadzor procesov čiščenja in polnitev zaloge nanodelcev ter oksidanta. V primeru napake se sistem samodejno ustavi in sporoči okvaro upravljavcu. Vse pomembne parametre avtomatizacije, kot so npr. trajanje procesov, količina načrpane vode in dodanih nanodelcev in oksidanta, je mogoče po potrebi prilagajati.



Monitoring delovanja in optimizacija pilotnega sistema

Čiščenje odpadne komunalne vode v mali čistilni napravi je biološki proces, ki je podvržen številnim dejavnikom iz okolja. Predvsem vremenski vplivi in navade uporabnikov pri odvajanju odpadnih voda lahko znatno vplivajo na kakovost vode na iztoku iz male čistilne naprave. Redno spremljanje parametrov v očiščeni vodi v okviru projekta je pokazalo, da je informiranje ljudi o tem, kaj sme in kaj ne sme v kanalizacijo, zelo pomembno za dobro delovanje malih čistilnih naprav. To je ključno tudi za izvedbo dodatnega čiščenja vode v pilotnem sistemu projekta LIFE RusaLCA, ki je neposredno priklopljen na malo čistilno napravo. Ob dobrem delovanju male čistilne naprave so bile potrebne le majhne korekcije parametrov procesa čiščenja za doseganje zelene kvalitete očiščene vode. S pomočjo natančnega monitoringa parametrov po vsaki stopnji čiščenja smo opravili še nekatere dodatne izboljšave pilotnega sistema.

Raziskave, ki jih je opravil Institut Jožef Stefan, so pokazale, da uporaba nanodelcev za čiščenje vode ne predstavlja nevarnosti za ljudi in okolje,

saj se po uporabi spremenijo v inertne železove spojine v obliki delcev večjih dimenzij. Analize očiščene vode, ki jih je opravil Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano iz Novega mesta, so pokazale, da očiščena voda ustreza najstrožjim kemijskim in mikrobiološkim mejnim vrednostim za zalivanje povrtnin. Očiščena voda ima celo kvaliteto pitne vode, čeprav bo namenjena le za sekundarne potrebe ljudi po vodi. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano izvaja tudi periodični monitoring očiščene vode, tako da je varnost porabnikov vode zagotovljena. Delovanje pilotnega sistema remediacije nadzorujejo usposobljeni upravljalci iz Komunale Trebnje, ki dnevno preverjajo pravilno delovanje procesov čiščenja.



Recikliranje in koristna uporaba organskega blata in sedimenta


Odpadna voda najprej priteče v malo čistilno napravo, kjer se očisti do te mere, da je primerna za izpust v okolje. Pri tem nastane prvi odpadki, ki ga je potrebno predelati in sicer biološko blato. Nadaljevanje postopka predstavlja inovativen nanoremediacijski proces, v katerem je voda dodatno očiščena z nanodelci nič-valentnega železa. Pri tem nastane drugi odpadki, t.j. sediment iz remediacijskega bazena. Ta dva odpadka sta si po svojih lastnostih in količinah različna, zato smo ju uporabili v različnih kompozitih.

Blato iz male čistilne naprave se najprej obdela na centralni komunalni čistilni napravi v Trebnjem. Nato se predela v gradbeni proizvod in sicer tako, da se vse komponente strojno zmeša s papirniškim pepelom (iz podjetja VIPAP VIDEM KRŠKO) v geotehnični kompozit, ki se uporablja za izgradnjo vodoneprepustnih tesnilnih plasti, manipulativnih in servisnih površin ter transportnih poti, vse na območjih odlagališč nenevarnih odpadkov.

Za sediment iz reakcijskega bazena za remedi-

acijo je zaradi njegovih lastnosti najbolj optimalno recikliranje v betonskih mešanicah, kar pomeni, da se lahko uporabi v lokalnem okolju. Voda iz sedimenta lahko nadomešča znaten del zamesne vode (za katero bi sicer uporabili pitno vodo), delci železa pa v betonu nadomestijo del finega naravnega agregata. Beton ima zaradi železa značilno rjavo obarvanost in ustreza zahtevnejšim namenom uporabe, tudi v konstrukcijskih betonih, kjer lahko pride do zmrzovanja.

V sklopu projekta LIFE RusaLCA smo dokazali, da je možno tako biološko blato kot tudi sediment koristno reciklirati, s čimer smo demonstrirali možnost uvajanja sistema za čiščenje odpadne vode brez trdnih odpadkov.



PILOTNI SISTEM ZA REMEDIACIJO VODE

Učinki projekta

V projektu LIFE RusaLCA smo z analizo življenjskega cikla preučili okoljski vidik dodatnega čiščenja vode iz male čistilne naprave z remediacijo v pilotni napravi. Čiščenje komunalne odpadne vode do stopnje, ko jo je možno ponovno uporabiti v različne namene, prinaša določene okoljske koristi. Ker preprečimo iztok delno očiščene vode v površinske vodotoke, se izboljša njihova kakovost, posledično se zato izboljša stanje vodnih ekosistemov. S ponovno uporabo prečiščene vode se zmanjša poraba vodnih zalog v vodonosniku. Z analizo življenjskega cikla (LCA analiza) smo potrdili, da dodatno čiščenje komunalne odpadne vode pomembno prispeva k zmanjšanju vpliva na evtrofikacijo površinskih voda. S tem, ko smo preprečili del izpustov, ki se vrednotijo kot kemijska potreba po kisiku in biokemijska potreba po kisiku, smo vpliv čistilne naprave na evtrofikacijo zmanjšali za 20 %. Glavna korist dodatnega čiščenja je varovanje zalog površinskih in podzemnih voda.

Drug pomemben poudarek v projektu je bila koristna uporaba blata iz usedalnika biološkega

čiščenja in sedimenta iz remediacijskega bazena čistilne naprave. Obdelano blato je bilo uporabljeno kot surovina za proizvodnjo geotehničnih kompozitov, medtem ko je bil sediment uporabljen kot surovina za proizvodnjo betonov. Okoljske koristi takšne rabe so povezane z ohranjanjem naravnih virov (npr. mineralnih surovin), hkrati pa je s tem preprečeno odlaganje oziroma sežiganje odpadkov. Oboje je povezano z določenimi okoljskimi obremenitvami.

Komunalno blata je bilo uporabljeno kot surovina za proizvodnjo geotehničnega kompozita, ki se uporablja za izgradnjo vodoneprepustnih tesnilnih plasti in za izgradnjo manipulacijskih površin na odlagališčih nenevarnih odpadkov. Z omenjenim kompozitom nadomeščamo uporabo naravne mineralne surovine – gline. Predlagani primer ravnanja s komunalnim blatom predstavlja le majhne obremenitve za okolje. V primerjavi s sežigom komunalnega blata, ki je pri nas najpogosteje uporabljena praksa, zmanjšamo izpuste toplogrednih plinov za faktor 170, vpliv na evtrofikacijo za faktor 90 in



vpliv na zakisovanje za faktor 20.

Sediment iz remediacijskega bazena je bil uporabljen kot surovina v betonu. S tem je bil odpadke koristno uporabljen, hkrati pa se je pri proizvodnji betona prihranilo del vode, kar tudi predstavlja ekonomski prihranek.

Ravnanje s komunalnim blatom in sedimentom iz remediacijskega bazena torej ne predstavlja niti okoljskih, niti finančnih obremenitev. Vsi ostali, običajni postopki ravnanja z blatom in sedimentom (sežig blata, uporaba blata v bioplinarni, odlaganje sedimenta), bi bili s finančnega vidika manj ugodni.

Tu bi glavnino stroškov predstavljale pristojbine za prevzem odpadkov. Po naši oceni bi bil denimo sežig blata okoli petdesetkrat dražji, kot je uporaba blata za namen proizvodnje geotehničnega kompozita.

V okviru projekta so bili izvedeni intervjui z različnimi deležniki, predstavniki lokalne skupnosti,

porabniki vode, vrednostnih verig in zaposlenih, da bi opredelili družbene vplive in vidike izgrajenega pilota in inovativne tehnologije remediacije komunalne vode. Analiza je bila narejena po Priporočilih Programa za okolje Združenih narodov in po že izvedenih družbenih analizah izgradnje čistilnih naprav. Potrdila je, da je družbena sprejemljivost ali tako imenovana družbena licenca (social licence, angl.) novih tehnologij, bistvena za optimalno izrabo inovativnih tehnologij na področju čiščenja komunalnih voda za lokalno skupnost.



UDELEŽENCI MEDNARODNE KONFERENCE LIFE RUSALCA

Priprava študije izvedljivosti za prenos inovativne tehnologije

Izdelana je bila tudi študija izvedljivosti, ki je proučevala izvedljivost čiščenja vode iz malih čistilnih naprav z inovativno tehnologijo, razvito v okviru projekta LIFE RusaLCA in ponovno uporabo očiščene vode ter recikliranega blata in sedimenta iz procesa čiščenja. Za jugovzhodno Slovenijo, ki je po površini največja statistična regija v Sloveniji, je na eni strani značilen razgiban teren z dinarsko-kraškimi reliefom in veliko gozdnate površine ter na drugi strani pomanjkljiva opremljenost s komunalno infrastrukturo in precejšnja odmaknjenost nekaterih delov regije od glavnih prometnih tokov. Male čistilne naprave so za takšna področja najbolj optimalna rešitev. Za sam prenos oz. multiplikacijo pilotnega sistema so ključni podatki o geografskih značilnostih regije, prevladujoči rabi tal, geološki in hidrogeološki strukturi, kot tudi podatki o prebivalstvu, investicijski zmožnosti regije in o zakonodajnih okvirih.

V študiji se je izkazalo, da so največje možnosti uporabe očiščene vode za namakanje kmetijskih površin in vrtov, kar je zlasti aktualno v obdobju,

ko so prisotna velika nihanja temperatur in v daljših sušnih obdobjih (npr. leto 2017 je bilo tretje najtoplejše v zgodovini meritev v Sloveniji, z vročinskimi valovi, ki so trajali do 8 dni, pri čemer je bilo najtopleje prav v JV in V Sloveniji). V regiji se lahko koristno uporabita tudi organsko blato iz malih čistilnih naprav in sediment iz procesa remediacije, saj je na tem področju dovolj potencialnih porabnikov tovrstnih sekundarnih surovin.

V zadnjem delu študije je podana primerjava trenutnih sistemov za čiščenje komunalnih voda s sistemom recikliranja vode in blata in sedimenta, ki je bil razvit v projektu LIFE RusaLCA, predvsem z vidika vplivov na okolje. Izvedena je bila tudi primerjava obeh sistemov z vidika sociološko-ekonomskih vplivov na lokalno skupnost.



Komunikacija in diseminacija

Pomemben del projekta so bile komunikacijske aktivnosti, ki so obsegale vrsto ciljev in ciljnih skupin. Ugotavljamo, da so imeli poseben pomen stiki z lokalno skupnostjo – neposrednimi uporabniki vode iz čistilne naprave oziroma področje, ki ga delovanje čistilne naprave zadeva. V prvi fazi komuniciranja smo jim na eni strani razlagali delovanje čistilne naprave ter jih skušali informirati o pomenu varovanja naravnih virov. Podpora lokalne skupnosti in njihovo razumevanje ciljev projekta sta se izkazala za ključna elementa uspeha.

Intenzivno smo komunicirali s strokovnimi javnostmi. V ta namen so bile izvedene strokovne konference v Šentrupertu in Ljubljani z mednarodno udeležbo, z namenom izmenjave izkušenj in pridobljenega znanja. V tem okviru je bilo objavljeno tudi preko 40 poljudnih in strokovnih člankov v nacionalnih in lokalnih medijih ter strokovnih publikacijah.

Stičišče projekta in ciljnih javnosti predstavlja spletna stran www.rusalca.si, z vsemi informacijami o projektu in praktičnimi usmeritvami za prebivalce na področju čistilne naprave. Za potrebe informiranja smo pripravili tudi vrsto zloženkov, plakatov in drugih sorodnih elementov za širjenje prepoznavnosti projekta v skupnosti.



UPORABA OČIŠČENE VODE ZA ZALIVANJE ZELENJAVNEGA VRTA

Poraba očiščene vode

Prihranek pri porabi pitne vode iz naravnih virov in s tem prilagajanje na podnebne spremembe, ki se manifestirajo v vedno bolj pogostih in daljših sušnih obdobjih, je bil ključni cilj projekta LIFE RusaLCA. V ta namen smo s pomočjo naprednih postopkov čiščenja očistili 480 m³ komunalne odpadne vode do te mere, da je bila primerna za razdelitev ljudem za njihove sekundarne potrebe po vodi, na primer za zalivanje vrtov, pranje cest in v enem primeru tudi za lokalno industrijo. Količina očiščene in porabljene vode predstavlja 30 % vseh potreb po pitni vodi za zaselek Poštaje v obdobju pol leta.

V okviru projekta smo med prebivalce zaselka Poštaje razdelili 25 plastičnih zalogovnikov s kapaciteto 1000 L za shranjevanje očiščene vode. Polnjenje zalogovnikov je zagotavljal upravljavec sistema, Komunala Trebnje. Občani so vodo porabili za namakanje okrasnih in zelenjavnih vrtov in trave. Na pipi je bila dostopna tudi ostalim občanom.

Voda je bila dostopna tudi lokalni industriji. V podjetju TIMS LOVŠE, d.o.o., ki je locirano v neposredni bližini pilotnega sistema čiščenja, so del pitne vode iz komunalnega vodovodnega omrežja uspešno nadomestili z očiščeno vodo, dobljeno iz pilotnega sistema. V ta namen je bil, v sodelovanju z betonarno, zgrajen sekundarni vodovod v dolžini cca. 80 metrov, od podzemnega bazena za očiščeno vodo, do mesta porabe. V tem bazenu je vgrajena črpalka za samodejno črpanje očiščene vode. Vodo so v podjetju uporabili za izdelavo betona, za nego betonskih polizdelkov med sušenjem in za pranje strojne opreme. Zanimivo je, da se omenjeno podjetje ukvarja s proizvodnjo malih bioloških čistilnih naprav, torej bi lahko dejali, da z vodo iz pilotne čistilne naprave izdelujejo nove čistilne naprave. S tem lokalna industrija znižuje nevarnost izpada proizvodnje zaradi morebitnih redukcij vode, hkrati pa učinkoviteje porablja vire in postaja neodvisna od spremenjenih klimatskih razmer.



Uporaba sedimenta



Beton brez sedimenta (v sredini) in betona s sedimentom (levo: vsebnost sedimenta $12,1 \text{ kg/m}^3$, desno: vsebnost sedimenta $0,5 \text{ kg/m}^3$).

Partnerji

Projektni konzorcij je sestavljalo sedem partnerjev, ki se v kompetencah komplementarno dopolnjujejo. Koordinator projekta je bil Zavod za gradbeništvo Slovenije, ki je bil udeležen v vseh aktivnostih. Inštitut Jožef Stefan je vodil eksperimentalni razvoj tehnologije čiščenja. Pridobljeno znanje je bilo iz laboratorijev uspešno preneseno v prakso preko pilotnega sistema remediacije, ki ga je projektirala Esplanada. Občina Šentrupert je izdelala vso potrebno tehnično in administrativno dokumentacijo in zagotovila del sredstev za izgradnjo in nadaljnje delovanje pilotnega sistema remediacije. Structum, PKG in ZAG so, vzporedno z remediacijo vode, razvili sistem za gospodarjenje z nič odpadki v procesu čiščenja odpadne komunalne vode. Nacionalni laboratorij za zdravje okolje in hrano je izvajal meritve kvalitete očiščene vode, z namenom potrditi učinkovitost čiščenja in s tem zagotoviti varnost uporabnikom vode.

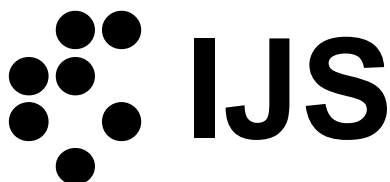
www.zag.si



ZAVOD ZA
GRADBENIŠTVO
SLOVENIJE

Zavod za gradbeništvo Slovenije je javni raziskovalni zavod in vodilna slovenska institucija na področju gradbeništva, ki z vrhunsko ekipo strokovnjakov zagotavlja celostno tehnično, svetovalno in znanstveno podporo v gradbeništvu. Ključna področja delovanja ZAG so znanstvena-raziskovalna dejavnost, kontrola kvalitete in strokovne aktivnosti. ZAG soustvarja evropski gradbeni prostor in aktivno sodeluje v mnogih domačih in mednarodnih raziskovalnih projektih.

www.ijs.si



Institut Jožef Stefan je vodilni raziskovalni institut v Sloveniji, katerega poslanstvo je v ustvarjanju, širjenju in prenosu znanja na področjih naravoslovnih, tehniških znanosti ter znanosti o življenju. Institut izvaja raziskave na področjih fizike, kemije, nanotehnologij, novih materialov, biotehnologij, vodenja in proizvodnje, komunikacijske, računalniške in okoljske tehnologije in reaktorske tehnologije. Več kot 200 zaposlenih sodeluje v visokošolskem izobraževalnem procesu na različnih univerzah.

www.sentrupert.si



Občina Šentrupert leži na Srednjem Dolenjskem v porečju Mirne. Šentruperška mikroregija se je oblikovala na prehodu iz Mirnsko-Mokronoške kotline v Posavsko hribovje. Na 42 km² živi 2400 prebivalcev v zgoščenih naseljih na kotlinskem robu in redko poseljenem hribovitem zaledju. Občina je znana po edinstvenem muzeju, Deželi kozolcev in po prvem nizko energetskega vrtcu v Sloveniji, zgrajenem v celoti iz lesa. Vključena je bila v številne uspešne projekte.

www.esplanada.si

ESPLANADA

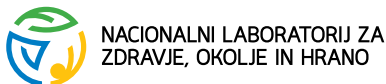
Esplanada združuje uspešne, inovativne in visoko motivirane ljudi, ki znajo zadovoljiti želje in potrebe najbolj zahtevnih strank. Njihovo delo je usmerjeno k izdelavi visoko kakovostnih, zanimivih in modernih arhitekturnih rešitev, z vizijo, postati vodilni kreator sodobne arhitekture na Dolenjskem in v celotnem slovenskem prostoru ter doseči nivo vodilnih evropskih arhitekturnih birojev.

www.structum.si



Structum je raziskovalno in razvojno podjetje, ki deluje na področju gradbeništva in gradbenih materialov doma in v tujini. Cilj podjetja je prenos znanja v prakso pri izvedbi različnih gradbenih projektov. Podjetje je specializirano za pripravo inovativnih receptur za asfaltne zmesi, betonske mešanice in zemeljske stabilizacije, z vidika uporabe recikliranih materialov iz industrijskih in gradbenih odpadkov, na način, da so dosežene boljše lastnosti in boljša kakovost končnega izdelka.

www.nlzoh.si



Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NZHOL) je najpomembnejši slovenski javnozdravstveni laboratorij, ki se ukvarja s higiensko in zdravstveno ekološko dejavnostjo, s problematiko varovanja okolja, z mikrobiološko zdravstveno raziskovalno dejavnostjo ter s kemijskimi analizami različnih vzorcev. V sodelovanju z drugimi ustanovami, NLZOH sodeluje v nacionalnih in mednarodnih raziskovalnih, aplikativnih in svetovalnih projektih.



PKG izvaja celostne strokovne in upravne storitve s področja ravnanja z odpadki s ciljem njihove predelave in ponovne koristne uporabe, prednostno za izvajanje gradbenih del, sanacije degradiranih površin in druge pokrajinske gradnje za namen zagotavljanja poplavne varnosti in protipoplavne zaščite.

Informacije o projektu

Projekt sofinancira Evropska komisija
Program LIFE+ (LIFE12 ENV/SI/1000443)
Trajanje projekta: 1.7.2013-31.12.2016
Vrednost projekta: 852.388,00 EUR
Delež sofinanciranja EU: 50 % (426.192,00 EUR)

www.rusalca.si

