



SREDNJA GRADBENA ŠOLA IN GIMNAZIJA
MARIBOR
SMETANOVA ULICA 35, 2000 MARIBOR

VLOGA ZELENE INFRASTRUKTURE V URBANEM OKOLJU

Ekologija z varstvom okolja

Raziskovalna naloga

58. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije

Raziskovalci:

Pika Sovič

Eric Rodošek

Eva Žerjav

Mentorica:

Tatjana Perc Nekrep, dig. spec.

Maribor, april 2024

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	1
KAZALO SLIK.....	3
KAZALO TABEL	4
POVZETEK	5
Zahvala	5
1. UVOD	7
1.1. Zakaj raziskovalna naloga o zeleni infrastrukturi?.....	7
1.2. Hipoteza in metode dela.....	7
2. KAJ VEMO O ZELENIM INFRASTRUKTURI	8
2.1. Predstavitev zelene infrastrukture	8
2.2. Delovna definicija in elementi zelene infrastrukture	11
2.3. Realnost na področju zelene infrastrukture.....	14
2.4. Podnebne spremembe v povezavi z zeleno infrastrukturo.....	22
2.5. Primeri iz naše bližnje okolice.....	24
2.6. Pomen izobraževanja o zeleni infrastrukturi	29
3. REVITALIZACIJA ŠOLSKEGA ATRIJA.....	33
3.1. Šolski atrij pred revitalizacijo	33
3.2. Potek revitalizacije šolskega atrija	34
3.3. Anketa med uporabniki šolskega atrija	42
4. MONITORING V ŠOLSKEM ATRIJU	47
4.1. Uvod v monitoring	47
4.2. Monitoring s Pasco vremensko postajo	48
4.3. Monitoring s senzorji Aqara	55
5. RAZPRAVA.....	68
6. DRUŽBENA ODGOVORNOST	72
7. ZAKLJUČEK.....	73
8. VIRI IN LITERATURA	75

KAZALO SLIK

Slika 1: Trije stebri trajnostnega razvoja (vir: Šantl idr., 2021)	9
Slika 2: Kitajska, Japonska, Avstralija z ZI (vir: osebni arhiv TPN)	15
Slika 3: Italija, Francija, Belgija z ZI (vir: osebni arhiv TPN)	16
Slika 4: GreenPass za zeleno gradnjo na Dunaju (vir: greenpass)	17
Slika 5: Avstrija, Madžarska, Nemčija, Švica z ZI (vir: osebni arhiv TPN)	18
Slika 6: Floriade Expo Amsterdam - Almere 2022 z ZI (vir: osebni arhiv TPN)	19
Slika 7: Slovenija z ZI (vir: osebni arhiv TPN)	20
Slika 8: Inovativni projektni predlogi upravljanja z vodo (vir: okolje.maribor)	22
Slika 9: Projekcije števila zelo vročih dni (vir: Kajfež Bogataj, 2020)	23
Slika 10: Vroče točke v Ljubljani (vir: Prostoroz)	25
Slika 11: Predlagani ukrepi za blažitev (vir: Prostoroz)	25
Slika 12: Mini gozdiček Miyawaki (vir: imz-maribor)	26
Slika 13: Mini gozdiček med nastajanjem (vir: imz-maribor)	26
Slika 14: Ureditev nabrežij Radvanjskega potoka (vir: mariborinfo)	27
Slika 15: Načrtovanje parka Pekrski potok (vir: mbreport)	28
Slika 16: Zelena infrastruktura v Mariboru (vir: osebni arhiv Eric Rodošek)	28
Slika 17: Predavanje o mestih prihodnosti (vir: osebni arhiv TPN)	29
Slika 18: Izobraževanje o življenju danes in v prihodnosti (vir: osebni arhiv TPN)	30
Slika 19: Orodje Podnebne spremembe in ZI 1/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)	31
Slika 20: Orodje Podnebne spremembe in ZI 3/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)	32
Slika 21: Orodje Podnebne spremembe in ZI 6/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)	32
Slika 22: Orodje Podnebne spremembe in ZI 9/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)	32
Slika 23: Šolski atrij pred revitalizacijo (vir: osebni arhiv TPN)	33
Slika 24: Razpis za interni natečaj revitalizacije atrija (vir: šolski arhiv SGŠG)	34
Slika 25: Proces snovanja revitalizacije atrija (vir: šolski arhiv SGŠG)	35
Slika 26: Klasična tehnika načrtovanja (vir: šolski arhiv SGŠG)	36
Slika 27: Idejni prerez atrija (vir: šolski arhiv SGŠG)	36
Slika 28: Del prispelih rešitev dijakov (vir: šolski arhiv SGŠG)	37
Slika 29: Vizualizacija 3D modelirane idejne zasnove dijakov (vir: šolski arhiv SGŠG)	37
Slika 30: Izdelava betonskih korit v delavnicah (vir: šolski arhiv SGŠG)	38
Slika 31: Izvajanje del v šolskem atriju (vir: šolski arhiv SGŠG)	39
Slika 32: Nameščanje in polnjenje korit (vir: šolski arhiv SGŠG)	39
Slika 33: Zasaditev plezalk in izdelava pohištva (vir: šolski arhiv SGŠG)	40
Slika 34: V šolskem atriju je veselo (vir: osebni arhiv TPN)	41
Slika 35: Revitaliziran šolski atrij (vir: šolski arhiv SGŠG)	41
Slika 36: December v šolskem atriju (vir: osebni arhiv Eric Rodošek)	42
Slika 37: Anketa - vprašanje 1 (vir: 1KA; Pika Sovič)	43
Slika 38: Anketa - vprašanje 2 (vir: 1KA; Pika Sovič)	43
Slika 39: Anketa - vprašanje 3 (vir: 1KA; Pika Sovič)	44
Slika 40: Anketa - vprašanje 4 (vir: 1KA; Pika Sovič)	44
Slika 41: Anketa - vprašanje 5 (vir: 1KA; Pika Sovič)	45
Slika 42: Pasco merilna naprava (vir: pasco)	48
Slika 43: Primer posnetka zaslona meritev Pasco (vir: osebni arhiv Pika Sovič)	49
Slika 44: Merilna mesta v atriju od 1 do 6 (vir: osebni arhiv Pika Sovič)	50
Slika 45: Vnos meritev Pasco preko Google obrazca (vir: lastno raziskovalno delo)	51
Slika 46: Stolpična grafa Pasco (temperatura, vlaga) (vir: lastno raziskovalno delo)	52
Slika 47: Linijski graf temperature Pasco (vir: lastno raziskovalno delo)	52
Slika 48: Linijski graf vlage Pasco (vir: lastno raziskovalno delo)	52
Slika 49: Posnetek zaslona meritev dne 17.9.2023 (vir: lastno raziskovalno delo)	55

Slika 50: Senzor Aqara (vir: aqara).....	57
Slika 51: Merilni mesti ZA (zeleni atrij) in B (beton) (vir: osebni arhiv Eva Žerjav).....	57
Slika 52: Posnetki ekranov Aqara meritev (vir: lastno raziskovalno delo).....	58
Slika 53: Vnos meritev Aqara preko Google obrazca (vir: lastno raziskovalno delo)	59
Slika 54: Temperatura na vroč dan (vir: lastno raziskovalno delo)	60
Slika 55: Vlaga na vroč dan (vir: lastno raziskovalno delo)	61
Slika 56: Temperatura med dvema hladnima dneva (vir: lastno raziskovalno delo)	62
Slika 57: Primer meritev temperatur v oktobru (vir: lastno raziskovalno delo)	63
Slika 58: Družbena odgovornost je razvejana (vir: facebook)	73
Slika 59: Zelena infrastruktura je lepa v vseh letnih časih (vir: osebni arhiv TPN).....	74

KAZALO TABEL

Tabela 1: Elementi zelene infrastrukture (vir: Šantl idr., 2021).....	12
Tabela 2: Tipi modro-zelene infrastrukture (vir: Vovk, 2022).....	14
Tabela 3: Meritve Pasco na šestih merilnih mestih (vir: lastno raziskovalno delo)	51
Tabela 4: Izbor meritev na vroč septembrski dan (vir: lastno raziskovalno delo).....	60

POVZETEK

Svet se sooča s spremembami, tudi z nepovratnimi podnebnimi. Iščemo rešitve za okoljske izzive, raziskujemo zeleno infrastrukturo (ZI). Hipoteza: ZI v urbanem okolju blaži podnebna nihanja, izboljšuje življenjske razmere in ugodno vpliva na počutje ljudi. Uporabljamo več metod dela za doseg cilja. Ta cilj je: boljše razumevanje vloge ZI. S študijem literature predstavimo pojme in stanje na področju ZI v svetu ter doma. Poudarimo pomen izobraževanja. Predstavimo primer dobre prakse: izvedbo revitalizacije šolskega atrija na šoli. V delo smo bili vključeni dijaki in učitelji. Z anketo preverimo zadovoljstvo uporabnikov v revitaliziranem atriju. Z monitoringom v šolskem atriju, z vremensko postajo in pametnimi senzorji, smo v jesenskem času merili temperaturo in vlago. Rezultate analiziramo in vizualiziramo. Hipotezo potrdimo tudi z meritvami na oba načina. Naša naloga o vlogi zelene infrastrukture v urbanem okolju lahko služi kot navdih vsem, ki želijo izboljšati kvaliteto življenja ljudi in okolja.

Ključne besede: *zelena infrastruktura, podnebne spremembe, revitalizacija urbanega prostora, varstvo okolja, temperaturne razlike.*

Zahvala

Zahvaljujemo se mentorici gospe Tatjani Perc Nekrep, za nasvete, mentorstvo, pomoč ter spodbudo pri izdelavi raziskovalne naloge Vloga zelene infrastrukture v urbanem okolju.

1. UVOD

1.1. Zakaj raziskovalna naloga o zeleni infrastrukturi?

Svet se sooča s hudimi spremembami. Ene od njih so nepovratne podnebne spremembe. Človek od nekdaj išče načine, kako živeti skladno z naravo ter hkrati poskrbeti zase. Dogodki okoli nas, ki so vedno pogostejši, neugodni, zastrašujoči, kričijo po boljšem odzivanju človeka. Ne boj človeka s podnebnimi spremembami! Potrebujemo prilagoditve, potrebujemo znanja. Obstajajo načini, da se na spremembe bolje pripravimo, da krepimo odpornost. Slišati je, da človek z zeleno infrastrukturo v urbanih okoljih lahko vpliva na odpornost na podnebne dogodke.

1.2. Hipoteza in metode dela

Raziskovalno nalogo, ki smo jo naslovili Vloga zelene infrastrukture v urbanem okolju, smo zasnovali kot začetno raziskavo novejšega področja. V iskanju rešitev okoljskih problemov, raziskujemo področje zelene infrastrukture.

Postavljamo delovno hipotezo, da zelena infrastruktura v urbanem okolju blaži podnebna nihanja, izboljšuje življenjske razmere in ugodno vpliva na počutje ljudi.

Raziskovalno nalogo sestavljajo trije deli. V vsakem od njih so uporabljene različne metode dela, izbrane za doseg skupnega cilja. *Ta cilj je boljše razumevanje vloge zelene infrastrukture v urbanem okolju.* S pomočjo različnih metod dela želimo potrditi ali ovreči hipotezo, ki smo jo postavili v prejšnjem odstavku in izboljšati znanje o zeleni infrastrukturi.

V prvem delu raziskovalne naloge, v teoretičnem delu, z naslovom »Kaj vemo o zeleni infrastrukturi« opredelimo osnovne pojme: kaj je zelena infrastruktura, zakaj je pomembna, njeno povezavo z odpornostjo na podnebne spremembe. Poudarek je na zeleni infrastrukturi v urbanih okoljih, kot so šole, parki, druga javna mesta. Uporabljamo metodo študije literature. Pri izboru spletnih in pisnih virov izbiramo avtorje, ki imajo strokovno znanje in novejši znanstveni prispevke. Vključimo primere iz bližnje in širše okolice, osvetliti realnost na področju zelene infrastrukture. Poudarimo pomen izobraževanja, osveščanja ljudi, zlasti mladostnikov. Pri tem uporabimo lastno gradivo. Vključujemo terenske ogleda ter praktične primere.

Drugi del raziskovalne naloge z naslovom »Revitalizacija šolskega atrija« se nanaša na primer dobre prakse. Na naši šoli smo v preteklem letu izvedli revitalizacijo šolskega atrija. Prenovo smo izvedli po načelu trajnostnega razvoja, z upoštevanjem vseh treh stebrov. Revitalizacija atrija, od zasnove, projektiranja, realizacije izvedbe do uporabe skupnostnega prostora, je primer dobre prakse izvedene preobrazbe v zeleno infrastrukturo. Revitalizacijo atrija predstavljamo kot študijo primera, uporabimo lastno gradivo. Za tem uporabimo še kvantitativno metodo, saj vključimo rezultate ankete, izvedene med uporabniki atrija.

Tretji del raziskovalne naloge, z naslovom »Monitoring v šolskem atriju«, zajema spremljanje okoljskih parametrov ali monitoring, s kvantitativno metodo. V septembru 2023 smo v atriju začeli izvajati pilotni okoljski monitoring na dva načina. Uporabljamo vremensko postajo z občasnimi meritvami na izbranih točkah. Namestili smo pametne senzorje, ki izvajajo redne meritve in rezultate beležijo v spletni aplikaciji. Rezultate bomo analizirali in vizualizirali podatke, da bi razumeli vzorce vplivov zelene infrastrukture na temperaturo in vlago v okolju.

Sledi razprava o pridobljenih rezultatih ter novem znanju, opredelitev družbene odgovornosti ter zaključek raziskovalne naloge. V nalogi se omejimo na zeleno infrastrukturo v znanem urbanem okolju. Pod skupnim nazivom »zelena infrastruktura« upoštevamo tudi modro-zelena infrastrukturo.

2. KAJ VEMO O ZELENİ INFRASTRUKTURI

2.1. Predstavitev zelene infrastrukture

V dokumentih Evropske unije (EU) je ta pojem opisan kot orodje za oblikovanje naravnih rešitev z ekološkimi, gospodarskimi in družbenimi koristmi, ki nam pomaga razumeti prednosti, ki jih človeški družbi zagotavlja narava. Gre za mrežo, v kateri se prepletajo narava, polnaravna območja in zelene površine, kar zagotavlja ekosistemske storitve, na katerih temeljita blaginja ljudi in kakovost življenja. Zelena infrastruktura je pomemben element, ki nam lahko pomaga zavarovati naravo in zaustaviti izgube biotske raznovrstnosti. V regijah EU sta skupno načrtovanje in uvedba zelene infrastrukture (ZI) ključnega pomena za zaustavitev izgube biotske

raznoverstnosti. ZI nudi pomembne storitve in ima izjemne koristi za posameznike, družbo ter naravo. Zelena infrastruktura lahko zagotavlja več funkcij in koristi na istem prostorskem območju (medmrežje 1). Prepoznamo, da izpolnjuje vse tri stebre trajnostnega razvoja: okoljske, družbene in gospodarske (Slika 1). Okoljske so prilagajanje podnebnim spremembam in ohranjanje biotske raznoverstnosti, družbene so zagotavljanje odvodnjavanja ter zelenih površin, gospodarske pa zagotavljanje zelenih delovnih mest. Zelena infrastruktura je v primerjavi z rešitvami klasične sive infrastrukture, ki običajno obsegajo eno funkcijo, kot je odvodnjavanje ali transport, privlačnejša, saj ima potencial, da hkrati zagotavlja rešitve za več težav. Klasična siva infrastruktura je še vedno potrebna, vendar jo je mogoče pogosto izboljšati z naravnimi rešitvami.



Slika 1: Trije stebri trajnostnega razvoja (vir: Šantl idr., 2021)

Na primer, zelena infrastruktura se lahko uporablja za zmanjšanje količine meteornih voda, ki odtečejo in vstopajo v kanalizacijske sisteme ter se nazadnje izlivajo v jezera, reke in potoke, in sicer na podlagi naravnih zadrževalnih in absorpcijskih sposobnosti rastlinstva in prsti. Koristi zelene infrastrukture bi lahko v tem primeru obsegale povečano vezavo ogljika, boljšo kakovost zraka, omilitev posledic urbanega toplotnega otoka, dodaten habitat za živali in površine za rekreacijo.

Zelene površine prispevajo tudi h kulturni in zgodovinski krajini, kar daje prostoru identiteto, pa tudi k podobi urbanih in perifernih urbanih območij, kjer ljudje živijo in delajo. Raziskave kažejo, da so rešitve zelene infrastrukture cenejše od sive infrastrukture ter da lokalnemu gospodarstvu, družbeni strukturi in širšemu okolju prinašajo najrazličnejše dodatne koristi (medmrežje 2). V bistvu zelena infrastruktura filtrira in absorbira padavinsko (meteorno) vodo, kjer pade. Podobno kot v Evropski uniji (EU) so tudi v Združenih državah Amerike (ZDA) pred časom sprejeli zakonodajo in vrsto ukrepov o izboljšanju vodne infrastrukture, ki opredeljuje zeleno infrastrukturo kot "niz ukrepov, ki uporabljajo rastlinske ali talne sisteme, prepustne tlake ali druge prepustne površine ali podlage, zbiranje in ponovno uporabo nevihtne vode ali urejanje krajine za shranjevanje, infiltracijo in zmanjšati pretok v kanalizacijske sisteme ali površinske vode" (medmrežje 3). V preteklosti, seveda še sedaj, so skupnosti uporabljale sivo infrastrukturo – sisteme žlebov in kanalizacijskih cevi – za odvajanje padavinske vode stran od svojih bivališč v čistilne naprave ali naravnost v lokalna vodna telesa. Siva infrastruktura na številnih območjih se stara, njena obstoječa zmogljivost za upravljanje velikih količin padavinske vode pa se zmanjšuje na mnogih urbanih območjih. Da bi se soočili s tem izzivom, številne skupnosti nameščajo zelene infrastrukturne sisteme, da bi okrepile svoje zmogljivosti za upravljanje padavinske vode. S tem postanejo skupnosti bolj odporne in dosegajo okoljske, socialne in gospodarske koristi. Elemente zelene infrastrukture je mogoče vtakati v skupnost na več ravneh. Enostavni primeri v lokalnem urbanem okolju bi lahko vključevali le sod za deževnico ob hiši, vrsto dreves vzdolž glavne mestne ulice ali ozelenitev celotne uličice. Zelena infrastruktura v soseski bi lahko vključevala hektare odprtega parka zunaj mestnega središča, zasaditev deževnih vrtov ali gradnjo mokrišča v bližini stanovanjskega kompleksa. Na ravni krajine ali povodja bi lahko primeri vključevali zaščito velikih odprtih naravnih prostorov, obrežnih območij, mokrišč ali ozelenitev strmih pobočij. Ko so sistemi zelene infrastrukture nameščeni v skupnosti, mestu ali pokrajini, lahko zagotovijo čistejši zrak, vodo ter pomembno vrednost za skupnost z zaščito pred poplavami, raznolikim habitatom in čudovitimi zelenimi površinami (medmrežje 3). Trenutno večina mest posveča več pozornosti obliki zelenic in prostorski estetiki. Pri načrtovanju se bolj kot na funkcije zelenih površin gleda na umestitve v smislu količin, ne kot kakovosti,

kar ima za posledico razdrobljene mestne zelene površine in premajhno učinkovitost v smislu ekoloških storitev. Poleg tega neenakomerna porazdelitev virov zelenih površin in invazija tujerodnih vrst na mestne zelene površine ne le poslabša upad mestnih ekoloških storitev, ampak tudi zmanjšuje trajnost mestnega ekosistema. Zato je bistvenega pomena za integracijo mestnih zelenih površin in oblikovanje mreže ZI, da bi izboljšali ekosistemske storitve, zagotovili ekološke koridorje in življenjski prostor za urbane organizme. Pomembna je ekološka varnost. To zahteva povezavo zelenih prostorov v in okoli urbanih in obrobni pokrajin, vključno z zelenimi parki, zelenimi pasovi ob ulicah in zelenimi strehami, ki so nameščeni v mestnem jedru; in tudi kmetijska zemljišča ter gozdove, ki se nahajajo v primestnih območjih; pa tudi zelene hodnike in druge trakove zelenih površin po mestu in njegovih okolici (Feng Li idr., 2017). V mnogih vzhodnih deželah, v Aziji, predvsem na Kitajskem, veliko raziskujejo in vlagajo v razvoj zelene in zeleno modre infrastrukture, saj imajo ogromna velemesta, kjer se soočajo s sušami ter poplavami.

A vrnimo se v Slovenijo. Tudi mnogo naših strokovnjakov se zaveda pomena preudarnega ravnanja z vodo v mestih. Urbana vodna infrastruktura je temeljni pogoj za obstoj in nadaljnji razvoj mest, ki so danes postala prebivališče večine ljudi. Posledično so mesta eden izmed glavnih ponorov naravnih virov ter glavnih izvorov odpadkov. Zaradi posledic podnebnih sprememb, ki se kažejo kot pogostejši in intenzivnejši ekstremni dogodki, bodisi intenzivne padavine ter poplave ali pa vročinski valovi, se pritiski na obstoječo vodno infrastrukturo povečujejo. V tej luči je jasno, da današnje linearno upravljanje z vodnimi in drugimi viri ni kos tem izzivom. Sprememba ravnanja z vodo v mestih lahko igra ključno vlogo pri blaženju neugodnih posledic podnebnih sprememb. Zato je globalna strokovna in druga javnost razvila in skuša implementirati koncepte, kot so »vodno pametna mesta«, »modro-zelena infrastruktura« in »krožno gospodarstvo« (Atanasova idr., 2020).

2.2. Delovna definicija in elementi zelene infrastrukture

Zelena infrastruktura (ZI) je naravna rešitev za blaginjo podnebnih sprememb, varstva okolja in izboljšanja kvalitete življenj prebivalstva s pomočjo rastlin v urbanem okolju – v mestih, krajih, tudi na podeželju. Trenutno je še dokaj novo

področje in še ni popolnoma raziskano, opredeljeno. Iščejo se še najboljše, najbolj učinkovite rešitve. Izogibamo se uporabi pojma »definicija«, Evropska komisija pri razlagi ZI uporablja pojem »delovna definicija«. *Delovna definicija Evropske komisije* (2013): »Zelena infrastruktura je strateško načrtovana mreža naravnih in polnaravnih območij, pri čemer so druge okoljske značilnosti zasnovane in upravljane tako, da opravljajo širok nabor ekosistemskih storitev (ES). Vključuje zelene prostore (ali modre, če se nanašajo na vodne ekosisteme) in druge fizikalne značilnosti na kopenskih in morskih območjih. Na kopnem je ZI prisotna v ruralnem in urbanem okolju.« (Šantl idr., 2021).

Priročnik o ZI (Šantl idr., 2021), opredeljuje elemente zelene infrastrukture (ZI) s primeri. Povzemamo (Tabela 1):

Tabela 1: Elementi zelene infrastrukture (vir: Šantl idr., 2021)

Elementi zelene infrastrukture:	
Jedrna naravna območja	Območja z visoko vrednostjo biotske raznovrstnosti in obsežnejši habitati, npr. Natura 2000.
Območja ES	Gospodarsko pomembna območja z oskrbovalnimi ES (les, hrana, pitna voda), ki se upravljajo trajnostno.
Obnovljena ali umetna naravna območja ali območja ES	Nova habitatna območja za povečanje zaloge ES.
Zelene mestne in primestne površine	Parki, vrtovi, manjši gozdovi, zelene stene in strehe, drevoredi, sonaravno urejeni zadrževalniki meteornih voda, ribniki, tudi zeleno urejena šolska dvorišča, pokopališča, vrtički.
Naravni koridorji/ povezave	Naravne povezave, kot so reke/potoki, naravni povezovalni drevesni pasovi, mejice, itd. kar vse omogoča boljše gibanje in stanje vrst ter zalogo ES. Imenujejo se tudi zeleni ali modri koridorji.
Umetni koridorji/ povezave	Umetno ustvarjene povezave s funkcijo povezovanja presekanih predhodnih elementov ZI. Npr. ribji prehodi, ekodukti preko prometnic; za vzpostavljanje funkcionalnosti zelenih in modrih koridorjev.

Zeleno infrastrukturo je potrebno načrtovati na različnih prostorskih ravneh, če želimo ustvariti uravnotežen sistem. V naši raziskovalni nalogi se omejimo na »mikroraven«, lokalno raven. Želimo bolje spoznati vlogo zelene infrastrukture v urbanem lokalnem okolju, zato se omejimo na zelene mestne in primestne površine. Kot je razvidno iz tabele 1, pod to štejemo parke, vrtove, zelene stene in strehe, drevorede in tudi zeleno urejena šolska dvorišča.

V različnih državah in okoljih so različna poimenovanja, ki se nanašajo na ureditve s podobnimi funkcijami in ekosistemskimi storitvami (ES). V zadnjem času se je začel pogosto uporabljati izraz Nature-based solutions (sonaravne ali na naravi temelječe rešitve), ki zajema raznovrstne tehnologije, ki temeljijo na naravnih procesih ali jih posnemajo, so stroškovno učinkovite ter hkrati prinašajo okoljske, družbene in gospodarske koristi ter krepijo odpornost. Gre za koncepte, ki imajo iste cilje, ker pa so se sočasno razvijali na različnih koncih sveta in izhajajo iz raznovrstnih strok, so poimenovani drugače (Radinja idr., 2021).

Velikokrat se uporablja izraz modro-zelena infrastruktura (MZI). To preprosto pomeni, da je poleg zelenih rastlin, zelenih pokrajin, zagotovo vključena tudi voda, ki jo ponazarja modra barva. Pogosto je torej zelena infrastruktura združena z modro infrastrukturo. Ta je uporaba vodnih površin in mokrišč v urbanem okolju in ima podoben namen kot zelena. Uporaba naravnih rešitev ima dokazano več pozitivnih učinkov kot negativnih, te pa lahko rešimo z dobrim načrtovanjem in prilagajanjem specifičnim situacijam. Povzemamo strokovnjakinjo prof. Vovk: MZI je medsebojno povezano omrežje naravnih in oblikovanih krajinskih komponent, vključno z vodnimi telesi ter zelenimi in odprtimi prostori, ki zagotavljajo več funkcij, kot so shranjevanje vode, nadzor poplav, čiščenje voda. Reševanje problematike meteorne vode ni pomembno le zaradi zmanjševanja obremenjevanja okolja, temveč tudi zato, ker se predvidevajo vedno večji nalivi in s tem povezane nevarnosti za poplave. Pri upravljanju s padavinsko vodo se je potrebno zavedati, da je padavinski odtok tudi dragocen vodni vir. Ustrezno očiščena meteorna voda se lahko uporablja za namakanje ali zalivanje zelenih površin, oblikovanje parkovnih vodnih teles, splakovanje stranišč, pranje avtomobilov, kot procesna voda ipd., z ustrezno predpripravo pa tudi kot vir pitne vode. Oskrba s pitno vodo v mestih postaja vse večji izziv. (Vovk, 2022).

Ob omembi zelene ali modro-zelene infrastruktura prvotno pomislimo na zelene strehe, na zelene stene, na močvirne mlake.

A elementov oziroma tipov ZI in MZI je bistveno več. Opredelimo jih glede na lokacijo (Tabela 2):

Tabela 2: Tipi modro-zelene infrastrukture (vir: Vovk, 2022)

Lokacija:	Tip MZI:
Na površini	odtočna korita, zatravljeni kanali, infiltracijski jarki, vegetacijska korita, ulični bioorientacijski bazeni, zatravljeni zadrževalni in infiltracijski bazeni, deževni vrtovi, močvirne mlake, rezervoarji površinske vode, rezervoarji za zadrževanje in infiltracijo vode, vodni kvadrati, prepustni tlaki
Pod zemljo	infiltracijske vrtine, infiltracijski zabojniki, strukturne koreninske celice drevesa, podzemni vodni rezervoarji
Nad površino	zelene strehe, zelene stene in zelene fasade, modre strehe

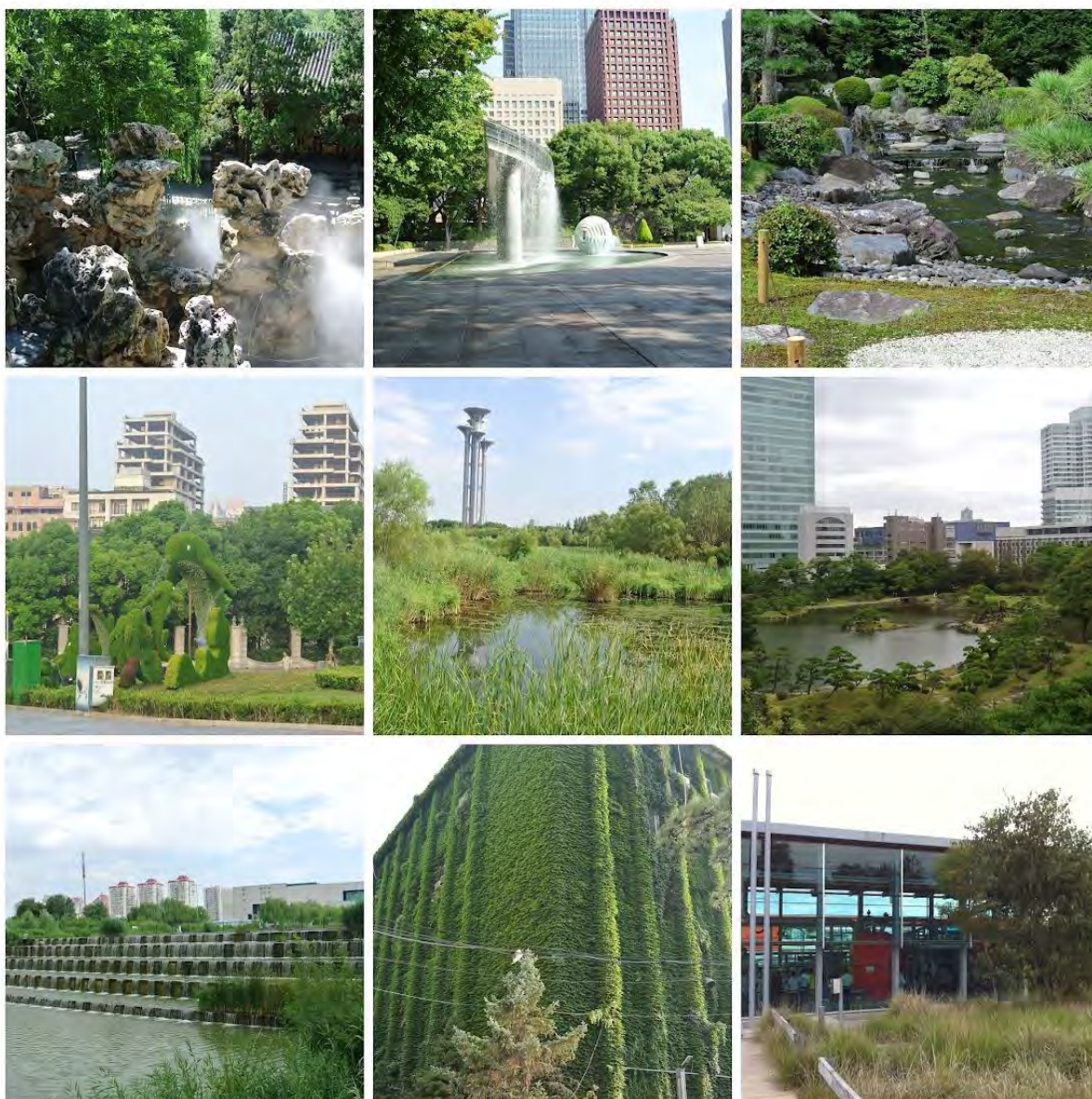
2.3. Realnost na področju zelene infrastrukture

Tipov zelene infrastrukture je torej zelo veliko, pogosto jih v okolici sploh ne opazimo, če nismo dovolj pozorni. Zlasti v zeleni Sloveniji, kjer smo ponosni na gozdove in bogato naravno okolje, se nam mnogokrat zdi, da je zelenja vedno dovolj. Vendar so nam neljubi podnebni dogodki v opomin, da je nujno potrebno skrbno, usklajeno načrtovanje ter upravljanje z ZI oz. MZI. Evropska unija (EU) ima nekaj strateških dokumentov v podporo zelenim površinam, kot so Strategija prilagajanja podnebnim spremembam EU, Strategija EU za biotsko raznovrstnost in EU strategija o zeleni infrastrukturi.

Nas bolj kot politične strategije zanima realnost izvedb ZI. V nadaljevanju, s pomočjo fotografij, prikazujemo nekaj različnih elementov zelene infrastrukture, ki smo jih zaznali v Sloveniji, sosednjih in drugih, bolj oddaljenih državah. Opiramo se na lastno gradivo in izkušnje.

Začnimo z oddaljenim vzhodom:

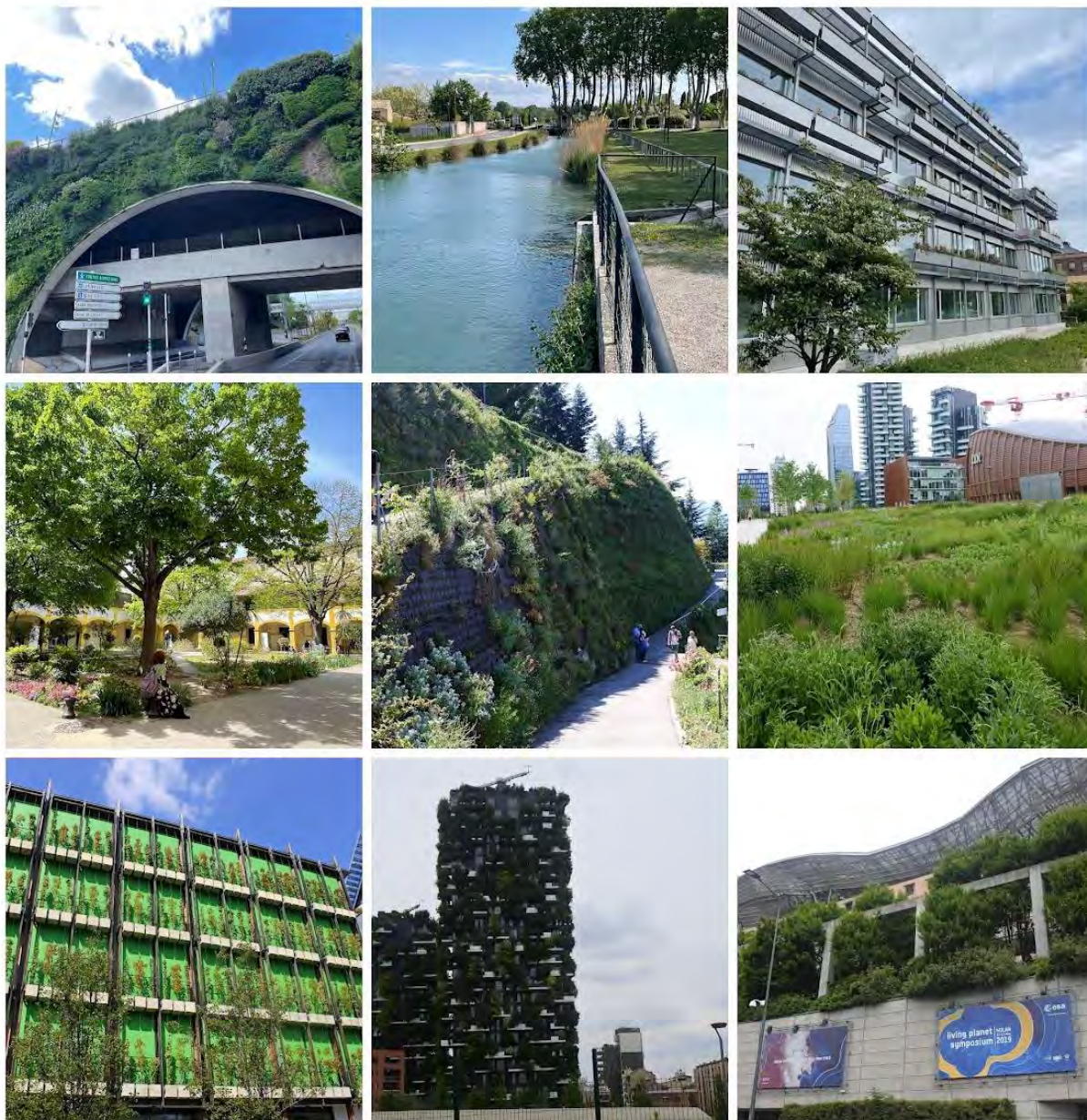
Za Avstralijo in vzhodne azijske države je značilno, da se soočajo z ekstremnimi obdobji velikih padavin in suše. Pri načrtovanju ZI so zlasti pozorni v večjih urbanih središčih, kjer bivajo milijonske množice ljudi (Slika 2). Fotografije prikazujejo objekt za predelavo »sive vode« v Sydneyju, olimpijski park in zelene fasade v Pekingu, parke v Tokiu, Šanghaju itd.



Slika 2: Kitajska, Japonska, Avstralija z ZI (vir: osebni arhiv TPN)

V EU v letu 2020 živi okoli 75% vseh prebivalcev v mestih. Večina teh je vročih, suhih, onesnaženih in neprepustnih ter vse gosteje poseljenih. Pritisk na nadaljnji

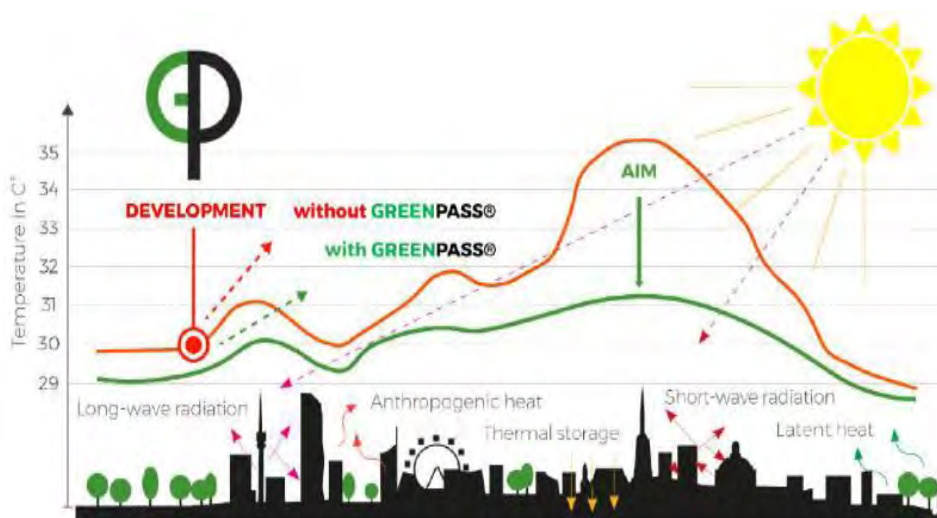
razvoj mest vodi v strnjeno pozidavo in še več neprepustnih površin, ki nadomeščajo mestne zelene površine in naravne habitate. Hkrati se povečuje pritisk posledic podnebnih sprememb kot so neurja, poplave in vročinski valovi (Šifkovič Vrbica idr., 2021). Za zahodno in osrednjo Evropo so značilne nagle vremenske spremembe, ki zahtevajo prilagoditvene ukrepe ter boljšo odpornost. Na fotografijah vidimo različne ukrepe od rekonstrukcije raziskovalnega inštituta z ZI v Belgiji, zelenih sten in streh, ozelenjenih fasad v Italiji do vodnih kanalov, parkov in ekoduktov v Franciji (Slika 3).



Slika 3: Italija, Francija, Belgija z ZI (vir: osebni arhiv TPN)

In kako je pri naši severni sosedu Avstriji? Znano je, da je glavno mesto Avstrije - Dunaj, zgrajen na debelih plasteh ruševin in v pretežnih delih centra mesta nima možnosti direktnega dostopa do zemeljskih tal. V potrebi ozelenitve mesta vključujejo manjše parke, ozelenjena otroška igrišča, tudi specialna korita za zasaditev plezalk. V strokovni reviji Outsider, smo v članku Načrtovanje za vroča poletja (Velkavrh, 2023), prebrali, da na Dunaju nastajajo ambiciozne strategije, pilotni ukrepi, da iz fiktivnih parkov nastaja nova urbana resničnost. Česa se lahko od avstrijske prestolnice naučijo slovenska mesta? Njihove inovacije dokazujejo, da podnebna kriza ni čas za spanje na lovorikah. Čeprav mesto ščiti svoj zeleni obroč pred pozidavo ter se lahko pohvali s številnimi parki, to ni dovolj za uspešen odziv na vse višje temperature (Velkavrh, 2023).

Dunaj, ki ga v Sloveniji pogosto jemljemo za vzgled, je pri načrtovanju novih objektov in prenovah že vključil sodelovanje različnih strokovnjakov. Ekipno delo, z obvezno vključitvijo okoljevarstvenih strokovnjakov, je pri njih že uveljavljeno. Že pred začetkom projektiranja je narejena natančna okoljska mikroanaliza območja gradnje. Okoljevarstveniki pripravijo podatke (GreenPass) (Slika 4), ki jih arhitekti in drugi inženirji obvezno upoštevajo pri načrtovanju. Npr. veter lahko omejijo z zasaditvijo drevesnih pregrad. Posledice vročinskih valov ter nevihtne poplave poskušajo omejiti z vključitvijo obveznih elementov ZI, itd.

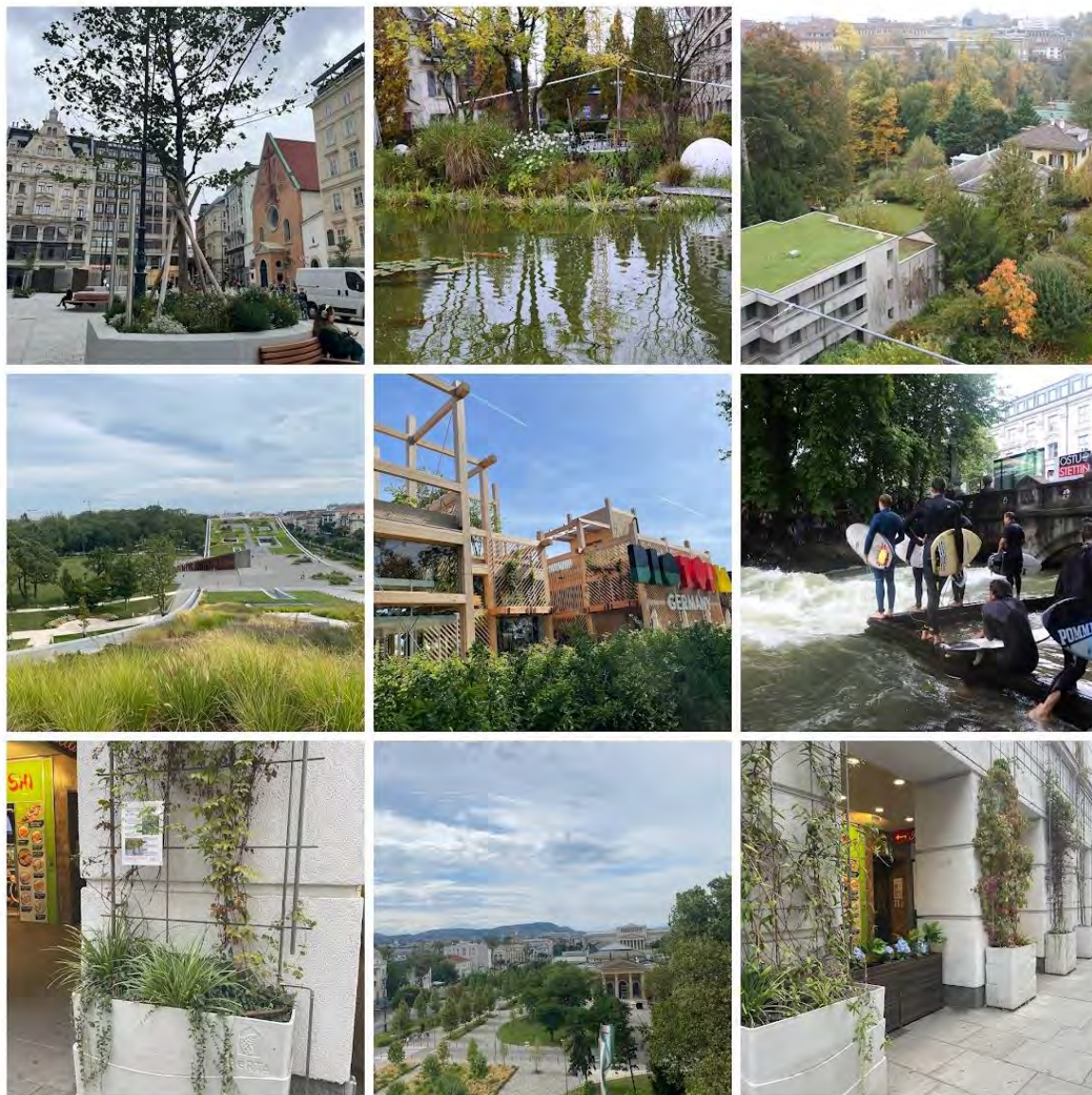


Slika 4: GreenPass za zeleno gradnjo na Dunaju (vir: greenpass¹)

Nam bližnje države, kot so Avstrija, Madžarska, Nemčija in Švica (Slika 5), že vključujejo

¹ <https://greenpass.io/>

različne načine ZI v svoje urbane centre. Nekaj primerov na fotografijah:



Slika 5: Avstrija, Madžarska, Nemčija, Švica z ZI (vir: osebni arhiv TPN)

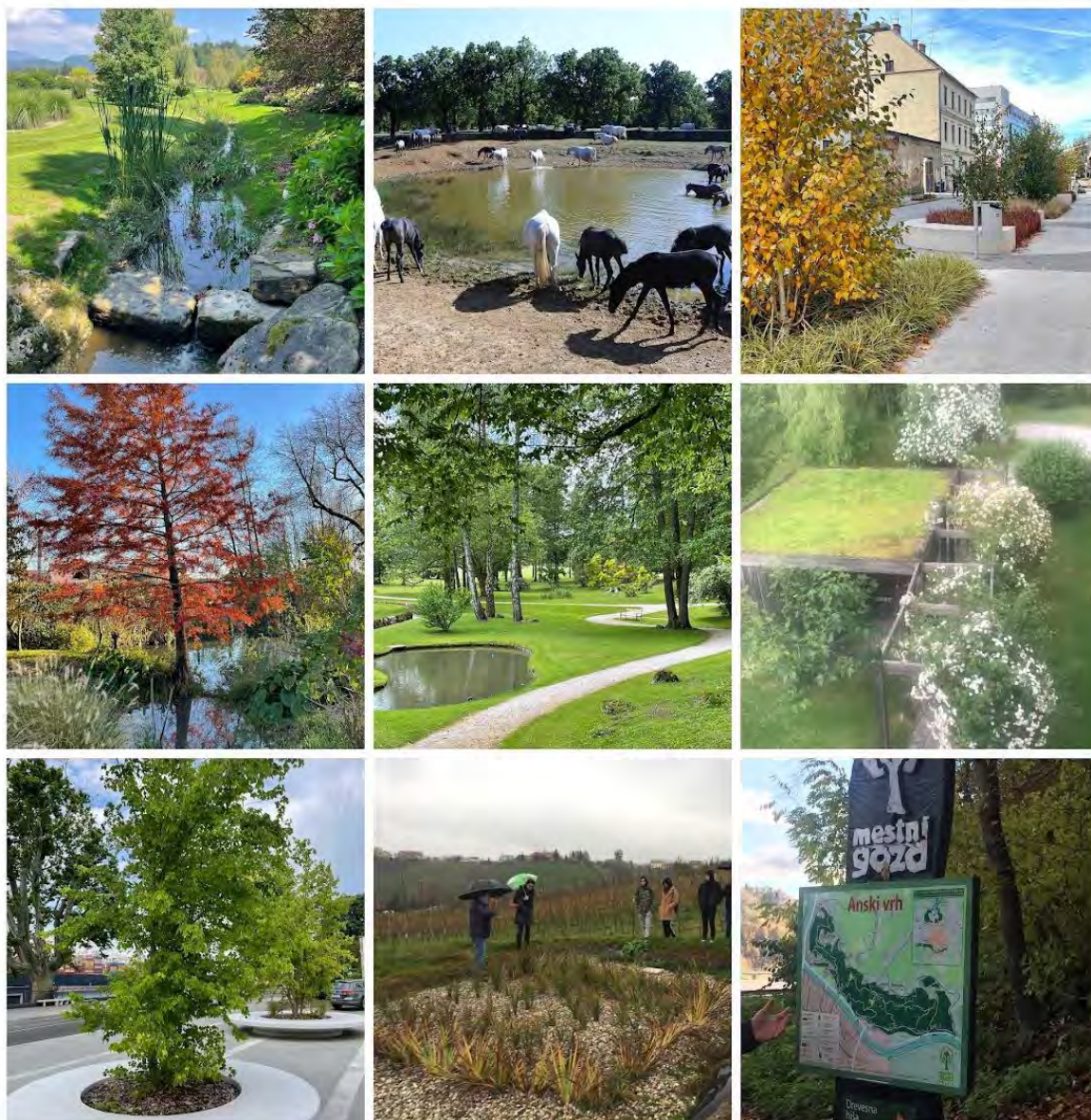
Floriade Expo Amsterdam - Almere 2022 je bila nizozemska hortikulturna razstava, ki je potekala v Almereju na Nizozemskem. Tema Expa je bila »Rastoča zelena mesta« in se je osredotočala na potrebo po združevanju narave in mest. Zemlja ima več kot osem milijard prebivalcev, od katerih jih že več kot petdeset odstotkov živi v mestih. Do leta 2050 se bo ta odstotek povečal na skoraj sedemdeset odstotkov. Zaradi nenehne in neusmiljene urbanizacije nimamo druge možnosti, kot da iščemo nove načine, kako ohraniti naša mesta varna, zdrava in privlačna ter poiskati boljše ravnovesje med "sivim" in "zelenim". Na Floriadi 2022 so države s celega sveta predstavljale konkretne zelene rešitve. Videti je bilo, da se načrtovalci ustvarjalno

trudijo osveščati ljudi o pomenu zelene infrastrukture, zlasti v urbanih območjih. Rešitve, ki so bile na ogled, predstavljajo estetsko privlačne izgleda in vnašajo v mesta biodiverzitetu, izboljšujejo zrak, ljudem nudijo ugodnejše bivanjske pogoje, omilijo ekstremne vročinske valove in kot modro – zelena infrastruktura racionalneje ravna z deževnico. Prepustni tlaki, zatravljena korita, infiltracijski jarki, deževni vrtovi, zelene fasade, zajemi deževnice za vrtičke, ekološke napredne gradbene rešitve z trajnostnimi materiali itd. pokažejo, kako lahko človek, na preprost način, gradi odpornejše mestno okolje. Nekaj rešitev na fotografijah (Slika 6).



Slika 6: Floriade Expo Amsterdam - Almere 2022 z ZI (vir: osebni arhiv TPN)

Vrnimo se v zeleno Slovenijo, kjer sicer že imamo nekaj privlačnih in tudi učinkovitih elementov zelene infrastrukture (Slika 7), a žal ne dovolj.



Slika 7: Slovenija z ZI (vir: osebni arhiv TPN)

Na fotografijah v smeri urinega kazalca: Arboretum Volčji Potok, Lipica, Maribor, Pragersko, Brdo, Vodole, Celje. O zeleni infrastrukturi v Sloveniji nastaja mnogo gradiv. Mnogo uporabnega znanja in napotkov je v Študiji virov glede koristi zelenih površin za prilagajanje na podnebne spremembe (Šifkovič Vrbica idr., 2021). Kot ugotavljajo avtorice (Šifkovič Vrbica idr., 2021) v tej Študiji virov, nam bo sajenje dreves in uporaba zelene infrastrukture pomagalo ohladiti mestna območja in

zmanjšati vpliv naravnih nesreč. Ta študija je nastala z namenom strokovni in širši javnosti bolje predstaviti potrebo po ohranjanju, krepitvi in nasploh celovitem upravljanju z zelenimi površinami. V EU imamo leta 2021 sprejeto Strategijo prilagajanja podnebnim spremembam, ki spodbuja sonaravne rešitve kot večnamenske rešitve, ki hkrati zagotavljajo okoljske, družbene in gospodarske koristi ter prispevajo h krepitvi odpornosti proti podnebnim spremembam – med njimi je tudi razvoj mestnih zelenih površin ter gradnja zelenih streh in zidov. A napredek pri načrtovanju prilagajanja je še vedno počasen. Sedanji ukrepi se nanašajo predvsem na ozaveščanje, dejansko uvajanje fizičnih rešitev, kot je ustvarjanje več zelenih območij za zmanjšanje vplivov vročinskih valov ali prilagoditev kanalizacijskih sistemov za boljše obvladovanje prelivanja padavinske vode, pa zaostaja (Šifkovič Vrbica idr., 2021). Tudi krajinska arhitektka ga. Simoneti je strokovnjakinja. Povzemamo: Podnebne spremembe zahtevajo hitro ukrepanje, še posebej od obalnih in poplavam izpostavljenih mest. Odgovor na izzive sta dobro strateško načrtovanje in učinkovito ukrepanje v praksi. Bolj kot novi predpisi in dokumenti sta aktualna povezovanje znanja in dobro razumevanje med akterji. Mesta doživljajo vplive podnebnih sprememb neposredno in konkretno, zato se odzivajo hitreje in bolj operativno kot države. Največji izziv za slovensko stroko, mesta, občine in državo bo vzpostaviti novo, bolj celostno in vključujočo prakso načrtovanja in upravljanja, potem ko so procesi razdeljevanja pristojnosti, zapiranja v sektorske, zakonske in upravne okvire v praksi skoraj že izničili pomen prostorskega načrtovanja in urejanje prostora razdelili do skoraj neobvladljive stopnje razglašenosti med področja, stroke, lastnike in različne upravljalce (Simoneti, 2020). Posamezna mesta v Sloveniji iščejo načine, kako načrtovati, vključevati in vzdrževati zelene površine. V MO Maribor so v preteklem obdobju že prepoznali izzive podnebnih sprememb. Izvajajo projekte in aktivnosti, ki bodo pripomogli k boljši odpornosti v prihodnosti. V okviru enega od projektov, pod okriljem Skupne službe varstva okolja (MO Maribor in občine Duplek, Ruše, Miklavž na Dravskem polju, Hoče-Slivnica, Rače-Fram, Lenart, Sveti Jurij v Slovenskih goricah, Lovrenc na Pohorju) in Inštituta za promocijo varstva okolja, so sodelovali tudi dijakinje ter dijaki naše šole. Dijaki so v šolskem letu 2019/20, s svojimi izvirnimi predlogi na temo »Voda in podnebna kriza v MOM« soustvarili zbornik z naslovom

Inovativni projektni predlogi (Slika 8):



Slika 8: Inovativni projektni predlogi upravljanja z vodo (vir: okolje.maribor²)

Tudi študenti Univerze Maribor so razmišljali o svojem okolju, kasneje nekatere ideje nadgradili, sodelovali z MOM in Inštitutom za promocijo varstva okolja. Pod vodstvom strokovnjakinje in avtorice prof. ddr. Ane Vovk je nastala brošura z naslovom Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor³. V tej brošuri je mnogo elementov zelene infrastrukture, ki jih MOM lahko uporabi prav kmalu za konkretne rešitve ali pri načrtovanju ZI. S ciljem, da bi tudi Maribor dobil vsaj nekaj elementov MZI, sta bila izvedena dva projekta (Vovk, 2023).

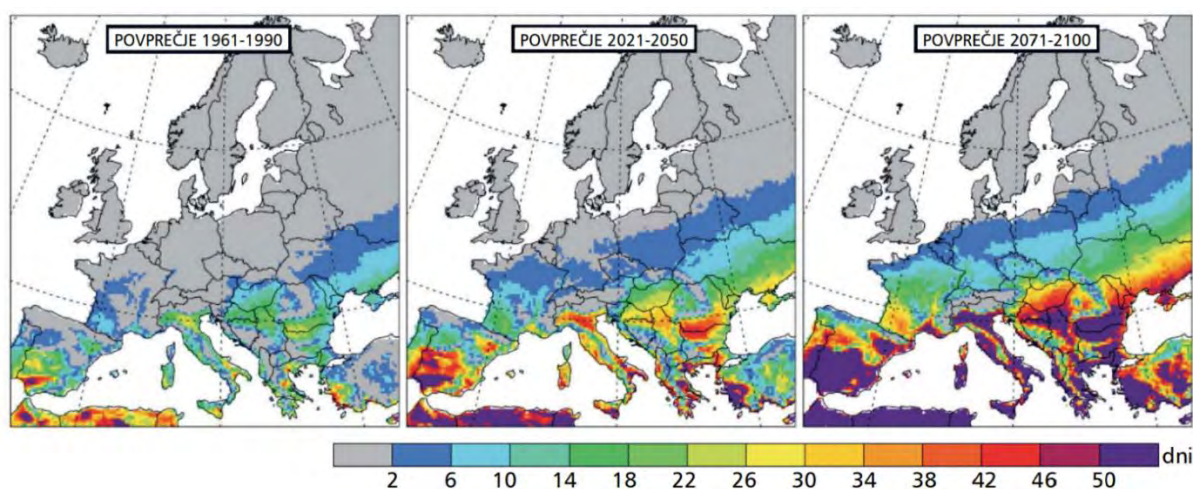
2.4. Podnebne spremembe v povezavi z zeleno infrastrukturo

Današnja družba se sooča s podnebnimi spremembami in ekstremnimi vremenskimi pojavi. Temperature naraščajo, sušna obdobja so vedno daljša, biosfera je onesnažena. V Sloveniji, Evropi in po celem svetu smo bili v tem (2023) in preteklem letu (2022) priča zelo hudim vremenskim dogodkom, ki povzročajo ogromno materialne škode in uničenih življenj. Že leta iščemo primerne rešitve, a so te zaradi različnih dejavnikov, kot so socialni, politični, gospodarski, neuresničljive. V zadnjih

² https://okolje.maribor.si/data/user_upload/okolje/NVO/Zbornik_-_Inovativni_projektni_predlogi_novo.pdf

³ https://okolje.maribor.si/data/temp/Brosura_Raba_vode_v_MOM_-_final-popravek.pdf

letih se strokovnjaki obračajo proti naravnim rešitvam in ena izmed njih je zelena infrastruktura. Evropa je zaradi geografske lege zelo izpostavljena podnebnim spremembam. Trenutno ima največ človeških žrtev od vseh kontinentov. Največji problem so velike sušne dobe in veliki nalivi. Zaradi ekstremnih vremenskih pojavov so ogrožena življenja, infrastruktura, pridelovanje hrane in kvaliteta življenja. Evropska unija (EU) se v zadnjih letih ukvarja z iskanjem rešitev. To počne s financiranjem, ostrenjem okoljskih zakonov, z raziskavami. EU zeleno infrastrukturo popolnoma zagovarja, saj se izkazuje za dober način varovanja okolja, koristi pa lahko tudi drugim problematikam. Milijoni Evropejcev občutijo težave zaradi vročinskih valov v poletnih mesecih (Slika 9). Najbolj občutljivi so prebivalci večjih mest, starejši od 65 let, ki trenutno predstavljajo 17% evropske populacije, a se bo njihov delež do leta 2060 povečal na 30%. V Sloveniji je v največjih mestih že do 20% starejših od 65 let. Posebej ranljivi v mestih so tisti z nizkimi prihodki, etnične manjšine, invalidi in kronični bolniki (Kajfež Bogataj, 2020).



Slika 9: Projekcije števila zelo vročih dni (vir: Kajfež Bogataj, 2020)

Ukrepe za zmanjšanje ranljivosti v mestih delimo na sive, zelene in mehke ukrepe. Sivi se večinoma nanašajo na zgradbe: dobra izolacija, senčila, pasivno hlajenje zgradb, urbanistični načrt, ki zagotavlja senco in prevetrenost ter zmanjšanje emisij zračnih onesnažil. Med zelene ukrepe sodijo npr. zelene mestne površine, zeleni zidovi in strehe, drevesa pa imajo še dodatno prednost, saj lahko shranjujejo ogljik in zagotavljajo habitate za prosto živeče živali. Primeri mehkih ukrepov pa so dviganje ozaveščenosti, kartiranje toplotnega otoka in hladnih predelov, določanje ranljivejših skupin in njihove razporeditve po mestu, opozorilni sistemi, priporočila o

vedenju v času vročinskih valov ipd. Zaključimo lahko, da podnebne spremembe povečujejo zahteve po odpornosti mest na nova tveganja. Zato je nujna klimatsko varna gradnja objektov in infrastrukture, zagotovitev varne oskrbe z vodo in hrano tudi v ekstremnih situacijah ter odporno delovanje javnih sistemov (promet, oskrba z elektriko, telekomunikacije, šolstvo, zdravstvo, službe za reševanje ...). Podnebne spremembe pa nam prinašajo tudi priložnost za odpravljanje preteklih napak na področju gradbeništva, komunale, urbanizma in upravljanja s prostorom nasploh ter prehod na bolj trajnostni življenjski slog (Kajfež Bogataj, 2020).

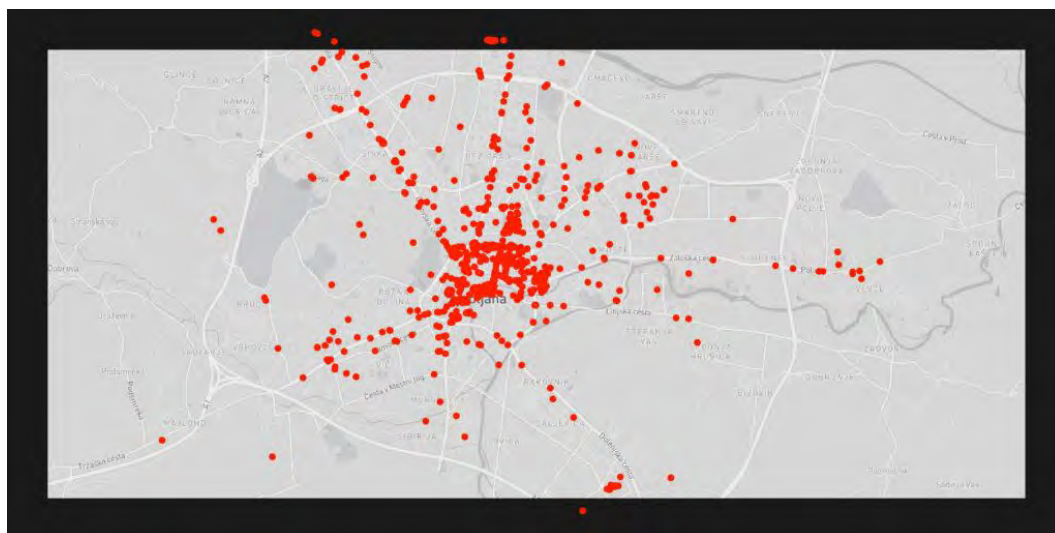
2.5. Primeri iz naše bližnje okolice

V tej raziskovalni nalogi je cilj boljše razumevanje vloge zelene infrastrukture v urbanem okolju. Zelena infrastruktura je neposredno povezana s podnebnimi spremembami, zato raziskujemo v tej smeri. Usmerimo se na znane primere iz okolice, s poudarkom na Mariboru. Visoke temperature povzročajo vročinski stres, ki ga občutimo ljudje, še posebej starejši, otroci, oboleli in delavci na prostem, kot tudi rastline in živali. Vročina v mestih vpliva na naše počutje in vedenje. Več časa preživimo v notranjosti objektov, pogosto v prostorih s klimo, ki dodatno obremenjuje naše okolje in ponekod po svetu že povzroča probleme z dobavo električne energije. Veliko tistih, ki se sicer na pot dosledno odpravijo peš ali s kolesom, se v stiski zaradi velike vročine odloči za uporabo avtomobila. V času vročinskih valov prebivalci mest zavzeto iščemo tudi zavetje sence dreves in bližino vodnih teles, ki hladijo in vlažijo ozračje. Predstavljamo nekaj projektov, ki se že izvajajo v naši bližini, v urbanem okolju, kot zaščita pred vročino v mestih, za zaščito pred urbanimi poplavami, za izboljšanje biodiverzitete, itd.

Ljubljana: Sredi poletja, ko je najbolj vroče, so v letu 2020 prvič testirali digitalna orodja za participativno mapiranje. Organizacija Mreža za prostor je sodelovala s svojo strokovnostjo, da so ustvarili projekt Vroče točke v Ljubljani. Projekt je bil izjemno uspešen, saj so v treh tednih prebivalci⁴ Ljubljane označili kar 700 vročih lokacij v mestu. V Ljubljani je društvo Prostorož pozvalo prebivalce in obiskovalce Ljubljane, da pomagajo identificirati Vroče točke v mestu, to so območja v mestu, ki

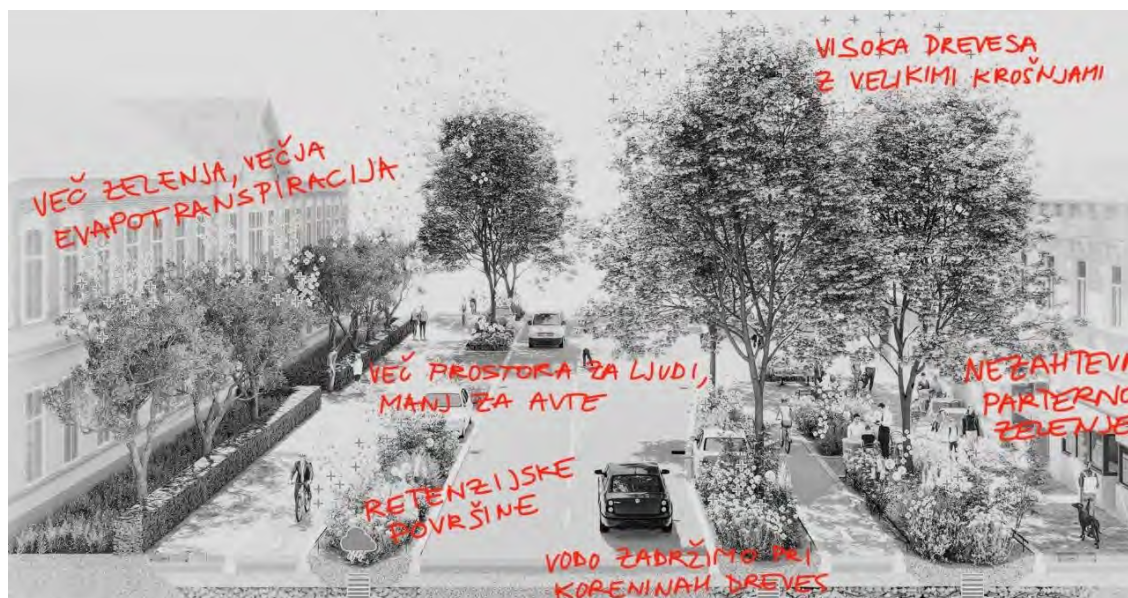
⁴ občanska znanost

jih ljudje dojemajo kot prevroče. Med 7. in 25. avgustom 2020 so ljudje na interaktivnem zemljevidu označili kar 699 mestnih vročih točk (Slika 10), in kot ugotavljajo ustvarjalci projekta, se lokacije ujemajo z lokacijami z meritvami ugotovljenih toplotnih otokov.



Slika 10: Vroče točke v Ljubljani (vir: Prostoroz⁵)

V Prostorozu so zato za najbolj izbrane lokacije pripravili ustrezne ukrepe in rešitve (Slika 11), ki bi poletja v prestolnici naredile bolj znosna in prijazna svojim prebivalcem in jih predstavili Mestni občini Ljubljana (medmrežje 4).



Slika 11: Predlagani ukrepi za blažitev (vir: Prostoroz)

⁵ <https://www.prostoroz.org/projekti/vroce-tocke>

Maribor: V Mariboru je bilo v zadnjih letih izvedenih nekaj podnebnih akcij Mreže za prostor, ki med drugim nagovarjajo tudi probleme pregrevanja mestnega okolja z vzpostavljanjem novih območij in opozarjajo na velik pomen biotske pestrosti za krepitev ugodnih vplivov narave na soočanje mest s podnebnimi spremembami. Mreža za prostor s povezovanjem, ozaveščanjem in strokovno podporo krepi vlogo nevladnih organizacij ter lokalnih pobud pri prizadevanjih za trajnostno in vključujoče urejanje prostora (medmrežje 5). Leta 2020 je Organizacija za participatorno družbo skupaj s prostovoljci Iniciative Mestni zbor zasadila mini gozdiček Miyawaki (Slika 12). Z gosto zasaditvijo majhnih rastlin, nabora sadik grmovnic in drevesnih avtohtonih vrst so na območju ustvarili pogoje za razvoj pestrega rastlinskega sestoja. Ta bo lahko iz okoliškega zraka posrkal več CO₂ kot običajne, manj raznovrstne zasaditve ter bo hkrati tudi dom in zavetišče za številne živali. Deloval bo kot živa opazovalnica naravnih procesov in blagodejno vplival na neposredno okolico, ki je prepoznana kot eno izmed območij pregrevanja v mestu Maribor.



Slika 12: Mini gozdiček Miyawaki (vir: imz-maribor)



Slika 13: Mini gozdiček med nastajanjem (vir: imz-maribor⁶)

⁶ <http://imz-maribor.org/Mini-gozdicek-Miyawaki.html>

Druga akcija je bila usmerjena v revitalizacijo nabrežij Radvanjskega potoka (Slika 14). Na gola nabrežja in brežine Radvanjskega potoka so aktivisti zasadili skrbno izbrane sadike drevesnih in grmovnih vrst, s čimer so se namenili izboljšati ekološke funkcije potoka in obvodnega prostora, izboljšati biotsko pestrost območja in vzpostaviti senčna območja, ki jih trenutno v vodnem in obvodnem okolju Radvanjskega potoka primanjkuje (medmrežje 6).



Slika 14: Ureditev nabrežij Radvanjskega potoka (vir: mariborinfo⁷)

V Sloveniji systemskega uvajanja MZI oz. zelene infrastrukture še ne poznamo, obstaja pa zanje velik potencial. Zelene površine še niso načrtovane tako, da bi bilo prevzemanje površinskega odtoka vode z okoliških utrjenih površin dovolj izkoriščena. V mestih ostaja velik potencial zelenih površin, s katerim bi razbremenili kanalizacijski sistem in ohranili padavine v naravnem vodnem krogu (Radinja idr., 2021). V Mariboru se načrtuje nov park Pekrski potok (Slika 15), verjamemo, da po strokovnih načelih uvajanja MZI. V bodočem parku Pekrski potok so načrtovane urejene sprehajalne poti, nova zasaditev dreves in grmovnic, kolesarska pot, rekreacijske površine, manjše površine za minigolf pa tudi igrala in seveda klopi za počitek. Naknadno so se odločili tudi za manjši pump track za otroke⁸.



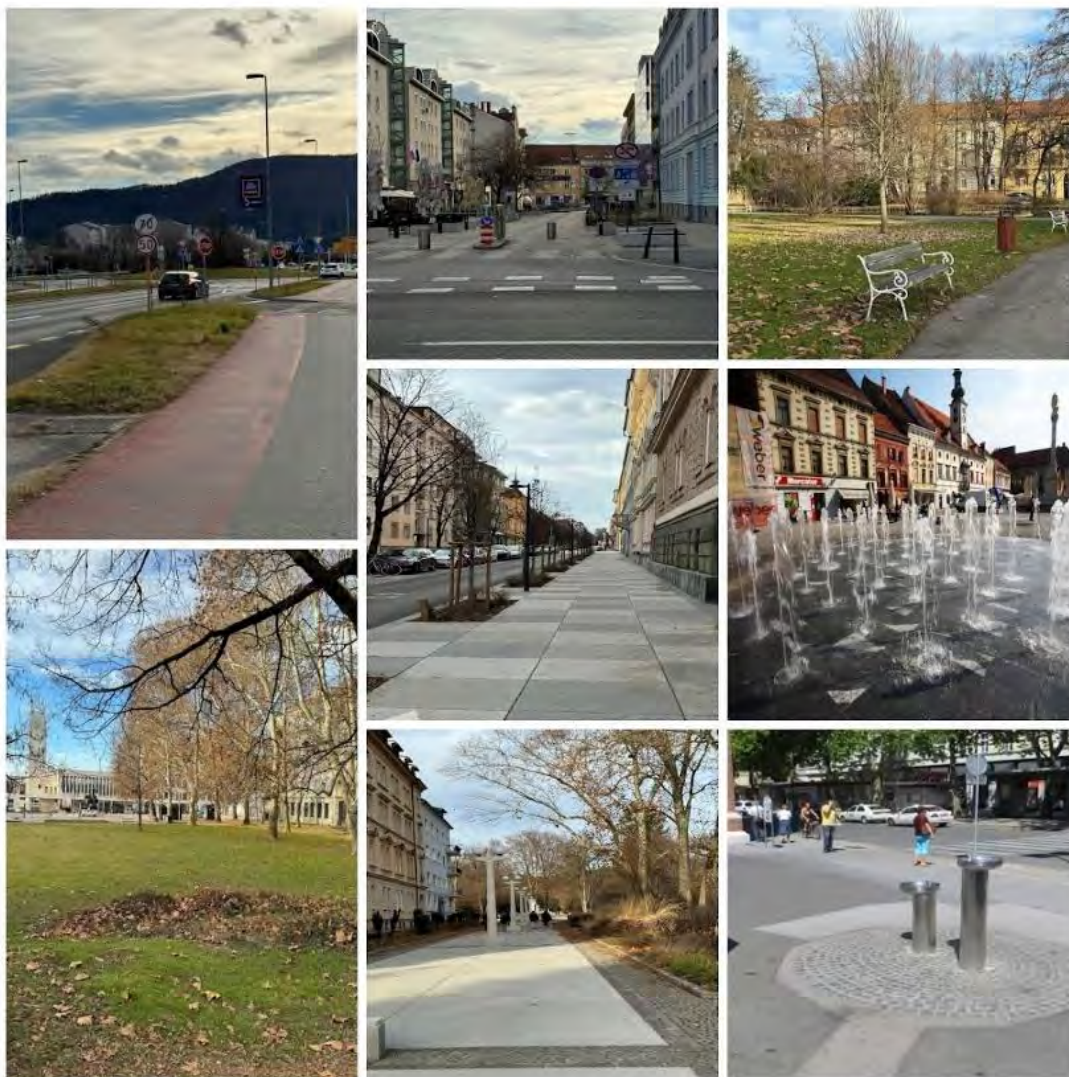
⁷ <https://mariborinfo.com/tags/radvanjski-potok>

⁸ <https://mbreport.si/izpostavljeno/foto-maribor-bo-bogatejsi-za-nov-park-preverite-kje-in-kako-razlicne-vsebine-bo-ponudil/>



Slika 15: Načrtovanje parka Pekrski potok (vir: mbreport)

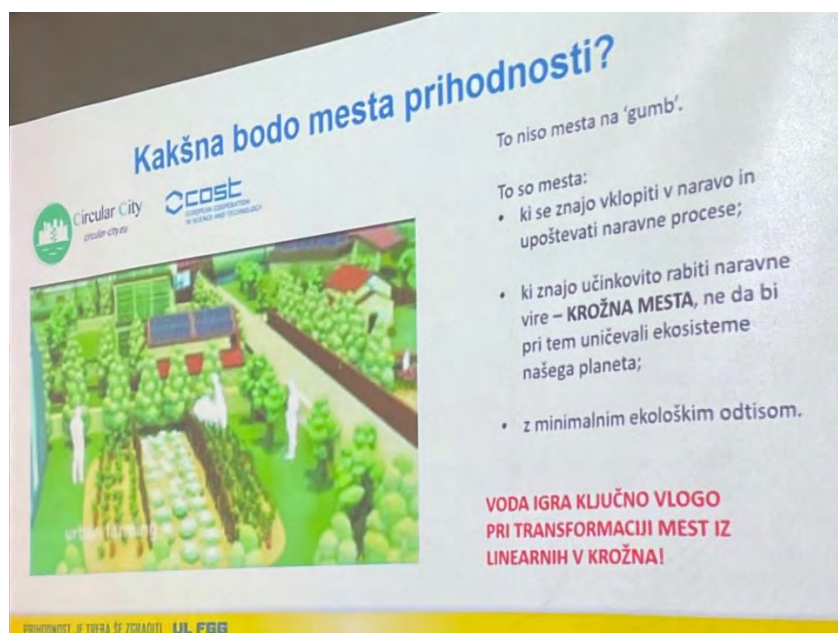
V okviru terenskih ogledov v mestu Maribor smo zasledili novejša in starejša področja, ki jih lahko štejemo kot del zelene infrastrukture. Predstavljamo jih preko fotografij (Slika 16):



Slika 16: Zelena infrastruktura v Mariboru (vir: osebni arhiv Eric Rodošek)

2.6. Pomen izobraževanja o zeleni infrastrukturi

Pomen zelene infrastrukture in vzroki za njeno vključevanje v urbana okolja so širši javnosti še precej nepoznani. Zelo pomembno je izobraževanje in osveščanje ljudi, zlasti mladih. V nadaljevanju predstavljamo del aktivnosti, ki jih izvajamo na naši šoli. Na šoli se zavedamo družbenih in podnebnih sprememb. Pot k trajnostnemu delovanju na šoli utrjujemo na mnoge načine. Bili smo ena izmed pilotnih šol, sodelujoča pri projektu Podnebni cilji in vsebine v vzgoji in izobraževanju na državnem nivoju. Na naši šoli se izobražujemo bodoči strokovnjaki tehničnih strok, ki so povezane s posegi v okolje in prostor. Napredne tehnologije so od nekdaj tesno povezane z gradbeništvom, tradicionalno stroko, in z okoljevarstvom, ki je mlajša, a za bodočnost izjemno pomembna stroka. Pri našem šolskem delu izvajamo dejavnosti, ki nas na različne načine osveščajo o načinih sobivanja z naravo, o boljšem odnosu do okolja. Dijaki ter zaposleni smo vključeni v različna predavanja, izvajamo medgeneracijske prenose znanj (Slika 17). Ravnanje z vodo v mestih prihodnosti nam je predstavila prof. dr. Nataša Atanasova, UL, FGG, z Oddelka za okoljsko gradbeništvo.



Slika 17: Predavanje o mestih prihodnosti (vir: osebni arhiv TPN)

Na šoli večkrat gostimo predavatelje, ki imajo široka znanja o ekosistemskih storitvah in zeleni infrastrukturi. Kot pravijo strokovnjaki: Izobraževanje ima ključno vlogo pri oblikovanju odnosa in vedenja prihodnjih generacij do okoljske trajnosti. Poudarja potrebo po celovitih in interdisciplinarnih pristopih k okoljskemu

izobraževanju, vključno s praktičnimi učnimi izkušnjami in vključevanjem skupnosti. Odločilno je sodelovanje med izobraževalnimi ustanovami, oblikovalci politik in drugimi zainteresiranimi stranmi pri spodbujanju zelenega prehoda (Brown, 2018). Na šoli sodelujemo z izobraževalnimi ustanovami, gospodarstvom in javnimi ustanovami. Eno izmed izobraževanj, je izvedla prof. ddr. Ana Vovk, UM, FF, z naslovom Življenje danes in v prihodnosti – nujnost sodelovanja z naravo, s posebnim poudarkom na MZI in ekoremediacijah (Slika 18). Poleg dijakov in zaposlenih so sodelovali strokovnjaki Skupne službe varstva okolja skupne občinske uprave Maribor.



Slika 18: Izobraževanje o življenju danes in v prihodnosti (vir: osebni arhiv TPN)

S širjenjem znanja in spodbujanjem razumevanja prispevamo k oblikovanju okoljsko bolj ozaveščene in informirane družbe. Poleg tega potekajo raziskave, ki se osredotočajo na prepletenost podnebnih sprememb, okoljske pravičnosti in izobraževanja. Ključnega pomena je razumevanje, kako ranljive skupnosti, zlasti v marginaliziranih regijah, nesorazmerno prizadenejo podnebne spremembe in degradacija okolja. Preučitev, kako lahko programi izobraževanja in ozaveščanja odpravijo te razlike in omogočijo marginaliziranim skupinam prebivalstva, da dejavno sodelujejo pri zelenem prehodu, bo bistvenega pomena za doseganje okoljske in socialne pravičnosti. Literatura s področja družbe, podnebja, okoljskih sprememb, zelenega prehoda in izobraževanja mladih generacij opozarja na nujno potrebo po

ukrepanju in poudarja medsebojno povezanost teh dejavnikov. Prispevamo k družbi z ozaveščanjem, poudarjanjem prednosti zelenega prehoda ter zagovarjanjem izobraževanja in vključevanja mladih. Nadaljnje raziskave bi se morale osredotočiti na ocenjevanje učinkovitosti programov okoljskega izobraževanja, analizo političnih okvirov in obravnavanje vprašanj okoljske pravičnosti, da bi omogočile trajnostno in pravično prihodnost. Pobude za zeleni prehod lahko povečajo obstoječe družbene neenakosti, če niso zasnovane in izvedene s poudarkom na socialni pravičnosti. Nujni so vključujoči procesi odločanja, pravični dostop do zelenih tehnologij in virov ter ciljno usmerjena podpora ranljivim skupnostim (Johnson, 2017). Okoljska vzgoja ima ključno vlogo pri spodbujanju trajnostnega vedenja med mladimi. Znanstvena dognanja poudarjajo potrebo po izkustvenem učenju in vključevanju skupnosti za krepitev okoljske ozaveščenosti in delovanja (Smith, 2020).

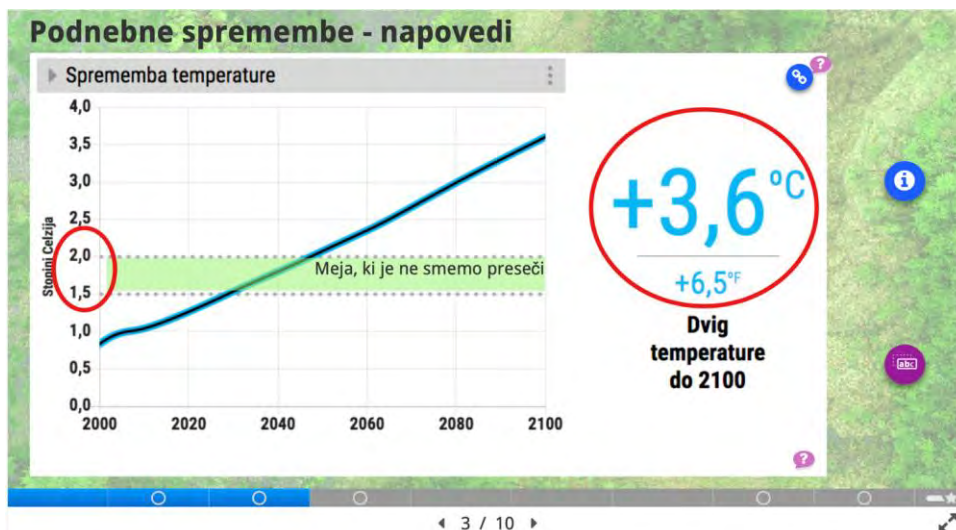
Na šoli imamo aktivnosti za ozaveščanje trajnostnega vedenja med mladimi in starejšimi. Sodelujemo pri različnih projektih npr. GreenTeam⁹ z Univerzo Maribor in Green Growth¹⁰ z Gospodarsko zbornico Slovenije. Za izobraževanje nas dijakov in dijakinj, bodočih tehničnih strokovnjakov, pri pouku uporabljamo tudi interaktivno programsko orodje, posebej za nas pripravljeno v Arnes učilnicah s pripomočkom H5P, z naslovom Podnebne spremembe in zelena infrastruktura (Slika 19, Slika 20, Slika 22, Slika 22).



Slika 19: Orodje Podnebne spremembe in ZI 1/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)

⁹ <https://greenteam.um.si/sl/domov/>

¹⁰ <https://greengrowthproject.eu/>



Slika 20: Orodje Podnebne spremembe in ZI 3/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)



Slika 21: Orodje Podnebne spremembe in ZI 6/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)



Slika 22: Orodje Podnebne spremembe in ZI 9/10 (vir: šolski arhiv SGŠG)

3. REVITALIZACIJA ŠOLSKEGA ATRIJA

Zelena infrastruktura je izrednega pomena v urbanih okoljih, ki so zasičena z betonom, asfaltom, ter so hkrati javni prostori. Naša šola leži v urejenem predelu MO Maribor. Ponosni smo na sodoben izobraževalni objekt, z dolgo tradicijo izobraževanja, ki je na tem mestu začel nastajati že leta 1959. A zaznali smo priložnost za nadgradnjo, za več zelenja in manj betona.

3.1. Šolski atrij pred revitalizacijo

Šola ima bogat drevesni park na severni strani, ki ga delimo z lokalnim okoljem. Glavni vhod v šolske prostore je s severne strani, skozi šolski park in vetrolov v pritličje. V pritličju se nahaja osrednja šolska avla, od koder so dosegljivi vsi šolski prostori. Na južno stran, preko zastekljene pritlične stene, vstopamo v šolski atrij, kjer prevladuje beton (Slika 23).



Slika 23: Šolski atrij pred revitalizacijo (vir: osebni arhiv TPN)

Šolski atrij s treh strani obdajajo šolski zidovi, na južno stran je omejen s kovinsko drsno ograjo. Za drsno ograjo sledi izhod na ulico z enosmernim prometom. Tu se končuje varen šolski prostor s preходом na javne površine. Šolski atrij ima s soncem bogato južno lego, nanj je mogoče priti tudi iz šolske jedilnice. Dijaki smo ga, zlasti v pomladnih mesecih, želeli uporabljati kot prostor druženja. Podnebne spremembe vplivajo tudi na uporabo zunanjega atrija. Zaradi vedno bolj osončenih, vročih dni, ki in občasno nepričakovanih močnih padavin, je atrij potreboval revitalizacijo. Mladi že poznamo korake: od ideje – preko zasnove – do izvedbe. Veliko smo že slišali o »zeleni infrastrukturi«. Odločili smo se, da naj šolski atrij postane prostor druženja, boljšega stika z naravo za dijake, zaposlene ter obiskovalce. Prostor smo želeli urediti po trajnostnih načelih z vključitvijo zelene infrastrukture.

3.2. Potek revitalizacije šolskega atrija

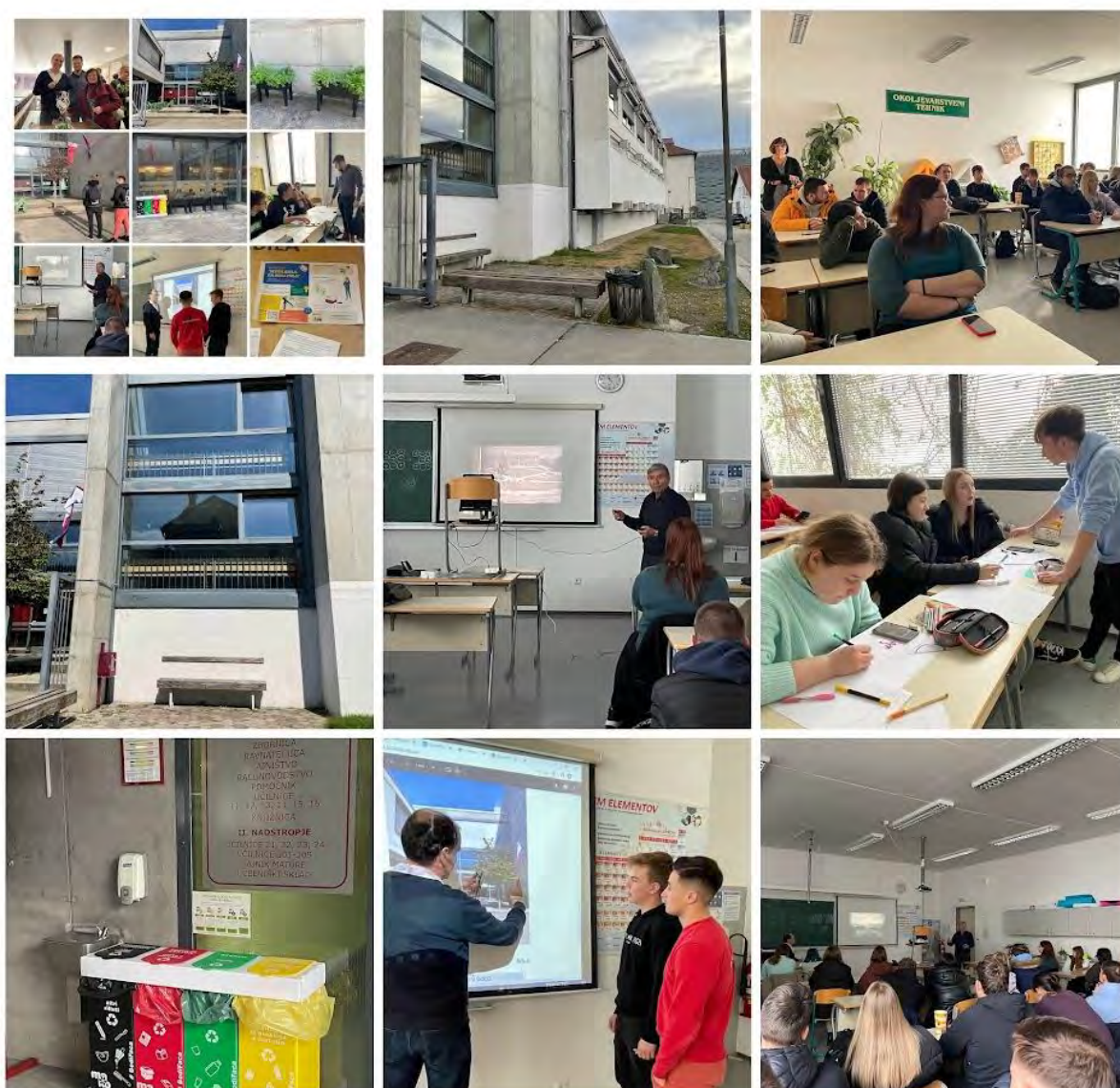
Ideja: Šolski atrij smo izmerili in začeli s snovanjem idej. Atrij je tlorskih dimenzij 10,50 m x 8,90 m, kar znaša 93,45 m². Atrij se preko treh stopnic spušča. V njem je zasajeno drevo – perzijska bukev. Osnovna ideja je bila, da bodo tla protidrsko obdelana, da bodo vgrajeni elementi zelene infrastrukture v obliki trajnih zasaditev in vključeno trajnostno zunanje pohištvo. **Zasnova:** Pripravili smo interni natečaj Revitalizacija šolskega atrija (Slika 24).

The poster is divided into several sections with colorful backgrounds and illustrations:

- NATEČAJ "REVITALIZACIJA ŠOLSKEGA ATRIJA"**: Title section with a magnifying glass icon. Subtext: "V okviru projekta »Podnebni cilji in vsebine v vzgoji in izobraževanju« (PCVIZ)* objavljamo interni natečaj 'Revitalizacija šolskega atrija'."
- PREDSTAVITEV**: Introduction text about the competition's goal to involve students in the development of ideas for the atrium's revitalization.
- CILJI**: Objectives section with a lightbulb icon. Lists: "Izbrana zasnova naj vsebuje naslednje elemente: - tloris šolskega atrija v M 1 : 20, - presek (sloj 1) šolskega atrija v - vizualizacija (prostorska ali 3D), - tehnične poročila."
- IZBIRA RESITVE**: Selection process section with a crane icon. Lists: "Natečaj bo potekal v treh etapah: 1. prijava do 6. januarja 2023, 2. oddaja projektne zasnove do 30. februarja 2023. Sodišča bo izbrala najboljših projektov rešitev. Strokovna komisija pred volanom: go. ravnateljica Anika Ambrož, žirija: št. učitelje in profesorje. Na izbrano rešitev bodo izdelane risbe in v obliki idejne zasnove bodo postavljene v prostorih šole in bodo razpisane za delo na izvedbo revitalizacije šolskega atrija."
- KDO**: Who can participate section. Text: "Na razpis se dijaki lahko prijavijo posamezno ali v skupinah z drugimi dijaki. Zaželeno je, da združijo moči z mentorji – učitelji strokovnih predmetov."
- PRIJAVA**: Submission section with a QR code and text: "Spletna prijava: [QR code]".
- INFO**: Information section. Text: "Vse informacije o natečaju na voljo v kabinetu K1.3. Trajanje natečaja: 1. teden. Strokovno pomoč, v obliki mentorstva nudijo: Govor Perhovec in učitelj strokovnih predmetov."
- Soustvarjaj svoje okolje!**: Top right section with a rocket icon. Text: "Kaj potrebuješ, kaj želiš? Bodi drzna! Bodi izvirna! Upaj si!"
- KLJUČNE BESEDE**: Key words section with a person in a hard hat icon. Lists: "• atrij – prostor druženja in učenja na prostem • trajnostna načela in zelena infrastruktura • posamezniki ali skupine • osnova za dejansko izvedbo"

Slika 24: Razpis za interni natečaj revitalizacije atrija (vir: šolski arhiv SGŠG)

Na razpis smo se lahko prijavili dijaki posamezno ali v skupinah z drugimi dijaki. Zaželeno je bilo, da združimo moči z mentorji – učitelji strokovnih predmetov. Najboljše ideje porodi medgeneracijsko sodelovanje, zato smo na šolo povabili cenjenega krajinskega arhitekta gospoda Nika Stareta. Na predavanju nam je predstavil delček izjemnega življenjskega dela pri zunanjih ureditvah v Mariboru ter širše. G. Niko Stare nam je nazorno, preko lastnih primerov zelenih ureditev v zadnjih petdesetih letih, predstavil pomen zelenih ureditev oziroma zelene infrastrukture v urbanih okoljih. Sledila je delavnica, za snovanje idej, g. Stare je bil v veliko pomoč s svojim strokovnim znanjem ter življenjskimi izkušnjami (Slika 25).

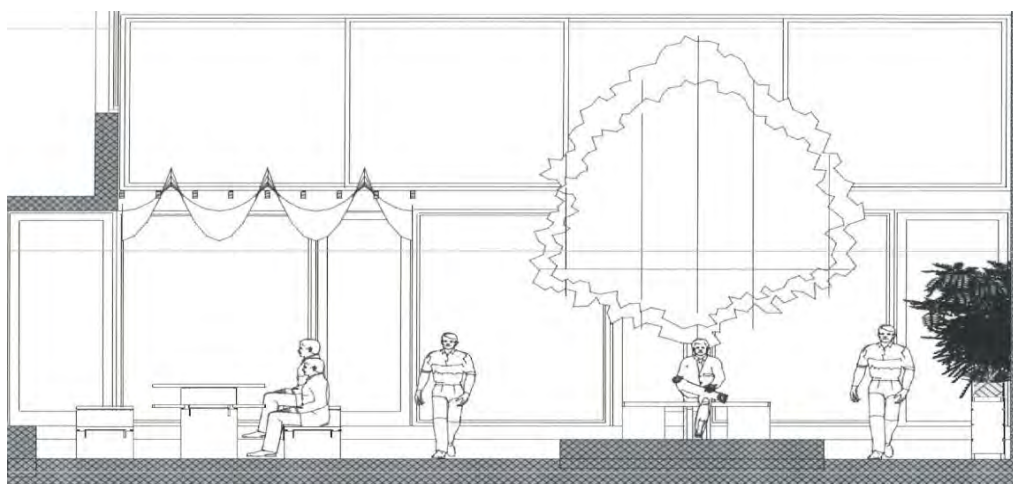


Slika 25: Proces snovanja revitalizacije atrija (vir: šolski arhiv SGŠG)

V naslednjih tednih so dijaki razvijali ideje ter jih nadgrajevali v končne načrte (Slika 28). Zahtevano je bilo, da projektne rešitve sledijo pogojem natečaja. Predvsem morajo biti realno izvedljive, saj bodo osnova za dejansko revitalizacijo atrija. Strokovna komisija je imela težko delo, saj so bili izdelki dijakov in dijakov odlični (Slika 29). Sledila je podelitev priznanj s simboličnimi nagradami. Rešitve v klasični (Slika 26) in digitalni (Slika 27), papirnati obliki, so našle svoj razstavni prostor v šolski avli.



Slika 26: Klasična tehnika načrtovanja (vir: šolski arhiv SGŠG)



Slika 27: Idejni prerez atrija (vir: šolski arhiv SGŠG)

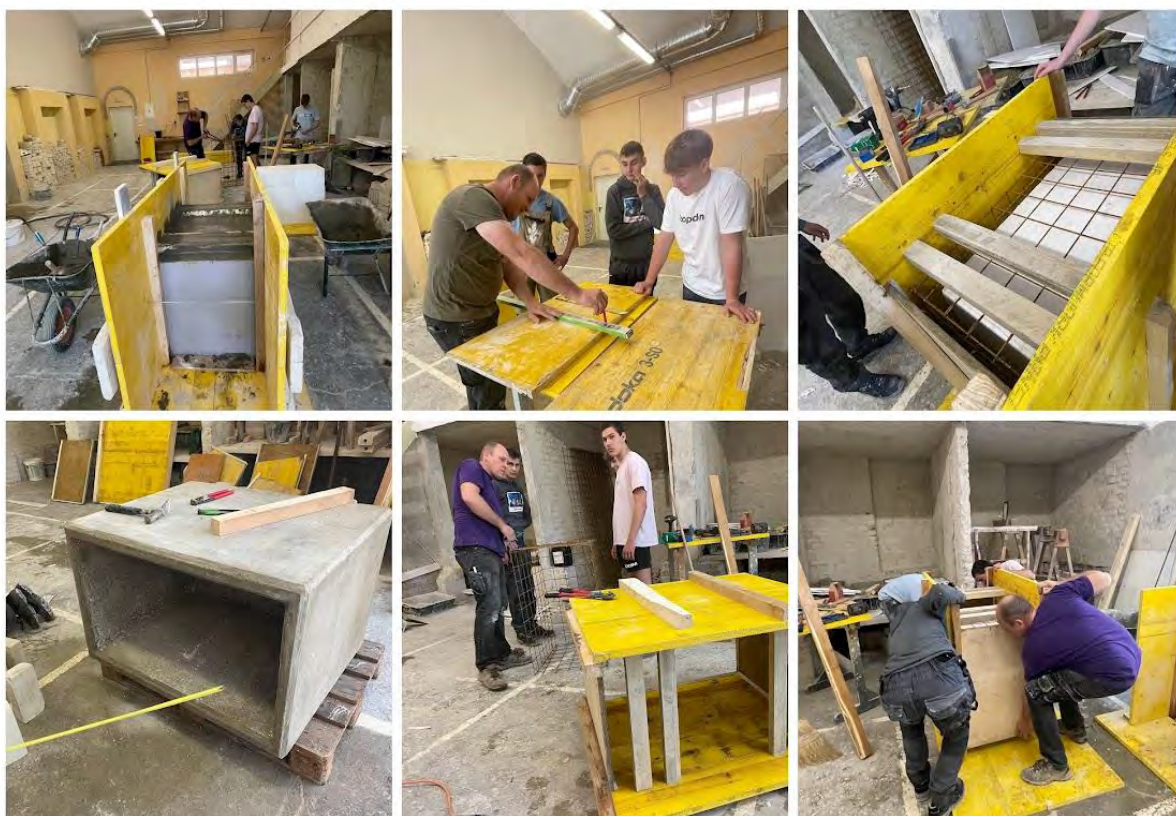


Slika 28: Del prispelih rešitev dijakov (vir: šolski arhiv SGŠG)



Slika 29: Vizualizacija 3D modelirane idejne zasnove dijakov (vir: šolski arhiv SGŠG)

Izvedba: Pomlad 2023 je bila neugodna za začetek del, podnebne spremembe so tu. Iskanje ustreznih materialov, predvsem korit za ozelenitev atrija, je bilo zelo zahtevno. Želeli smo uporabiti lokalne materiale ter slediti načelom krožnega gospodarstva. Realnost na tržišču ne sledi teoretičnim dognanjem. Vedno bolj smo se zavedali, da bo potrebno večino del opraviti v »lastni režiji«. Saj smo vendar šola...! Pri pripravi izvedbenih načrtov so sodelovali predvsem srednješolski mladostniki. Nastopil je čas za vključitev dijakov poklicnih programov. V šolskih delavnicah, pod vodstvom učiteljev praktičnega pouka, je začelo vrveti. Ni enostavno izdelati opažev za velika betonska korita, a nam je uspelo. Betonska korita so bila strokovno zabetonirana, razopažena, negovana (Slika 30).



Slika 30: Izdelava betonskih korit v delavnicah (vir: šolski arhiv SGŠG)

Vzporedno s tem, je v atrij prispel specialen brusilni stroj. Obstoječa betonska tla smo zbrusili ter impregnirali. Kovinska konstrukcija, ki ima vlogo senčnice, je začela nastajati pod okriljem zunanjega izvajalca. Jeklene pletenice dajejo šolskemu atriju sodoben pridih (Slika 31).



Slika 31: Izvajanje del v šolskem atriju (vir: šolski arhiv SGŠG)

Atrij se preobrazi. Betonska korita – vsako od njih tehta več kot pol tone – smo namestili v atrij. Ustrezen, za te namene sestavljen substrat, so pripeljali v vrečah. Tik pred odhodom dijakov na zaslužene poletne počitnice, smo s substratom napolnili betonska korita (Slika 32).



Slika 32: Nameščanje in polnjenje korit (vir: šolski arhiv SGŠG)

Da lahko nastanejo kvalitetni objekti je potrebno usklajeno sodelovanje različnih strok. Zasaditev ustreznih rastlin je področje, kjer smo se gradbeniki in okoljevarstveniki zavedali, da nimamo dovolj strokovnih znanj. Vključili smo zunanje hortikulture strokovnjake, ki so strokovno zasadili plezalke ter grmovnice (Slika 33).



Slika 33: Zasaditev plezalk in izdelava pohištva (vir: šolski arhiv SGŠG)

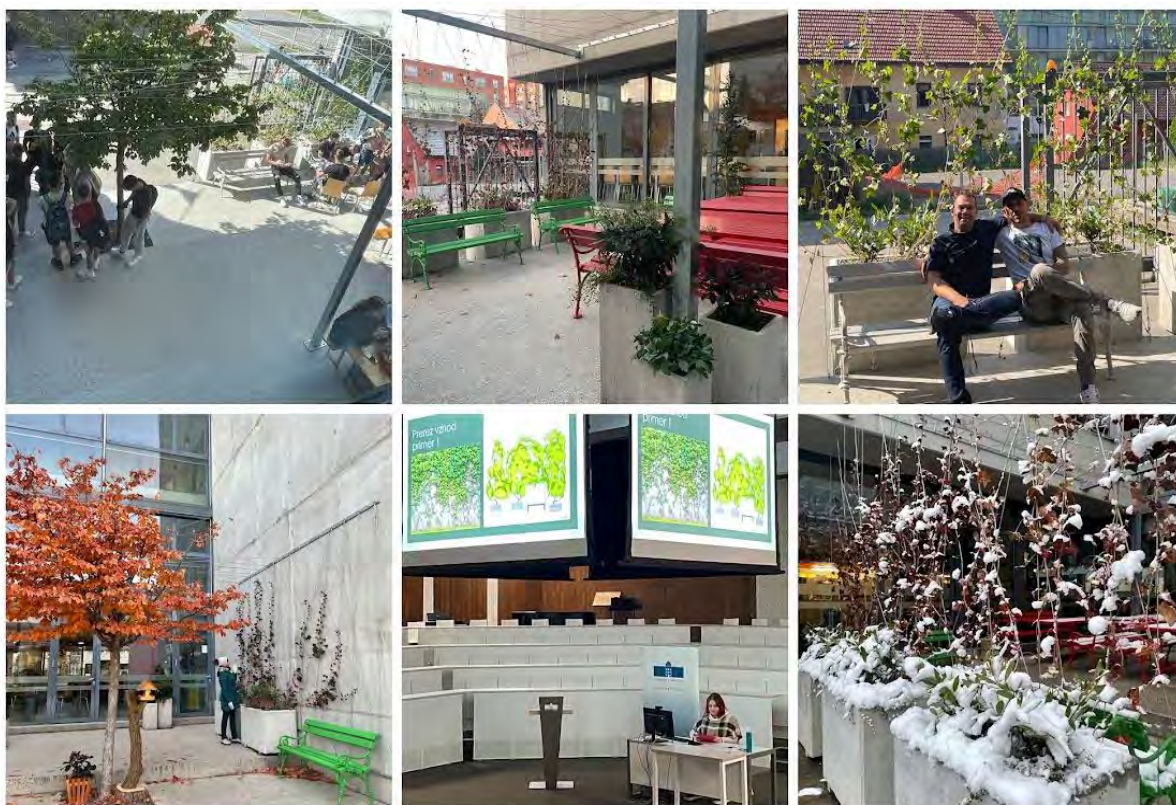
Zelo pomembna je bila poletna oskrba rastlin, ki so se privajale na življenjski prostor v koritih. Po zaključku šolskih počitnic so sledili novi koraki. Izbira zunanjega pohištva je bila finančno zahteven korak. A združili smo dediščino s prihodnostjo. Nekaj klasičnih, že dotrajanih klopi so obnovili v šolskih delavnicah. Nabavili smo polizdelke ter izdelali pohištvo - mize in klopi, jih pobarvali v živahne barve. Šolski atrij smo z združenimi močmi spremenili v zelen skupnostni prostor. Ponosni smo, da je bilo v revitalizacijo šolskega atrija vključenih mnogo dijakinj, dijakov, učiteljev, vseh zaposlenih in zunanjih strokovnjakov. Mnogo smo se naučili s skupnim delom. Šolski atrij je temeljito spreminjal podobo od pomladi do jeseni 2023. Nekatere spremembe še načrtujemo, zlasti v smislu varčne uporabe vode za zalivanje rastlin in odžeganje ljudi. Pričakujemo pomladni čas z veliko željo, da mlade rastline dokončno sprejmejo nov življenjski prostor. Bršljan in plezajoča hortenzija, ki

predstavljata glavnino bodoče naravne osenčenosti, potrebujeta dovolj časa za dobro razrast. Šele takrat lahko pričakujemo, da bodo učinki naše zelene infrastrukture resnično učinkoviti. A v atriju je že veselo (Slika 34).



Slika 34: V šolskem atriju je veselo (vir: osebni arhiv TPN)

Jeseni 2023 je šolski atrij vrvel od obiskovalcev. Nekaj jesensko zimskega utripa je razvidnega s fotografij (Slika 35, Slika 36).



Slika 35: Revitaliziran šolski atrij (vir: šolski arhiv SGŠG)



Slika 36: December v šolskem atriju (vir: osebni arhiv Eric Rodošek)

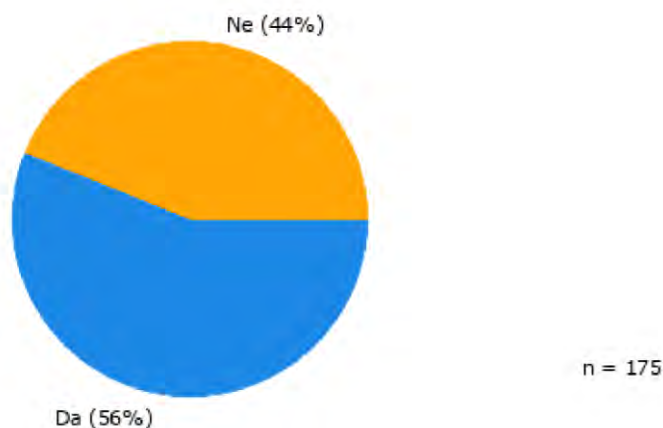
3.3. Anketa med uporabniki šolskega atrija

Želeli smo izvedeti, kako revitaliziran šolski atrij sprejemajo dijaki in učitelji na naši šoli. Novembra 2023 smo izvedli anketo, ki je obravnavala revitalizacijo šolskega atrija z zeleno infrastrukturo. Namen ankete je ugotavljanje mnenj o revitaliziranem šolskem atriju. Osebe, ki so reševale anketo, so bili dijaki, profesorji in šolski delavci - osebe, ki uporabljajo atrij. Število oseb, ki so se odzvali, je bilo 175. Anketa je bila objavljena v eAsistentu 13. novembra 2023. Oblikovali in izvedli smo jo s pomočjo programskega spletnega orodja za anketiranje www.1KA.si.

ANALIZA ANKETE

Podatki in grafi so pridobljeni iz rezultatov ankete z naslovom Obnovljen šolski atrij.

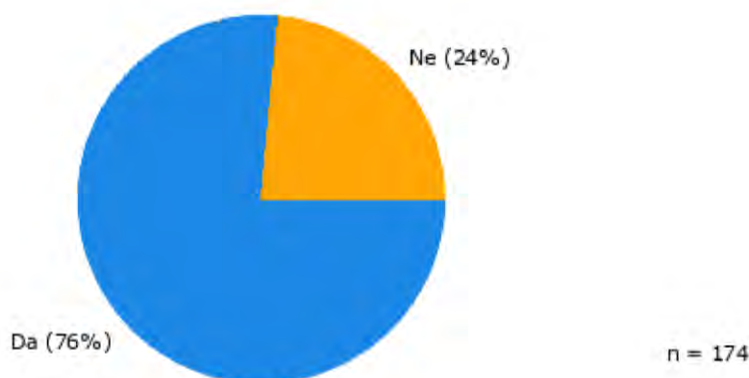
Vprašanje 1: Imate občutek, da se v atriju po obnovi več zadržujete? (Slika 37)



Slika 37: Anketa - vprašanje 1 (vir: 1KA; Pika Sovič)

Iz izprašancev se več kot polovica več zadržuje v atriju. Iz podatkov lahko sklepamo, da je bila revitalizacija atrija uspešna in da je uporaba prostora večja.

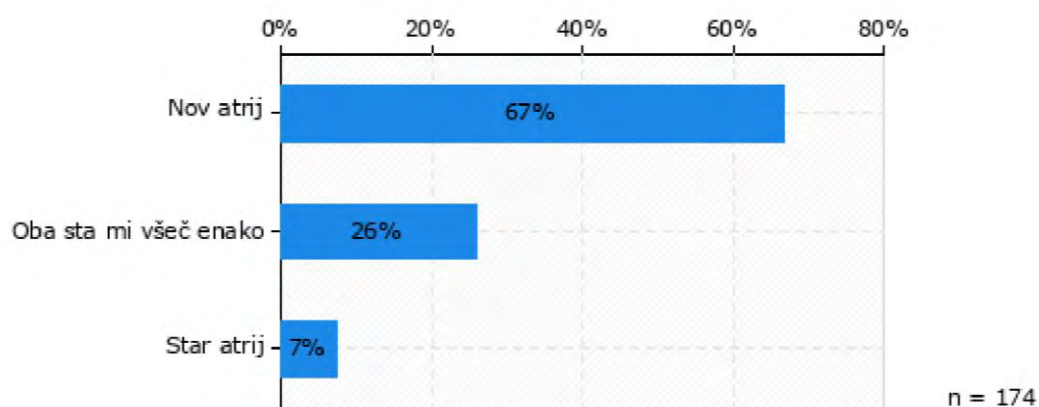
Vprašanje 2: Imate občutek, da se v atriju po obnovi boljše počutite? (Slika 38)



Slika 38: Anketa - vprašanje 2 (vir: 1KA; Pika Sovič)

Več kot tri četrtine izprašancev se v atriju boljše počuti. Iz podatkov lahko sklepamo, da so spremembe v atriju (rastline, klopce) pozitivno vplivale na velik delež oseb, ki se v njem zadržujejo.

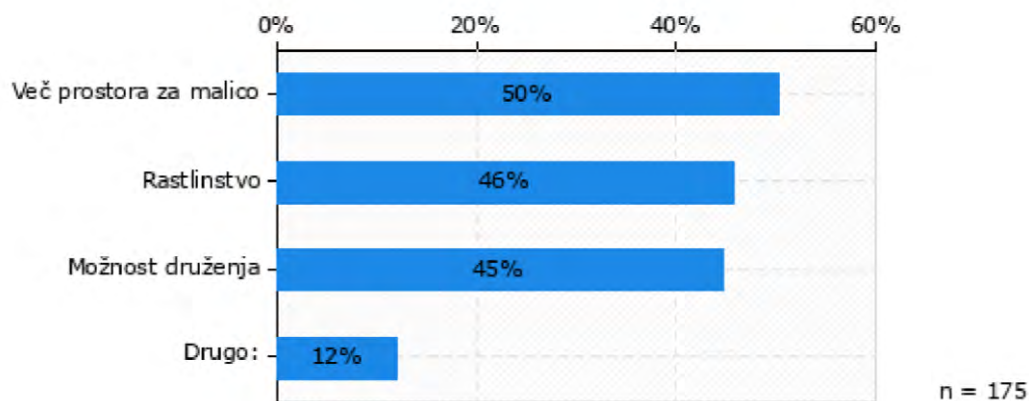
Vprašanje 3: Kateri atrij vam je bolj všeč? (Slika 39)



Slika 39: Anketa - vprašanje 3 (vir: 1KA; Pika Sovič)

Večina izprašancev je mnenja, da je novejši atrij boljši, le manjšina meni nasprotno (7%).

Vprašanje 4: Kaj vam je všeč pri obnovljenem atriju? (Slika 40)

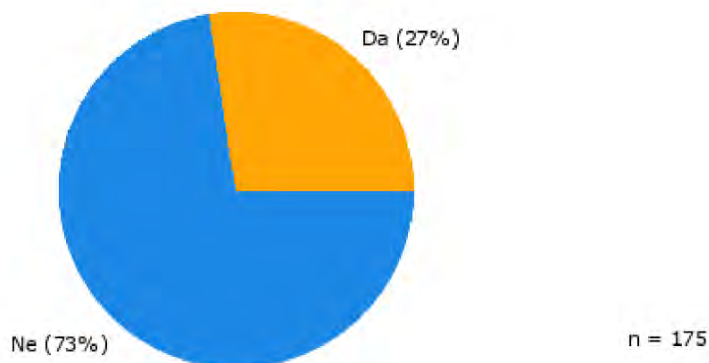


Slika 40: Anketa - vprašanje 4 (vir: 1KA; Pika Sovič)

Okoli polovici izprašanih oseb so všeč spremembe atrija, ki so bile navedene v vprašanju. Spremembe, ki niso bile navedene (drugo), ki so jih omenili anketiranci, so:

- izgled in barva klopi, - ptičja hišica, - na splošen izgled, - občutek domačega okolja, - omejen pogled na cesto.

Vprašanje 5: Bi v atriju kaj spremenili? (Slika 41)



Slika 41: Anketa - vprašanje 5 (vir: 1KA; Pika Sovič)

Večina anketiranih meni, da atrij trenutno ne potrebuje spremembe. Iz podatkov lahko sklepamo, da so zadovoljni z izgledom ter uporabnostjo prostora.

Vprašanje 6: Kaj bi v atriju spremenili?

Namen tega vprašanja je iskanje idej, ki jih imajo anketiranci glede željenih sprememb v prostoru. Željene spremembe so nadaljnje:

- več rastlin,
- avtomatsko zalivanje,
- več klopi / prostora za sedenje,
- postavitev,
- barva klopi in miz,
- manj betona,
- streha,
- zbiranje deževnice,
- boljše ločevanje odpadkov.

Tri spremembe so se večkrat ponavljale med odgovori:

Barva klopi in miz: Veliko izprašancev je odgovorilo, da jim ni všeč živa barva (rdeča in zelena). Ti menijo, da bi bolj nevtralna barva izgledala boljše, saj bi se skladala z izgledom šole.

Več klopi / prostora za sedenje: Veliko oseb meni, da je premalo prostora za sedenje in želijo, da bi ga bilo več. Iz tega podatka lahko sklepamo, da se v atriju pogosto nahaja veliko število ljudi, kar nakazuje, da je revitalizacija uspešna.

Streha: Veliko število oseb je odgovorilo, da bi se želeli v atriju družiti tudi ob slabšem vremenu (dež, sneg) in menijo, da bi bilo to možno, če bi dodali streho. Iz tega podatka lahko sklepamo, da se osebe v atriju dobro počutijo in bi tam želeli preživeti več prostega časa.

Povzetek analize ankete:

Podatki analize nam povedo, da je nov atrij dobro sprejet in da je bila revitalizacija uspešna. V prostoru se zadržuje veliko število ljudi, število se je po revitalizaciji povečalo. Večina oseb je zadovoljna z izgledom in je mnenja, da je izgled boljši od starega atrija. V odgovorih ankete je bilo izraženo nekaj nasprotnih mnenj glede barve klopi in miz. Nekateri menijo, da jim je trenutna barva (rdeča, zelena) všeč, saj je živahna. Mnenje drugih je, da bi bila bolj nevtralna barva ustrežnejša. Ena anketirana oseba meni, da jih trenutna barva spominja na božično smreko, drugi pa menijo, da bi se nevtralna barva skladala z zunanjim izgledom šole. Na splošno podatki kažejo pozitivno sprejemanje izgleda ter pogosto in prijetno zadrževanje v šolskem atriju.

4. MONITORING V ŠOLSKEM ATRIJU

Dijaki raziskovalci želimo potrditi ali ovreči delovno hipotezo, da zelena infrastruktura v urbanem okolju blaži podnebna nihanja, izboljšuje življenjske razmere in ugodno vpliva na počutje ljudi. Poleg teoretičnih dognanj in primerov dobre prakse smo uvedli še spremljanje okoljskih parametrov ali monitoring. V septembru 2023 smo v atriju začeli izvajati pilotni okoljski monitoring na dva načina. Uporabljamo vremensko postajo z občasnimi meritvami na izbranih točkah. Namestili smo pametne senzorje, ki izvajajo redne meritve in rezultate beležijo v spletni aplikaciji. Rezultate bomo analizirali in vizualizirali podatke, da bi razumeli vzorce vplivov zelene infrastrukture na temperaturo in vlago v okolju.

4.1. Uvod v monitoring

Monitoring okolja je spremljanje in nadzorovanje okolja s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki. Definiran je v 12. točki tretjega člena Zakona o varstvu okolja. *Monitoring stanja okolja* obsega spremljanje in nadzorovanje kakovosti tal, voda in zraka, vključno s hrupom, ter biotske raznovrstnosti. Skladno z drugim odstavkom 97. člena Zakona monitoring stanja okolja zagotavljajo pristojna ministrstva neposredno ali prek javnega pooblastila, ki se podeli javnemu zavodu. *Monitoring onesnaževanja okolja* obsega spremljanje in nadzorovanje emisij v tla, vode in zrak. Zakon v 101. členu pravi: »Povzročitelj obremenitve mora pri opravljanju svoje dejavnosti zagotavljati monitoring vplivov svojega delovanja na okolje«, ki med drugim obsega monitoring onesnaževanja okolja in monitoring stanja okolja, če povzročitelj obremenitve s svojimi emisijami neposredno povzroča spremembo stanja okolja (medmrežje 9). Tako govori Zakon o varstvu okolja. Kaj pa o monitoringu pravi Slovar slovenskega knjižnega jezika?

[mónitoring](#) -a m (ô)

1. načrtno in stalno opazovanje in spremljanje količine kake snovi v drugi

snovi: izvajati [monitoring](#) pesticidov v pitni vodi; redni [monitoring](#) emisij toplogrednih plinov; [monitoring](#) kakovosti zraka

2. načrtno in stalno opazovanje in spremljanje kakega pojava,

procesa: izvajati [monitoring](#) ptic; stalni [monitoring](#) cen; [monitoring](#) na terenu (medmrežje 10)

4.2. Monitoring s Pasco vremensko postajo

Namen meritev in monitoringa: Namen monitoringa šolskega atrija in merjenja vremenskih razmer, je bilo učenje monitoringa in uporabe naprave Pasco. Prav tako smo želeli dokazati učinkovitost zelene infrastrukture za blaginjo podnebnih sprememb ter ekstremnih vremenskih pojavov v urbanem okolju ter se na splošno učiti o uporabi zelene infrastrukture.

Opis naprave: Merilna naprava The Wireless Weather Sensor (Slika 42), podjetja Pasco, je večnamenska naprava za monitoring okoljskega stanja z različnimi senzorji. Namenjena je preučevanju trenutnega okoljskega stanja, predvsem za dijake, učence. Naprava meri 19 različnih parametrov, ti pa so razporejeni v tri skupine: vremenske meritve, svetlobne meritve in GPS (global positioning system) meritve. Podatke spremljamo z aplikacijo SPARKvue, na katero se brezžično (bluetooth) povežemo (medmrežje 7).



Slika 42: Pasco merilna naprava (vir: pasco¹¹)

Vremenske meritve: ambientna temperatura, barometrični pritisk, hitrost vetra, smer vetra, relativna vlaga, absolutna vlaga, rosišče, index mrzlega vetra, merilo toplotne obremenitve.

Svetlobne meritve: ambientna svetloba (lux), UV index, PAR (fotosintetično aktivno sevanje), sevanje.

GPS meritve: zemljepisna širina, zemljepisna dolžina, nadmorska višina, hitrost, magnetna smer, smeri neba.

¹¹ <https://www.pasco.com/products/sensors/wireless/ps-3209>

Opis meritev ter monitoringa: Monitoring smo izvajali v okviru šolskega pouka. Uporabljali smo napravo Pasco (Slika 43), ki je bila preko brezžičnega omrežja (bluetooth) povezana na drugo napravo. Uporabljali smo računalniško tablico in/ali pameten telefon. Naprava Pasco je bila pritrjena na fotografsko stojalo, ki je visoko 105 cm. Za spremljanje podatkov smo uporabljali aplikacijo SPARKvue. Merili smo temperaturo (°C) in relativno vlago (%). Monitoring je bil izvajan petkrat in sicer septembra, oktobra in novembra v letu 2023 (8.9., 12.9., 6.10., 13.10., 10.11.) na šestih mestih (Slika 44), ki so bila razporejena po atriju. V raziskovalni nalogi so uporabljeni podatki le iz prvih petih meritev, čeprav smo izvajali še šesto. Zaradi problematik z napravo, ki je merila neverodostojne podatke, je šesta meritev izvzeta iz raziskovalne naloge. Glej tudi: *Problematiche pri monitoringu*.



Slika 43: Primer posnetka zaslona meritev Pasco (vir: osebni arhiv Pika Sovič)

Problematiche pri monitoringu:

Težave z napravo: Med šesto meritvijo, ki je bila izvajana 20.11.2023, smo začeli opazovati nerealne meritve v temperaturi. Temperatura je bila veliko previsoka v primerjavi z temperaturo, ki je bila v mestu Maribor na isti datum ob isti uri. Ko bi naj bila temperatura okoli 0°C, je naprava konstantno merila več kot 10 °C. Čeprav bi te meritve teoretično potrjevale našo hipotezo (Zelena infrastruktura v urbanem okolju dobro izolira temperaturo. Na tople dneve je okolje z zeleno infrastrukturo hladnejše, na mrzle pa je okolje toplejše.), so bile tega dne izmerjene temperature nerealne.

Zaradi neverodostojnosti podatkov šesti monitoring ni upoštevan v raziskovalni nalogi.

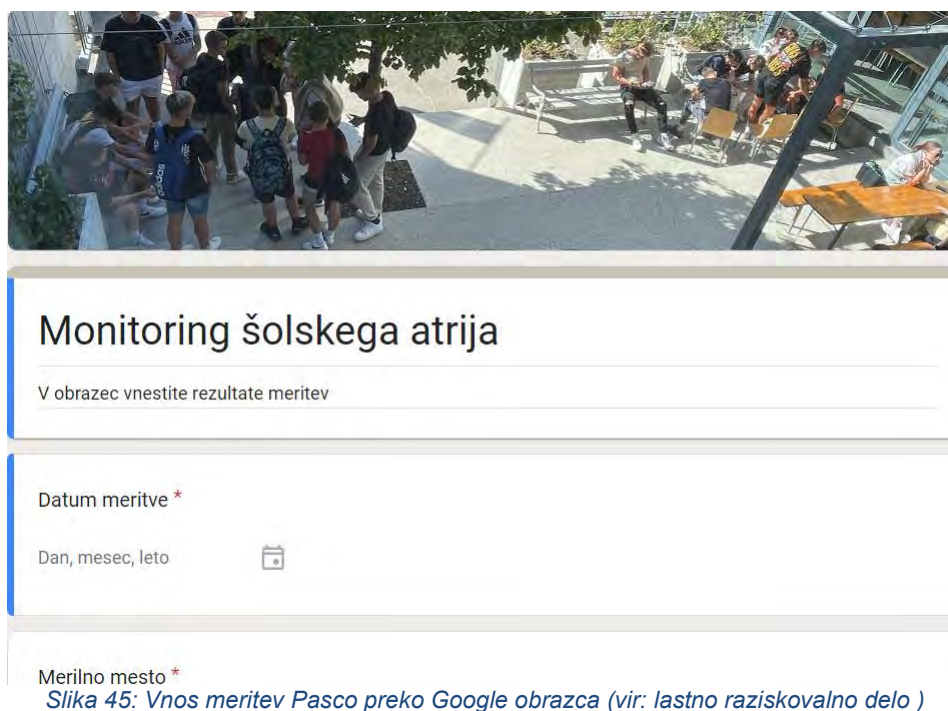
Rastline: Za najbolj primeren monitoring zelenega atrija, bi bilo bolje, da bi bile rastline bolj razraščene. Monitoring smo začeli le nekaj mesecev po končani revitalizaciji atrija. Rastline, predvsem zelena stena iz bršljana, bi potrebovala več mesecev rasti za najbolj optimalni monitoring. Zato naš monitoring jemljemo kot pilotni monitoring, v podporo meritev prihodnjim generacijam dijakov.

Zavetrje in učinek toplotnega otoka: Možna učinkovitost temperaturne izolacije v atriju je lahko poleg rastlin tudi zavetrje in izolacija same stavbe. Raziskave kažejo, da v urbanem okolju pride do toplotnih otokov tudi pozimi. Temperatura lahko naraste tudi do 5°C (medmrežje 8).



Slika 44: Merilna mesta v atriju od 1 do 6 (vir: osebni arhiv Pika Sovič)

Monitoring šolskega atrija – vnos meritev Pasco preko Google obrazca¹² (Slika 45):



Monitoring šolskega atrija

V obrazec vnesite rezultate meritev

Datum meritve *

Dan, mesec, leto

Merilno mesto *

Slika 45: Vnos meritev Pasco preko Google obrazca (vir: lastno raziskovalno delo)

Pridobljene meritve smo prenesli v spodnjo tabelo (Tabela 3):

Tabela 3: Meritve Pasco na šestih merilnih mestih (vir: lastno raziskovalno delo)

Datum Meritve	Temperatura v °C						Vlažnost v %					
	MM 1	MM 2	MM 3	MM 4	MM 5	MM 6	MM 1	MM 2	MM 3	MM 4	MM 5	MM 6
08.09.2023	20.1	17.3		20.3	20.6	21.5	66.0	69.5		67.0	64.6	63.4
12.09.2023	23.4	16.3		23.5	24.0	24.1	68.4	71.5		67.9	67.1	66.7
06.10.2023	16.8	16.8	16.7	17.3		17.8	76.0	74.9	58.1	56.5		55.5
13.10.2023	16.7	15.3	17.2	16.9	16.8	17.2	74.0	72.7	63.6	74.3	74.4	74.7
10.11.2023	16.5	8.0	16.1		12.4	11.1	57.7	61.3	62.0		76.4	82.8

Grafična obdelava podatkov:

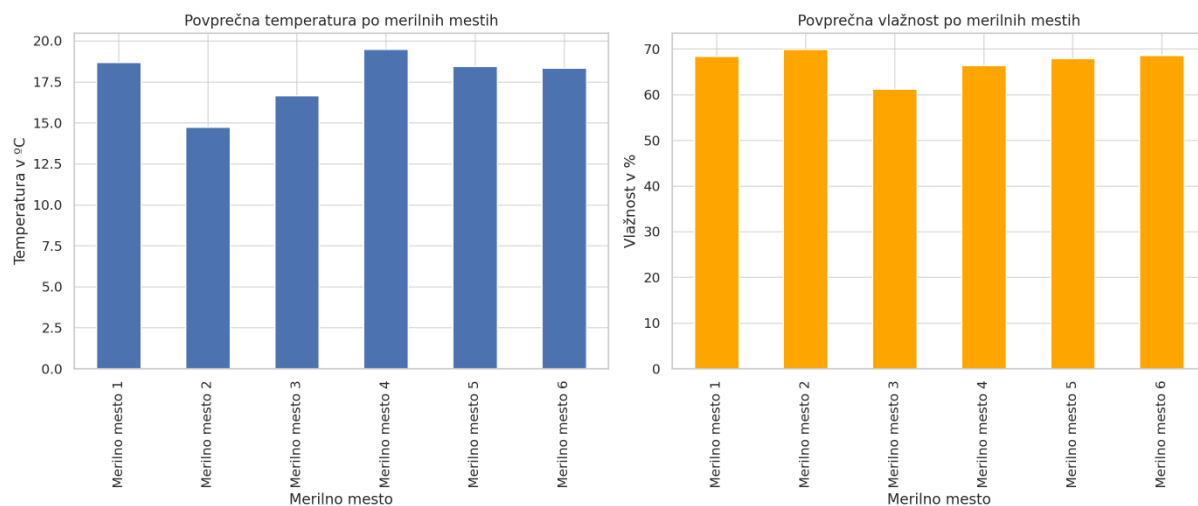
Pridobljene meritve smo s pomočjo orodja Excel preoblikovali v grafe¹³. Ogledamo si lahko stolpnična grafa. Modri stolpci prikazujejo povprečno temperaturo po merilnih mestih, rumeni stolpci prikazujejo povprečno vlažnost po merilnih mestih (Slika 46).

Sledi linijski graf temperature po merilnih mestih - 6 linij različnih barv (Slika 47).

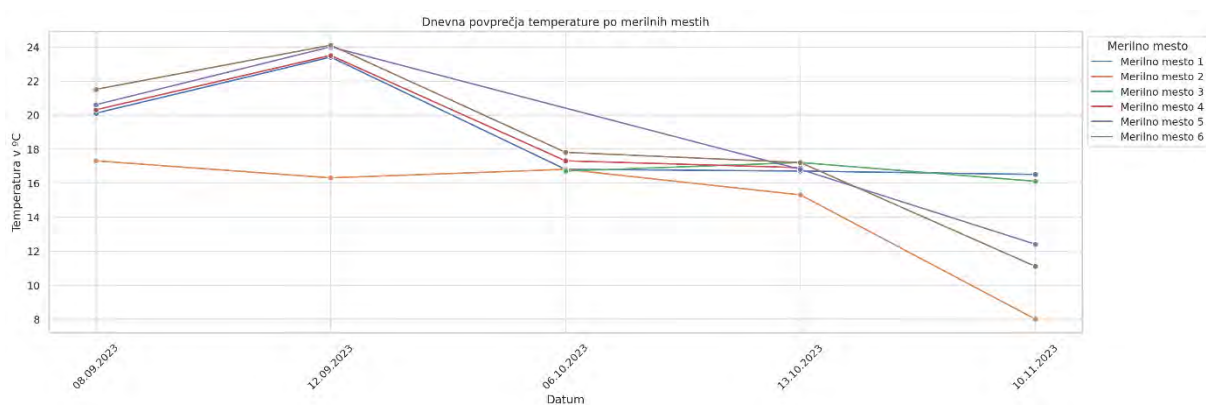
Sledi linijski graf vlage po merilnih mestih – 6 linij različnih barv (Slika 48).

¹² <https://docs.google.com/forms/d/1iUfNKFilshpkJCNS8o6knzEzDt3Gg19CC89GRikYmY8/edit>

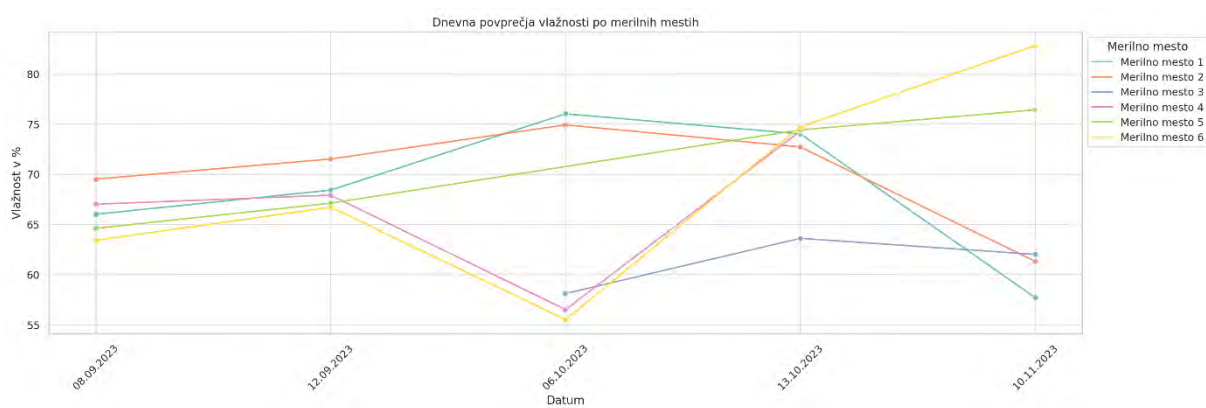
¹³ Grafe prikazujemo v obliki slik, zaradi lažje obdelave.



Slika 46: Stolpična grafa Pasco (temperatura, vlaga) (vir: lastno raziskovalno delo)



Slika 47: Linijski graf temperature Pasco (vir: lastno raziskovalno delo)



Slika 48: Linijski graf vlage Pasco (vir: lastno raziskovalno delo)

Analiza meritev s pomočjo umetne inteligence¹⁴: Zares in malo za šalo, smo za analizo meritev povprašali umetno inteligenco. To so njeni odgovori:

Kaj je Pearsonov korelacijski koeficient? Pearsonov korelacijski koeficient je statistična mera, ki ocenjuje stopnjo povezave (korelacije) med dvema spremenljivkama. Ta koeficient lahko zavzame vrednost med -1 in 1. Vrednost 1 pomeni popolno pozitivno korelacijo: ko ena spremenljivka narašča, narašča tudi druga. Vrednost -1 pomeni popolno negativno korelacijo: ko ena spremenljivka narašča, druga pada. Vrednost 0 pomeni, da med spremenljivkama ni korelacije.

Komentar na izračunane Pearsonove koeficiente:

Merilno mesto 1: -0.062458 (zelo šibka negativna korelacija)

Merilno mesto 2: 0.887376 (močna pozitivna korelacija)

Merilno mesto 3: 0.232120 (šibka pozitivna korelacija)

Merilno mesto 4: 0.113777 (šibka pozitivna korelacija)

Merilno mesto 5: -0.868357 (močna negativna korelacija)

Merilno mesto 6: -0.628223 (srednje močna negativna korelacija)

Na primer, Merilno mesto 2 s koeficientom 0.887376 kaže, da ko temperatura narašča, običajno narašča tudi vlažnost, in obratno. Nasprotno, Merilno mesto 5 s koeficientom -0.868357 kaže, da ko temperatura narašča, vlažnost običajno pada, in obratno. Merilno mesto 1 s koeficientom -0.062458 pa kaže, da med temperaturo in vlažnostjo skoraj ni povezave.

Ti koeficienti pomagajo razumeti naravo razmerij med temperaturo in vlažnostjo na posameznih merilnih mestih, kar je koristno za razumevanje okoljskih pogojev na teh lokacijah. Na podlagi analize podatkov, zlasti glede na vzorce temperature, vlažnosti in njihove korelacije, lahko sklepamo o možni lokaciji merilnih mest - ali so ta v okolju z več zelenja ali v bolj betonskem, urbanem okolju. Tu so nekateri ključni vidiki, ki jih je treba upoštevati:

Temperatura: Zelena območja običajno ostanejo hladnejša kot betonska urbana območja zaradi procesa evapotranspiracije in manjše toplotne prevodnosti. Vlažnost: Zelena območja običajno prispevajo k višji lokalni vlažnosti zaradi transpiracije rastlin.

Korelacija med temperaturo in vlažnostjo: Na zelenih območjih bi lahko videli manjšo ali negativno korelacijo med temperaturo in vlažnostjo, saj rastline prispevajo k vlažnosti

¹⁴ Uporabljen je bil program ChatGPT.

neodvisno od temperaturnih sprememb. V urbanih območjih, kjer je vpliv rastlin manjši, bi lahko videli močnejšo pozitivno korelacijo, saj višje temperature povzročijo zmanjšanje relativne vlažnosti.

Analiza merilnih mest:

Merilno mesto 2 ima močno pozitivno korelacijo med temperaturo in vlažnostjo, kar bi lahko kazalo na urbano okolje.

Merilno mesto 5 ima močno negativno korelacijo, kar bi lahko kazalo na zeleno območje, kjer rastline prispevajo k vlažnosti neodvisno od temperaturnih sprememb.

Merilna mesta 1, 3 in 4 kažejo šibke korelacije, kar otežuje nedvoumno sklepanje, vendar bi lahko šibka ali negativna korelacija nakazovala na večji vpliv zelenja.

Merilno mesto 6 kaže srednje močno negativno korelacijo, kar bi prav tako lahko nakazovalo na prisotnost zelenja.

Seveda je treba te sklepe obravnavati previdno, saj lahko na rezultate vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so lokalna mikroklima, čas dneva, v katerem so bile meritve opravljene, in posebni dogodki v okolju (npr. deževje, gradbena dela itd.).

Pearsonov korelacijski koeficient, pogosto imenovan Pearsonov r , je statistična mera, ki izračuna korelacijo (ali stopnjo povezanosti) med dvema spremenljivkama. Izračun se osredotoča na to, kako močno se ena spremenljivka premika v soodvisnosti z drugo.

Tako je torej na meritve s Pasco napravo znanstveno pogledala umetna inteligenca.

Mnenje dijakov raziskovalcev: Naše osebno mnenje je, da je bil monitoring z napravo Pasco uspešen za namen, ki je bil pilotno učenje monitoringa. Za dokazovanje blaginje podnebnih sprememb je bil monitoring manj uspešen zaradi številnih problematik. Predlagamo, da naslednje generacije dijakov nadaljujejo z meritvami v daljšem časovnem obdobju, ko bodo tudi rastline imele bujnejšo rast. Mi smo se naučili uporabljati Pasco merilno napravo. Naše meritve imenujemo »pilotni monitoring«, ker so prve in namenjene učenju.

4.3. Monitoring s senzorji Aqara

Namen meritev in monitoringa: Namen monitoringa šolskega atrija in merjenja vremenskih razmer, je bilo učenje uporabe senzorjev Aqara. Želeli smo dokazati učinkovitost zelene infrastrukture in spoznati novo tehnologijo pametnih senzorjev. Za razliko od posameznih meritev z vremensko postajo Pasco, so senzorji neprekinjeno beležili temperaturo, vlago in zračni tlak brez naše prisotnosti. Z neprekinjenim spremljanjem temperature in vlage na treh karakterističnih točkah: na izpostavljenem betonskem zidu, v atriju z zeleno infrastrukturo ter v avli šole (Slika 49), smo želeli zabeležiti učinke zelene infrastrukture in zaznati morebitne zakonitosti tekom dneva ter v različnih klimatskih razmerah (vroč dan, hladen dan).



Slika 49: Posnetek zaslona meritev dne 17.9.2023 (vir: lastno raziskovalno delo)

Opis senzorjev: Pametni senzori v stavbah so naprave, ki omogočajo nadzor, avtomatizacijo in povezljivost različnih sistemov v stavbah. Omogočajo povezavo s pametnimi napravami preko aplikacije Aqara Temperature and Humidity Sensor (senzor temperature in vlažnosti) (Slika 50). Aqara senzor temperature in vlažnosti je pametna naprava, namenjena merjenju temperaturnih in vlažnostnih pogojev v okolici. Tukaj je nekaj ključnih informacij o delovanju Aqara senzorja temperature in vlažnosti:

Merjenje temperature: Senzor meri okolico in natančno beleži temperaturo v določenem prostoru. Pridobljene informacije so običajno na voljo v aplikaciji pametnega doma, povezani s senzorjem.

Merjenje vlažnosti: Poleg temperature senzor tudi meri vlažnost v zraku. Vlažnost se običajno izraža v odstotkih in predstavlja razmerje med količino vodne pare v zraku in največjo možno količino pri dani temperaturi.

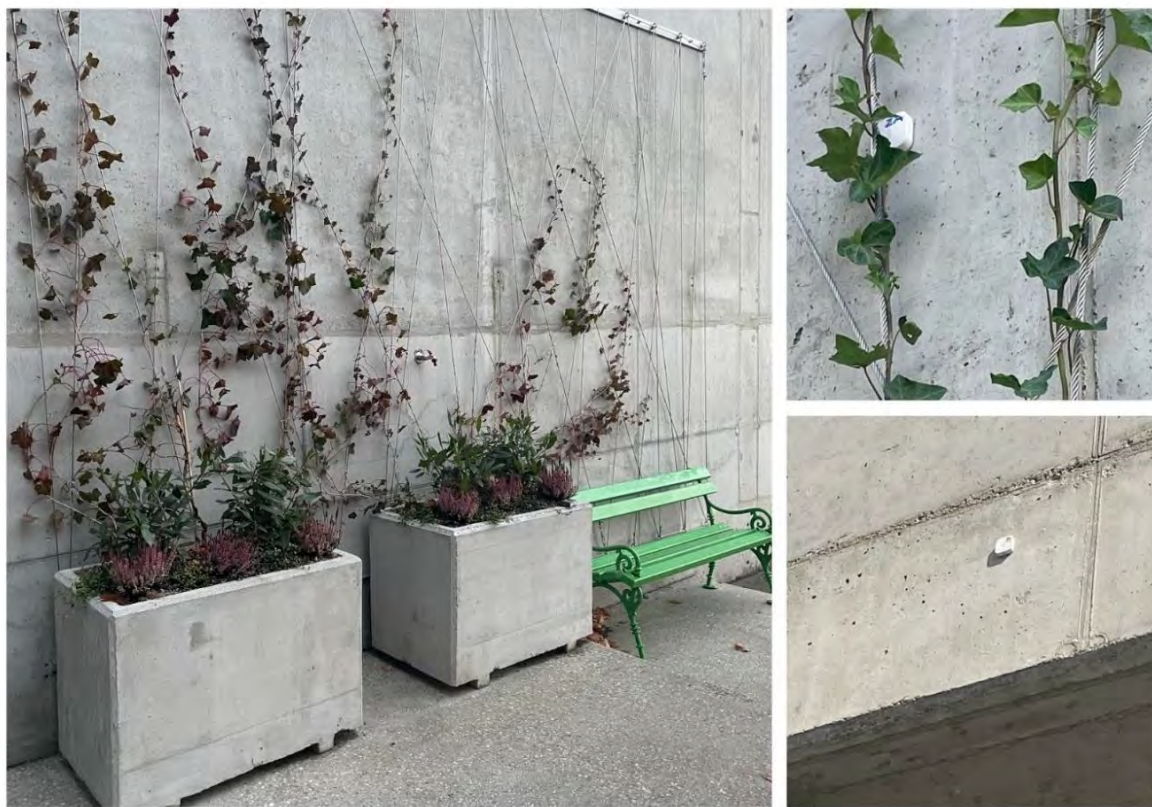
Brezžična povezljivost: Aqara senzor temperature in vlažnosti običajno uporablja brezžično tehnologijo, kot je Zigbee ali Bluetooth, za komunikacijo z drugimi pametnimi napravami ali pametnim domačim sistemom.

Pametna avtomatizacija: Podatki, ki jih pridobi senzor, se lahko uporabljajo za sprožanje pametnih avtomatizacij. Na primer, če temperatura pade pod določeno vrednost, lahko sproži vklop ogrevanja. Prav tako se lahko uporabi za upravljanje klimatskih naprav ali drugih pametnih naprav, odvisno od uporabnika (medmrežje 13). Blagovna znamka Aqara je bila ustanovljena leta 2016. Ime "Aqara" izvira iz latinskih besed "acutus" (pameten) in "ara" (dom). Vizija Aqare je strankam zagotoviti celovite izdelke in rešitve za pametni dom, ki so lepo oblikovani, cenovno dostopni in enostavni za uporabo. Izdelki imajo nizko porabo energije. Aqara si prizadeva, da bi tehnologijo pametnega doma prinesla v vsako gospodinjstvo po vsem svetu (medmrežje 14). Seveda pa je Aqara le ena izmed blagovnih znamk. Mi smo jo uporabili zaradi cenovne dostopnosti, ni pa profesionalno orodje.



Slika 50: Senzor Aqara (vir: aqara¹⁵)

Opis meritev ter monitoringa: Monitoring s senzorji in vozliščem Aqara smo izvajali od 12. septembra 2023 do 31. januarja 2024. Za raziskavo upoštevamo čas od 12. septembra 2023 do 5. decembra 2023. Takrat je prenehal delovati senzor v zelenem atriju, ker ga je namočil sneg¹⁶. Presodili smo, da meritve v zimskem času niso odločilne za našo raziskavo. Merodajni sta merilni mesti ZA in B (Slika 51).

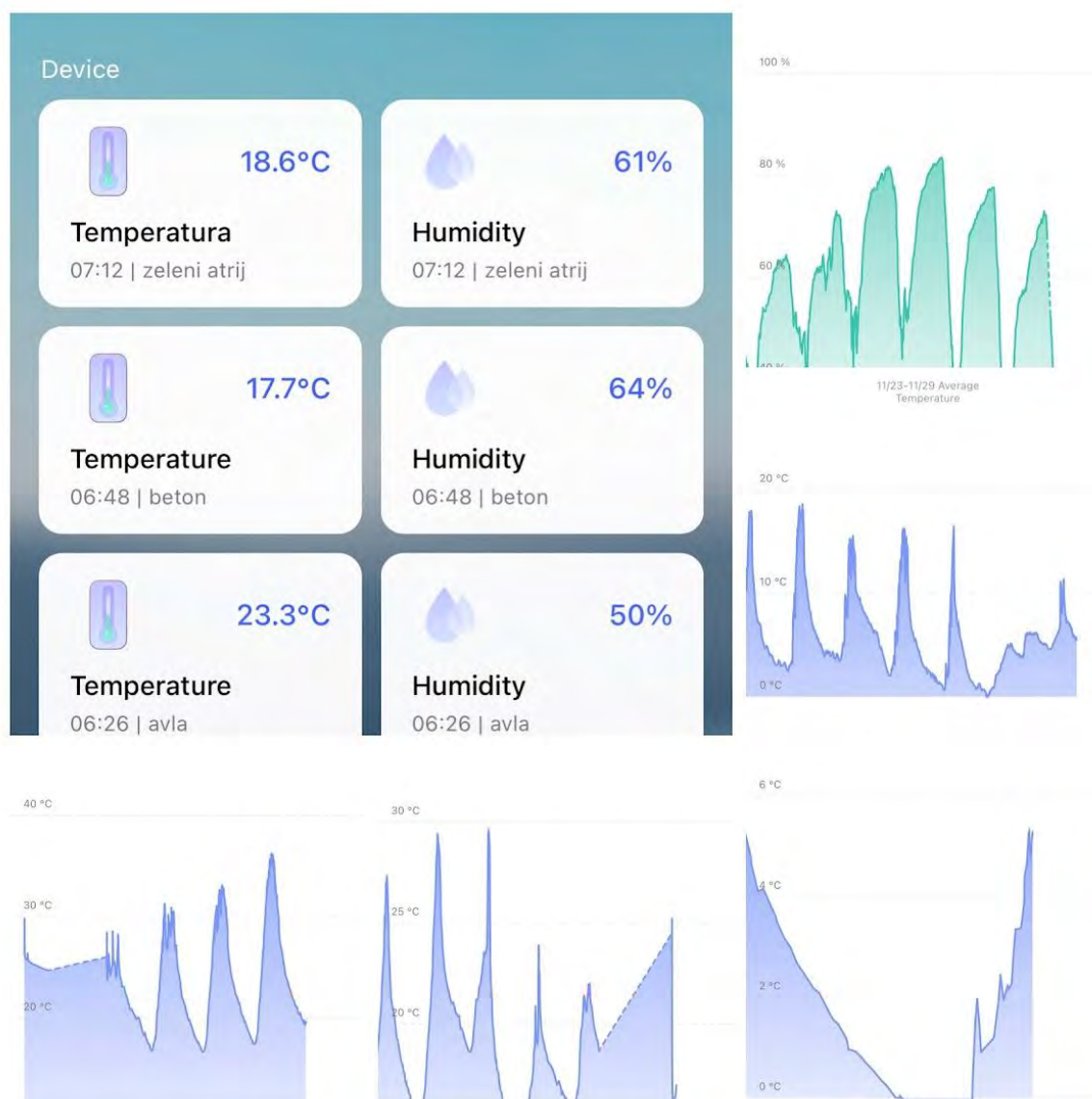


Slika 51: Merilni mesti ZA (zeleni atrij) in B (beton) (vir: osebni arhiv Eva Žerjav)

¹⁵ <https://www.aqara.com/en/product/temperature-humidity-sensor/>

¹⁶ Senzorji so običajno namenjeni uporabi v zaprtih prostorih.

Mobilna aplikacija omogoča spremljanje temperature, vlage in zračnega tlaka v realnem času, ne glede na to, kje na svetu se nahajamo, le da imamo dostop do svetovnega spleta. Nekaj posnetkov ekranov aplikacije (Slika 52):

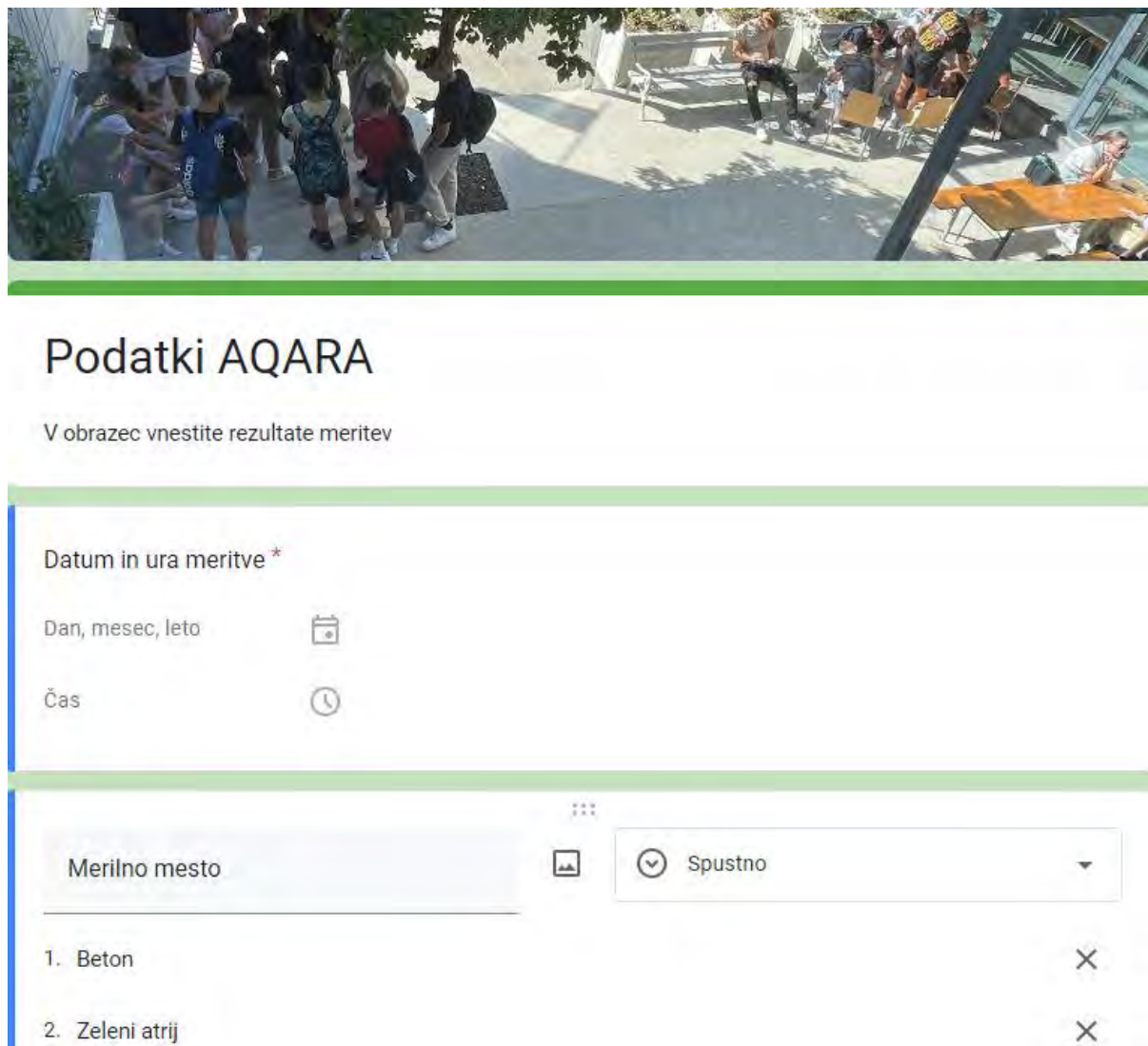


Slika 52: Posnetki ekranov Aqara meritev (vir: lastno raziskovalno delo)

Pomanjkljivost izbranega sistema monitoringa, je kljub dodelanemu okolju medmrežja stvari (IoT¹⁷), da ne omogoča izvoza merjenih vrednosti. Vrednosti arhivira, vendar je sistem zaprte narave. Zato smo lahko vrednosti pregledovali in sproti analizirali le preko aplikacije AQARA.

¹⁷ IoT: Internet of things: pomeni naprave, ki med seboj komunicirajo s pomočjo medmrežja.

Za naše namene podrobnejšega in preglednejšega prikaza ter analize podatkov na izbrana časovna obdobja, smo morali podatke o meritvah vnesti v odprt sistem preko Google obrazca¹⁸ (Slika 53):



Podatki AQARA

V obrazec vnestite rezultate meritev

Datum in ura meritve *

Dan, mesec, leto 

Čas 

Merilno mesto  Spustno 

1. Beton 

2. Zeleni atrij 

Slika 53: Vnos meritev Aqara preko Google obrazca (vir: lastno raziskovalno delo)

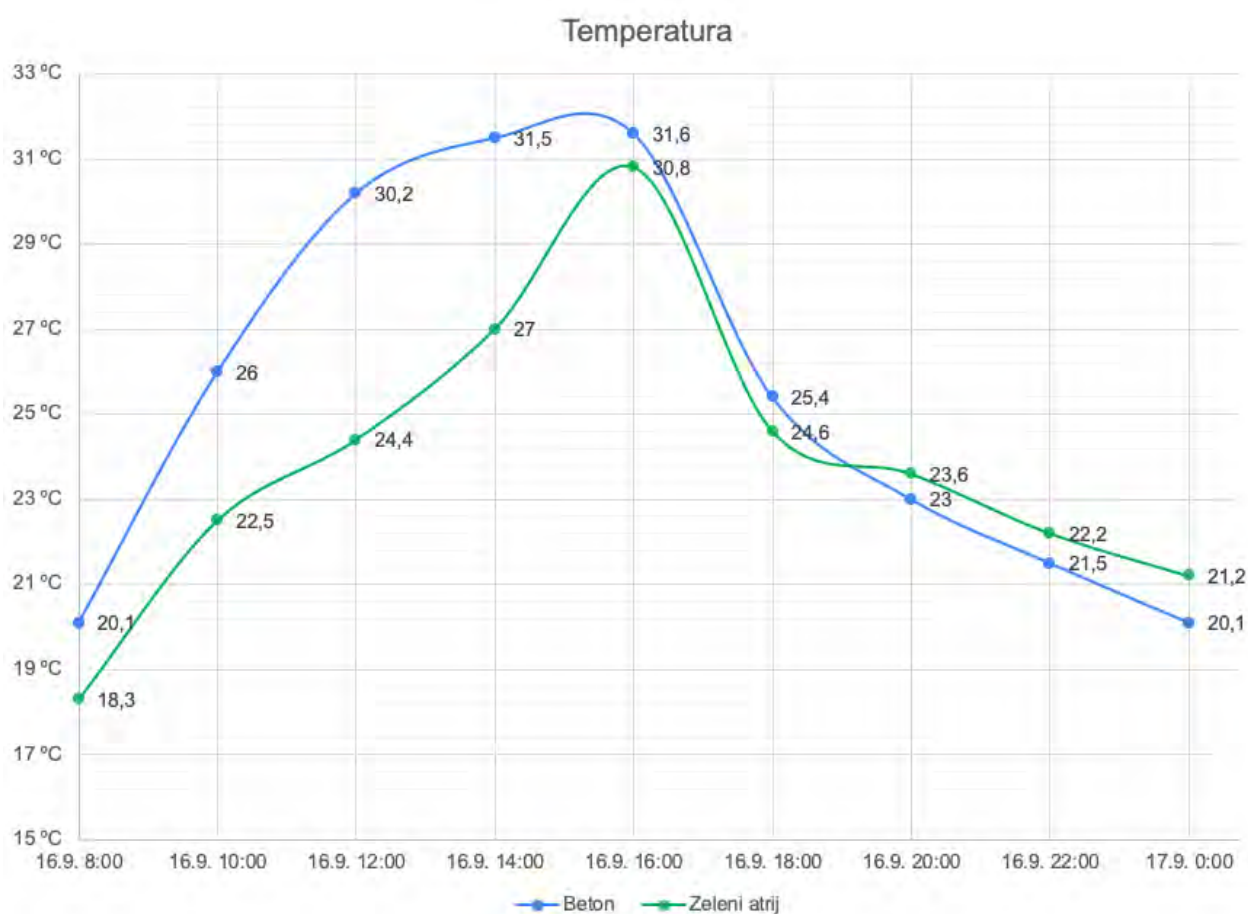
Podatke smo pregledali, da ne bi zajemali pomanjkljivih meritev, smiselno uredili ter jih s pomočjo prenosa iz Google obrazcev zapisali v tabelo (Tabela 4). Prikazujemo jih v obliki treh grafov: ločeno za temperaturo (Slika 54) in zračno vlago (Slika 55) na vroč dan, ter za temperaturo za dva zaporedna hladna dneva (Slika 56).

¹⁸ <https://docs.google.com/forms/d/1d-ZaVo4BCQm7Fn8Vdg9XsEZD3rp1KfdXEVlham3baV8/>

Tabela 4: Izbor meritev na vroč septembrski dan (vir: lastno raziskovalno delo)

Datum in ura meritve	Temperatura v °C		Vlažnost v %	
	Beton	Zeleni atrij	Beton	Zeleni atrij
9/16/2023 8:00:00	20,1	18,3	58,4	61,7
9/16/2023 10:00:00	26	22,5	58,9	62,2
9/16/2023 12:00:00	30,2	24,4	58,5	62,1
9/16/2023 14:00:00	31,5	27	59,6	62,1
9/16/2023 16:00:00	31,6	30,8	58,1	61,5
9/16/2023 18:00:00	25,4	24,6	57,2	61,2
9/16/2023 20:00:00	23	23,6	61,2	62,3
9/16/2023 22:00:00	21,5	22,2	59,5	63,2
9/17/2023 0:00:00	20,1	21,2	62,1	65,3

Za analizo dogajanja na vroč dan smo izbrali 16. 9. 2023. Kar je v tabelaričnem prikazu še slabo vidno, se je jasno pokazalo že v površnem pregledu grafa, kjer so sočasno prikazane temperature v zelenem atriju ter na betonski fasadi (Slika 54).

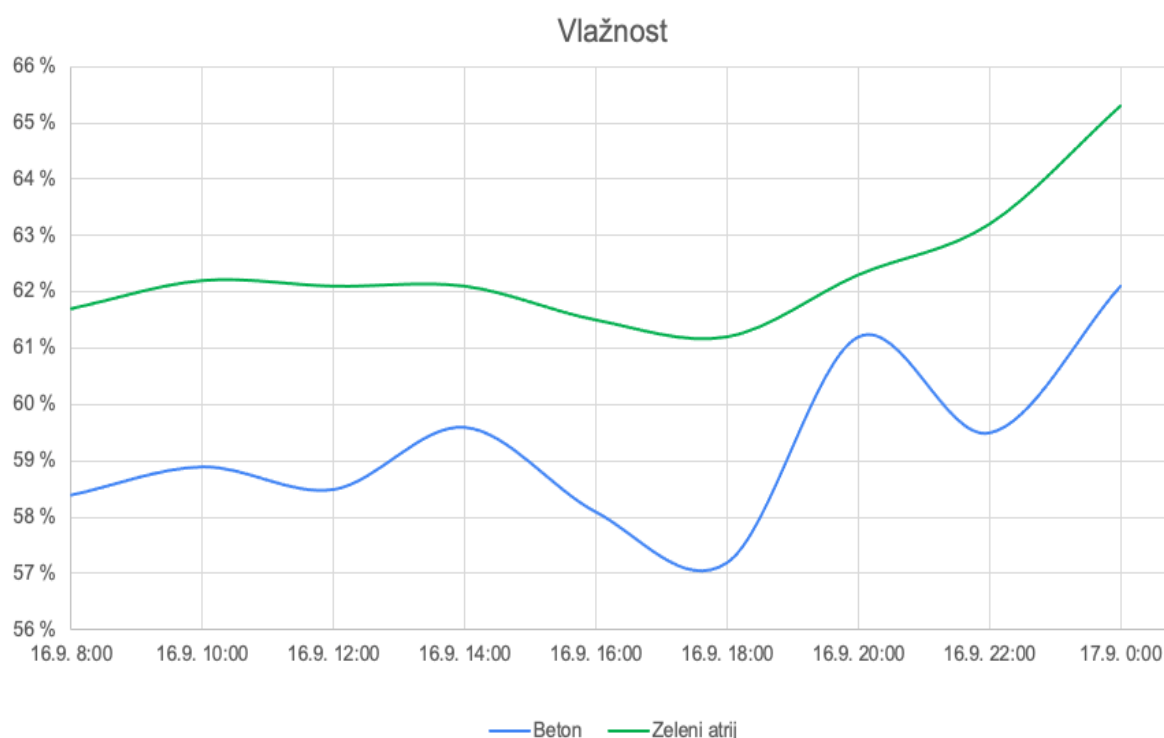


Slika 54: Temperatura na vroč dan (vir: lastno raziskovalno delo)

Zeleni atrij (ZA) se je segreval veliko počasneje. V najtoplejšem delu dneva, med 10. in 15. uro, je zamik dviga temperature znašal tudi več kot 3 ure (3 h in 35 min). Ob dvanajsti uri je bila temperatura v zelenem atriju (ZA) za 5.8° C nižja kot na betonski fasadi (B). Tudi, ko je temperatura v zelenem atriju najbolj narasla, je bila nižja od tiste na betonski fasadi. V nočnem času je bila v zelenem atriju ves čas za nekaj manj kot stopinjo višja, kar pomeni blažitev v drugo smer.

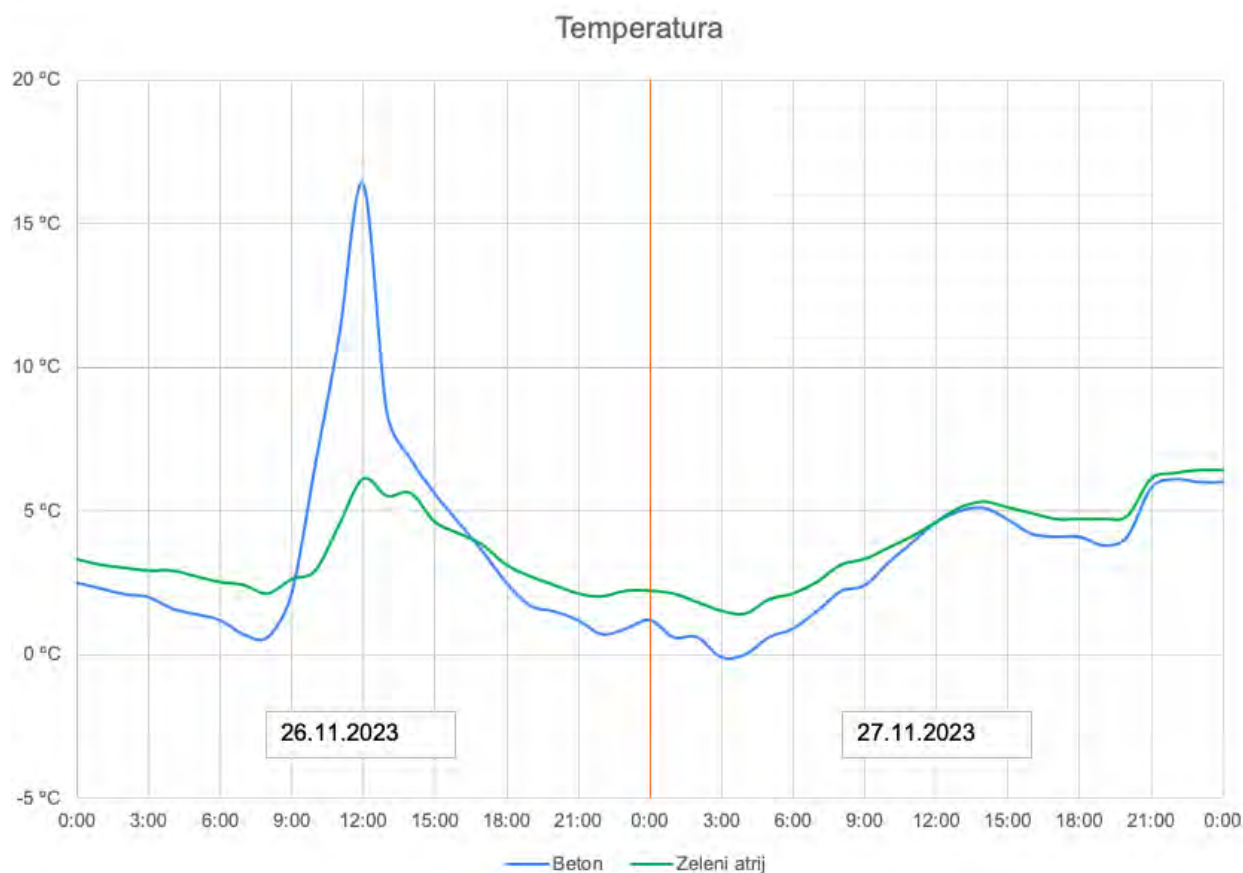
Tudi prikaz nihanja zračne vlage na obeh mestih ZA in B je ilustrativen (Slika 55).

Vlaga na vroč dan ob betonski fasadi izrazito niha ter je vedno znatno nižja, kot v območju zelenega atrija, kje so spremembe blage in enakomerne.



Slika 55: Vlaga na vroč dan (vir: lastno raziskovalno delo)

Za analizo dogajanja v hladnem vremenu smo izbrali 48 urni interval 26.11.2023 in 27.11.2023, ko je temperatura padla pod ničlo. Dva zaporedna dneva smo izbrali, da je jasno vidno tudi nočno dogajanje. Čeprav nismo pričakovali izrazitega vpliva zelene infrastrukture v pozni jeseni, ko rastline že počivajo, smo bili pozitivno presenečeni. Med konico sredi prvega dne, je bila temperatura na betonski fasadi (B) celo za 10° C višja kot v zelenem atriju (ZA) (Slika 56).



Slika 56: Temperatura med dvema hladnima dnevnoma (vir: lastno raziskovalno delo)

Razen med konicami, je bila temperatura ves čas višja na območju zelenega atrija, kot v izpostavljenem okolju.

Izkazalo se je, da zelena infrastruktura ves čas blagodejno vpliva na mikroklimo okolja. Blaži ekstreme in med vročimi dnevi vzdržuje nižje, prijetnejše temperature ter višjo, enakomernejšo vlago. Nasprotno, med hladnimi dnevi ohranja okolje toplejše.

Problematike pri monitoringu: Uporabili smo tri pametne senzorje. Eden je nameščen v stavbi šole, v avli; za potrebe te naloge manj pomemben. Dva sta nameščena zunaj: v zelenem atriju (ZA) ter na betonski fasadi (B). Senzorji so običajno namenjeni za uporabo v notranjih prostorih. Imeli smo precej težav zaradi oddaljenosti vozlišča (huba). To je stična točka, vključena v medmrežje. Namestili smo ga v učilnici, kjer je nekajkrat prišlo do nenadzorovanega odklopa (človeški

faktor). Zaradi betonskih zidov je bilo oteženo zagotoviti dobre internetne povezave. Motnje v omrežju lahko povzročijo izgubo povezave s senzorji, kar se je nekajkrat zgodilo. Težave smo sprti odpravljali. Večjo težavo nam je povzročil moker sneg v začetku decembra, ki je uničil delovanje senzorja v zelenem atriju. A za našo raziskavo zimski čas ni več pomemben, zato upoštevamo tri jesenske mesece meritev.

Primer tedenskih meritev temperatur v oktobru (Slika 57):



Slika 57: Primer meritev temperatur v oktobru (vir: lastno raziskovalno delo)

Merjenje temperatur v času od 9.10.2023 do 14.10.2023 nam ponazarja konstantne temperature, brez izrazitih nihanj. Kljub ne nihanju temperatur pa so visoke za jesenski čas.

Mnenje dijakov raziskovalcev: Naše mnenje je, da se zaradi toplogrednih plinov in vedno večje koncentracije PM 10 delcev v mestnih središčih temperature dviguje. Glede na dejstvo, da trenutno ne moremo zaustaviti onesnaževanja zraka in, da s tem dejanjem ljudje zavestno dvigujemo temperaturo ozračja, bi morala večja mesta s pomočjo subvencij Evropske unije razmisliti o spremembi urbanističnega načrta v mestu, posodobiti zakonodajo – vsaj v Sloveniji in v bodoče še bolj razmisliti v smeri gradenj objektov, ki zajemajo alternativne vire ogrevanja (zaradi zmanjševanja delcev PM 10). Potrebno je povečati uvedbo zelenih streh in fasad v novozgrajenih stavbah, zmanjšati število avtomobilov v mestu, v urbana središča umestiti parke.

Zavedamo se, da je s tem predlogom povezana velika sprememba v infrastrukturi vsakega mesta ali kraja, vendar je dejstvo, da se bomo v prihodnosti srečevali s problemom dviga temperatur, velikimi nalivi in preveliko onesnaženostjo v mestih. Naj omenimo, da je glede na ustavo pravica vsakega človeka dihati zdrav zrak in živeti v normalnem, zdravem okolju. Žal naša raziskovalna naloga prikazuje, da so to predvsem beseda na papirju in, da se bomo prej ali slej znašli pred izzivom kako bo človeštvo preživel v naslednjih 200 letih.

Analiza meritev s pomočjo umetne inteligence¹⁹: Zares in malo za šalo, smo za analizo meritev povprašali umetno inteligenco. Kot slike smo naložili posamezne grafe v ChatGPT in postavili vprašanja. Poglejmo si odgovore umetne inteligence:

Kaj meni umetna inteligenca ChatGPT o grafih, ki smo jih ji pokazali

Kako bi komentiral diagram temperature preko dneva? Modra črta je betonski objekt in zelena črta del, ki je zaščiten z zeleno infrastrukturo.

GPT Data Analyst:

Diagram temperature kaže dnevno dinamiko temperatur za dva različna okolja – "Beton" (modra črta) in "Zeleni atrij" (zelena črta), na vroč dan, 16. septembra. Tukaj je nekaj opazanj:

Temperaturni vzpon: Obe lokaciji kažeta postopen vzpon temperature skozi dopoldan, kar je pričakovano, saj sonce s svojim vzponom segreva zrak.

Najvišje temperature: Beton doseže višjo najvišjo temperaturo (31,6 °C) kot Zeleni atrij (30,8 °C). To je skladno s pričakovanji, saj betonske površine absorbirajo in zadržijo več toplote zaradi svojih fizikalnih lastnosti – pojava, znanega kot "toplotni otok".

Razlika v temperaturi: Skozi najtoplejši del dneva, verjetno okrog poldneva, je razlika v temperaturi med obema merilnima mestoma zaznavna, kar kaže, da zelena infrastruktura lahko zmerno zniža temperaturo okolja, verjetno zaradi sence in evapotranspiracije.

Temperaturni padec: V večernih urah, ko sonce zaide, oba grafa kažeta padec temperature. Zeleni atrij se ohlaja nekoliko počasneje od betonskega objekta, kar bi lahko bilo posledica sposobnosti zelene infrastrukture, da zadrži vlago in s tem toploto.

¹⁹ Uporabljen je bil program ChatGPT.

Nočne temperature: V nočnem času je temperatura v Zelenem atriju ostala višja v primerjavi z Betonom, kar bi lahko pomenilo, da zelena infrastruktura zagotavlja nekakšno izolacijo, ki preprečuje hitro izgubo toplote.

Na splošno lahko rečemo, da je zelena infrastruktura imela očitno blažilni učinek na ekstremne temperature, kar je lahko prednost v urbanem okolju, še posebej med vročinskimi vali. To lahko izboljša mikroklimo in nudi bolj udobno okolje za prebivalce.

Komentiraj še diagrama vlažnosti za ista mesta in čas!

GPT Data Analyst:

Diagram vlažnosti prikazuje nihanje vlažnosti skozi isti dan, 16. septembra, za "Beton" (modra črta) in "Zeleni atrij" (zelena črta). Tukaj je nekaj opažanj:

Ravni vlažnosti: Vlažnost na merilnem mestu "Zeleni atrij" je skozi cel dan ostala relativno konstantna in višja v primerjavi z "Beton", kar kaže na to, da zelene površine prispevajo k stabilnosti vlažnosti v zraku.

Nihanje vlažnosti: "Beton" prikazuje večje nihanje vlažnosti čez dan, kar je lahko posledica manjše zmožnosti urbane površine za zadrževanje vode. Najnižje vrednosti so okoli popoldneva, ko je temperatura najvišja, kar je pričakovano, saj topli zrak lahko zadrži več vlage in tako zmanjša relativno vlažnost.

Nočno povečanje vlažnosti: V večernih urah je vlažnost v "Zelenem atriju" začela naraščati, medtem ko je "Beton" ostal bolj konstanten do poznih večernih ur, ko se tudi tam vlažnost poveča. To kaže, da lahko zelene površine prispevajo k povečanju vlažnosti tudi ponoči, morda zaradi manjše izhlapevanja vode iz tal in rastlin.

Večerno/nedeljsko povečanje: Opazno je, da se proti koncu dneva, v nočnih urah, vlažnost na obeh mestih povečuje, kar je normalen naravni pojav, ko temperatura pade in zrak ne more več zadrževati enake količine vodne pare.

Na splošno lahko rečemo, da diagram potrjuje pričakovane vzorce vlažnosti v različnih urbanih okoljih. "Zeleni atrij" služi kot uravnavalec vlažnosti, kar je lahko koristno za izboljšanje mestnega mikroklimo, medtem ko "Beton" kaže večjo občutljivost na dnevne temperaturne spremembe z večjimi nihanji vlažnosti.

Kaj pa temperatura v dveh hladnih dneh?

GPT Data Analyst:

Na grafu je prikazana temperatura, izmerjena na dveh različnih lokacijah – "Beton" in "Zeleni atrij" – v dveh zaporednih hladnih dneh, 26. in 27. novembra. Tukaj je nekaj ključnih opažanj:

Splošni temperaturni trend: Obe lokaciji kažeta podoben splošni trend s hladnejšimi temperaturami ponoči in nekoliko višjimi dnevnimi temperaturami.

Izrazit vrh: "Beton" prikazuje izrazit vrh temperature, ki močno izstopa iz splošnega trenda. To bi lahko bilo posledica lokalnega dogodka, ki je povzročil kratkotrajno segrevanje, na primer zaradi izpostavljenosti direktnemu soncu ali mehanskega vira toplote.

Stabilnost "Zelenega atrija": "Zeleni atrij" kaže bolj stabilen temperaturni profil, kar je značilno za območja z vegetacijo, ki lahko pomaga uravnavati temperaturo in zmanjšuje temperaturna nihanja.

Nočne temperature: Temperatura na "Betonu" pade hitreje in nižje kot v "Zelenem atriju", kar lahko kaže na to, da zelena infrastruktura zadržuje toploto bolj učinkovito ponoči.

Dnevne temperature: Čez dan "Zeleni atrij" ostaja nekoliko hladnejši od "Beton", kar lahko kaže na hlajenje zaradi vegetacije in morda prisotnost sence.

To so predpostavke, ki temeljijo zgolj na vizualni interpretaciji grafa. Za natančnejšo analizo bi bilo potrebno imeti dostop do podrobnih podatkov in jih kvantitativno analizirati. Vendar pa lahko opažena dinamika temperatur služi kot dokaz o prednostih zelene infrastrukture pri uravnavanju mikroklima, še posebej v hladnejših dnevih.

Kaj če primerjaš vlogo zelene infrastrukture v zelo vročem in mrzlem dnevu, razlike in podobnosti. Ti si srednješolski znanstvenik.

GPT Data Analyst:

Kot srednješolski znanstvenik bi za primerjavo vloge zelene infrastrukture med vročim in mrzlim dnevom razmislil o naslednjih točkah:

Izolacijski učinki:

V vročih dneh lahko zelena infrastruktura deluje kot naravni izolator, ki zmanjšuje toplotno obremenitev na stavbah in tleh. Rastline in zelene površine zagotavljajo senco in s

procesom evapotranspiracije – ko rastline sproščajo vodno paro – pomagajo zmanjšati lokalno temperaturo.

V mrzlih dneh rastline prav tako prispevajo k izolaciji, a na drugačen način. Snežna odeja na rastlinah lahko na primer ujame zrak in deluje kot izolator, zmanjšuje izgubo toplote iz tal in lahko pomaga ohraniti toplejše temperature bližje tlem.

Vpliv na vlažnost:

V vročem vremenu zelene površine prispevajo k večji vlažnosti, kar lahko ljudem pomaga, da se počutijo bolj udobno, saj je zrak manj suh.

V mrzlih dneh lahko zelena infrastruktura zadržuje vlago v tleh in zraku, kar lahko zmanjša suhost, ki jo prinese hladno vreme.

Energetska učinkovitost:

V poletnih mesecih lahko zelena infrastruktura zmanjša potrebo po uporabi klimatskih naprav, saj znižuje temperaturo v okolici stavb.

Pozimi lahko prispeva k zmanjšanju potrebe po ogrevanju, če je rastlinje postavljeno tako, da zmanjšuje učinek hladnih vetrov na stavbe.

Estetski in psihološki vplivi:

Ne glede na temperaturo, zelena infrastruktura izboljšuje estetski izgled urbanih območij in ima lahko pozitiven vpliv na duševno zdravje ljudi, ki živijo ali delajo v takem okolju.

Podobnosti in razlike:

Ena od podobnosti je, da v obeh primerih zelena infrastruktura deluje kot regulator temperature, čeprav na različne načine glede na sezono.

Razlika je v tem, kako točno zelena infrastruktura vpliva na temperaturo in vlažnost. V vročih dneh lahko zniža temperaturo, v mrzlih dneh pa lahko prepreči preveč drastično ohlajitev.

V obeh primerih zelena infrastruktura prispeva k večjemu udobju in boljšemu počutju ljudi, pa tudi k zmanjšanju energetskih stroškov.

Za sklenitev, zelena infrastruktura je koristna v vseh klimatskih razmerah in nudi številne prednosti za urbana okolja. Vpliva na temperaturo, vlažnost, energetsko učinkovitost in celo na duševno zdravje ljudi.

Tako je torej na meritve s senzorji Aqara znanstveno pogledala umetna inteligenca.

5. RAZPRAVA

Raziskovalna naloga je pokazatelj, da se svet počasi obrača proti naravnim rešitvam za blaginjo podnebnih sprememb. Vse več mest, posebej v Evropski uniji, se odloča za integracijo zelene infrastrukture v urbano okolje. Problematike podnebnih sprememb bi bilo mogoče rešiti s sivo infrastrukturo v primeru, da bi imeli na razpolago neomejeno količino materiala, energije in časa. Žal v realnem svetu teh dobrin nimamo. Zaradi tega so naravne rešitve toliko bolj pomembne in zanesljive. Zelena infrastruktura je pasivna - deluje brez človekovega vpliva, je s časom bolj učinkovita (rast rastlin), se ne pokvari, je cenovno ugodna, itd. Sožitje z naravo je definitivno trenutna najboljša rešitev, zato je predviden porast teh tehnologij v prihodnjih generacijah. Pomembno je, da je javnost seznanjena z vsemi pozitivnimi posledicami zelene infrastrukture, saj jih je veliko več kot negativnih. Seznanjenost javnosti lahko vpliva na odločitve v spremembah urejanja urbanega okolja in kakšne tehnologije bomo uporabili za izboljšanje življenjskih razmer v boju z podnebnimi spremembami. V prihodnosti je pomembno, da smo pozorni na vpliv naših odločitev na prebivalstvo, saj je zaradi podnebnih sprememb vse več zdravstvenih problematik (okužbe, rak, obolenja zaradi vročine, bolezni dihal, negativni vplivi na mentalno zdravje, itd.), zdravstvene ustanove pa so vedno bolj obremenjene (medmrežje 11).

Ogromno ustanov in ustvarjalcev po svetu se trudi vpeljati več zelene infrastrukture v ustvarjanje urbanega okolja. Veliki, napredni projektni biroji ozaveščajo uporabnike in načrtovalce. Primer: ARUP²⁰ svojem gradivu prikazuje, kako ustvarjanje povezanega "mestnega ekosistema", ki vključuje parke in odprte prostore, mestna drevesa, ulice, trgi, gozdovi in vodne poti lahko pomagajo ustvariti bolj zdrava, varnejša in uspešnejša mesta. Za uresničitev te vizije mora zelena infrastruktura prevzeti vplivnejšo vlogo pri načrtovanju in oblikovanju mest in urbanih okolij (medmrežje 12).

A jasno je, da zelena infrastruktura ni odvisna le od tehničnih strokovnjakov, pač pa

²⁰ www.arup.com

je močno povezana z družbenimi razmerami, z razmišljanjem ljudi in z vrednotami, ki jih ljudje imamo. Zanimivo je npr., da se najde tudi povezava med umetnostjo ter podnebnimi spremembami. Pisateljica Marion Poschmann, v svojem delu *O listju*, razmišlja, da, če želimo ohraniti naravo in preprečiti ekološko katastrofo, je neizogibna nova romantizacija sveta (romantiki, ko so opustili mišljenje v zaprtih sistemih in so se podali na odprto svobodo) (Poschmann, 2023). V knjižici *O listju* je tudi spremna beseda naše arboristke Tanje Grmovšek, ki pravi, da se v mestni arboristiki poudarja potreba po celostnem načrtovanju in upravljanju z mestnimi drevesi kot delom zelene infrastrukture. Zaradi kompleksnosti področja je treba v proces upravljanja z mestnimi drevesi vključevati čim več različnih strokovnjakov, ki imajo različna znanja ter kompetence (Poschmann, 2023). Bomo tudi mi med njimi?

Kot poudarimo v poglavju 6. z naslovom *Družbena odgovornost*, je jasno, da zelena infrastruktura nikakor ni le gola tehnična rešitev. Njeni učinki posegajo na vsa tri področja trajnosti – okoljsko, ekonomsko (gospodarstvo) in socialno (družba):

Okoljski učinki zelene infrastrukture: filtriranje zraka, zadrževanje prašnih delcev, temperaturna izolacija, zadrževanje vode, povečanje biodiverzitete, izboljšanje habitatov, višja kakovost življenja, revitalizacija degradiranih območij, zaščita tal.

Ekonomski učinki zelene infrastrukture: povečana vrednost zemljišč in nepremičnin, ustvarjanje delovnih mest, turizem, proizvodnja hrane.

Socialni učinki zelene infrastrukture: povečan prostor za rekreacijo, izboljšano zdravje in počutje, priložnost za izobraževanje, usposabljanje in socialne interakcije.

Reševanje okoljskih izzivov seveda nima le dobrih učinkov. Obstajajo tudi neželeni učinki zelene infrastrukture:

Eko ali zelena gentrifikacija: Pomeni ustvarjanje nove ali nadgrajene infrastrukture, ki vsebuje zeleno infrastrukturo in zviša standard življenja. Ta lahko na območje privabi nove, bogatejše prebivalce, zaradi katerih se lahko cena življenja na območju dvigne. To je problematično, če zvišana cena izrine prvotne prebivalce, ki si življenja na območju ne morejo več privoščiti. Značaj soseske in skupnosti se lahko spremeni zaradi izgube lokalne posebnosti in kulture. Predvsem pa je nepravično izrivanje prebivalstva iz lastnih domov zaradi gospodarskih razlogov. Za dosego pravične

porazdelitve koristi zelene infrastrukture je potreben celosten pristop pri načrtovanju, ki vključuje prebivalstvo in njihove socialne pravičnosti. Praktični so manjši projekti, postopno izvajanje sprememb in nadziranje cen nepremičnin, zemljišč.

Gospodarstvo: Pogosto je prepričanje o visokih stroških izvajanja in vzdrževanje projektov zelene infrastrukture ter, da je siva infrastruktura bolj praktična in cenovno ugodna. Takšna prepričanja so pogosto napačna. Razlog je predvsem pomanjkanje znanja o koristih, ki jih zagotavlja zelena infrastruktura. Težko je izračunati razmerje med koristmi in stroški ter zagotoviti, da bo koristi več. Učenje skozi prakso, ki temelji na znanstvenih rezultatih, je dober način dokazovanja koristi zelene infrastrukture.

Ekološke slabosti: Med ekološkimi slabostmi so nevarnost vdora tujih vrst, onesnaževanje vode z gnojili in drugimi kemičnimi snovmi, višja porabe vode. Tuje vrste se lahko razširijo, kolonizirajo nova območja ter postanejo invazivne. Tekmovanje z avtohtonimi vrstami lahko negativno vpliva na lokalni ekosistem in njegovo ravnovesje. Uporaba domačih vrst, ki so prilagojene razmeram bo pripomoglo ekosistemu ter zmanjšalo porabo vode (rastline so prilagojene podnebjju ter pogostosti deževja). Onesnaževanje z gnojili in kemičnimi sredstvi pa lahko zmanjšamo z uporabo blažjih gnojil, naravnih izvorov ter manjša uporaba takšnih sredstev.

Učinki na zdravje ljudi: Ti se lahko pojavijo v primeru, da se zelena infrastruktura uporablja za proizvodnjo hrane z vnosom in kopičenjem kovin in drugih onesnaževal v pridelkih. Razlike v koncentracijah onesnaževal so odvisne od lokalnega prometa, vrste pridelkov, načina sajenja in zgradb. Dodatni negativni učinki so tudi povečana koncentracija alergenov v zraku. Za razreševanje teh problemov je potrebno strateško načrtovanje zelene infrastrukture, zaščita pridelka pred onesnažitvijo (postavljanje vrtov na primernih, varnih lokacijah), manjša poraba zelene infrastrukture za pridelovanje hrane ter vlaganje v prometno infrastrukturo z manjšim odtisom onesnaževal.

Bistvo te raziskovalne naloge je raziskati vlogo zelene infrastrukture v urbanem okolju. Postavili smo delovno hipotezo: »Zelena infrastruktura v urbanem okolju blaži podnebna nihanja, izboljšuje življenjske razmere in ugodno vpliva na počutje ljudi.«

Uporabili smo različne metode dela, za doseg skupnega cilja in ta je, da bi boljše razumeli vlogo zelene infrastrukture v urbanem okolju. S študijo literature smo teoretično raziskali kaj je znanega o zeleni infrastrukturi. S primeri iz naše širše in bližnje okolice smo prikazali trenutno stanje na tem področju. Pozornost smo posvetili naši severni sosedu Avstriji in predvsem zeleni Sloveniji, domačemu Mariboru. Opozorili smo na podnebne spremembe, na ekstremne vremenske pojave, zaradi katerih so ogrožena življenja. Osveščanje ljudi, zlasti izobraževanje mladih, je zelo pomembno. Na naši šoli se veliko učimo o okolju in skupaj izvajamo projekte. Ponosni smo na revitaliziran šolski atrij. Raziskovalna naloga predstavlja potek revitalizacije šolskega atrija, pri kateri aktivno sodelujemo. V okviru te raziskovalne naloge smo izvedli anketo med dijaki in zaposlenimi, ki potrjuje, da se v atriju dobro počutimo. Že z raziskavo teoretičnih vsebin in realnih primerov iz sveta smo ugotovili, da je naša delovna hipoteza potrjena. Želeli smo potrditev še na lastnem primeru, z meritvami v atriju. Zadnji raziskovalni del, ki ga imenujemo pilotni monitoring v prenovljenem šolskem atriju, smo izvedli na dva načina: z vremensko napravo Pasco in s pametnimi senzorji Aqara.

Našo hipotezo lahko potrdimo na podlagi ankete, meritev z napravo Pasco in senzorji Aqara. Analiza podatkov nam pove, da so vplivi zelene infrastrukture za uporabnike atrija predvsem pozitivni. Našo raziskovalno nalogo lahko primerjamo z raziskavo Making the Case for Green Infrastructure: Lessons from Best Practice (medmrežje 15). Ta je na podlagi petih različnih raziskav projektov z zeleno infrastrukturo dokazala enake pozitivne posledice na počutje ljudi, ki smo jih tudi mi. Raziskovalna naloga je pokazatelj, da se svet obrača proti naravnim rešitvam za blaginjo podnebnih sprememb, je pa tudi pokazatelj, da lahko z malo investicije izboljšamo naše okolje. Sožitje z naravo je trenutna najboljša rešitev. Pomembno je, da je javnost seznanjena z vsemi pozitivnimi posledicami zelene infrastrukture, saj jih je veliko več kot negativnih. Seznanjenost javnosti lahko vpliva na odločitve v spremembah urejanja urbanega okolja in kakšne tehnologije bomo uporabili za izboljšanje življenjskih razmer v boju z podnebnimi spremembami. V prihodnosti je pomembno, da smo pozorni na vpliv odločitev na prebivalstvo.

Naše mnenje o zeleni infrastrukturi je, da je smiselno investirati v njo, saj vse raziskave, vključno z našo, kažejo pozitivne vplive na človeka in okolje.

6. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Družbena odgovornost je po definiciji Evropske unije iz l. 2011 'odgovornost za vpliv na družbo' (to je na ljudi, njihove organizacije in naravo). Družbena odgovornost pomeni biti odgovoren, to je resen, zanesljiv in sposoben zaupati drugim, ki so vredni zaupanja, kot posameznik, v skupini, organizaciji, družbi, svetu. Vsi sestavljamo skupine, svet, zato moramo odgovorno, to je brez zlorabe in škodovanja, delovati v odnosu do: naravne, soljudi, dela/učenja, skupnosti. To prepreči dosti težav.

Najpomembnejši cilj družbene odgovornosti je prispevek k trajnostnemu razvoju.

Ta raziskovalna naloga z naslovom Vloga zelene infrastrukture v urbanem okolju, izrazito podpira trajnostna načela. Že v uvodu naloge (glej Slika 1) razložimo vse tri stebre: družba - ljudje, okolje – narava, gospodarstvo. Nujen je skladnejši razvoj vseh treh področij, žal je tega v današnjem svetu še premalo. A področje zelene infrastrukture je zagotovo tisto, ki se trajnostnemu načelu močno približa. Zelena infrastruktura večinoma zelo dobro vpliva tako na naravo kot tudi na ljudi. Narava v mestih in predmestjih si lahko opomore, kot tudi ozračje. Počutje ljudi je tudi zelo pomembno. Če je ozračje v dobrem stanju je lahko tudi naše počutje in zdravje v boljšem stanju. V prihodnjih generacijah bo vključevanje zelene infrastrukture v urbano okolje zelo pomembno. Strategija EU za zeleno infrastrukturo zagovarja popolno vključitev zelene infrastrukture v politike EU, da bi ta postala običajni sestavni del prostorskega razvoja po vsej EU. Strategija tudi ugotavlja, da lahko zelena infrastruktura prispeva k številnim politikam EU, katerih cilje je mogoče doseči z naravnimi rešitvami. Razmerje med kakovostnim življenjem v mestih ter na podeželju se počasi a vztrajno manjša in ena izmed posledic za to je prav zelena infrastruktura. Zelena infrastruktura je zelo dobra tudi za gospodarstvo, turizem in trajnost mest. Mesta imajo veliko prednosti pred podeželjem z vidika zdravstva, dostopnosti trgovin... medtem, ko moramo na kakovosti in zdravju življenja še delati. In prav zelena infrastruktura nam lahko zelo pomaga pri tem. Projekt Revitalizacija šolskega atrija je eden od dobrih primerov, ki prispeva k razvoju mesta Maribor. Ozaveščanje o ravnanju z okoljem, ki smo ga na naši šoli deležni dijaki, nam daje znanje ter kompetence, da bomo postali družbeno odgovorni odrasli.



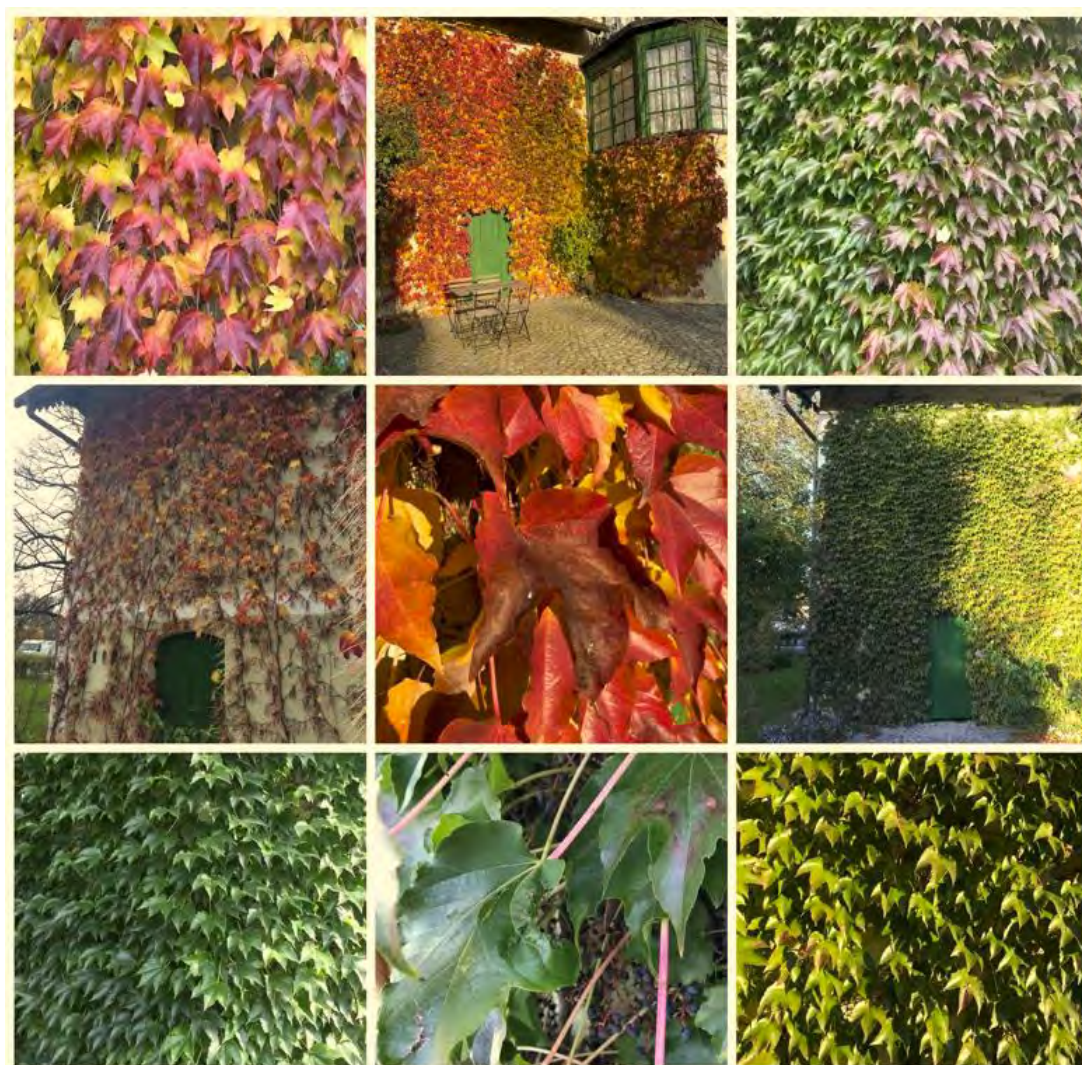
Raziskovalna naloga ter revitalizacija atrija sta bila uspešna projekta. Učenje in raziskava zelene infrastrukture sta pripomogla k izobrazbi o zeleni infrastrukturi, o trajnostnemu razvoju ter o pomembnosti tega znanja. Zelena infrastruktura je že dolgo v uporabi v obliki parkov in vrtov, novejša oblika pa so zelene strehe, stene ter fasade, deževni vrtovi, itd. Čeprav se okoljske tehnologije razvijajo, v prihodnosti potrebujemo več povezane zelene infrastrukture, saj so podnebne spremembe vedno bolj intenzivne, z vedno več ekstremnimi, uničujočimi vremenskimi pojavi.

Delovno hipotezo, da zelena infrastruktura v urbanem okolju blaži podnebna nihanja, izboljšuje življenjske razmere in ugodno vpliva na počutje ljudi, smo potrdili v teoretičnem delu, z anketo in z izvedenimi meritvami v šolskem atriju. Ugotovitve naše raziskovalne naloge so pozitivne posledice revitalizacije atrija in zelene infrastrukture v urbanih okoljih. Bili smo kritični, v nalogi smo pokazali tudi na nekatere negativne učinke, ki lahko spremljajo ZI, npr. zelena gentrifikacija.

73

Pozitivnih učinkov je bistveno več kot negativnih, negativne učinke lahko rešimo z dobrim načrtovanjem in vključevanjem lokalne skupnosti. Menimo, da so investicije v zeleno infrastrukturo koristne (Slika 59), saj zelo izboljšajo kvaliteto življenja ljudi in pomagajo pri reševanju okoljskih izzivov.

Namen naše naloge je bilo izobraževanje o naravnih rešitvah za blaginjo podnebnih sprememb in spodbujanje k trajnostnemu razvoju. Naše mnenje je, da smo uspešno dosegli ta namen. Naša raziskovalna naloga lahko služi kot navdih za druge, družbeno odgovorne ustanove, ki želijo izboljšati kvaliteto življenja ljudi in okolja.



Slika 59: Zelena infrastruktura je lepa v vseh letnih časih (vir: osebni arhiv TPN)

8. VIRI IN LITERATURA

Medmrežje 1: <https://www.eea.europa.eu/sl/articles/zelena-infrastruktura-bolise-zivljenje-z> (20.12.2023)

Medmrežje 2: [https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/GRETA%](https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/GRETA%20) (18.11.2023)

Medmrežje 3: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure> (20.12.2023)

Medmrežje 4: <https://www.prostoroz.org/projekti/vroce-tocke> (27.12.2023)

Medmrežje 5: <https://www.mrezaprostor.si/predstavitev-mreze/poslanstvo> (27.12.2023)

Medmrežje 6: <http://imz-maribor.org/Mini-gozdicek-Miyawaki.html> (27.12.2023)

Medmrežje 7: <https://www.pasco.com/products/sensors/wireless/ps-3209#desc-panel> (27.12.2023)

Medmrežje 8: <https://www.mdpi.com/2674-0494/2/2/14> (13.1.2024)

Medmrežje 9: <https://www.nlzoh.si/storitve/monitoring-okolja/> (28.1.2024)

Medmrežje 10: <https://fran.si/iskanje?View=2&Query=monitoring&All=monitoring> (28.1.2024)

Medmrežje 11: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (24.1.2024)

Medmrežje 12: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/cities-alive-rethinking-green-infrastructure> (28.1.2024)

Medmrežje 13: <https://www.aqara.com/> (28.1.2024)

Medmrežje 14: <https://www.wayteq.si/si/senzorji-in-alarmi/256-xiaomi-aqara-senzor-temperature-in-vlage-wsdcgq11lm-192784000106.html> (29.1.2024)

Medmrežje 15: <https://ukgbc.org/wp-content/uploads/2020/02/08635-Making-the-Case-for-GI-FINAL-Web.pdf> (30.1.2024)

Dodatno: <https://www.fran.si/iskanje?View=1&Query=infrastruktura>

Infrastruktúra -e ž (i-ü) (pojma »zelena infrastruktura« ni v Franu)
temeljne naprave, objekti, zlasti prometni, ki omogočajo gospodarsko dejavnost določene skupnosti: informacijska, telekomunikacijska infrastruktura; vlagati v infrastrukturo; ceste, železnica, elektroenergetika, skratka, vsi objekti infrastrukture; razmerje med infrastrukturo in superstrukturo
// navadno s prilastkom *kar je potrebno za opravljanje kake dejavnosti sploh*: sredstva za industrijsko, turistično infrastrukturo; infrastruktura kulture, šolstva, športa
♦ urb. komunalna infrastruktura *komunalna opremljenost, urejenost naselij*

- Atanasova, N., Radinja, M. (2020). Uporaba modro-zelene infrastrukture za preudarno ravnanje z vodo v mestih. Hladna mesta za vroč planet: Pomen prilagajanja podnebnim spremembam v urbanih območjih, 12–3. http://www.dkas.si/files/1DKAS_zbornik2020.pdf.
- Brown, L., & Wilson, K. (2018). Education for sustainable development: Empowering youth for environmental change. *Environmental Education Research*, 32(4), 567-589.
- Feng Li, idr. (2017) Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. *Journal of Cleaner Production* 163 (2017) S12-S18.
- Johnson, M., & Smith, K. (2017). Green transition and social equity (Zeleni prehod in družbena pravičnost): Kritična analiza. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 20(1), 67-89.
- Kajfež Bogataj, L. (2020). Kakšne nevarnosti in priložnosti za mesta v Sloveniji prinašajo podnebne spremembe?. Hladna mesta za vroč planet: Pomen prilagajanja podnebnim spremembam v urbanih območjih, 10–1. http://www.dkas.si/files/1DKAS_zbornik2020.pdf.
- Poschmann, M. O listju (2023), Maribor, Kulturni center Maribor, zavod za umetniško produkcijo in založništvo.
- Radinja, M., N. Atanasova, in Zavodnik Lamovšek A. (2021). Vodarski pogled na uvajanje modro-zelene infrastrukture v mestih. *Urbani izziv* 32 (Št.1). <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-2021-32-01-003>
- Simoneti, M. (2020). Podnebne spremembe in urbano okolje. Kaj nas čaka?. Hladna mesta za vroč planet: Pomen prilagajanja podnebnim spremembam v urbanih območjih, 32–33. http://www.dkas.si/files/1DKAS_zbornik2020.pdf.
- Smith, J., & Johnson, A. (2020). The Role of Environmental Education in Fostering Sustainable Behaviors among Youth. *Journal of Environmental Education*, 45(2), 123-145.
- Šantl, S., idr. (2021). Priročnik za prepoznavanje in načrtovanje zelene infrastrukture. Ljubljana: Inštitut za vode Republike Slovenije in Ministrstvo za okolje in prostor, str. 14, 15 <https://www.izvors.si/wp-content/uploads/2021/06/Prirocnik-za-prepoznavanje-in-nacrtovanje-zelene-infrastrukture.pdf>
- Šifkovič Vrbica S., Simoneti M., Didovič U. (2021). Študija virov glede koristi zelenih površin za prilagajanje na podnebne spremembe. <https://www.mrezaprostor.si/wp-content/uploads/2022/05/Studija-virov-glede-koristi-zelenih-povrsin-za-prilagajanje-nova.pdf>
- Velkavrh, Z. (2023). Načrtovanje za vroča podnebja. *Outsider*. Št.36, letnik 9. 120-121
- Vovk, A. (2022). Problemi z odtokom meteornih voda = Rainwater drainage issues. *Geografija v šoli*. 2022, letn. 30, št. 2, str. 31-37, ilustr. ISSN 1318-4717. [COBISS.SI-ID 127496195]
- Vovk, A. (2023). Možnosti za modro-zelena infrastrukturo v Mariboru. *Revija za geografijo – Journal for Geography*, 18-2, 2023, 65-80.