



B&B
VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Program: Varstvo okolja

**VZPOSTAVITEV SONARAVNEGA
HABITATA NA OBMOČJU CENTRALNE
ČISTILNE NAPRAVE KRANJ**

Mentor: dr. Marjan Pogačnik
Somentor: Blaž Bajželj, univ. dipl. biol.
Lektor: dr. Klemen Lah, prof. slov.

Kandidat: Egon Kepic

Kranj, januar 2022

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Marjanu Pogačniku za podporo, pripravljenost in strokovno vodenje pri pripravi diplomske naloge.

Iskrena hvala tudi somentorju in sodelavcu Blažu Bajžlju za pomoč in usmeritve pri diplomski nalogi.

Hvala vsem sodelavcem iz podjetja Komunala Kranj, d. o. o., za idejo in vzpodbudo.

Zahvaljujem se tudi lektorju dr. Klemenu Lahu, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno pregledal.

Posebna zahvala gre v največji meri moji Kseniji pri sami odločitvi za študij ter vso pomoč in motivacijo med celotnim študijem in pisanju diplomske naloge.

IZJAVA

Študent Egon Kepic izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Marjana Pogačnika.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Na območju Savske loke v mestu Kranj je prvotni naravni habitat predstavljalo mokrišče s poplavnimi površinami reke Save in obvodnim gozdom. Po nadgradnji centralne čistilne naprave Kranj je nastal neizkoriščen prostor, ki nudi priložnost preoblikovanja in ponovne vzpostavitve naravnega habitata ter ureditve sonaravnega mokrišča. Vzpostavitev mokriščnega habitata bi zagotavljala pomembne ekosistemske storitve, med drugim tudi čiščenje in zadrževanje vode ter blaženje podnebnih sprememb. Mokrišče bi omogočalo tudi povečanje biotske pestrosti v tem prostoru. Stalni dotok vode v mokrišče bo omogočen s postavitvijo vzorčne rastlinske čistilne naprave. Zvočna in svetlobna zaščita prostora bo zagotovljena z zasaditvijo avtohtonih drevesnih vrst, ki predstavljajo pomemben habitat za številne gnezdeče vrste in pomembno prispevajo k biotski raznovrstnosti celotnega prostora. Del prostora bo predstavljalo pestro travišče, dom številnim avtohtonim in ogroženim rastlinskim in živalskim vrstam in vir opravevanja. Poleg pozitivnih vplivov na okolje, ki bi jih prinesli vsi opisani postopki, je eden od namenov tudi izobraževalni. Prostor, ki bo deloma vrnjen naravi, bo predstavljal tudi učilnico na prostem. Vsak posamezen del posebej in habitat v celoti bo torej imel dvojno vlogo: naravovarstveno in izobraževalno. Obe vlogi se bosta med seboj prepletali tako v času vzpostavljanja sonaravnega habitata kot pozneje med upravljanjem in vzdrževanjem.

KLJUČNE BESEDE

- mokrišče
- ekoremediacija
- rastlinska čistilna naprava
- okolje

ABSTRACT

In the area of Savska loka in the town of Kranj, the original natural habitat was a wetland with floodplains of the Sava River and a riparian forest. After the upgrade to the Kranj Central Wastewater Treatment Plant, an unused space was created, which offers the opportunity to transform and re-establish the natural habitat and arrange a sustainable wetland. The creation of a wetland habitat would provide important ecosystem services, including water purification and retention as well as enable climate change mitigation. The wetland would also allow for an increase in biodiversity in this area. The constant inflow of water into the wetland will be enabled by setting up a sample phyto-purification. Sound and light protection of the space will be provided by planting indigenous tree species, which represent an important habitat for many nesting species and make an important contribution to the biodiversity of the entire area. Part of the space will be a varied grassland, home to many indigenous and endangered plant and animal species and a source of pollination. In addition to the positive environmental impacts that all the described procedures would bring, one of the purposes is also educational. The space, which will be partially returned to nature, will also represent an outdoor classroom. Each individual part and the habitat as a whole will therefore have a dual role: nature conservation and education. The two roles will be intertwined both during the establishment of a sustainable habitat as well as later during management and maintenance.

KEY WORDS

- wetland
- ecoremediation
- phyto-purification
- environment

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 Cilji naloge	1
1.2 Predpostavke in omejitve	2
1.3 Metode dela	2
2 TEORETIČNE OSNOVE	3
2.1 Renaturacija	3
2.2 Ekoremediacija	3
2.3 Pomen biotske pestrosti v urbanem okolju	4
2.4 Čistilne naprave	6
2.4.1 Zgodovinski pregled čiščenja odpadnih vod	6
2.4.2 Rastlinske čistilne naprave	7
3 OBSTOJEČE STANJE	9
3.1 Predstavitev okolja	9
3.2 Opis glavnih prostorskih značilnosti centralne čistilne naprave kranj	10
3.3 Zgodovinski podatki o obravnavanem prostoru kot osnova za njegovo ureditev	11
4 PREOBLIKOVANJE IN VZPOSTAVITEV SONARAVNEGA HABITATA	14
4.1 Načrt vzpostavitve vzorčne čistilne naprave	14
4.2 Zasnova sonaravnega mokrišča z vodnim telesom	19
4.3 Zasnova vrstno pestrega travnika z večjim deležem žužkocvetnih vrst	27
4.4 Izobraževalni pomen novo vzpostavljenih naravnih habitatov	32
4.5 Predvidena investicijska vrednost projekta	33
5 RAZPRAVA	37
6 ZAKLJUČEK	40
7 LITERATURA IN VIRI	41

KAZALO SLIK

Slika 1: Razvoj sanitarij	6
Slika 2: Satiričen prikaz onesnažene reke Temze	7
Slika 3: Razvoj sodobnega čiščenja odpadnih vod	7
Slika 4: Slika prereza skozi gredo čistilne naprave	8
Slika 5: Centralna čistilna naprava Kranj	11
Slika 6: Prikaz vodnega telesa	13
Slika 7: Kanjon Zarica pred poplavitvijo	14
Slika 8: Tloris RČN	15
Slika 9: Prečni prerez RČN	19
Slika 10: Primer izračuna površine bentonitne polsti za prekrivanje vodnega telesa	20
Slika 11: Primer betonitne polsti	21
Slika 12: Navadni škžek (<i>Unio crassus</i>)	23
Slika 13: Loeselova grezovka	25
Slika 14: Močvirska sklednica	26
Slika 15: Vrstno pestri travnik	27
Slika 16: Hotel za žuželke	30
Slika 17: Trava modra stožika	31
Slika 18: Barjanski okarček	32
Slika 19: Sonaravni habitat na CČN Kranj - fotomontaža	39

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz kemičnih in bioloških parametrov RČN	17
Tabela 2: Popis del za izgradnjo ribnika in predvideni stroški	34
Tabela 3: Predvideni stroški in opis del za postavitve rastlinske čistilne naprave ...	37

KRATICE IN AKRONIMI

CČN – centralna čistilna naprava

1 UVOD

Človek s svojimi posegi v naravno okolje le to bolj ali manj spreminja. Spremembe se odražajo tako v vizualnem izgledu pokrajine kot v njeni funkcionalnosti in sposobnosti prilagoditve življenja v spremenjenih biotopih. Ljudje se vedno bolj zavedamo, da spreminjanje okolja po naših merilih ne pomeni vedno tudi izboljšanja kakovosti življenja. Ravno nasprotno nam narava vedno znova pokaže svojo pot, ki je pogosto drugačna od naših želja. Tudi v okolju, ki je predmet naše diplomske naloge, je problem naša želja po napredku in udobnejšem bivanju. Nekoč naravni habitat, ki ga bomo v diplomski nalogi obravnavali, smo preoblikovali večkrat. Prvič kot posledico potreb po električni energiji, zaradi česar smo zgradili jez za potrebe hidroelektrarne in tako močno vplivali na vodno telo reke Save. S pozidavo za potrebe industrije in prometa smo reko Savo potisnili v nov, našim potrebam in željam primeren tok struge, a ko smo se začeli zavedati onesnaževanja in ugotovili, da nam bodo reke izumrle, če ne omilimo našega uničevanja, smo z izgradnjo čistilne naprave to do določene mere dosegli, hkrati pa ponovno posegli v obvodni habitat in ga močno spremenili (Kurilo in Šubic, 2011).

Na območju Savske loke v mestu Kranj, ki je predmet obravnave diplomske naloge, je prvotni naravni habitat predstavljalo mokrišče s poplavnimi površinami reke Save in obvodnim gozdom. Po nadgradnji centralne čistilne naprave Kranj (CČN) je nastal neizkoriščen prostor velikosti 1,2 hektarja. Na sredini travnika se teren poseda, je občasno poplavljen in nam nudi možnost zadrževanja vode in ureditve sonaravnega mokrišča (Istenič, Griessler Bulc, 2018).

1.1 CILJI NALOGE

Cilj diplomske naloge je predstaviti možnosti vzpostavitve naravnega habitata s postopki ekoremediacije in renaturacije, ki bi bilo čim bolj podobno stanju pred gradbenimi posegi. Vzpostavitev mokriščnega habitata bi zagotavljala pomembne ekosistemske storitve, med drugim tudi čiščenje in zadrževanje vode ter blaženje podnebnih sprememb. Mokrišče bi omogočalo tudi povečanje biotske pestrosti v tem prostoru (WETMAN, 2011; Zraunig idr., 2019).

Poleg pozitivnih vplivov na okolje, ki bi jih prinesli vsi opisani postopki, je eden od namenov tudi izobraževalni, saj želimo prostor, ki bo vsaj deloma vrnjen naravi, predstaviti tudi kot učilnico na prostem. Vrstno bogata mokrišča in travniki privabljajo številne živalske vrste (dvoživke, ptiči, žuželke), hkrati pa so primeren učni objekt za izobraževanje šolskih in predšolskih otrok, mladine in odraslih (Hvala, 2012).

Na ta način lahko poleg spoznavanja procesov v čistilni napravi obiskovalci spoznavajo tudi lastnosti naravnega okolja in zanimive vrste. Pri tem lahko

uporabimo princip aktivnega učenja z namenom pridobivanja praktičnih znanj v sklopu različnih tehniških dni, dnevov odprtih vrat ipd. (English outdoor council, 2006).

1.2 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Predpostavljamo, da ima nastali prostor na CČN Kranj velik potencial za ureditev vzorčnega primera vzpostavitve naravnih habitatov v urbaniziranem prostoru z orodji renaturacije in ekoremediacije, ki bodo imeli tudi velik izobraževalni potencial. Po odstranitvi objektov stare čistilne naprave, nam je že sam sukcesiv odprl smiselno pot. Mokriščni del površine so postopoma naselile različne vlagoljubne rastline. Območje vodnega ali obvodnega habitata že sedaj obiskujejo ptice, zato je smiselno območje sonaravno urediti in še povečati možnosti za izboljšanje biotske raznovrstnosti.

Poleg vzpostavitve naravnega habitata bomo v nalogi dodali še primer postavitve vzorčne rastlinske čistilne naprave z iztokom v vodno telo, ki bo zagotavljalo stalni dotok vode v morišče (Radinja in Atanasova, 2019). Za zvočno ter svetlobno zaščito prostora bomo predvideli zasaditev avtohtonih drevesnih vrst, ki predstavljajo pomemben habitat za številne gnezdeče vrste in pomembno prispevajo k biotski raznovrstnosti celotnega prostora. Del travnika bo predvidoma ostal suh, na tem delu bomo predstavili biotsko pestri travnik z eno ali največ dvema košnjama letno (Ameršek, 2003)

Omejitev pri obravnavanju problema predstavlja velikost prostora, ki je omejen na obseg stare čistilne naprave. Sonaravna ureditev bi imela veliko vlogo tudi pri ozaveščanju načrtovalcev in odločevalcev, da lažje uresničijo cilje trajnostnega razvoja. Pomembno omejitev predstavlja seveda tudi finančna omejenost v primeru sprejetja odločitve za izvedbo našega projekta. Glavno omejitev pa verjetno predstavljajo odločevalci (lokalne politike), ki se morajo odločiti, kaj želijo narediti z obravnavanim prostorom.

1.3 METODE DELA

V diplomski nalogi bomo uporabili deskriptivno metodo dela. V teoretičnem delu bomo za potrebe izhodišč pregledali različne domače in tuje strokovne vire ter literaturo s področja ekoremediacije, čiščenja odpadnih vod, renaturacije, vzpostavitve naravnih habitatov in naravnega okolja. Glede na obravnavano temo bomo primerjali primere dobrih praks tako doma kot v tujini.

V opisu preoblikovanja bomo predstavili konkretne načrte za vzpostavitev vzorčne rastlinske čistilne naprave in ureditev mokrišča z vodnim telesom ob upoštevanju principov ekoremediacije. Poleg tega bomo pripravili izhodišča in načrte za ustrezno

ureditev biotsko pestrega travišča oziroma travnika z večjim deležem rastlinskih vrst z barvnimi cvetnimi odevali (npr. medonosne rastline), ki bodo privabljale številne domače in divje opraševalce. Pripravili bomo tudi izhodišča za izobraževalne aktivnosti, ki bodo predvidoma potekale na teh objektih. Od izgradnje nove CČN Kranj je bilo narejenih nekaj idejnih zasnov v zvezi z upravljanjem obravnavanega področja. Pred leti je bila narejena idejna zasnova ureditve obravnavanega prostora (z namenom ohraniti zelene površine) ter predstavljenih več možnosti ureditve prostora z vodnimi telesi ali različnimi zasaditvami ter raznimi izobraževalnimi vsebinami. V diplomskem delu bomo sledili tej idejni zasnovi, in sicer v delih, ki se nanašajo na vzpostavitev vodnega telesa in ohranjanja mokriščnega prostora (Lah, 2002; Urbanič, 2008).

2 TEORETIČNE OSNOVE

V poglavju so opisani pojmi, principi in sistemi, ki so predmet diplomske naloge.

2.1 RENATURACIJA

Renaturacija pomeni postopek vračanja naravnih ekosistemov ali habitatov v njihovo izvorno zgradbo in sestavo vrst (GEMET, 2021). Pojem označuje obnovo okolja oziroma vzpostavitev prvotnih naravnih značilnosti in vzpostavitev nekdanjega krajinskega videza v degradiranem okolju. Pogosteje postopke renaturacije izvajajo na vodotokih, pri katerih preoblikujejo ravne struge v bolj naravno stanje z vijugasto strugo in počasnejšim tokom (Life, Stržen, 2017; Kolman, 2007).

Obnova naravnih ekosistemov ali habitatov zahteva natančno poznavanje izvirnih oz. prvotnih vrst, funkcij ekosistema in medsebojnih vplivanj med vrstami (interakcij) ter postopkov njihovega vračanja v njihovo čim bolj naravno zgradbo in sestavo vrst (GEMET, 2021; Kadlec in Wallace, 2009; Lah, 2002).

2.2 EKOREMIDIACIJA

Pojem ekoremediacija pomeni uporabo naravnih procesov za obnovo in zaščito okolja (po formuli: eko + remediacija = naravna ponovna oživitev ali »zdravljenje narave z naravo«) (Vrhovšek in Vovk Korže, 2007).

Po Lahu (2002) beseda remediacija pomeni dejanje ali proces, ko v okolju po naravni poti popravimo ali izboljšamo stanje. Ekoremediacija pa pomeni, da to storimo na ekosistemski osnovi, torej z uporabo abiotskih in biotskih dejavnikov in njihovih interakcij.

V človeški zgodovini so od nekdaj poznali ekoremediacijo, le da so jo drugače imenovali. V vaseh so že tisočletja urejali kale, lokve oziroma mlake, v katerih se je nabirala deževnica, ki so jo uporabljali za napajanje živine, pranje, zalivanje, gašenje požarov, včasih tudi kot vir pitne vode. Erozijo zemlje so preprečevali s pasovi dreves in grmovja med kmetijskimi zemljišči, ob vodnih virih pa so zasajali vrbe, ki so učinkovito čistile onesnaženo vodo (Geister, 1999).

Z ekoremediacijskimi metodami lahko zmanjšamo in odpravljamo posledice kmetijskega onesnaževanja, turizma, prometa, industrije, odlagališč in poselitve. Pomenijo vračanje k naravi, s ciljem ohraniti ali pa popraviti naravno ravnovesje, pri čemer taka območja omogočajo nova delovna mesta in dodatne dejavnosti (Kutnar, 2016; Machate idr., 1997; Tome, 2003).

Postopki ekoremediacije so najbolj uporabni pri varstvu voda na vodovarstvenih in zavarovanih območjih, varovanju stoječih voda, ohranjanju biotske raznovrstnosti v urbanih in ruralnih okoljih, zmanjševanju učinkov klimatskih sprememb, varovanju virov pitne vode, območij kopalnih voda, čiščenju komunalnih odpadnih voda, zmanjševanju onesnaženosti z nitrati iz kmetijske proizvodnje in čiščenju onesnaženih zemljin (Britanica, 2021; Evropska Komisija, 2020; Vrhovšek in Vovk Korže, 2007).

2.3 POMEN BIOTSKE PESTROSTI V URBANEM OKOLJU

Mokrišča s svojo značilno združbo živali in rastlin predstavljajo izredno dinamičen ekosistem. Taka območja običajno opredelimo kot območja v prehodu (ekotoni), ki združujejo značilnosti kopenskih in vodnih ekosistemov. To jim daje dinamičnost, bogastvo življenjskih oblik ter biotsko pestrost. Večina mokrišč ima visoko primarno produkcijo in so pomembni habitati številnih rastlinskih ter živalskih vrst, v velikem obsegu redkih in ogroženih (Langergraber et al., 2021). Sprejmejo lahko velike količine vode, ki jo nato sproščajo počasi in tako opravljajo številne vitalne funkcije v naravi. Kot posledica talnih značilnosti in vegetacijske sestave prečiščujejo vodo, ki gre skozi mokrišče. Z izhlapevanjem vode uravnavajo mikroklimo, zato so pomembne tako z ekološkega kot tudi gospodarskega in družbenega vidika (Kadlec in Wallace, 2009; Lah, 2002; WETMAN, 2011).

Del območja, ki ga bomo obravnavali in ne bo imel značilnosti mokrišča, bo predstavljal habitatni tip travišča. Naravna travišča pri nas so omejena na območja nad gozdno mejo ter nekatere močvirnate predele na apnencu, izstopajo mokrotni in vlažni travniki. Za take travnike je značilno, da se kosijo enkrat letno, običajno pozno poleti, ter se ne gnojijo. V primerjavi z drugimi travišči je tu visok delež redkih in ogroženih vrst. Rastlinske vrste, vezane na tak tip travišča, so različni mečki (*Gladiolus* sp.), kukavičnice (npr. *Liparis loeselli*, *Hammarbya paludosa*, *Spiranthes*

aestivalis, Orchis palustris) in druge (Jogan et al, 2004; Papež Kristanc, 2012; Projekt Poljuba, 2021).

Osnova za pestrost različnih oprasovalcev in ostalih živali predstavlja pestrost rastlinskih vrst. Travniki ne živijo le nad zemljo, velik pomen ima skupnost drobnih živali in gliv, ki ustvarjajo ustrezne pogoje za rast pod njeno površino. Ti organizmi rastlinam pomagajo črpati določena hranila iz zemlje. Humusna plast je sposobna vezati razna onesnaženja, zeleni deli rastline pa porabljajo ogljikov dioksid iz zraka. Travišča shranijo veliko več ogljika kot na primer njiva s poljščinami. Vrsto bogat travnik privablja mnoge vrste žuželk, ki so edini oprasovalci tako divjih kot kulturnih rastlin. Bogastvo žuželk privablja njihove naravne sovražnike ptice, ki se prehranjujejo z njimi in povečujejo biotsko raznovrstnost (Dreiseitl in Grau, 2006; Gabrovšek, 2010; Gaister, 1999, Raskin, 2005).

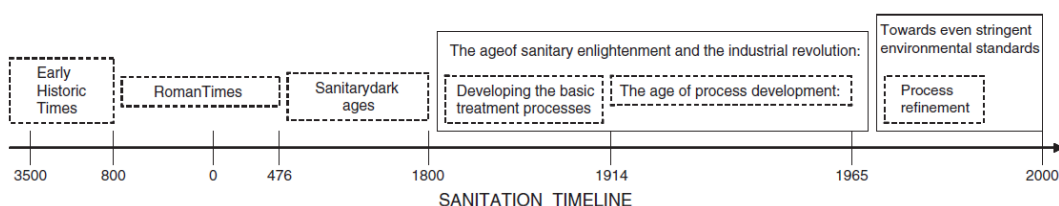
Pestri in vrsto bogati travniki so pomembni tudi za različne oprasovalce, tako domače čebele kot divje oprasovalce, med katere sodijo divje čebele, čmrlji, muhe trepetavke in druge žuželke. Zaradi sprememb v okolju število in pestrost divjih oprasovalcev upada, zato je dolgoročno ogrožena stabilna pridelava hrane in s tem prehranska varnost. V Sloveniji je potencial divjih oprasovalcev razmeroma velik, a slabo izkoriščen, zaradi neukrepanja pa ga že izgubljam. Živiljenjsko okolje oprasovalcev se je zelo spremenilo. Obilno gnojeno, zgodaj in pogosto košeni travniki ne zacvetijo in zato oprasovalcem ne zagotavljajo hrane. Obdelovalni stroji uničijo veliko gnezd čmrljev. Živih mej, kjer bi bila gnezda na varnem, skoraj ni več (Bavcon in Ravnjak, 2016; Jogan et al., 2004).

Divje čebele so nekdanje gnezdele v slamnatih strehah, polžjih hišicah, talnih rovih in luknjah v lesu, ki je bil glaven gradbeni material. Za primer pestrosti lahko navedemo, da je v Sloveniji do sedaj prepoznanih 573 vrst divjih čebel (Bevk in Gogala, 2015). Najučinkovitejši način varovanja oprasovalcev je ohranjanje dovolj vrsto bogatih travnikov. Na njih dobijo hrano in prostor za gnezdenje. Ohranjamo jih tako, da jih pokosimo šele po cvetenju. Ob oprasovanju najprej pomislimo na medonosno čebelo, vendar ta še zdaleč ni edina oprasovalka. Oprasujejo tudi številni divji oprasovalci. Divji oprasovalci so celo bolj učinkoviti, pridelek pa povečajo tudi tam, kjer je medonosnih čebel veliko (Bevk, 2018).

2.4 ČISTILNE NAPRAVE

2.4.1 Zgodovinski pregled čiščenja odpadnih vod

Človeštvo se je s odstranjevanjem in čiščenjem odplak srečala s prvimi stalnimi naselji in oblikami socialnih skupnosti. Potrebno je bilo poskrbeti za deževnico s streh prebivališč in odpadnih voda ostalih oblik, ki je nastajala pri dnevnih opravilih. Vse civilizacije v različnih časovnih obdobjih so se vsaka na svoj način lotevale te težave. Skladno z razvitostjo same družbe, so bili ti sistemi bolj ali manj učinkoviti. (Zraunig et. al., 2019). Tako najdemo ostanke takšnih sistemov že 3.500 pred našim štetjem na področju Mezopotamije in pozneje pri civilizacijah na celotnem področju indijske podceline. Zelo napreden sistem so poznali tako v antičnem Egiptu ter Grčiji in pozneje v Rimskem cesarstvu (Lofrano in Brown, 2010). Ostanke t. i. Cloace Maxime lahko vidimo še danes. Zgrajena iz kamna in v velikem obsegu, je Cloaca Maxima eden najstarejših obstoječih spomenikov rimskega inženirstva (Wiley-vch, 2021). Vsi ti sistemi so bili bolj ali manj sofisticirani in predstavljajo predhodnico današnjega kanalizacijskega sistema. Skupna točka je bila v tem, da so skrbeli le za odvajanje odpadnih voda in njihov ponikanje v različne medije, ki so bili naravno na voljo (pesek, travišča, močvirja ...) ali so vodili direktno v vodotok oz. morje (slika 1).



Slika 1: Razvoj sanitarij
(Vir: Lofrano in Brown, 2010)

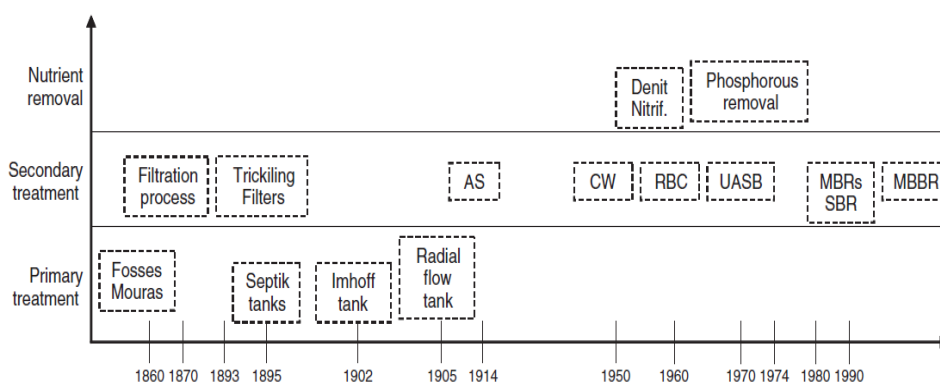
S propadom Rimskega cesarstva se je začelo več kot tisočletno črno obdobje na področju higiene. Z rastjo velikih mest najprej v Evropi in nekoliko pozneje v Ameriki in industrijsko revolucijo v 18. stoletju se je razmišljalo o tehnoloških rešitvah na tem področju. Do tedaj so se vse meteorne vode ter odplake iz industrije in gospodinjstev stekale naravnost v vodotoke, večinoma neposredno po mestnih površinah ali preprosto v tla in posledično v podtalnico (slika 2). Popolnoma onesnažene reke in ponavljajoče se epidemije kolere ter tifusa so terjale ukrepanje. Z razvojem mikrobiologije in spoznanjem od kod prihajajo bolezni so v velikih mestih začeli resneje pristopati k reševanju težav (Lofrano in Brown, 2010; Wiley-vch.de, 2021).



Fig. 1.12 Drawing from the satirical journal *Punch*, demonstrating the extremely polluted river Thames in 1858 with the title "The silent highway man" (Föhl and Hamm 1985).

Slika 2: Satiričen prikaz onesnažene reke Temze
(Vir: Wiley-vch.de, 2021)

Prve resne rešitve so se pojavile v deželah z največjim tehnološkim napredkom in posledično največjimi težavami z onesnaževanjem: Angliji, Nemčiji, Franciji, Italiji in Združenih državah Amerike. Vse to se je dogajalo sočasno s pojavom prvih kanalizacijskih sistemov, leta 1842 v Hamburgu, 1858 v Londonu in Parizu ter nekoliko pozneje v mestih po Italiji. Ti prvi sistemi še niso bili namenjeni čiščenju odpadne vode, temveč so jo le odvajali v vodotoke. Konec 19. stoletja se začnejo pojavljati prvi zadrževalniki in filtri. Modernejše tehnologije čiščenja, z različnimi metodami biološkega čiščenja odpadnih vod, so se začele razvijati v petdesetih letih 20. stoletja, tehnologije se razvijajo, in izpopolnjujejo še danes (Lofrano in Brown, 2010, slika 3).



Slika 3: Razvoj sodobnega čiščenja odpadnih vod
(Vir: Lofrano in Brown, 2010)

2.4.2 Rastlinske čistilne naprave

Ene prvih tehnoloških rešitev, ki so se pojavile, so bile rastlinske čistilne naprave (constructed wetlands CW), ki v največji meri posnemajo delovanje narave (Kadlec

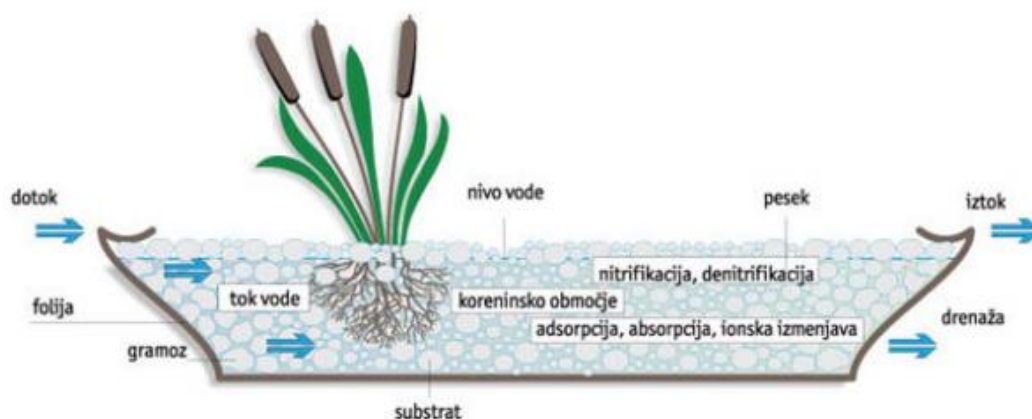
in Wallace, 2009; Lofrano in Brown, 2010). Te vrste čistilnih naprav s svojim delovanjem posnemajo sposobnost narave za samoočiščenje. Načrtovane so tako, da omogočajo intenzivne in kontrolirane interakcije med substratom, mikroorganizmi, rastlinami in vodo (Škulj, 2015). Običajno so to naprave, ki delujejo brez strojne in elektro opreme, zato so stroški, v primerjavi z ostalimi vrstami čistilnih naprav, manjši tako pri sami izgradnji kot v obratovalnem času. V konstrukcijskem smislu ločimo naprave s površinskim tokom in druge s podpovršinskim tokom odpadne vode. Sistem s podpovršinskim tokom ločimo na dva sistema:

- sistem s horizontalnim tokom,
- sistem z vertikalnim tokom.

Osnovne značilnosti takih sistemov so:

- manjše zaznavanje vonjav, ker odpadne vode niso v stiku z atmosfero,
- s substratom so napolnjene celotne grede,
- za razvoj mikrobnega filma nudi substrat večjo površino,
- močvirske rastline so ukoreninjene v substratu,
- najpogosteje se uporabi navadni trst (*Phragmites australis*), rogoza (*Typha latifolia*)(slika 4).

V vseh sistemih je zadrževalni čas odpadne vode 10 dni in v tem času potekajo različni procesi čiščenja. Najprej pride do usedanja suspendiranih delcev, sledi difuzija razgrajenih hranil v rastline in substrat, mineraliziranje organskih snovi, odvzem hranil z vegetacijo in mikroorganizmi, mikrobná pretvorba hranil v plinaste dele ter na koncu kemijsko-fizikalna adsorpcija in usedanje v substrat (Škulj, 2015).



Slika 4: Slika prereza skozi grede čistilne naprave

(Vir: Služba Vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko, 2021)

Za razliko od večine ostalih čistilnih naprav, rastlinske v svojem sistemu ne vsebujejo pihal zraka, čiščenje odpadne vode pa poteka pod nivojem terena in je možnost zaznavanja neprijetnih vonjav bistveno zmanjšana. Sam sistem rastlinske čistilne naprave je dokaj preprost in je običajno sestavljen iz enega ali več bazenov v zaporedni postavitvi, ki so izolirani z nepropustno folijo. Napolnjeni so s substratom, v katerem so zasajene primerne rastline in skozi katerega se voda gravitacijsko pretaka podpovršinsko. Tako se prepreči nastajanje smradu in tudi nezaželenih insektov. Največje prednosti sistemov rastlinskih čistilnih naprav so:

- za obratovanje ni potrebne strojne opreme in energije (oz. minimalno), učinkovitost čiščenja je velika in dosega 70–90 %,
- ob razgradnji se težke kovine, pesticidi, približno 20 % hranilnih snovi ter druge toksične snovi vgradijo v biomaso, za razliko od ostalih čistilnih naprav, ki za te procese potrebujejo kemikalije za obarjanje,
- v obliki komposta, briketov itd., lahko uporabimo v rastlinsko maso vgrajeno energijo,
- ni odtekanja surove odpadne vode v okolje zaradi izpada energije ali okvare strojnih delov kot pri drugih vrstah čistilnih naprav, pri čemer mikrobná populacija potrebuje nekaj dni za svojo obnovitev,
- postavitve ne zahteva velikih posegov v prostor in je preprosta,
- vzdrževanje je relativno poceni in enostavno,
- kompenzacija poplavnih viškov in nadzor nad poplavami,
- v obliki odprtih aktivih površin, umeščenih v urbano okolje, predstavljajo sonaravne ekosisteme za žuželke, dvoživke in ptice ter tako prispevajo k vrstni biodiverziteti (Služba Vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko, 2021; Škulj, 2015).

3 OBSTOJEČE STANJE

3.1 PREDSTAVITEV OKOLJA

Prostor, ki je predmet naše diplomske naloge, predstavlja travnik, ne katerem se je vzpostavila manjša mokrotna površina. Na tem delu so našle svoj habitatni prostor vlagoljubne rastline. Samoniklo so ta del naselile naslednje rastline: širokolistni rogoz (*Typha latifolia*), trst (*Phragmites australis*), navadno ločje (*Juncus efusus*), močvirska krvomočnica (*Geranium palustre*), drobnocvetni vrbovec (*Epilobium parviflorum*), vodna meta (*Mentha aquatica*) ter druge. Za razliko od ostalega travnika se ta del dve leti ne kosi: tako se ustvari mini mokrišče povsem brez tujega vpliva. Ostali travnik se zaradi estetskega videza kosi približno dvakrat mesečno. Glavne rastlinske vrste poleg trav so na tem delu navadni regrat (*Taraxacum officinale*), plazeča detelja (*Trifolium repens*), črna detelja (*Trifolium pratense*),

ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*), črnoglavka (*Prunella vulgaris*) in mnoge druge v manjšem številu. Prav zaradi vzpostavljenega mokriščnega prostora travišče preko dneva obiskujejo razne vodne ptice: labod grbavec (*Cygnus olor*), mlakarica (*Anas platyrhynchos*), siva čaplja (*Ardea cinerea*), bela čaplja (*Egretta garzetta*). Stalno prebivališče si je zaradi obilice hrane našla poljska miš (*Apodemus agrarius*), posledično pa prostor obiskujejo vrste, ki se hranijo z njimi. Opazimo lahko kanjo (*Buteo buteo*) ter lisico (*Vulpes vulpes*), verjetno pa se jim pridružijo tudi drugi v nočnem času. Prav tako je stalni prebivalec prostora postala siva vrana (*Corvus cornix*) (Bavcon in Ravnjak, 2016; Gaister, 1999; Raskin 2005).

3.2 OPIS GLAVNIH PROSTORSKIH ZNAČILNOSTI CENTRALNE ČISTINE NAPRAVE KRANJ

CČN Kranj je umeščena v prostor tik pred kanjonom Zarica na desnem bregu reke Save (slika 5). Strugo reke Save so ob gradnji hidroelektrarn Medvode in pozneje Mavčiče prestavili proti severu; v preteklosti je potekala po trasi sedanje ceste, ki vodi od objektov nekdanjega podjetja Iskra proti naselju Drulovka in je lepo vidna na sliki 5. Celotno območje CČN Kranj obsega približno 4,5 hektarjev površine, v naravi ga predstavljajo tehnični objekti in čistilni bazeni, med katerimi so zelene površine. Približno četrtino celotnega prostora predstavlja travišče. Med reko Savo in prostorom CČN Kranj je zgrajen protipoplavni nasip, ki preprečuje neposredni stik vodnega telesa z nekdanjim poplavnim področjem (Komunala Kranj, 2021).

Samo vodno telo ima status močno preoblikovanega vodnega telesa in sodi med predalpske regije, v enoto Kranjsko in Soriško polje. Kmetijske površine zavzemajo približno 66 %, nižinski gozdovi pa prekrivajo preostali del. Reka Sava je svojo strugo vrezala v obliki kanjona z navpičnimi konglomeratnimi stenami, kar daje hidrografske značilnosti. Glavna raba tal na območju je kmetijstvo z gojenjem monokultur, medtem ko sadovnjaki v omejenem obsegu obdajajo naselja. Poselitev je skoncentrirana na naselja vzdolž obeh bregov Save in Kokre, naselja ob vznožju Krvavca ter vasi ob vznožju Škofjeloškega hribovja in ob potokih na severozahodu. V osrednjem delu enote ni površinskega vodotoka, glavni vzrok temu je propustnost tal, vse padavine na predelu med Kranjsko-soriškim poljem in Smednikom pronicajo v tla ter prehajajo v vodotok preko podzemnih vod oziroma ustvarjajo svoje podzemno vodno delo. Večja vodotoka sta Kokra s povirjem v vznožju Karavank na zgornjem delu in Sora s povirjem v predalpskem hribovju, na skrajnem spodnjem delu enote (Kurilo in Šubic, 2011).



*Slika 5: Centralna čistilna naprava Kranj
(Vir: Komunala Kranj, 2021)*

3.3 ZGODOVINSKI PODATKI O OBRAVNAVANEM PROSTORU KOT OSNOVA ZA NJEGOVO UREDITEV

Ko je svojo staro strugo na predelu sedanje Drulovke in Jeprce do vrha zasula s prodrom, je reka Sava v tem delu izdolbala kanjon Zarica v pleistocenskem konglomeratu in tako ustvarila svoje sedanjo strugo, po kateri teče še sedaj. Naravna soteska je segala od Drulovke na eni in Čirč na drugi strani vse do Medvod v dolžini skoraj 20 km (slika 6). Glavno preoblikovanje naravnega habitata se je začelo s predvidenimi izgradnjami jezov za hidroelektrarne na srednji Savi. Sava je pred vstopom v sotesko ob povečanem vodotoku redno poplavljala in zaradi tega so bile na njenem vhodu in pred samo sotesko v preteklosti večkrat izvedene regulacije in preusmeritve rečnega toka ter spremembe same linije vstopa v sotesko s povečanim radijem (slika 7). Sotesko so prvič delno potopili leta 1953 z izgradnjo jezov za hidroelektrarne Medvode. V letih med 1970 in 1976 so bili izdelani prekopi, zgradbe, obrežna varovanja, miniranja in odstranjevanje previsnih konglomeratnih sten na obrežju ter kamnitih blokov v strugi. Ob končanju gradnje hidroelektrarne Mavčiče je bila soteska potopljena do sedanje mere, ko se kota pri vhodu v sotesko iz višine 341 m dvignila na 346 m pri normalni zaježitvi (Kurilo in Šubic, 2011).

Leta 1986 so na območju vhoda v sotesko zgradili prvo CČN Kranj, ki po dobrih dvajsetih letih obratovanja, zaradi tehnoloških omejitev, ni omogočala zakonsko zahtevanega terciarnega čiščenja (odstranjevanje celotnega dušika in fosforja). Iztok iz CČN je bil izveden v reko Savo, ki je na tem območju zaradi pregrade Mavčiče močno preoblikovano vodno telo in opredeljeno kot območje občutljivo zaradi eutrofikacije. Po nadgradnji je oktobra 2015 s poizkusnim delovanjem pričela obratovati nova CČN. Staro čistilno napravo so odstranili in zemljišče povrnili v prvotno stanje, tako da so odstranili vse grajene objekte ter zasuli to površino z zemljinjo in jo zatravili. Na območju stare čistilne je tako nastal prazen prostor. Na sredini travnika se teren poseda in je občasno poplavljen. Teren je idealen za ureditev sonaravnega mokrišča (Istenič, Griessler Bulc, 2018; Kintat, 2017).

S posegi so se uničili takratni biotopi tekočih voda, obrežni biotopi pa so se močno preoblikovali. Danes kot soteska označujemo le še trikilometrski odsek od naselja Drulovka do naselja Jama, kjer se reka razlije v obsežno Trbojsko jezero. Področje pred vstopom reke Save v sotesko je predstavljalo poplavno ravnico s značilnim mokriščnim habitatom ter obrežnim gozdom na tedanjem levem bregu reke, ki se je v večji meri zaradi nedostopnosti ohranil še do sedaj. Pred poplavljanjem in ostalimi posegi v okolje so se ob reki do tedaj širili obvodni logi in travniki. Po prestavitvi struge v sedanji tok, se je sedanji desni breg s posegi človeka urbaniziral in postopoma so se površine pozidale z industrijskimi objekti, deloma tudi s športno rekreacijskimi površinam. Celoten del struge vodotoka od mosta, ki prečka Savo pri železniški postaji je reguliran, hkrati pa je desni breg še dodatno zavarovan z proti poplavnim nasipom. Ob višjem vodostaju nasip svoj namen dobro opraviči za zavarovanje zgrajene infrastrukture, vendar pa nam narava pokaže prvotno pot vode ter poplavi celotno področje preko podtalnice, kar nam lepo pokaže prvobitne značilnosti prostora (Kurilo & Šubic, 2011).



Slika 6: Prikaz vodnega telesa
(Vir: Komunala Kranj, 2020)

Človek je prostor v bližini kanjona Zarice naseljeval že v daljni preteklosti. Najzgodnejše najdbe segajo v konec 5. tisočletja pred našim štetjem. Bivanje in zadrževanje je bilo omejeno na terasah nad strugo reke Save. Na samo obalo je človek posegal le pri izkoriščanju oziroma pridobivanju naravnih dobrin in materialov. Znano je izkopavanje mivke in proda, ki ga je reka odlagala ob umikanju po visokih vodostajih. Druga dejavnost po kateri je dobilo ime celo naselje nad reko je bilo pobiranje naplavljenega lesa za kurjavo in druge namene. Naselje Drulovka naj bi ime dobilo po tej dejavnosti iz izraza »drvolovka«. Tudi rastlinske in živalske vrste so se v precejšnji meri razlikovale od današnjega stanja. Na aluvialnih nanosih poplavnega območja pred vtokom v sotesko so prevladovali vrbe in topoli (Kurilo & Šubic, 2011).



*Slika 7: Kanjon Zarica pred poplavitvijo
(Vir: Facebook)*

4 PREOBLIKOVANJE IN VZPOSTAVITEV SONARAVNEGA HABITATA

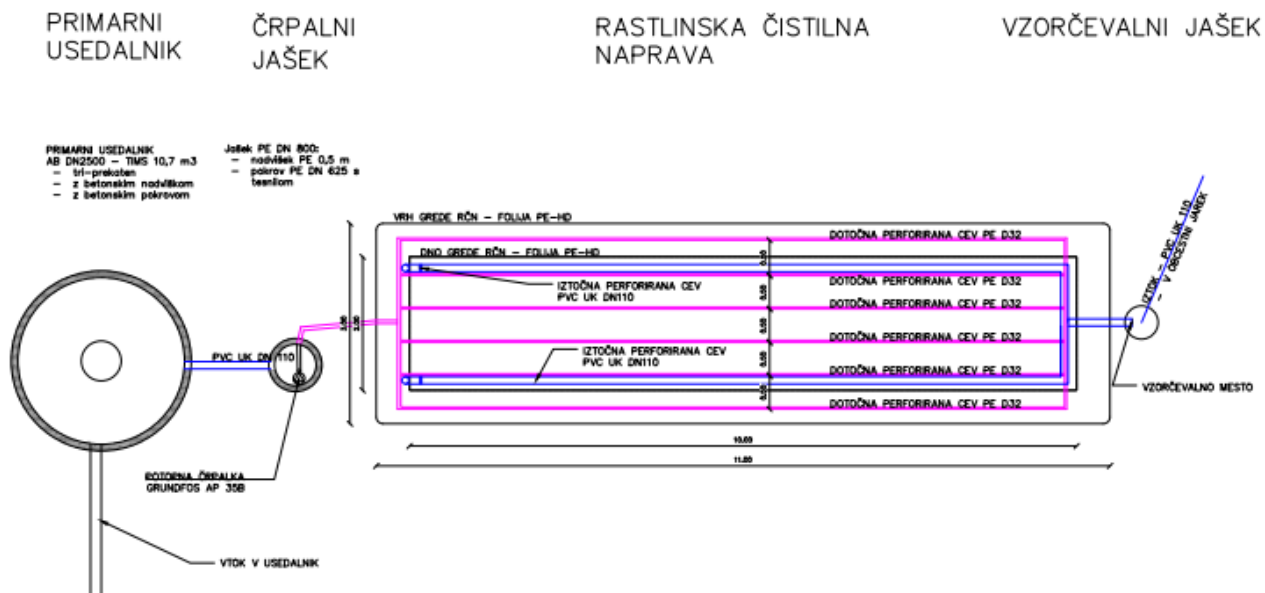
Postopki in cilji preoblikovanja in vzpostavitve sonaravnega habitata:

- izgradnja rastlinske čistilne naprave,
- izgradnja vodnega telesa,
- vzpostavitev mokriščnega habitata,
- vzpostavitev travišča.

4.1 NAČRT VZPOSTAVITVE VZORČNE ČISTILNE NAPRAVE

Na začetku našega sonaravnega habitata bi umestili rastlinsko čistilno napravo (RČN), namenjeno čiščenju odpadnih vod, nastalih v objektih CČN Kranj. Postavili bi jo v jugovzhodni del načrtovanega prostora, kjer bi bila priključitev objektov najlažja.

Projektirana RČN je naprava s primarno, sekundarno in delno terciarno stopnjo čiščenja odpadnih vod. Sama naprava je v celoti dimenzionirana za kapaciteto čiščenja dvajsetih PE oziroma tri m³ vode dnevno (slika 8).



Slika 8: Tloris RČN
(Lastni vir)

Tehnologija čiščenja sestoji iz primarnega usedalnika, pulznega jaška in grede RČN. Dodatni primarni usedalnik je nameščen za obstoječim usedalnikom. V usedalniku se zadržujejo grobi delci in nastaja mulj, od tu pa voda teče naprej v pulzni jašek, kjer se vodo v intervalih dovaja na samo gredo RČN, kjer je izvedeno sekundarno in deloma tudi terciarno čiščenje. Sama tehnologija delovanja in čiščenja vode poteka gravitacijsko, voda se po gredi RČN pretaka vertikalno skozi več slojev substrata različnih granulacij. Gre za aerobni proces čiščenja, kisik se v napravo dovaja izključno z difuzijo iz zraka, zato tudi tako dimenzionirana površina RČN. Čiščenje v največji meri poteka s pomočjo mikroorganizmov (85–90 %), ki se nahajajo med substratom in koreninami rastlin. Same rastline imajo poleg čiščenja (do 10 %) še estetsko funkcijo in dajejo podporo ter življenjski prostor mikroorganizmom, ki sodelujejo pri čiščenju odpadne vode. V procesu čiščenja se ne uporablja in dodaja kakršnikoli kemikalij (Ameršek, 2003; Butler et. al., 2018).

Opis delovanja:

- Primarni usedalnik: surova komunalna odpadna voda iz naselja priteka preko rotomata (grablje za odstranjevanje grobih večjih snovi v odpadni vodi) v primarni usedalnik, kjer se usedejo grobe snovi ter delci in nastaja mulj, pot

vode se pa deli na dve liniji; eno na precejalnik ter drugo v primarni usedalnik pred RČN. Za določanje in spreminjanje količine odpadne vode je med primarnima usedalnikoma nameščen ročni ventil. V primarnem usedalniku je relativno dolg zadrževalni čas, zaradi česar se tu uspešno odlagajo suspendirane snovi iz odpadne vode.

- Sifon za intervalno dovajanje vode pred RČN: sifon služi za intervalno dovajanje odpadne vode na gredo RČN. Sifon je izveden iz dvodelne AB posode kvadratne oblike z volumnom tri m². V drugem delu sifona se iz štirih vodov združi v dva, ki vodita v vsako gredo RČN. Sifon je sestavljen iz plovca in pripadajočih cevi za pretakanje vode.
- Rastlinska čistilna naprava: voda, ki se jo preko sifona dovaja na samo gredo RČN, se razliva deloma po površini, deloma pa tik pod površino v frakcijo 16 – 32 mm preko sistema perforiranih PP cevi. Cevi so v medsebojni razdalji 0,7 m, skupno je nameščenih 19 vzporednih cevi, ki se zaključujejo s čepom, preko katerih jih je možno čistiti. Greda je nasuta z različnimi frakcijami drobljenca med 2–32 mm. Z grobimi frakcijami so obsute perforirane dotočne in iztočne cevi, medtem ko finejše frakcije predstavljajo čistilni sloj, kjer se voda tudi najdlje zadrži in čisti. V primeru načrtovane RČN gre za RČN z vertikalnim tokom vode, kar pomeni, da voda teče pod površino nasutja tako, da se razliva po vrhnjih slojih in sama pronica proti dnu grede. Med porami drobljenca in koreninami rastlin, ki so zasajene v gredi, se sami razvijejo mikroorganizmi, s pomočjo katerih se čisti voda. Najpomembnejšo vlogo pri čiščenju imajo prav mikroorganizmi, ki predstavljajo približno 85–90 % čiščenja. Ostali del so fizikalno kemijski procesi ter doprinos zaradi rastlin – predvsem zaradi zagotovitve optimalnega okolja za razrast in življenje mikroorganizmov. V proces čiščenja na RČN ni potrebno dodajanje kakršnihkoli bakterij, encimov, kemikalij in ostalih preparatov. Voda se v gredi RČN očisti organskega onesnaženja v obliki parametrov KPK in BPK₅, ter dokončno suspendiranih snovi ter delno fosforjevih in dušikovih spojin (Komunala Kranj, 2021).

V primarnem usedalniku se odvija primarno čiščenje odpadne vode. V primarni usedalnik se dovaja surova komunalna odpadna voda, ki ima tipične parametre onesnažil za odpadno vodo. V primarnem usedalniku se iz vode usedajo suspendirane snovi in grobi delci, zaradi prekatov se odstranjujejo tudi maščobe. Iztočna voda se preko sifona dovaja na samo gredo RČN (Komunala Kranj, 2021).

Na gredi RČN se odvija bistveni del čiščenja komunalne odpadne vode iz naselja Golnik. Gre za aerobni proces čiščenja, zato intenzivni proces odstranjevanja organskega onesnaževanja v obliki KPK, BPK in nitrifikacije. Delno sta v procesu odstranjena tudi fosfor in celotni dušik (Komunala Kranj, 2021).

Predvidene projektirane vrednosti za posamezne parametre so prikazane v tabeli 1.

PARAMETER	VREDNOST NA DOTOKU V PRIMARNEM USEDALNIKU	VREDNOST NA IZTOKU IZ USEDALNIKA	VREDNOST NA IZTOKU IZ RČN
Suspendirane snovi (mg/l)	467	100-130	<10
KPK (mg/l)	800	500	<125
BPK (mg/l)	400	250	<20

*Tabela 1: Prikaz kemičnih in bioloških parametrov RČN
(Vir: Komunala Kranj, 2020)*

Pri čiščenju komunalne odpadne vode nastaja blato izključno v primarnem usedalniku (tabela 1). Blato je potrebno v začetku obratovanja spremljati, da ga ne preplavi v sifon in na RČN. Količino mulja je potrebno v začetku delovanja skrbno spremljati in ga pravočasno izčrpati iz usedalnika pred RČN. Predvidevamo, da bo nastajalo letno okoli 3,5 m³ mulja. Mulj je potrebno odstraniti, ko je zapolnjeno približno 50 % volumna usedalnika, torej 5-6 m³. Mulj je za prehodno kapaciteto potrebno prazniti predvidoma na 3 mesece oz. po potrebi. Mulj odvažata pooblaščenka komunalna javna služba s katero ima upravljavec sklenjeno pogodbo o odvozu mulja. Mulj je potrebno odvažati na za to urejeno čistilno napravo, ki ima opremo za sprejemanje in čiščenje mulja iz malih komunalnih čistilnih naprav (Komunala Kranj, 2021).

RČN bo tehnološko gledano v celoti delovala gravitacijsko. Obratovanje in stroški vzdrževanja so ravno zaradi tega relativno nizki. Obratovanje RČN obsega redno pregled dotoka v linijo na RČN, spremljanje količine mulja v primarnem usedalniku, delovanje sifona in pretočnost gred RČN. Za redno obratovanje in vzdrževanje je tako potrebna vsaj enkrat tedenska prisotnost ustrezno izobraženega in usposobljenega kadra. Nadzor zajema ogled celotne RČN od vtoka do iztoka v

zbirni jašek. O opravljenih nadzorih in vzdrževalnih delih se predvideva vodenje obratovalnega dnevnika (Komunala Kranj, 2020).

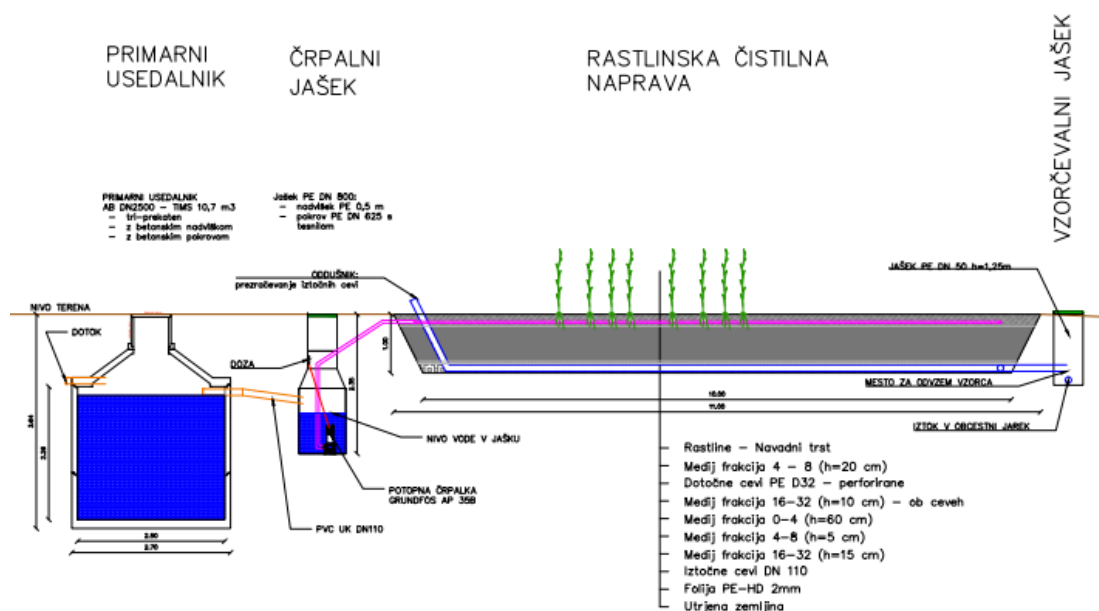
Primarni usedalnik se bo pregledoval skladno s tedenskimi rednimi ogledi. Preverilo se bo stanje in pretočnost usedalnika ter količina mulja po približno prvem mesecu po začetku obratovanja oz. praznjenju. Po tem obdobju se bo vsebina mulja preverjala vsak drugi teden. Če bo mulja preveč, se ga bo izčrpalo in odpeljalo na za to ustrezno čistilno napravo za obdelavo grezničnih muljev. Mulj se lahko meri s teleskopsko palico, ki se jo potisne do dna in na njej enostavno razbere količina mulja. Opcija je tudi odvzem vzorcev iz sifona in opravi meritev suspendiranih snovi. Če je koncentracija suspendiranih snovi višja kot 120 mg/l, se usedalnik izprazni. Po praznjenju se usedalnik lahko opere, ni pa potrebno vanj točiti sveže vode. Mulj se prazni tudi direktno iz usedalnika, in sicer v prostor za sušenje mulja, ki se nahaja v desnem delu grede RČN. Mulj se spušča tako, da ne pride do preplavitve in vdora na gredo RČN. Ventil za uravnavanje dotoka služi za določanje količine vode, ki se čisti na RČN, in je umeščen med obstoječi in novi primarni usedalnik. Pretok, ki mora biti zagotovljen, je približno 3 m³/dan oz. 0,125 m³/h. Možno je na kratek rok povišati pretok, vendar je potem potrebno redno spremljati dogajanje na gredah RČN, kjer ne sme prihajati do zastojev vode na površini. V sifonu je potrebno redno preverjati delovanje plovca in pretočnost povezovalnih cevi do razlivnega dela. Potrebno je tudi preveriti, ali je skupaj z odpadno vodo v jašku sifona tudi blato, ki ga praviloma ne sme biti, tudi na dnu ne. Če se v sifonu pojavi blato, je potrebno vsebino izprazniti in jo odpeljati na ČN, kjer sprejemajo mulj iz čistilnih naprav. Istočasno se preveri količino mulja v primarnem usedalniku in ga po potrebi izprazni (Komunala Kranj, 2021).

Gredo RČN se preverja skladno z rednimi ogledi. Potrebno je biti pozoren na morebitno zastajanje vode na površini RČN. Če se pojavi na površini voda, pomeni, da delovanje ni optimalno. Običajno je to povezano z odstranjevanjem mulja iz primarnega usedalnika in mašenjem frakcij v gredah. Dotočne perforirane cevi se enkrat letno očisti z visokotlačnim čistilcem preko čepov na koncu perforiranih cevi. Del substrata se tam odkoplje, odstrani čep in očisti cev do glavne razdelilne distribucijske cevi. Mašenje cevi se lahko opazi tako, da se voda iz sifona dovaja dlje kot običajno, to je največ pet minut. Običajno se čas razlivanja vode izmeri v prvi fazi delovanja RČN v času poskusnega obratovanja dva tedna po zagonu naprave (Komunala Kranj, 2021).

Rastline se na RČN kosi enkrat letno, in sicer spomladi pred novo vegetacijsko sezono. Običajno je to konec marca ali na začetku aprila, odvisno od vremena. Rastline se lahko pokosi ročno ali s koso na nitko, prav tako se jih takrat odstrani. Rastline se iz površine RČN odstrani ročno. Na samo gredo RČN se ne vozi s kmetijskimi stroji/traktorji/večjimi kosilnicami ipd. Na iztoku iz RČN se preverja kvaliteta očiščene vode. Učinkovitost se spremlja na vzorčevalnem mestu, to je v

jašku zunaj grede RČN. Voda mora biti kristalna, prosojna, lahko je obarvana rahlo rumenkasto in je brez vonja. Voda mora iztekati in ne sme zastajati, kar bi lahko povzročilo nedelovanje. V primeru slabe kvalitete vode je potrebno preveriti stanje usedalnika, delovanje sifona in možno zastajanje vode na RČN. Če sumimo, da na RČN priteka tuja, bolj onesnažena voda je potrebno količino vode zmanjšati na polovičen pretok, to je 7 m³/dan. Okolica RČN Okolico RČN je potrebno redno kositi in jo vzdrževati. Nikakor ne sme na površino RČN vdreti okoliška zemljina, ki bi lahko mašila sistem (Ameršek, 2003; Komunala Kranj, 2021).

Z nadzorom zagotavljamo pravilnost delovanja čistilne naprave (slika 9). Poškodovane dele je potrebno popraviti ali zamenjati, napake odpraviti na mestu, če je to mogoče. Delovanje opreme nadziramo po navodilih proizvajalcev. Vključeno je tudi vzdrževanje okolice čistilne naprave (Komunala Kranj, 2020).



Slika 9: Prečni prerez RČN
(Vir: Komunala Kranj, 2020)

4.2 ZASNOVA SONARAVNEGA MOKRIŠČA Z VODNIM TELESOM

Očiščena voda iz RČN bi imela urejen iztok v vodno telo, ki bo zagotavljalo napajanje mokriščnega dela našega sonaravnega habitata.

Pri vzpostavitvi mokrišča bomo uporabili naravne danosti terena in vodno telo umestili v prostor tako, da bomo omogočili minimalno gravitacijsko odtekanje iz vodnega telesa na njegovem zahodnem delu. S tem bomo omogočili napajanje

mokriščnega dela prostora. Pri legi vodnega telesa je potrebno upoštevati nekaj splošnih pravil, ki pripomorejo k boljši funkcionalnosti. Vodno telo ne sme biti v stalni senci, še posebej ugodno je, če je sončnim žarkom izpostavljen v večji meri v popoldanskem času, saj tako voda ohranja višjo temperaturo in s tem večjo aktivnost živali. Prav tako ni primerno, da bi bilo vodno telo preveč izpostavljeno vetru, kar bi povzročalo večjo evaporacijo in tudi nižjo temperaturo vode. V neposredni bližini ne sme biti drevesa, in sicer zaradi več dejavnikov. Za vodno telo ni najboljša, da je preveč v senci, lahko pride do poškodb dna zaradi vraščanja korenin, težave nam lahko povzroča tudi odpadlo listje (Balant, 2006; Evropska komisija, 2015; Trampuš in Babič, 2003).

Velikost in obliko bomo namenili možnosti oblikovanja manjšega vodnega in obvodnega habitata. Vodno telo bo tako nepravilne ovalne oblike v dolžini približno 20 m, širini med 2 in 5 m in površino približno 100 m² ter globino 0,8 v njegovem srednjem delu. Južni in zahodni breg bosta imela breg z naklonino 30° in manj ter tako zagotavljala izlivanje vode iz vodnega telesa. Vzhodni in severni breg bomo utrdili z rečnimi kamni. Načrtovana velikost in oblika imata namen in potencial, da vodno telo lahko gosti vse potencialne rastlinske in živalske vrste.

Za željeno funkcijo bo potrebno zagotoviti nepropustnost, hkrati pa želimo za gradnjo uporabljati najboljše približke naravnih materialov. Primeri dobre prakse so obnove in ureditve vaških kalov. Izkušnje so pokazale, da je za nepropustno dno najboljši material ilovica kot naravni material, medtem ko se je najslabše obnesel beton kot povsem umeten material. Pri izgradnji bomo uporabili gradbeno mehanizacijo za izkop jame, kar predstavlja določeno okoljsko tveganje, saj lahko pride do izlivov olj, goriva itd. Zato bo to edin strojni poseg v prostor, vsi naslednji posegi pa bodo ročni. Po izkopu bomo dno utrdili z »mehkim materialom«, tj. 10–20 cm debelo plastjo gline, na katero se položi bentonitno polst, ki bo segala nekoliko čez rob vodnega telesa. Površino potrebne količine polsti se izračuna tako, kot je prikazano na sliki 10 (Kereži, 2007; Trampuš in Babič, 2003).



x = maksimalna dolžina kala
y = maksimalna širina kala
z = maksimalna globina

$$\text{m}^2 \text{ folije} = (x + 2z)(y + 2z)$$

Slika 10: Primer izračuna površine bentonitne polsti za prekrivanje vodnega telesa (Vir: Trampuš in Babič, 2003)

Na ustrezno pripravljeno podlago bomo položili bentonitno polst (slika 11). To je gradbeni material, ki je sestavljen iz dveh slojev geotekstila, med katerimi je polnilo na osnovi natrijevega bentonita v obliki granulata. To polnilo v stiku z vodo nabrekne in s svojimi lastnostmi ustvari nizko propusten sloj. Pomembno je da ostaja vseskozi vlažen, zato je položeno plast polsti priporočljivo v kratkem času po položitvi prekriti z zemljino (Sinteza Lining, 2021).



Slika 11: Primer bentonitne polsti
(Vir: Sinteza lining, 2021)

Na položeno plast bomo nanесли 40-50 cm zemljine, ki jo bomo izkopalі pri izkopu jame. Uporabili bomo zemljo, ki bo pri izkopu bližje površini. Zemljina iz globljih plasti je namreč preveč »sterilna« (Trampuš in Babič, 2003).

Na koncu bomo uredili še severni in vzhodni del brega s skalami in preostalo zemljino. Na severnem delu brega bomo zgradili manjšo vzpetino iz kamenja, med katerim bodo ostanki debelih vej in podobno, in ga prekrili z zemljino, ki se bo hitro zarasla z vlagoljubnim rastlinjem. Vzpetina bo služila za zavetišče ali celo prezimovališče manjšim živalim.

Za naselitev našega vodnega telesa sta na voljo dve možnosti naselitve:

- naravna, ki ne zahteva poseganja v habitat, vendar ima tako dobre kot slabe lastnosti in
- umetna, pri kateri posežemo v habitat, vendar želene rezultate dosežemo nekoliko hitreje (Istenič in Grissler Bulc, 2018).

Pri naravni naselitvi je, kot rečeno, časovno obdobje nekoliko daljše, prav tako pa se nekaterim vrstam uspe naseliti šele čez nekaj let ali jim je ta pot zaradi različnih ovir celo onemogočena. To velja predvsem za urbana območja in za vodne organizme, ki nimajo neposrednega stika z zunanjim okoljem in vstopijo v ekosistem z določenih vidikov prepozno. Vodno telo lahko kolonizirajo določene neželene vrste (npr.

različni komarji), ki se namnožijo v velikem številu, saj v vodnem telesu še ni njihovih naravnih plenilcev. Hitro se nam pri taki obliki naselitve v vodnem telesu lahko naselijo tudi invazivne vrste, ki so zelo prilagodljive in imajo visoko reprodukcijo ter tako preprečujejo naselitev redkejših ali celo avtohtonih vrst (Trampuš in Babič, 2003).

Zaradi navedenih razlogov je v našem primeru najboljša kombinirana možnost umetne in naravne naselitev vodnega telesa. Vsekakor je glavno vodilo, da v vodno telo naselimo le avtohtone vrste, ki že uspevajo na tem območju. Ker ne želimo, da bi nam vodno telo preraslo rastlinje, se bomo izogibali vrstam, kot so rogoz (*Typha latifolia*), beli lokvanj (*Nymphaea alba*), vodna leča (*Lemna minor*) in podobne (Trampuš in Babič, 2003).

Prvi korak naselitve bomo naredili že s tem, ko bo dno vodnega telesa sestavljeno iz zemljine, ki je bila izkopana ob izdelavi kotanje. Poleg tega bomo v vodno telo prenesli nekaj zemljine iz obrežnega dela bližnje reke Save, ki vsebuje raznolike bentoške organizme (Istenič, Griessler Bulc, 2018).

Vodno telo bomo naselili le z jajčeci ali mladostnimi stadiji zelenih živalski vrst. Če bi namreč naseljevali odrasle osebkke, bi se ti poizkušali vrniti v svoja izvorna okolja in verjetnost naselitve bi bila manjša, hkrati bi veliko osebkov poginilo pri iskanju poti v svoje okolje. Za začetek bomo v vodno telo naselili jajčeca oziroma mrest zelene rege in rjave krastače ter mladice belouške. Glede na bližino vodnega telesa je realno pričakovati, da se bodo leteče vrste hitro naselile same. Enako velja za vodne ptice, ki že sedaj obiskujejo območje v času po večjih padavinah, ko je trenutni travnik v veliki meri prekrit z vodo (Trampuš in Babič, 2003).

Izmed ribjih vrst bomo naselili navadnega ostriža (*Perca fluviatilis*) in pezdinka (*Rhodeus amarus*). Obe sta avtohtoni vrsti, ki naseljujeta predele s počasnim tokom, mrtvice in stoječe vode (DPD Bled, 2021). V sožitju z njima bomo naselili dve vrsti školjk: navadnega škržka (*Unio crassus*) (slika 12) in veliko brezzobko (*Anodonta cygnea*). Obe sta avtohtoni vrsti, ki sta v preteklosti uspevali v mrtvicah reke Save in so jih (predvsem veliko brezzobko) prebivalci okoliških naselij celo nabirali za prehrano (Govedič, 2017).



Slika 12 Navadni škžek (Unio crassus)
(Vir: DPD Bled, 2021)

Pri naselitvi vodnega telesa se moramo zavedati, da nam naselitev nekaterih vrsti ne bo uspela v prvem poizkusu. V tem primeru lahko poizkusimo ponovno, pri čemer zamenjamo vsaj en faktor. Prva možnost je na primer, da vložimo jajčeca določene vrste v habitat. Če nam ne bo uspelo razviti populacije, lahko v drugem poizkusu vložimo ličinke ali mladice, ki smo jih vzgojili v ujetništvu in podobno. Določene vrste potrebujejo nekaj let, da se populacija ustali. Zaradi vsega tega bo potrebno vodno telo vzdržati, odstranjevati nezaželene rastline, morebitne invazivne ali tujerodne vrste ter po potrebi habitat tudi osvežiti (Trampuš in Babič, 2003).

Voda iz vodnega telesa se bo izlivala na njegovem jugozahodnem delu in bo napajala mokriščni del habitata, ki se je deloma že naravno vzpostavil na sredini našega obravnavanega prostora. Kot smo že omenili, so se samorodno naselile vlagoljubne rastline: širokolistni rogoz (*Typha latifolia*), trst (*Phragmites australis*), navadno ločje (*Juncus efusus*), močvirska krvomočnica (*Geranium palustre*), drobnocvetni vrbovec (*Epilobium parviflorum*), vodna meta (*Mentha aquatica*) in še nekatere druge. Pri vzpostavitvi tega dela je glavna naloga vzdrževanje primerne vlažnosti oziroma preprečiti izsuševanje zemljišča. Glede dodajanja rastlinskih vrst ne vidimo kakšne velike potrebe po tem. Veliko bolj pomembno bo pravilno vzdrževanje. Priporočljivo je, da mokriščnega dela ne gnojimo, prav tako pa prostor stalno pregledujemo in odstranjujemo morebiten vdor invazivnih tujerodnih rastlin.

Košnja tega dela habitata bi prišla v poštev enkrat letno, še boljše kot košnja, bi bil ukrep redčenja, če bi se posamezna vrsta preveč razrasla. Tak način je ustrežnejši zaradi dostopa, ki je z mehanizacijo težaven, prav tako je poseg z mehanizacijo invaziven in povzroči tudi uničenje talnega dela habitata. Glede na velikost prostora bi bilo veliko bolj primerno ročno redčenje rastlin. Odpadne rastline bi odlagali na obstoječi kompostnik (Zavod za varstvo narave, 2021).

Velika dodatna vrednost prostora bi bila vzgoja in s tem obvarovanje ogroženih vrst kukavičevk (orchidaceae), ki uspevajo na močvirnih tleh in se jim življenjski prostor zaradi izginjanja mokrišč močno krči. Leta 2004 so bile v Sloveniji zavarovane vse vrste v družini kukavičevk (orchidaceae) z uredbo (Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah, 2014). Kako močno so kukavičevke ogrožene, nam pove podatek, da v Sloveniji uspeva 83 vrst in podvrst, od tega je kar 65 vrst uvrščenih na rdeči seznam ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Od teh je zaradi ogroženosti 6 vrst uvrščenih med prizadete vrste (E), med ranljive vrste (V), 12 pa med redke vrste (R) (Pajk, 2011).

Težava pri vzgoji divje rastočih kukavičevk je v tem, da jih ne moremo preprosto sami vzgajati s sejanjem semen ali presaditvijo. Semena, s katerimi se razmnožujejo, namreč nimajo rezervnih hranilnih snovi, ki po kalitvi hranijo rastlinsko zasnovo. To vlogo, vse dokler rastlina ne požene prvih listov, opravljajo glive, vendar so te povezave se premalo razjasnjene, da bi jih lahko vzgajali (Pajk, 2011).

Ena od najredkejših vrst pri nas je loeselova grezovka (*Lipalis loeselii*) (slika 13), ki spada med prizadete vrste. Nekaj rastišč so v podobnih življenjskih pogojih našli tudi na Gorenjskem, kar nam daje upanje, da bi našli zatočišče tej močno ogroženi vrsti na našem načrtovanem habitatu. Na Gorenjskem se pojavlja na posebnih ohranitvenih območjih Nature 2000 Bled-Podhom. Nekaj najdišč je tudi na področju Ljubljanskega barja in okolici, ki prav tako spadajo v Naturo 2000. Po vzpostavitvi mokrišča bomo tako poizkušali s prenosom nekaj osebkov iz njihovega naravnega okolja in upali, da jim bo uspelo zasnovati novo kolonijo. Seveda bomo veseli, če bi se po naravni poti pojavila katerakoli od vrst kukavičevk, ki uspevajo na močvirnih tleh: gruterjeva močvirnica (*Epipactis greuteri*), italijanska močvirnica (*Epipactis latina*), ozkoustna močvirnica (*Epipactis leptochila*), drobnolistna močvirnica (*Epipactis micropylla*), navadna močvirnica (*Epipactis palustris*), purpurna močvirnica (*Epipactis purpurata*) ipd. (Projekt Poljuba b, 2021; Raskin, 2005).



Slika 13: Loeselova grezovka
(Vir: Projekt poljuba b, 2021)

Uspešno zasnovan in urejen mokriščni travnik z vodnim telesom bi lahko nudil zatočišče še eni vrsti z rdečega seznama ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Edina avtohtona sladkovodna želva močvirska sklednica (*Emys orbicularis*) (slika 14) je na seznamu strogo zavarovanih vrst Bernske konvencije. Prav tako je na seznamu družbeno pomembnih živalskih in rastlinskih vrst, za katere je potrebno določiti posebna varovana območja varovanja (Gabrovšek, 2010, Raskin, 2005, Tome, 2003).



Slika 14: Močvirska sklednica
(Vir: Naturephoto, 2021)

Za naravni življenjski prostor si najrajši izbere stoječe ali počasi tekoče mirne vode, ki se na soncu hitro ogrejejo. Poleg tega si izberejo prostor, kjer so v bližini za odlaganje jajc primerna kserotermna mesta, kot so suhi travniki ali prisojna peščena mesta. Dneve preživijo v iskanju hrane in sončenju na dvignjenih mestih, ko so skale, debla in podobno. Pomembno je, da okolje ostaja vseskozi mokro, saj se v nasprotnem primeru odpravijo drugam ali se zakopljejo v zemljo in estvirajo. Pri prehrani veljajo za oportuniste. Najraje se hranijo z različnimi členonožci (artropoda), dvoživkami (amphibia), polži (gastropoda) in ribami (pisces). Po rastlinski hrani posežejo, ko jim živalske hrane primankuje. V zimskem času se zakopljejo v zemljo in tako prezimijo. Če pa se temperatura v tem času dvigne na 5–11 stopinj C postanejo aktivne (Tome, 2003).

Glede na opisano bi naš habitat nudil skoraj optimalne pogoje za uspešen razvoj te občutljive vrste. Paziti bi bilo potrebno le na to, da bi bili ti pogoji stalni ter na mir in odsotnost antropogenih motenj na delih, kjer bi želva odlagala jajca. Prav tako bi bilo potrebno paziti, da ne bi prišlo do vdora konkurenčnih tujerodnih vrst, kot so želve rdečevratke (*Trachemys scripta elegans*) in alohtonih plenilcev, kot so pižmovke (*Ondatra zibethicus*), ki plenijo predvsem jajca in mladice (Tome, 2003).

4.3 ZASNOVA VRSTNO PESTREGA TRAVNIKA Z VEČJIM DELEŽEM ŽUŽKOCVETNIH VRST

Na skrajnem zahodnem delu obravnavanega prostora je lega terena nekoliko dvignjena in s tem v večji meri preprečuje poplavljanje. Na tem mestu lahko pričakujemo zasnovano vrstno pestrega travnika (slika 15) (Paz- Alberto, 2013).



Slika 15: Vrstno pestri travnik
(Vir: Projekt poljuba b, 2021)

Po svoji obliki bo travnik še najbolj podoben nižinsko ekstenzivnemu gojenemu travniku, ki uspevajo na zmerno hranljivih tleh. Prevladujoči taksioni v podobnih sestojih so visoke trave: visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius*), travniški lisičji rep (*Alopecurus pratensis*), travniška latovka (*Poa pratensis*), navadna pasja trava (*Dactylis glomerata*), travniška bilnica (*Festuca pratensis*) in volnata medena trava (*Holcus lanatus*). Poleg trav pa v sestavih najdemo veliko cvetočih rastlin, ki s svojimi raznobarnimi venčnimi listi privabljajo opraševalce. Če naštejemo nekaj najbolj pogostih: plazeča zlatica (*Ranunculus repens*), kukavičja lučca (*Lychnis flos-cuculi*), navadni jajčar (*Leontodon hispidus*), zdravilna strašnica (*Sanguisorba officinalis*), njivsko grabljišče (*Knautia arvensis*), okroglostna pijavčnica (*Lysimachia nummularia*) in črna detelja (*Trifolium pratense*) (Projekt poljuba b, 2021).

Za uspešen razvoj in razmnoževanje so ti travniki lahko košeni enkrat oziroma dvakrat na leto. Le izjemoma se doda še tretjo košnjo (Projekt poljuba b, 2021). S takim vzdrževanjem rastlinam omogočimo, da zrastejo, se razmnožujejo, dozoriyo in na koncu odvržejo semena. Prva košnja naj bo konec junija, saj večina rastlin do tedaj opravi vse naštete faze. Druga košnja se opravi v drugi polovici julija. S takim režimom omogočimo pticam ki gnezdiyo v travi, da vzredijo svoj zarod. Pri sami košnji je priporočljivo, da se kosi od sredine tretirane površine navzven proti robovom. Tak način omogoča malim živalim, umik na nepokošene površine. Za zavarovanje pred uničenjem ali poškodovanjem živali kosimo vsaj 10 cm nad tlemi (Papež Kristanc, 2012).

Pri vzpostavitvi in še bolj vzdrževanju vrstno pestrega travnika bo ena od glavnih nalog paziti na glavne dejavnike ogrožanja. Prvi izmed njih je prekomerno gnojenje travnika, kateremu se bo potrebno izogibati oziroma posluževati le v kolikor se bo to pokazalo za potrebno in še to le z kompostnimi mešanicami. Drugi pomemben dejavnik tveganja lahko predstavljajo tujerodne invazivne rastline. Že ob sami vzpostavitvi travišča bomo pozorni na prisotnost invazivnih rastlin. Največjo verjetnost za pojavljanje predstavljajo japonski dresnik (*Fallopia japonica*), žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*) in ostale (Kus Veenvield, 2016). Najdene primerke se bo odstranilo ter enako postopalo v fazi vzdrževanja travišča.

Pravilno bo potrebno poskrbeti tudi za shranjevanje pokošene trave. Tradicionalno se je pokošena trava več dni sušila na tleh. V alpskem področju pa se je zaradi nestanovitnega vremena kot najboljše in najprimernejše izkazalo shranjevanje na kozolcih. Pri obeh oblikah sušenja trav v pokošenih rastlinah semena pospešeno dozoriyo in odpadejo, kar bistveno prispeva k obnovi travnika in ohranjanju bogate vrstne sestave (Papež Kristanc, 2012). Druga možnost je pokošeno travo odpeljati na kompostnik v bližini, kjer se kompostirajo biološki odpadki Komunale Kranj. Pri tej drugi možnosti seveda izgubljam omenjeni naravno obnovo travišča z lastnim dednim materialom. Zato se nam v tem delu kar sama ponuja možnost postavitve manjšega kozolca, na katerem bi prikazali tradicionalno pridelavo sena, ki bi ga potem odstopili bližnji kmetiji ali celo ponudili rejcem malih žival, saj lahko upravičeno pričakujemo, da bi bilo seno brez nezaželenih ali celo strupenih snovi (Papež Kristanc, 2012; Raskin, 2005).

Pestri in vrstno bogati travniki so pomembni tudi za različne opraševalce, tako domače čebele kot divje opraševalce, med katere sodijo divje čebele, čmrlje, muhe trepetavke in druge žuželke. Zaradi sprememb v okolju število in pestrost divjih opraševalcev upadata, zato je dolgoročno ogrožena stabilna pridelava hrane in s tem prehranska varnost. V Slovenji je potencial divjih opraševalcev razmeroma velik, a slabo izkoriščen, zaradi ne ukrepanja pa ga že izgubljam. Življenjsko okolje

opraševalcev se je zelo spremenilo. Obilno gnojeni, zgodaj in pogosto košeni travniki ne zacvetijo in zato opraševalcem ne zagotavljajo hrane. Obdelovalni stroji uničijo veliko gnezd čmrlejev. Živih mej, kjer bi bila gnezda na varnem, skoraj ni več. Divje čebele so nekdanje gnezdele v slamnatih strehah in luknjah v lesu, ki je bil glaven gradbeni material. Negativen je tudi vpliv prekomerne in nepravilne uporabe pesticidov. Najučinkovitejši način varovanja opraševalcev je ohranjanje dovolj vrstno bogatih travnikov. Na njih dobijo hrano in prostor za gnezdenje. Ob opraševanju najprej pomislimo na medonosno čebelo, vendar ta še zdaleč ni edina opraševalka. Oprasujejo tudi številni divji opraševalci, kot so divje čebele, muhe trepetavke in druge žuželke. Divji opraševalci so celo bolj učinkoviti, pridelek pa povečajo tudi tam, kjer je medonosnih čebel veliko (Bevk, 2018). Glede na naša načrtovanja pri oblikovanju sonaravnega ekosistema je pričakovati, da bo prostor nudil prebivališče za veliko število vrst divjih opraševalcev. Da bodo na prostoru imeli možnost preživetja tudi med prezimovanjem, bi poleg kozolca, ki bo s svojimi špranjami, razporami in ostalimi primernimi prostorčki, že sam poskrbel za možnost prezimovanja žuželk, postavili še bivališče za žuželke (slika 16), (Bevk in Gogala, 2014).



Slika 16: Hotel za žuželke
(Lastni vir)

Dodana vrednost našega travnišča bi bile lahko tudi ogrožene vrste ali sestoji, ki bi nudili primeren prostor za razvoj. Eden od takih habitatov je na primer: travnik s prevladujočo modro stožko (slika 17) (*Molinia caerulea*). Taki travniki se v naravi razvijejo na področjih, kjer so tla mokrotna in voda zaradi slabe propustnosti tal zastaja ter so v pomladnem času lahko poplavljeni poleti pa sušni. V takšni združbi so poleg prevladujoče modre stožke (*Molinia caerulea*) še zdravilna strašnica (*Sanguisorba officinalis*), vrbolistni oman (*Inula salicina*), severna lakota (*Galium boreale*), navadna seljanka (*Selinum carifolia*), navadni čistec (*Betonica officinalis*), navadni kačji jezik (*Ophioglossum vulgatum*) in druge (Projekt poljuba b, 2021).



Slika 17: Trava modra stožika
(Vir: Projekt poljuba b, 2021)

Travniki s prevladujočo modro stožko veljajo za enega od habitatov, ki so v Sloveniji zaradi intenzivnega kmetijstva z umetnim gnojenjem, med najbolj ogroženimi. Poleg kmetijstva izginjajo tudi zaradi zaraščanja ali urbanizacije. Skupaj s vzpostavitvijo takšnega habitata se poveča tudi površina, ki so primerne za dve vrsti metuljev, in sicer barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*) (slika 18) in strašnični mravljinčar (*Phengaris teleius*). Obe vrsti metuljev, zaradi izgubljanja naravnega habitata spadata med ogroženi vrsti. Barjanski okarček celo velja za eno od petnajstih najbolj ogroženih vrst v Evropi, čeprav se populacija pojavlja v izoliranih populacijah na celotni severni polobli. Če bi nam uspelo poustvariti primerne pogoje za življenje ogroženih vrst, bi to predstavljalo lep primer dobre prakse, ki bi jo lahko uporabili tudi pri drugih podobnih projektih (Projekt poljuba b, 2021).



Slika 18: Barjanski okarček
(Vir: Projekt poljuba b, 2021)

Da bi prostor, ki ga bomo uredili fizično in tudi vizualno ločili od ostalega dela CČN ter ceste, bomo celoten rob zasadili z drevesi. Izbrali bomo vrste, ki jih tudi sicer najdemo na obrežju reke Save v območjih, kjer so bili posegi človeka najmanjši. Izmed teh bomo posegli po medovitih drevesnih vrstah v pomoč divjim in domačim čebelam ter ostalim opraševalcem, ki jih pričakujemo v naših habitatih. Vrste, ki ustrezajo navedenim pogojem, so lipa (*Tilia platyphllos*), črna jelša (*Alnus glutinosa*), beli gaber (*Caprinus betulus*) in veliki jesen (*Fraxinus exelsior*) Kurilo & Šubic, 2011). Drevesa bodo opravljala več funkcij. Predstavljala bodo naravni zvočni zid, nudila vizualno zastirko ter zaščito pred sončno pripeko. V svojih krošnjah bodo omogočale skrivališča, gnezdenje, hranjenje ipd.

4.4 IZOBRAŽEVALNI POMEN NOVO VZPOSTAVLJENIH NARAVNIH HABITATOV

Poleg naštetih pozitivnih vplivov na okolje, ki bi jih prinesli vsi opisani postopki, je eden od namen tudi povsem izobraževalni, saj želimo prostor, ki bo vsaj deloma vrnjen naravi predstaviti tudi organiziranim skupinam, ki obiskujejo CČN Kranj z namenom pridobivanja praktičnih znanj v sklopu različnih tehniških dni, dnevom odprtih vrat ipd. (Strategija EU za biotsko raznovrstnost, 2020).

Bistvo sodobnega koncepta izobraževanja je aktivno učenje, ki je definirano kot učenje, pri katerem subjekt deluje na predmete ter stopa v interakcijo z ljudmi, zamislimi in dogodki, pri tem pa konstruira novo razumevanje. Aktivno učenje zagotavljamo z aktivnostjo, raziskovanjem in neposrednimi izkušnjami. Osebe ob opazovanju pojavov okoli sebe, razmišljanju in rokovanju s predmeti ter snovmi razvijajo čut za naravo in jo hkrati spoznavajo (Hvala, 2012; Torkar, 2016).

Prostor bomo opremili z izobraževanimi panoji, na katerih bodo informacije o posameznem delu habitata in redkih rastlinskih ter živalskih taksionov, ki bodo naseljevale posamezen del habitata. Preko močvirnega dela se bo uredila pot narejena iz odrezkov debel, ki bo vodila do bližine vodnega telesa. Njen namen bo opazovanje in spoznavanje skritih delov habitata in življenja v njem. Na robu se bo postavila manjša opazovalnica z zastirkami za opazovanje, ki bo dvignjena nekoliko nad nivo celotnega območja in bo namenjena opazovanju ptic na vodnem telesu in v močvirnem delu prostora (Knific, 2011).

4.5 PREDVIDENA INVESTICIJSKA VREDNOST PROJEKTA

Investicijska vrednost projekta obsega vrednost predvidenih del, postavitve rastlinske čistilne naprave, vrednost postavitve ribnika. Cene so predvidene glede na konkurenčne vrednosti na trgu. Oceno stroškov smo predstavili v tabeli 2 in 3. Izračune smo na osnovi poslovnika RČN Golnik preračunali za naše potrebe, pripravili v programu Microsoft Excel in jih za potrebe diplomske naloge kopirali v Microsoft Word (Komunala Kranj, 2020).

REKAPITULACIJA Ribnik CČN Kranj

PREDDELA	120,00 €
ZEMELJSKA DELA	4.745,00 €
MONTAŽNA DELA	396,00 €
OSTALA DELA	625,00 €
SKUPAJ:	5.886,00 €

DDV - obrnjena davčna obveznost po 76. a členu

Specifikacija zneska DDV:

	Osnova DDV:	DDV % informativni:	Znesek DDV informativni:
SKUPAJ:	5.886,00 €	22,00%	1.294,92 €

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
I. PREDEDELA					
1	Trasna in višinska zakoličba izkopa	kpl	1,000	120,00	120,00
SKUPAJ PREDEDELA:					120,00

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
II. ZEMELJSKA DELA					
1	Strojni odziv zemljine v debelini 30 cm, z odmetom ter odvozom na začasno deponijo na območju Zarice (30m ³).	m ²	100,00	7,00	700,00
2	Strojni izkop do globine 1,50 m, III. in IV. kategorija zemljine. Brežina v naklonu 45°. Začasna deponija na območju Zarice.	m ³	120,00	12,00	1.440,00
3	Ročni izkop. Zemljina III. ktg.	m ³	1,00	30,00	30,00
4	Planiranje dna izkopa z natančnostjo +-3 cm in utrditev do potrebne zbitosti Ev2≥20 Mpa.	m ²	100,00	1,00	100,00
5	Dobava in razgrinjanje betonitne polsti.	m ²	150,00	9,50	1.425,00
6	Zasipanje, razgrinjanje izkopanega materiala na betonitni polst.	m ³	50,00	7,00	350,00
7	Razgrinjanje odrinjene zemljine v pasu 5 m ob ribniku. Po dogovoru spodnji sloj slabši material (120 m ³) ter nasutje zemljine (30 m ³).	m ³	100,00	7,00	700,00
SKUPAJ ZEMELJSKA DELA:					4.745,00

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
III. MONTAŽNA DELA					
1	Dobava in vgradnja dotočne cevi iz RČN - PVC DN 160 mm.	m ¹	20,00	19,80	396,00
SKUPAJ MONTAŽNA DELA:					396,00

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
IV. OSTALA DELA					
1	Čiščenje terena, vzpostavitev v prvotno stanje po končani gradnji. Humusiranje neprevoznih površin.	m ²	400,00	1,20	480,00
2	Upravljaljski-projektantski nadzor (kanalizacija).	ur	5,00	29,00	145,00
SKUPAJ OSTALA DELA:					625,00

Tabela 2: Popis del za izgradnjo ribnika in predvideni stroški
(Vir: Osebni izračun po specifikaciji Komunale Kranj, 2020)

REKAPITULACIJA RČN CČN

PREDEDELA	80,00 €
ZEMELJSKA DELA	1.735,00 €
NASUTJE V GREDAH RČN	1.120,00 €
MONTAŽNA DELA	3.207,00 €
OSTALA DELA	2.145,00 €
SKUPAJ:	8.287,00 €

DDV - obrnjena davčna obveznost po 76. a členu

Specifikacija zneska DDV:

Osnova	Znesek
DDV:	DDV
informativni:	informativni:

SKUPAJ: 8.287,00 € 22,00% 1.823,14 €

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
I. PREDEDELA					
1	Zakoličba osi profilov	kom	8,000	10,00	80,00
SKUPAJ PREDEDELA:					80,00

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
II. ZEMELJSKA DELA					
1	Nasip brežine za RČN, končna globina grede 120cm, ter izkop za dotočne in iztočne cevi.	m ³	50,00	10,00	500,00
2	Dobava in vgradnja drobljenca 4/8 mm za posteljico in obsip pulznega in vzorčevalnega jaška	m ³	1,00	35,00	35,00
4	Sejanje travne mešanice in končno urejanje okolice	m ²	250,00	4,80	1.200,00
SKUPAJ ZEMELJSKA DELA:					1.735,00

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
III. NASUTJE V GREDAH RČN					
1	Dobava in vgradnja pranege drobljenca ali prodca frakcija 8-16 mm	m ³	8,00	32,00	256,00
2	Dobava in vgradnja pranege drobljenca ali prodca frakcija 4-8 mm	m ³	8,00	32,00	256,00

9	Dobava in vgradnja pranege drobljenca ali prodca frakcija 2-4 mm	m ³	19,00	32,00	608,00
SKUPAJ NASUTJE V GREDAH RČN:					1.120,00
Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
IV. MONTAŽNA DELA					
1	Dobava in vgradnja pulznega jaška z najmanjšim efektivnim volumnom 150 L za intervalno doziranje vode na gredo RČN.	kpl	1,00	650,00	650,00
2	Dobava in vgradnja vodotesne folije PE-HD debeline 2 mm v gredo RČN, vključno z izvedbo preboja na iztočni strani RČN	m ²	90,00	20,00	1.800,00
3	Dobava in vgradnja filca 200 g za zaščito pod folijo v gredo RČN	m ²	100,00	1,50	150,00
4	Dobava in vgradnja vzorčevalnega jaška PE DN 400 s pohodnim pokrovom in globino 1 m	kom	1,00	180,00	180,00
5	Dobava in vgradnja PVC-UKC cevi DN 50 - dotočne cevi (zunaj grede).	m	10,00	4,00	40,00
6	Dobava in vgradnja PVC-UKC cevi DN 50 - dotočne cevi (znotraj grede).	m	10,00	4,00	40,00
7	Dobava in vgradnja dotočnih perforiranih PVC cevi DN 32 (ročna perforacija) - dotočne cevi.	m	65,00	1,00	65,00
8	Dobava in vgradnja koleno 50/90°.	kos	2,00	1,00	2,00
9	Dobava in vgradnja T-kosov 50/50/32.	kos	5,00	1,00	5,00
10	Dobava in vgradnja T-kosov 32/32/32	kos	4,00	1,00	4,00
11	Dobava in vgradnja drsne spojke DN 50.	kos	5,00	1,00	5,00
12	Dobava in vgradnja drsne spojke DN 50.	kos	5,00	1,00	5,00
13	Dobava in vgradnja reducirnega kosa DN 50/32.	kos	2,00	1,00	2,00
14	Dobava in vgradnja drsne spojke DN 110.	kos	2,00	3,00	6,00
15	Dobava in vgradnja PVC-UKC cevi DN 110 - iztočna cev, perforirana (perforacija 4-5mm široka zareza na vsake 20 cm - pol oboda cevi, spodnja tretjina cevi je neperforirana).	m ¹	20,00	7,00	140,00
16	Dobava in polaganje PVC-UKC cevi DN 110 (znotraj grede).	m ¹	7,00	5,00	35,00
17	Dobava in polaganje PVC-UKC cevi DN 110, kompletno z gumi tesnili za prezračevanje.	m ¹	3,00	5,00	15,00
18	Dobava in vgradnja koleno PVC-UKC 110/60.	kos	2,00	3,00	6,00
19	Dobava in vgradnja koleno PVC-UKC 110/90.	kos	2,00	3,00	6,00
20	Dobava in vgradnja T-kosov PVC-UKC 110/110/110.	kos	1,00	8,00	8,00
21	Dobava in vgradnja odzračevalne kape PVC DN 110.	kos	2,00	4,00	8,00
22	Dobava in vgradnja PVC-UKC cevi DN 110 - povezovalne cevi s fazonskimi kosi - iztok iz čistilne.	m ¹	5,00	7,00	35,00
SKUPAJ MONTAŽNA DELA:					3.207,00

Št.	OPIS DELA	ENOTA	KOLIČINA	CENA €	
				NA ENOTO	SKUPAJ
V. OSTALA DELA					
1	Dobava in zasaditev rastlin - navadni trs (<i>Phragmites australis</i>) v grede rastlinske ČN.	kos	250,00	0,90	225,00
2	Izdelava navodil za vzdrževanje.	kos	1,00	250,00	250,00
3	Izdelava projektne dokumentacije (PZI).	kos	1,00	650,00	650,00

4	Izdelava projektne dokumentacije (PID).	kos	1,00	300,00	300,00
5	Projektantski nadzor	ur	8,00	40,00	320,00
6	Testiranje in spuščanje v pogon.	kpl	1,00	150,00	150,00
7	Šolanje in predaja upravljalcu sistema.	kpl	1,00	100,00	100,00
8	Izvedba prvih meritev s strani akreditiranega laboratorija po 3 - 9 mesecev od zagona.	kpl	1,00	150,00	150,00
SKUPAJ OSTALA DELA:					2.145,00

*Tabela 3: Predvideni stroški in opis del za postavitve rastlinske čistilne naprave
(Vir: Osebni izračun po specifikaciji Komunale Kranj, 2021)*

5 RAZPRAVA

Na prostoru, ki je nastal po eliminaciji stare dotrajane čistilne naprave na območju Zarice v Kranju, je narava sama nakazala smer oblikovanja tega prostora. Na travniku se je oblikovalo več manjših depresij, ki jih je občasno zapolnila padavinska voda, kar so izkoristile vlagoljubne rastline in si našle svoj življenjski prostor. Občasno na prostor prihajajo vodne ptice: labod grbavec, raca mlakarica, bela in siva čaplja, rečni galebi. Na sušnem delu so se naselili manjši glodavci, ki kot plen privabljajo plenilce, ptice ujede, lisico, kuno. V množtvu rastlinskih vrst je moč najti taksione, značilne za obvodne habitate, zelišča, različnih vrst trav ipd.

Pri opazovanju naravnih čudežev obnavljanja se nehote vsiljuje misel, priložnost in izziv obnavljanja naravnega habitata. Vprašanje se oblikuje kar samo po sebi. Prisluhniti naravi in ji vrniti majhen delček, ki smo ji ga pred petdesetimi leti vzeli, ali se obrniti stran, v smer ponovne uzurpacije ter prostor izrabiti za industrijske namene? Logičen odgovor, ki daje smisel študijskemu programu moje diplomske naloge, je slediti naravi in ji pomagati vrniti ta mali delček prostora. Koristi bodo seveda večplastne: pridobili bomo prostor, ki bo s svojimi vodnimi in zelenimi površinami predstavljal zdravo delovno okolje zaposlenim, s svojimi značilnostmi ugodno vplival na mikroklimo in pomembno prispeval k ogljčnemu odtisu podjetja, ki je predmet diplomske naloge. Namen je ustvariti pogoje za naselitev nekaterih ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Prostor bo predstavljal majhno zeleno oazo za vodne ptice, kjer bodo lahko našle svoj mir. Pomembna komponenta prenove je tudi vzgojno-izobraževalna. Prostor bo odlična učna baza kot primer dobre prakse naključnim obiskovalcem CČN in še bolj ciljnim skupinam učencem, dijakom, študentom ali interesom strokovne javnosti.

V teoretičnem delu naloge je bil predstavljen pregled in možnosti preoblikovanja prostora na območju CČN Kranj, ki smo ga v preteklosti močno urbanizirali. Naša ideja je bila, da s pomočjo orodij, ki smo jih spoznali med študijem ter smo jih

proučili v primerljivih projektih in si jih ogledali na primerih dobrih praks, uredimo sonaravni habitat.

Ugotovitev, pomembna v procesu prenove, je, da ne moremo govoriti o renaturaciji prostora. Za to bi bilo potrebno spremeniti tok reke Save v prvotno strugo, nato v prvotno stanje povrniti vse urbanistične posege in se z vsemi proizvodnimi in transportnimi dejavnostmi odmakniti s tega prostora. Del tega bi bil uresničljiv in mogoč z velikimi napori v smislu družbenega konsenza, vendar bi bilo zagotovo finančno izjemno težko, če ne celo neizvedljivo.

Kot izvedljiv in ekonomsko-finančno vzdržljiv se je izkazal projekt vzpostavitve sonaravnega okolja, primeren opravljati naravovarstveno in izobraževalno funkcijo. Pri zasnovi našega sonaravnega habitata lahko govorimo o ekoremediaciji, saj nam ne bo uspelo vzpostaviti povsem prvotnega stanja, bomo pa naravi vrnili del prostora, na katerem bomo popravili naravno ravnovesje ter ponudili nekaterim vrstam, ki smo jim v preteklosti s svojimi posegi odvzeli življenjski prostor, primeren habitat za življenje.

Vsak posamezen del posebej in habitat v celoti bo torej imel dvojno vlogo: naravovarstveno in izobraževalno. Obe vlogi se bosta med seboj prepletali tako v času vzpostavljanja sonaravnega habitata kot kasneje med upravljanjem in vzdrževanjem. Prav upravljanju s prostorom bo potrebno nameniti posebno pozornost. Stalno bo potrebno predvsem paziti na vdore tujerodnih in invazivnih rastlin, ki lahko hitro uničijo želeno mnogovrstnost habitata v monotono močvirje z nekaj taksioni. Potrebno bo redno pregledovanje prostora in odstranjevanje omenjenih vrst. Poleg tega se bomo morali držati načel košnje, ki naj potekla 1- do 2-krat letno, in pravilno ravnati s pokošeno biomaso. Vodno telo bo moralo biti brez rastlinskih vrst, ki bi zastirale vodno gladino (račja zel, vodna kreša ipd.). Vse te aktivnosti bodo imele, kot rečeno, dvojno vlogo. Zagotavljale bodo optimalne pogoje za življenje rastlinskih in živalskih vrst ter ponujale možnost prikazovanja dobrih praks v izobraževalne namene obiskovalcem tega prostora.

Preoblikovani prostor (slika 19) nam bo ponudil možnost naselitve kar nekaj ogroženih vrst. V vodnem telesu bo možno naseliti vrsto sladkovodne školjke, v mokrišču močvirsko sklednico kot našo edino avtohtono želvo in tako dalje. Tudi kukavičnice bi na tem prostoru imele primerne pogoje za uspevanje. Govoriti o reševanju ogroženih vrst bi bilo megalomansko, vendar pa bi naselitev nekaterih pomenila pomembna pridobitev in priložnost spoznavanja na izobraževalnem področju. Pričakujemo namreč, da bo poleg skupin, ki sedaj obiskujejo CČN Kranj z namenom spoznavanja tehnologije čiščenja odpadnih vod, prihajalo še več različnih skupin z namenom spoznavanja ogroženih vrst in primera dobre prakse ohranjanja. Nehote se starostna meja ciljanih skupin tu zabriše, priložnost se ponuja že od vrtčevskih otrok naprej. Obiskovalci bodo imeli edinstveno priložnost videti te vrste v

živo in siti in to v neposredni bližini urbaniziranega območja. Poleg posameznih delov habitata ali vrst v njem pa bo glavno vlogo imel seveda habitat kot celota z naravnim čiščenjem odpadnih vod in prikazom delovanja celostnega sistema. Predstavljal bo vrednoto, ki bo imela vlogo dobre prakse v smislu praktičnega prikaza delovanja ekosistema in s tem učilnice na prostem. Lahko jo bodo uporabljali in razumeli tako osnovnošolci kot študentje katerega od programov komunalne, inženirske ali naravovarstvene smeri. Komunala Kranj bo s tem projektom poslala pomembno sporočilo prebivalcem, da jim je mar za trajnostni razvoj in zeleno prihodnost.



*Slika 19: Sonaravni habitat na CČN Kranj – fotomontaža
(Vir: po naročilu avtorja Bruto d.o.o., 2021)*

6 ZAKLJUČEK

S preučevanjem literature in med celotnim študijskim procesom smo spoznavali, kako krhki so naravni habitati in kako poseganje v njih lahko prizadene celoten ekosistem ali njegov del ter tako posredno ali neposredno vpliva na kakovost našega življenja. Pomembno je izkoristiti vsako možnost, kjer lahko pomagamo okolju pri ohranjanju biodiverzitete in vzdrževanju naravnih habitatov. Povrnitev naravnega ravnovesja in oživitev življenjskega prostora za nekatere rastlinske in živalske vrste, ki smo jim v preteklosti s svojimi posegi odvzeli življenjski prostor, je neprecenljivo. Naravovarstvena in izobraževalna vloga je vrednota, ki daje smisel posamezniku in družbi našega časa. Vsak od nas lahko naredi korak nazaj k naravi in s tem korak v zeleno prihodnost. Ti koraki so lahko zelo majhni, kot je, na primer, naša preureditev prostora. A vsak, še tako majhen korak je lahko pomemben del velike poti.

7 LITERATURA IN VIRI

Ameršek, I. (2003). *Izcedne vode v sonaravni sanaciji odlagališč odpadkov*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

Balant, M. (2006). *Usmerjanje urejanja reguliranih vodotokov v primestnem in mestnem prostoru – primer urejanja doline Glinščice*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Bavcon, J., B. Ravnjak (ur.) (2016). *Travniki – zelene površine ali pisani vrtovi?* Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Bevk, D., Gogala, A. (2015) Čebele Slovenije. *Proteus* 7, str. 327-329.

Bevk, D. (2018). *Opraševalci*. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo.

Britanica, (2021). *Wastewater treatment*. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova <https://www.britannica.com/technology/wastewater-treatment/Flow-rates>.

Butler, D. et al. 2018. *Urban Drainage*. London: Taylor & Francis Groupe Pridobljeno 21. 11. 2021 z naslova <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781351174305/urban-drainage-david-butler-christopher-digman-christos-makropoulos-john-davies>.

Bruto d.o.o. (2021). Grafična fotomontaža za potrebe diplomske naloge. Bruto krajinska arhitektura d.o.o. Ljubljana.

Dreiseitl, H., Grau, D. (2006). *Wasserlandschaften - Planen, Bauen und Gestalten mit Wasser*. Basel: Birkhauser. Pridobljeno 21. 11. 2021 z naslova <https://doi.org/3764374764>.

Društvo za podvodne dejavnosti Bled (DPD Bled) (2021). *Blejsko jezero*. Pridobljeno 22.11.2021 z naslova <http://www.dpdbled.si/dpd-bled-o-nas/blejsko-jezero>.

English outdoor council (2006). *What are the benefits of outdoor learning?* Pridobljeno 20. 11. 2021 na naslovu <http://www.englishoutdoorcouncil.org/outdoor-learning/what-are-the-benefits-of-outdoor-learning>.

Evropska Komisija (2020). *Towards an EU Reserach and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*. Bruselj: European Comission. Pridobljeno 23.11.2021 na naslovu <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202>.

Gabrovšek, K. (2010). *Biotska pestrost je naše življenje*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za varstvo narave.

Geister, I. (1999). *Življenjska okolja rastlin in živali v Sloveniji*. Ljubljana: Založba Modrijan.

GEMET, (2021). *Renaturacija*. Dostopno na:
<https://www.eionet.europa.eu/gemet/sl/concept/7104>.

Govedič, M. (2017). *Velike školjke celinskih voda Slovenije*. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova http://www.ckff.si/javno/publikacije/Velike_skoljke_celinskih_voda_Slovenije.pdf.

Hvala, D. (2012). *Naravoslovje za najmlajše-aktivno učenje. Ekološka in etična zavestskozi edukacijski odnos do družbe in narave*. Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta univerze v Mariboru in RIS dvorec Rakičan.

Istenič D., Griessler Bulc T., (2018). *Vzpostavitev večnamenskega habitata na Centralni čistilni napravi Kranj*. Kranj: Komunala Kranj, arhiv.

Jogan, N. et al. (2004). *Habitatni tipi Slovenije*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo - ARSO.

Kadlec, H. R., Wallace, S. D. (2009). *Treatment wetlands. Second edition*. Florida (ZDA) Boca Raton: CRC Press. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KADLEC%20WALLACE%202009%20Treatment%20Wetlands%202nd%20Edition_0.pdf.

Kereži, V. (2007). *Makroinvertebratska združba potoka Glinščica*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Kintat, S. (2016). *Potsdamer Platz – Wasserkonzept*. Weimar: Bauhaus Universitat Weimar. Pridobljeno 21. 11. 2021 z naslova <http://docplayer.org/15338896-Potsdamer-platz-wasserkonzept-bearbeitung-susann-kintat.html>.

Knific, A. (2011). *Načrtovanje in izvedba naravoslovne učne poti blata- mlake v sodelovanju z deležniki*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Kogovšek, B. (2012). *Uporaba živih gradiv pri ukrepih za zaščito rečnih brežin*. Seminaraska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Kolman, G. (2007). *Program dela Inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2007*. Ljubljana: Inštitut za vode RS. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova http://nfp-si.eionet.europa.eu:8980/irc/Download/kwe-A3JAmfGGWjhSJDAM7Y9jGcOfDICpZMLqR_I31COesLdHI3bANjPYMufQSRIVIR6Q0_-MqLeTInD1q6lkt6_tq7VjneF/eLPYE/2_2007.pdf

Komunala Kranj d.o.o. (2020). *Poslovník rastlinske čistilne naprave Golnik*. Kranj: Komunala Kranj, arhiv.

Komunala Kranj d.o.o. (2021). *Poslovník za CČN Kranj. Brošura o CČN Kranj*. Kranj: Komunala Kranj, arhiv.

Kurillo, J. , Šubic, T. (2011). *ZARTA ali Zarica: potopljena lepota*. Kranj: Zavod za varstvo narave.

Kus Veenvliet, J. (2016). *Projekt LIFE ARTEMIS*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova <https://www.tujerodne-vrste.info/tujerodne-vrste/>.

Kutnar, L. (2016). *Ohranjanje biotske raznovrstnosti - gradivo s predavanj*. Kranj: BB Visoka šola za trajnostni razvoj.

Lah, A., (2002). *Okoljski pojmi in pojavi*. Ljubljana: Svet za varstvo okolja Republike Slovenije.

Langergraber, G. et al., (2021). A Framework for Addressing Circularity Challenges in Cities with Nature-Based Solutions. *Water*, 13 (17), 2355.

Life Stržen (2017). *Zanimivosti o Cerknškem jezeru in njegovi okolici, o ljudeh in njihovih običajih ter raznolikih rastlinah in živalih*. Pridobljeno 23.11.2021 na naslovu <http://lifestrzen.blogspot.com/2017>

Lofrano, G., Brown, J. (2010). Wastewater Management through the Ages: A History of Mankind. *Science of The Total Environment*, 408, 22, 5254-64

Machate, T. et al. (1997). Degradation of phenanthrene and hydraulic characteristics in a constructed wetland. *Water Research*, 31,3. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135496002606>.

Naturephoto (2021). *Močvirna sklednica*. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova https://www.naturephoto-cz.com/mocvirna-sklednica-picture_sl-14099.html.

Pajk, B. (2011). *HORTIKULTURA – možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse*. Zbornik 3. strokovnega posveta na temo orhideje. Celje: Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova https://www.hvu.si/visja/wp-content/uploads/sites/3/2018/05/ZBORNIK_2011.pdf

Papež Kristanc, A. (2012). *V sožitju z naravo*. Triglavski narodni park. Pridobljeno 22.11.2021 na naslovu <https://www.tnp.si/assets/Spoznajte/Kmetijstvo/V-sozitu-z-naravo/v-sozitu-z-naravo-.pdf>.

Paz- Alberto, A. M. (2013). Phytoremediation: A Green Technology to Remove Environmental. *American Journal of Climate Change* 2, 1:71-86 Pridobljeno 21. 11. 2021 z naslova Pollutants https://www.researchgate.net/publication/276481977_Phytoremediation_A_Green_Technology_to_Remove_Environmental_Pollutants.

Lofrano, G, Brown, J (2010) Wastewater Management through the Ages: A History of Mankind. *Science of The Total Environment* 408, 22, str.5254-64. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova https://www.researchgate.net/publication/46148626_Wastewater_Management_through_the_Ages_A_History_of_Mankind.

Projekt Poljuba, a. (2021). *Bazična nizka barja*. Ljubljana: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje. Pridobljeno 23.11.2021 na naslovu <https://www.poljuba.si/>
Projekt poljuba , b. (2021). *Habitati in vrste*. Ljubljana: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje. Pridobljeno 23. 11. 2021 na naslovu <https://www.poljuba.si/habitati-in-vrste>.

Radinja, M., Atanasova, N. (2019). *Alternativni vodni viri*. Zbornik Vodni dnevi, simpozij z mednarodno udeležbo. Portorož: Slovensko društvo za zaščito voda.

Sinteza lining (2021). *Bentinitne polsti*. Pridobljeno 21.11.2021 z naslova <https://www.sinteza-lining.si/bentonitnepolsti>.

Služba Vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko (2021). *Opis delovanja rastlinske čistilne naprave*. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova <http://www.eu-skladi.si/kohezija-do-2013/ostalo/gradiva1/individualna-rcn-postavitvev.pdf>.

Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030 (2020). *Vračanje narave v naša življenja*. Bruselj: Evropska komisija. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380&from=EN>.

Škulj, N. (2015). *Rekonstrukcija rastlinske čistilne naprave v naselju Studenec*. Diplomatska naloga. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja.

Tome, S. (2003). *Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000*. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova http://www.natura2000.si/fileadmin/user_upload/Dokumenti/Strokovne_podlage/skle dnica.pdf.

Torkar, G. (2016). *Biotska pestrost v šoli: kje, kdaj in kako jo poučevati*: Zbornik prispevkov: Mednarodna konferenca EDUvision, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Trampuš, T., Babič, T. (2003). *Obnavljamo kale. Projekt 101 kal- stabilna eko mreža*. Piran: Zavod RS za varstvo narave. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova <https://www.yumpu.com/xx/document/read/29828842/obnavljamo-kale-zavod-rs-za-varstvo-narave>.

Urbanič, G. (2008). *Subekoregije in bioregije celinskih voda Slovenije*. *Natura Slovenije*, 10, 1, str. 5-19. Ljubljana: Univerza v Ljubljani in Nacionalni inštitut za biologijo.

Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah (2014). Uradni list RS, št. 46/04, 110/04, 115/07, 36/09 in 15/14) Pridobljeno 21. 11. 2021 z naslova: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3192#>.

Varstvo biotske raznovrstnosti Evrope (Natura 2000) (2017). Pridobljeno 22. 11. 2021 na naslovu <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128076>.

Vrhovšek, D., Vovk Korže, A. (2007). *Ekoremediacije*. Maribor: Filozofska fakulteta.

WETMAN (2011). *Ohranjanje in upravljanje sladkovodnih mokrišč v Sloveniji – WETMAN 2011*. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova <http://www.wetman.si/>.

Wiley-vch.de (2021). *Historical Development of Wastewater Collection and Treatment*. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527312196_c01.pdf.

Zavest (2021). *Loeselova grezovka*. Bled: Društvo za varstvo okolja. Pridobljeno 22. 11. 2021 z naslova <http://zavest.net/loeselova-grezovka/>.

Zavod za varstvo narave (2021). *Vrste in habitatni tipi*. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova <https://zrsvn-varstvonarave.si/kaj-varujemo/vrste-in-habitatni-tipi/>.

Zraunig, A., et. al. (2019). Long term decentralized greywater treatment for water reuse purposes in a tourist facility by vertical ecosystem. *Ecol. Eng.* 138, 138–147. Pridobljeno 23. 11. 2021 z naslova <https://doi.org/10.1016/J.ECO LENG>.