



ZELENE STREHE

GRADBENIŠTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

HIDAJETA DIZDAREVIĆ 2. LETNIK, HANA DIZDAREVIĆ 3.
LETNIK

NEJC KASTELIC

2022

SREDNJA GRADBENA, GEODETSKA IN OKOLJEVARSTVENA
ŠOLA LJUBLJANA

Vsebina

Povzetek	5
Ključne besede	5
Abstract	5
Key words	5
3 Uvod	7
4 Zgodovina	8
5 Tipi zelene strehe	9
6 Sestava zelene strehe	11
Načrtovanje zelene strehe	11
Sestava in maketa zelene strehe	11
Vile Bokalce	12
7 Prednosti in slabosti zelene strehe.....	13
8 Anketa.....	15
9 Toplota.....	17
10 Eksperiment.....	19
11 Biodiverziteta zelene strehe	20
12 Razprava	22
12 Zaključek	24
13 Viri in literatura	25

Povzetek

Glede na debelino substrata, ki omogoča različne tipe rastja, ločimo ekstenzivne, pol-intenzivne in intenzivne zelene strehe. Raziskovali smo izolacijski vpliv take strehe, ga eksperimentalno in računsko utemeljili, obenem pa opisali ostale pomembne vidike v sodobni arhitekturi. Želeli smo izvedeti več o poznavanju tematike med ljudmi, da bi lažje načrtovali, kako prednosti zelenih streh približati uporabnikom in katere slabosti je potrebno odpraviti, da bi se lažje odločili za zeleno streho.

Ključne besede

Zelena streha, toplota, toplotni tok, ekstenzivna ozelenitev, intenzivna ozelenitev, pol-intenzivna ozelenitev, izolacija, arhitektura

Abstract

Based on the thickness of the growing substrate, which allows different types of vegetation, we divide green roofs into extensive, semi-intensive and intensive. We explored the impact of insulation of this type of roof, we calculated it experimentally and mathematically and described other important views in modern architecture.

We wanted to find out more about the knowledge of people on this topic to plan easily, bring the topic of green roofs closer to people and decide what disadvantages we still need to improve in order to make the choice for a green roof easier.

Key words

Green roof, heat, heat flow, extensive green roof, intensive green roof, semi-intensive green roof, insulation, architecture

3 Uvod

Zelene strehe na nek način predstavljajo prva zatočišča za človeka, saj so na naraven in preprosto izvedljiv način ponujale zavetje pred vremenskimi vplivi (zemljanka). Na ta način so izkoriščali toplotno stabilnost zemlje, da so imeli vseskozi kar se da enake življenjske pogoje. Manjša izguba toplote jim je omogočila relativno varno bivanje tudi v hladnejših obdobjih. Ravno temperaturno izoliranost pa smo skušali raziskati v naši nalogi in sicer na zelenih strehah sodobne gradnje.

Kakovostna izdelava zelenih streh, razvitejše in naprednejše tehnike gradnje ter uporaba pravih materialov nam omogočajo hitrejše, učinkovitejše in finančno sprejemljivejše rešitve za umestitev v načrt objektov. Na začetku sodobne gradnje je življenjska doba zelene strehe znašala od 20 do 30 let, medtem ko se danes ta številka giblje med 70 in 100 leti. Če samo finančna korist zelenih streh ni zadostna motivacija za tako gradnjo, bi nam, ekološko ozaveščenim naročnikom gradnje 21. stoletja, morala biti pomembna kot naš prispevek, da bi povrnili naravi del zelene površine, ki smo ji jo odvzeli z gradnjo urbanih prostorov. V skandinavskih državah se ta vrsta strehe pojavlja že dlje časa in je dobro sprejeta, v Sloveniji pa se le počasi in z obotavljanjem odločamo za tako gradnjo. Trenutno ima Ljubljana nekaj 10 objektov z zeleno streho. Mi smo si za vzorčen primer ogledali sosesko Vila Bokalce z 31 ozelenjenimi objekti, ki s svojo ekološko, estetsko in tržno vrednostjo dajejo prostoru nove kvalitete.

4 Zgodovina

Zelene strehe niso novost, obstajajo namreč zapiski o razkošnih vrtovih že iz obdobja antike in dežel Daljnega vzhoda. Na legendarne babilonske vrtove res ni treba nikogar posebej spominjati. V starih časih so bile zelene strehe sestavljene iz jamskih struktur ali travnatih streh, pokritih z zemljo in rastlinami, ki so se običajno uporabljale za kmetijstvo, stanovanje in obredne namene. Taka zgodnja zavetišča so nudila zaščito pred vremenskimi vplivi, dobro izolacijo v zimskih mesecih in hladnejšo površino poleti. Vendar pa prvotne oblike zelene strehe ne zadoščajo sodobnim potrebam udobnega bivanja, saj ne zagotavljajo vodoodpornosti, niti prepreke, ki bi divjim živalim onemogočila, da se sprehajajo in rijejo po površini zelenih streh.



Slika 1: V 16. st. ročno barvani gravirani viseči vrtovi Babilona, nizozemskega umetnika Maarten van Heemskercka, z babilonskim stolpom v ozadju

Zelene ravne strehe postajajo iz dneva v dan vse bolj popularne, tako po Evropi kot drugod po svetu. Nedvomno vstopamo v obdobje, ko bodo predstavljale prej pravilo kot izjemo, pa ne samo pri novogradnjah. Če je le zadoščeno statičnim zahtevam, si zeleno streho lahko s sorazmerno nizkimi dodatnimi stroški uredimo tudi ob prenovah obstoječih stavb. S sodobnimi materiali, ustreznimi sistemskimi rešitvami in pravilno izvedbo bo vsaka zelena streha trajna in vzdržljiva, predvsem pa bo ekološko obogatila naše bivalno okolje.

Izdelava zelene ravne strehe danes predstavlja sodoben način razmišljanja in pomeni korak bližje k sonaravnemu bivanju, ki tudi v urbanih okoljih človeku omogoča stik z naravo. Sodobne zelene strehe, ki so sestavljene iz sistema izdelanih plasti, namerno postavljenih nad strehe za podporo ravnega medija in vegetacije, so relativno nov pojav. Vendar pa zelene strehe ali travnata streha v severni Skandinaviji obstajajo že stoletja. Način urejanja zelenih streh, kot ga pojmuje danes, je nastal v Nemčiji v šestdesetih letih in se tam tudi precej razširil, saj ima ta država približno 10 % ozelenjenih ravnih streh, predvsem v mestih in gostih naseljih. Od sedemdesetih let prejšnjega stoletja je bilo v Nemčiji opravljenih več študij. Lahko rečemo, da je področje vroč predmet raziskav, ki so se v večjem številu začele pojavljati šele v zadnjih 10 letih. V ZDA obstaja približno deset raziskovalnih centrov za zelene strehe, podobne dejavnosti pa obstajajo v približno 40 državah. V nedavni študiji o vplivih zelene infrastrukture, zlasti zelenih streh na območju Velikega Manchestra, so raziskovalci ugotovili, da dodajanje zelenih streh učinkovito prispeva k nižanju temperature, zlasti v urbanih območjih: »dodajanje zelenih streh na vse zgradbe ima učinek na najvišje površinske temperature, ohranjanje vzdržnih temperatur, primerljivih tistim iz obdobja 1961–1990 in nam omogoča lažjo uresničitev scenarijev za zmanjšanje emisij CO₂¹. Ozelenitev strehe ima največji vpliv v okolju, kjer je delež stavb visok, delež izhlapevanja vode pa nizek. Taka območja so na primer mestna središča.«

Zelene strehe postajajo vse bolj priljubljene tudi v Severni Ameriki, čeprav niso tako pogoste kot v nekaterih delih Evrope. Številna severnoameriška mesta ponujajo davčne olajšave razvijalcem, ki v svoje zgradbe vgrajujejo zelene strehe. Toronto in San Francisco zakonsko zahtevata, da nove stavbe vključujejo zelene strehe. Številne evropske države imajo zelo aktivna združenja, ki promovirajo zelene strehe, vključno z Nemčijo, Švico, Nizozemsko, Norveško, Italijo, Avstrijo, Madžarsko, Švedsko, Združenim kraljestvom in Grčijo. Mesto Linz v Avstriji že od leta 1983 plačuje razvijalcem za postavitev zelenih streh, v Švici pa je od poznih devetdesetih let prejšnjega stoletja to urejeno celo z zveznim zakonom. V Združenem kraljestvu je bilo njihovo sprejemanje počasno, vendar so številna mesta razvila politike za spodbujanje njihove uporabe, zlasti London in Sheffield.

¹ Ogljikov dioksid

5 Tipi zelene strehe

Zelena streha v urbanem okolju predstavlja zeleno oazo, ki pozitivno vpliva tako na mikroklimo in počutje stanovalcev kot na temperaturno stabilnost strehe. Površina zelene (bolje rečeno ozelenjene) strehe je zasajena z rastlinami različnih vrst in velikosti. Poleg prijetnega videza je tudi odlična zaščita za zgradbo, saj zmanjša vpliv temperaturnih sprememb, obenem pa si lahko na terasi oziroma strehi uredimo kotiček za uživanje in celo zelenjavni ali cvetlični vrt.

Smernice za načrtovanje, gradnjo in vzdrževanje zelenih streh, bolj znane po kratici FLL (nem. *Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.*), so bile po vsem svetu sprejete kot vodilne na področju ozelenjevanja streh. Pomembno je vedeti, kako prepoznamo in delimo različne vrste ozelenjenih streh.

Tip ozelenjene strehe izbiramo glede na vtis, ki ga želimo doseči, in namen take strehe. Povzeto po FLL: »Zelena streha se deli na tri različne tipe v odvisnosti od načina uporabe strehe, konstrukcijskih pogojev in načina izvajanja del. Trije tipi, ki igrajo ključno vlogo pri izbiri vrste rastja in samega izgleda vegetacije, so:

- intenzivna ozelenitev,
- pol-intenzivna ozelenitev in
- ekstenzivna ozelenitev.

Vsak od navedenih tipov obsega različne oblike gojenja, pri čemer se tipi lahko medsebojno prepletajo in so močno odvisni od pogojev na lokaciji. Ob upoštevanju vsega znanja, ki izhaja iz uporabe rastlin in vedenja o rastlinah, lahko določimo nekaj meril, ki se uporabljajo pri razlikovanju med temi tremi vrstami ozelenitve.«

Ekstenzivna zelena streha

Ekstenzivne zelene strehe imajo manjšo debelino in težo. V jugovzhodni Evropi se zaradi hladnih zim ter vročih in suhih poletij priporoča, naj debelina substrata znaša vsaj 8–10 cm, kar je tudi minimalna debelina, ki zagotavlja zadostno težo in s tem zaščito pred sunki vetra. Vse spodaj naštetе rastlinske vrste potrebujejo drenažno-akumulacijski sloj², vgradimo pa takega, ki ima najmanjšo zmogljivost zadrževanja vode od 5 do 10 l/m². Zalivanje je dobrodošlo, vendar ni vedno potrebno. Če streha ni pohodna, je pa vidna, in če želimo, da ostane zelena vse leto, je priporočljivo kapljično zalivanje³. Za ekstenzivno zasaditev zelenih streh so najprimernejše naslednje rastlinske vrste:

- mahovi in homulice,
- zelnate rastline in mahovi,
- homulice-trave-zelnate rastline,
- travniško-zelnate rastline.



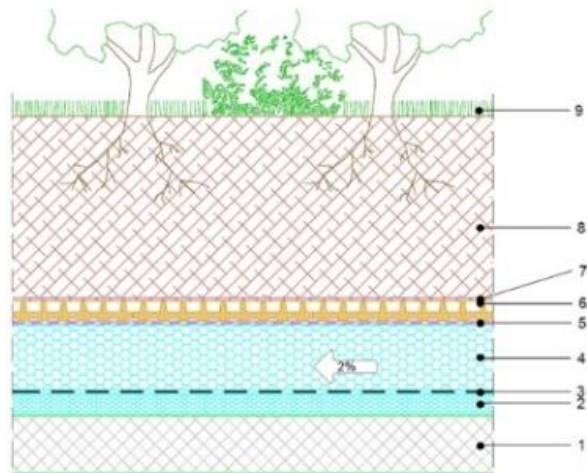
Slika 2. Primer ekstenzivne zelene strehe

² Namenjen zadrževanju in odvodnjanju vode.

³ Vrsta namakanja, kjer voda kaplja iz cevi.

Intenzivna zelena streha

Pri intenzivni zeleni strehi debelina vegetacijskega substrata znaša vsaj 30 cm, lahko pa tudi 100 cm ali več, odvisno od globine korenin v času sajenja in pričakovanih potreb posameznih rastlin za razvoj koreninskega sistema. Upoštevati moramo tudi nosilnost strešne konstrukcije, zagotoviti zadostno odvodnjavanje ter možnost rednega vzdrževanja in zalivanja. Intenzivna zelena streha mora biti lahko dostopna, tako za samo vzdrževanje kot za druge namene, npr. šport, rekreacijo ali celo parkiranje vozil. Za intenzivno ozelenitev strehe lahko izbiramo znotraj celotne palete rastlinja, saj so nam na voljo skoraj neomejene možnosti za oblikovanje odprtega prostora. V okviru individualnega projekta pa se prilagodimo omejitvam glede prostora za sajenje dreves ter večjih in manjših grmovnic oziroma izbiro ustrezno razširimo tudi na druge vrste rastlinja.



Slika 3: Prerez intenzivnega tipa zelene strehe: 1. AB plošča, 2. naklonska izolacija (FIBRANxps), 3. hidroizolacija s protikoreninsko zaščito, 4. FIBRAN xps, 5. paroprepustna plast, 6. drenažni sloj, 7. drenažni PP filc, 8. substrat zemlje, 9. vegetacija (trava, drevo...)

Pol-intenzivna zelena streha

Pogosto se srečamo z izrazi, kot so preproste intenzivne ali pol-intenzivne zelene strehe. Dejansko s tem opisujemo tiste zelene strehe, ki jih zasadimo s preprostejšimi in manj zahtevnimi rastlinami. Debelina substrata na pol-intenzivnih zelenih strehah znaša od 15 do 25 centimetrov, glede na potrebe izbranih rastlin. Najbolj tipičen predstavnik pol-intenzivne zelene strehe je t. i. angleški travnik. Vendar za razliko od običajnega travnika z manj zahtevnimi travami in cvetočimi rastlinami, angleški travnik zahteva zalivanje, gnojenje in prezračevanje, predvsem pa redno košnjo. Da bi preprečili gnitje, moramo pokošeno travo takoj po košnji odstraniti s strehe, razen kadar uporabljamo robotsko kosilnico in je pokošena trava zaradi pogostosti košnje krajša; v tem primeru lahko travo pustimo na strehi, saj služi kot t. i. "zeleno gnojilo".



Slika 4. Pol-intenzivna zelena streha

Za pol-intenzivne zelene strehe, ki predstavljajo prehod iz ekstenzivne v intenzivno ozelenitev, so značilne naslednje rastline:

- trave-zelnate rastline,
- trajnice in grmovnice,
- olesenelo grmovje,
- grmičevje.

6 Sestava zelene strehe

Načrtovanje zelene strehe

Pred načrtovanjem zelenih streh je priporočljivo investitorja seznaniti z vsemi prednostmi, slabostmi, zunanjim videzom, načini in intenzivnostjo vzdrževanja, ekonomičnostjo ter ostalimi pogoji izbire različnih sistemov ozelenjenih streh. Nadalje je v sami zasnovi potrebno uskladiti predvideno konstrukcijo objekta in vrsto zelene strehe. Izziv, ki se pojavi pri zasnovi objektov z zeleno streho, je nosilnost gradbene konstrukcije. Nosilno konstrukcijo pod sloji ozelenjenih streh in s tem tudi nosilnosti celotnega objekta moramo prilagoditi na dodatne obtežbe, ki nastanejo zaradi vseh plasti ozelenjenih streh. Te so: obtežba meteorne vode, daljši zadrževalni čas snežne odeje, koristne obtežbe v primeru uporabnih površin in drugo. Izziv predstavlja tudi razpoložljiva višina za sestavo zelene strehe, izoblikovanje naklonov za odvodnjavanje ter uporaba ustreznih izolacijskih materialov.

Sestava in maketa zelene strehe

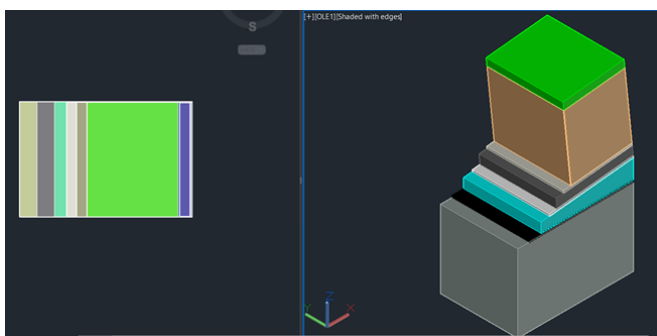
Raziskovalno nalogo smo začeli s snovanjem makete, ker smo si želeli predstavljati, kako v resnici izgleda zelena streha. En detajl zelene strehe smo izdelali v merilu 1 : 1, da bi si čim bolj olajšali preučevanje z vseh zornih kotov. Pred izdelavo makete smo raziskali, kako in iz katerih materialov je streha zgrajena, nato smo se seznanili z različnimi vrstami zelenih streh, predstavljenimi v prejšnjem poglavju.

Izbrali smo šolski primer ekstenzivnega tipa zelenih streh, in sicer sistem obrnjenih ravnih streh, z 8-centimetrskim hranilnim substratom, ki vsebuje tudi protikoreninsko zaščito za preprečevanje prodora korenin skozi druge sloje zelene strehe. Pod njim je drenažna folija, ki omogoča odvajanje in zadrževanje večine meteorne vode; služi kot del namakalnega sistema, zaščitimo jo s filtrom, ki preprečuje izpiranje substrata. Določanje najboljše drenažne plasti vključuje številne dejavnike, vključno z naklonom strehe, količino in lokacijo odtoka, zelenim pridrženjem deževnice, nosilnostjo konstrukcije in vrsto vegetacije. Pod njo smo položili bazensko folijo, ki služi kot zaščita pred vlago oz. prepuščanjem vode, pod katero je umeščena XPS plošča, ki je nagnjena za 2 % in učinkuje kot toplotna izolacija strehe. Ekstrudirani polistiren – XPS smo izbrali zaradi posebnega proizvodnega postopka zaprte celice oz. ker praktično ne vpija vode, če bi slučajno bazenska folija prepuščala vodo. Je tudi zelo dober toplotni izolator, saj ima nizko toplotno prehodnost, prenaša visoke obremenitve in je zato primeren za pohodne strehe (Kunič, 2008). V našem primeru je podkonstrukcija betonska, lahko bi bila tudi lesena ali pločevinasta, odvisno od izvedbe objekta. Med ekstrudiranim polistirenom in XPS-ploščo je obvezna hidroizolacija (v našem primeru bitumenski premaz) za primerno zaščito pred vdorom vode. S pomočjo programa AutoCAD2022, 3-D modeliranje, smo izdelali virtualni model, ki je služil kot pomoč pri izdelavi makete.

Maketa nam je pomagala bolje razumeti konstrukcijo, sestavo, predvsem namakalni sistem in meteorno kanalizacijo zelene strehe, ki sta za njeno delovanje res zelo pomembna.



Slika 5: Maketa prereza zelene strehe



Slika 6: AutoCAD 3-D model zelene strehe ekstenzivnega tipa, merilo 1 : 1

Vile Bokalce

Podjetje Bokalce d. o. o. je eden izmed stebrov skupine GIVO, ki zaokrožuje bogato zgodovino družbe, katere korenine segajo v leto 1960. Iz osnovne dejavnosti Gradnje In Vzdrževanje Objektov (GIVO) se je podjetje razvilo v Sloveniji priznana družbo, ki se ponaša z bogatimi izkušnjami, od projektov prenove Plečnikove Ljubljane do izgradnje kakovostnih stanovanj in drugih novogradenj. Danes je podjetje GIVO INŽENIRING usmerjeno v razvoj in izvedbo različnih nepremičninskih projektov v Ljubljani.



Slika 7: Občinski podrobni prostorski načrt 80 grad Bokalce

Podjetja Bokalce d. o. o. je razvilo in gradi enovito zasnovano naselje nadstandardnih vil na Grajskem griču na sončni strani Ljubljane. Naselje Vile Bokalce bo tako prva celovito urejena soseska v Ljubljani. Zasnovo naselja sta narekovali sama morfologija in lega te izjemne lokacije, v njegov koncept pa so vpeta najnovejša dognanja gradbene stroke in trajnostne rešitve.

Ogled gradbišča

Ob ogledu gradbišča Vile Bokalce smo se imeli priložnost pogovarjati z vodjo gradbišča, ki nam je pojasnil nekaj podrobnosti o zelenih strehah.

Naselje bo vsebovalo 31 enot z zelenimi strehami, ki bodo ekstenzivnega tipa. Za podaljševanje njihove življenjske dobe bodo uporabljeni namakalni sistemi, a žal na osnovi pitne vode, ki je na streho speljana po hiši. To je po našem mnenju ena od ekoloških slabosti tega projekta, saj bi lahko shranjevali in porabljali deževnico ter na ta način naravi omogočali akumulacijo vode, ko je te dovolj, in dovajanje vode nazaj v naravo, ko te primanjkuje. V sušnem obdobju bo avtomatsko tipalo narekovalo zalivanje s pomočjo magnetov, ki odpirajo ventile za dotok vode.

Razkril nam je, da so uporabljali drenažno folijo, ki na eni od njihovih streh zadrži do 20 litrov vode. Ta voda ne ustvarja velike obremenitve in zato ni potrebe po močnejši statični konstrukciji kot običajno. Po besedah vodje gradbišča so danes ravne strehe relativno lahko izvedljive. Težave se lahko pojavijo zlasti ob gozdu, ker veter na strehe nanaša številna semena.

Zelene strehe imajo posebne materiale glede na podnebno območje. Za zelene strehe v naselju Vile Bokalce so bili osnovni strešni konstrukciji dodani naslednji materiali: običajna hidroizolacija,



Slika 8: Prerez zelene strehe na enem od objektov

paroprepustna hidroizolacija, dvoslojni stiropor, pohodne hidroizolacije, nato protikoreninska izolacija, rastrska folija in volna, čemur sledi substrat s posajenim zelenjem.

Od nadzornika smo izvedeli, da takšne strehe stanejo okrog 130 evrov za kvadratni meter (približno 90 evrov za osnovni del in 40 evrov za zeleni del strehe), kar je dražje od običajne dvokapna strehe. Za zelene strehe so se namreč odločili ne toliko iz ekoloških, temveč urbanih razlogov oz. je to od njih zahteval zakon o urejanju prostora. „Izbira urbanistov je vezana na pogled na grad Bokalce in njegovo veduto, ki bi jo dvokapne strehe bolj motile kot ravne – ozelenjene.“ – Jože Vidrih, predstavnik podjetja GIVO INŽENIRING D. O. O.

7 Prednosti in slabosti zelene strehe

Naravi lahko vrnemo, kar smo ji z gradbenimi posegi odvzeli. Lahko zgradimo park ali vrt, gojimo zelenjavo in imamo rekreacijske prostore in vse to brez velikega vlaganja. Ozelenjene strehe izboljšujejo kvaliteto bivanja in tudi povečujejo vrednost nepremičnine. Zaželeno so na stanovanjskih, poslovnih, industrijskih ravnih strehah, na garažnih hišah, nakupovalnih središčih, individualnih objektih in drugih večjih površinah. V kolikor je konstrukcija dovolj nosilna, je mogoče izvesti tudi adaptacije obstoječih objektov z ozelenjenimi strehami.

Zelena streho lahko izvedemo v praktično vseh podnebnih pogojih. Podnebja z vročim suhim zrakom izkažejo boljšo uporabo v poletnem času (mediteranska klima, Bližnji Vzhod), medtem ko se ozelenjene strehe posebej dobro izkažejo na severnih regijah v mrzlem zimskem času. Celotno območje Slovenije je primerno za takšno streho, z upoštevanjem močnejše konstrukcije v alpskem delu sveta zaradi možnosti debele snežne odeje.

Zelene strehe so estetske in izboljšajo bivalni in delovni prostor. Poleg bivalne kakovosti nudijo tudi dodatno toplotno izolacijo, saj zamrznjeni substrat na ozelenjeni strehi v mrzlem okolju deluje kot dober toplotni izolator. V vročem okolju pa je dobro primerjati površinsko temperaturo običajnih streh s temperaturo na ozelenjenih strehah, ki so poleti bistveno nižje v primerjavi s običajnimi. V strnjenih naseljih bi lahko z uporabo ozelenjenih streh temperatura okoliškega zraka v letnem času padla za okrog 3 – 4 °C, kar bi pomenilo tudi znatno manjše pregrevanje ozračja. Če se ustavimo samo ob tem podatku in pomislimo, koliko taka temperaturna razlika vpliva na relativno vlažnost, na izhlapevanje vode in posledično delovanje fotosinteze, hitro opazimo dobrobit take strehe. Nezanemarljivo je tudi občutno znižanje stroškov, nastalih ob ohlajanju prostorov v poletnem času. Izračun izpred nekaj let je pokazal, da bi v mestu San Francisco prihranili okoli 80 milijonov dolarjev samo na račun ohlajanja, če bi imeli vse strehe zelene.

Velika prednost zelenih streh je zmanjšanje odtoka vode z utrjenih površin, kar posledično zmanjšanja obremenitve kanalizacijskega sistema. Sposobnost zadrževanja meteorne vode pomaga preprečiti naravne nesreče, ki jih povzroči močno deževje. Zelene strehe delujejo tudi kot naravni filtri za vse vrste voda. Naravne strehe z naravno biofiltracijo preprečujejo, da bi toksini in druge škodljive snovi končale v vodotokih. Po raziskavah 95 % svinca, bakra in kadmijevega sulfata ter 19 % cinka se nabere iz dežja. Te snovi se zadržijo v substratu, kar prispeva k izboljšanju kakovosti lokalnih voda. Substrat z zadrževanjem škodljivih stvari tako zmanjšuje obremenitev okolja.

Odlična lastnost zelenih streh je, da ne absorbirajo le toplote, ampak tudi filtrirajo zrak na način, da rastline zadržijo onesnaževalne delce zraka na svojih organih in absorbirajo onesnažen zrak s procesom fotosinteze. Rastline na navpičnih ali vodoravnih površinah lahko ohladijo prostore v vročih poletnih mesecih. V procesu evapotranspiracije⁴ rastline izrabijo toplotno energijo iz svojega okolja za odvajanje vode. Zelene strehe lahko zmanjšajo toploto, zmanjšajo površino, ki absorbira toploto, in tako izboljša kakovost zraka. V sodelovanju z drugimi zelenimi elementi igrajo pomembno vlogo pri popolni spremembi podnebja v mestu.

Ozelenitev strehe izboljša zvočno izolacijo v notranjih prostorih do 40 dB, kar je zelo pomemben podatek za ljudi, ki živijo v bližini letališč, industrijskih obratov ali glasnih diskotek.

⁴ Evapotranspiracija je pojav prehoda tekoče vode s površine tal in rastlin v atmosfero. Pojav je sestavljen iz dveh procesov: izhlapevanja in transpiracije.

Prav tako štiti pred elektromagnetnimi valovi, kar blagodejno vpliva predvsem na stavbe v bližini daljnovodov.

Zgornja zelena plast na strehi absorbira večino sončnih žarkov, UV žarkov in zmanjša amplitudo temperaturnega nihanja. Notranjim plastem tako podaljša življenjsko dobo, npr. hidroizolacijsko plast zaščiti pred staranjem, raztezanjem, krčenjem in posledično krhkostjo zaradi velikih temperaturnih nihanj. Ozelenjene strehe so klimatsko varne zgradbe (zaščitene pred poškodbami vetra in udarci toče).

Poleg prednosti imajo ozelenjene strehe tudi slabosti. Najvplivnejši pomanjkljivosti sta višja investicijska vrednost in višji stroški vzdrževanja. Zaradi dodatne teže substrata, vegetacije ter zadrževanja vode, moramo namreč ojačati nosilne konstrukcije. To posebej velja za intenzivno ozelenjene strehe, kjer je veliko večja obtežba, saj po njej hodimo, vozimo ipd. Mnogih ravnih streh ne moremo spremeniti v ozelenjene prav zaradi povečane obremenitve.

Stroški vzdrževanja znatno porastejo, v kolikor želimo zasaditi zahtevne rastline, ki potrebujejo veliko nege, zalivanja, košnje, striženja, obrezovanja...

Ozelenjene strehe ne dopuščajo prevelikih naklonov, kot so na primer nakloni pri alpskih strehah. Možni so nakloni do 30 %, vendar moramo v teh primerih obvezno onemogočiti možnost zdrsa plasti ozelenjenih streh in plasti substrata, kar dodatno podraži investicijo. Intenzivne ozelenjene strehe praviloma izvajamo z minimalnimi nakloni od 2% do 5%.

8 Anketa

Izvedli smo anketo polodprtega tipa, na temo prednosti in slabosti zelenih streh. Želeli smo izvedeti, koliko ljudi sploh pozna zelene strehe in koliko so seznanjeni z njenimi prednostmi in slabostmi. Navedli smo nekaj njenih prednosti in slabosti ter vprašali anketirance, ali poznajo še katere. Na podlagi teh vprašanj smo pridobili odgovore, zakaj se bi/ne bi odločili za zeleno streho. Izpostavili smo tudi nekatera dejstva, ki jih poznamo o zeleni strehi. Anketo si lahko ogledate v prilogi.

Dobili smo odgovore 285 anketirancev, ki smo jih kategorizirali glede na spol in starost. Po starosti smo jih razvrstili v tri skupine, in sicer: mladoletni, stari med 18 in 30 leti in starejši od 30 let. Ugotovili smo, da poznavanje zelene strehe narašča s starostjo anketirancev. Pri mladoletnih ta delež znaša 64 %, pri srednji starostni skupini 84 %, pri starejših od 30 let pa kar 88 %. Večjih odstopanj med spoloma ni bilo zaznati, statistično značilno se je razlika opazila pri najstarejši skupini. Kljub dejstvu, da v Sloveniji zelene strehe še niso pogoste, nas je dobro poznavanje presenetilo.

Naslednji sklop vprašanj je bil namenjen prednostim zelene strehe. V analizi smo upoštevali le odgovore anketirancev, ki so pred tem navedli, da tematiko poznajo. Med naštetimi prednostmi jih je več kot polovica izbrala prednost povečanja ozelenjenih površin, odstotek pa je s starostno kategorijo naraščal (povprečno pri dekletih 69 %, pri fantih 59 %). Po številčnosti izbire je sledila prednost »toplotna prevodnost zelenih streh«, ki jo je izbrala tretjina fantov in 22 % deklet v najmlajši kategoriji, medtem ko je v najstarejši skupini to prednost izbralo 46 % fantov in le 32 % deklet. Diskrepanca se je tu s starostjo močno povečala. Približno desetina anketirancev je kot prednost ozelenjenih streh prepoznala povečanje absorpcije CO₂ in produkcija O₂, s starostjo pa je delež upadal. To lahko deloma pripišemo tudi večji ozaveščenosti mladih o podnebnih spremembah v primerjavi s starejšo generacijo. Med preostalimi odgovori se je znašla tudi estetskost take strehe.

Med slabostmi se je daleč največ anketirancev, ki poznajo zelene strehe, opredelilo za večje stroške vzdrževanja, in sicer je to možnost izbrala slaba polovica vprašanih moških (48 %) in dobra polovica deklet (56 %). Slabost, da je potrebno tako streho zalivati, je izbralo 30 % deklet in samo 18 % fantov. Morda ta podatek nakazuje, kdo običajno opravlja ta dela. Obratno so se anketiranci opredelili glede potrebe po močnejši konstrukciji: tak odgovor je kot pomanjkljivost izbralo 15 % najmlajših fantov in 38 % fantov v preostalih dveh kategorijah, medtem ko je bil ta odgovor pri dekletih izbran med 15 % in 20 % v vseh treh kategorijah.

Omenili smo že, da je pred odločitvijo za zeleno streho, kar velja tudi za običajno kritino, dobro poznati njene prednosti in slabosti. Z anketo smo dobili vpogled, kolikšno težo anketiranci pripisujejo posameznim lastnostim. Rezultati lahko pomagajo tudi raziskovalcem, da so na te lastnosti toliko bolj pozorni in jih skušajo ali odpraviti oziroma omiliti (negativne lastnosti) ali okrepiti (pozitivne lastnosti).

Zanimalo nas je tudi, ali bi anketiranci po naštetih prednostih in slabostih izbrali zeleno streho za svoj dom. Odgovore smo ločili med tistimi, ki so tematiko poznali že prej, in tistimi, ki je niso poznali, so pa s predhodnimi vprašanji izvedeli nekaj pozitivnih in negativnih vidikov zelene strehe. V prvi skupini bi večina vprašanih ostala pri svoji odločitvi oziroma bi svojo odločitev spremenila na pozitivno, in sicer 49 % moških in 44 % deklet iz najmlajše skupine, v srednji skupini sta deleža 58 % pri moških in 67 % pri dekletih, pri najstarejši skupini pa 68 % in 67 % pri moških oziroma dekletih. Odgovori so nas presenetili, saj smo pričakovali, da bo odstotek mladih, ki bi izbrali zeleno streho za svoj dom, višji v primerjavi z odstotkom pri starejših. Po drugi strani pa so ravno v srednji in starejši generaciji tisti, ki gradijo objekte in bi

ta trend lahko prenesli v prakso. V skupini anketirancev, ki zelene strehe niso poznali, se je delež nasprotno zmanjševal s starostjo. Če je bil delež teh, ki bi se za zelene strehe odločili 41 % pri moških iz mlajše starostne skupine in delež žensk, ki bi se odločile za tako streho, iz iste skupine 60 %, je nato padal in bil v srednji starostni kategoriji 25 % oz. 30 %, v najstarejši pa 25 % oziroma 28 %.

Z anketo smo pridobili vpogled v povprečno mnenje in poznavanje tematike med ljudmi. Zavedamo se, da pridobljeni odgovori niso enakomerno porazdeljeni med vso populacijo, saj v vzorec anketirancev nismo zajeli naključno vprašanih, ampak večino izbranih predstavljajo naši znanci oziroma osebe, ki so povezane z našo šolo. Sem so vštet predvsem starši in dijaki naše srednje šole in vsaj nekateri izmed njih so se s to tematiko že srečali pri pouku. Izbiro starostne skupine mladoletnih bi najverjetneje lahko spremenili tako, da bi spodnjo starostno mejo postavili na 10 let, nimamo pa sicer podatka, ali je bil med anketiranci tudi kdo mlajši. Z naključnostjo bi anketa pridobila večjo težo, a smo z njo vseeno zadovoljni in smo iz nje poskusili razbrati trend, četudi ta odstopa od realnega poznavanja in mnenja o tematiki.

Veseli nas dejstvo, da se z večjim poznavanjem viša tudi delež tistih, ki bi se odločili za zeleno streho. Eden od naših ciljev je bil namreč tudi odpreti to tematiko in jo predstaviti vsaj ožjemu krogu ljudi. Morda se med njimi najde kdo, ki bo postavljen pred izbiro, kakšno streho želi imeti na svojem objektu, in se bo lažje odločil za zeleno ter tako prispeval delček pomoči naravi.

9 Toplota

Toplota je energija, ki prehaja z enega telesa na druga zaradi temperaturne razlike teh teles. Ko govorimo o stavbah, skušamo čim več te toplote zadržati zunaj, pozimi pa znotraj stavbe, da bi ustvarili človekovo bivalno ugodje. Za to uporabljamo toplotno izolacijo. Stavbo moramo celo oviti z njo in je zelo pomembno, da se ta sloj ne prekine, da ne pride do toplotnih mostov. Koliko toplotnoizolacijskega materiala potrebujemo, je odvisno od toplotne prevodnosti materiala in od stopnje toplotne prevodnosti, ki jo želimo doseči. Da bi to izvedeli, izračunamo toplotni tok, ki nam pove, koliko toplote steče skozi prečni presek telesa v časovni enoti. Ker je streha hiše sestavljena iz več različnih plasti, mora toplotni tok teči skozi prvo plast, nato skozi drugo itd. Izračun toplotnega upora tako zahteva, da ga za vsako plast posebej izračunamo in jih med seboj seštejemo, saj skozi vsakega od njih teče enak toplotni tok.

Izračun:

Želimo si izračunati toplotno upornost izolirane betonske plate. Podatki se nanašajo na 20 cm (d_b) betonsko plato, obloženo s 5 cm stiropora (d_s). To je namreč podlaga zelenim streham. Običajne izolirane ravne strehe imajo sicer večji nanos stiropora (okoli 15–20 cm), kar zmanjša toplotne izgube, a poveča stroške gradnje in s tem proizvedemo več odpadkov. V nadaljevanju bomo skušali z eksperimentom pokazati, da lahko do tega pridemo tudi z ozelenitvijo streh.

Na izolativnost vplivata materiala beton in stiropor, vpliv železne armature pa bomo zanemarili. Med podatki smo tako zapisali toplotno prevodnost in debelino plasti omenjenih materialov. Za temperaturo površine na običajni ravni strehi smo vzeli 35 °C, a poleti Sonce to temperaturo precej poviša v odvisnosti od albeda površinskega materiala, pozimi pa zmanjša, torej odmakne od željenih temperatur v notranjosti stavbe. Na kratko bi lahko rekli, da je amplituda nihanja površinske temperature na zelenih strehah precej nižja, kot smo že omenili, običajno vsaj za 4°C. S temperaturo dva (T_2) je mišljena željena notranja temperatura prostora.

Podatki:

beton = 2 W/mK

stiropor = 0,04 W/mK

$T_1 = 35$ °C

$T_2 = 24$ °C

$\Delta T = 11$ °C

$S = 100$ m² (površina strehe)

$d_b = 20$ cm = 0,2 m (debelina betona)

$d_s = 5$ cm = 0,05 m (debelina stiropora)

Da bi ugotovili izgubo toplote pri teh podatkih, moramo izračunati toplotni upor obeh materialov, da bomo s pomočjo enačbe za toplotni tok ($P = \frac{\Delta T}{R}$).

Toplotni upor betona:

$$R_b = \frac{d_b}{\lambda_b \times S} = \frac{0,2m}{2 \frac{W}{mK} \times 100m^2} = 0,001 K/W$$

Toplotni upor stiropora:

$$R_s = \frac{d_s}{\lambda_s \times S} = \frac{0,05m}{0,04 \frac{W}{mK} \times 100m^2} = 0,0125 K/W$$

Skupni toplotni upor:

$$R = R_b + R_s = (0,001 + 0,125) \frac{K}{W} = 0,126 \frac{K}{W}$$

Toplotni tok:

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{11K}{0,126 \frac{K}{W}} = 87,3W$$

Predpostavili smo, da je streha velika $100 m^2$. To pomeni, da je toplotni tok ob zgornjih podatkih $8730 W$, kar ni zanemarljiv podatek za izgube na strehi. Zelene strehe znižajo temperaturno razliko med zunanjo in notranjo površino plate, zato znižajo tudi izgubo toplote.

10 Eksperiment

Izvedli smo eksperiment, pri katerem smo merili temperaturo površine zelene strehe (trava) in plasti nad hidroizolacijo (pod zemljino). Z eksperimentom smo želeli ugotoviti, kolikšen vpliv imajo zelene strehe na toplotne otoke in koliko to doprinese k izolativnosti objektov. Izolacija preprečuje direktno izgubo ali dotok toplote. Omogoča vzdrževanje razlike med zunanjo temperaturo stene in notranjo temperaturo. Željena notranja temperatura je odvisna od posameznika in običajno zanaša med 22 °C in 25 °C, na zunanjo temperaturo pa imamo delni vpliv z izbiro materiala, ki je zunanja plast te stene. Vpliv zunanje plasti smo želeli z našim eksperimentom tudi preveriti.

Streha, ki smo si jo izbrali za eksperiment, ni imela vseh plasti, ki jih ima prava zelena streha, saj se je pod njo nahajala klet, uporablja pa se jo kot vrt in nima dobro izdelane drenaže. Slednja je postavljena 6 cm nad hidroizolacijo. Debelina nanosa je znašala med 36 cm in 41 cm, na mestu merjenja pa točno 40 cm.

Meritve smo opravljali med 26. novembrom in 9. januarjem, a smo vmes nekaj dni izpustili. Merili smo jutranje temperature (čas merjenja je bil med 6.00 in 7.45). Veliko bolje bi bilo, če bi uspeli meritve izvajati redno dalj časa in večkrat v dnevu, tako bi izraziteje videli efekt akumulacije toplote v substratu strehe in razliko v amplitudi nihanja temperatur.

Digitalni termometer, s katerim smo merili, dopušča do 1°C napake, pri čemer smo merilno enoto položili v vrečko (hidroizolacija) in jo zakopali v zemljo, zunanjo pa položili na zemljino. Ker so bile temperature tipično merjene še pred sončnim vzhodom, do napak zaradi sončnega obsevanja zunanje enote ni prihajalo, če pa bi merili večkrat dnevno, bi morali uporabiti temu prilagojen termometer.



Slika 9: Zunanja enota digitalnega termometra

Povprečna temperatura na globini je znašala 4,2 °C, medtem ko na površini 1,1 °C, bolj zgovoren pa je podatek, da meri standardni odklon temperatur pod zemljino 2,9 °C, medtem ko znaša odklon zunanjih kar 4,7 °C. Pričakovali bi, da se v ekstremnih razmerah (poleti in ob hudem mrazu) ti odkloni še veliko bolj razlikujejo, a tega naše merjenje niti ni moglo pokazati, zaradi obdobja merjenja.

Pri izračunih smo ugotovili, da temperaturna razlika na toplotni tok vpliva premo sorazmerno. Povprečno je bil toplotni tok z našimi izmerjenimi podatki in podatki o upornosti iz poglavja izračunov manjši za 234 W. Maksimalni pozitiven efekt zelene strehe, torej zmanjšanje toplotnega toka, bi znašal kar 800 W, medtem ko je maksimalni negativni efekt (zunanja površina je toplejša od notranje) 585 W.

Iz teh podatkov je slutiti pozitiven efekt na zmanjšanje toplotnih izgub s pomočjo zelenih streh. V praksi se to zmanjša z debelejšo plastjo stiropora, a kot smo že komentirali, to prinaša večjo proizvodnjo odpadkov na dolgi rok, večjo porabo ogljičnih virov in posledično kopičenje ogljika v ozračju, ki bi bil sicer skladiščen globoko v zemeljski skorji.

Kot smo že zgoraj omenili, bi eksperiment z rednejšim in natančnejšim merjenjem lahko izboljšali. Žal nismo imeli možnosti, da bi meritve izvajali v poletnih mesecih, ko študije kažejo večjo razliko. Zelo zanimivo bi bilo, če bi merili tudi kontrolne vrednosti, torej temperature na površini navadne ravne strehe pa tudi dvokapnic, ki so najpogosteje zastopane v arhitekturni krajini. Vseeno menimo, da je naš eksperiment nakazal pozitivne učinke zelene strehe.

11 Biodiverziteteta zelene strehe

Mednarodni dan biološke raznovrstnosti ali biotske raznovrstnosti je Generalna skupščina Združenih narodov ustanovila z namenom, da bi zaustavila izumrtje rastlinskih in živalskih vrst ter različnih ekosistemov na Zemlji. Ta dan je zaznamovan kot spomin na 22. maj 1992, ko je bila v Nairobiju sprejeta Konvencija o biotski raznovrstnosti – gre za mednarodni dokument, s katerim so se države po svetu zavezale k varovanju raznolikosti živega sveta. Z obeleževanjem tega dneva se javnost opozarja na ogroženost pestrosti živega sveta na planetu ter na pomen njegovega ohranjanja. Biodiverziteteta oziroma biotska raznovrstnost je pojem, ki označuje raznolikost življenja na Zemlji. Samo ime je nastalo z združevanjem dveh besed - "biološka" in "raznolikost". Biotska raznovrstnost je vir, od katerega so odvisne vse prihodnje generacije, je vez med vsemi organizmi na Zemlji, je predpogoj za zdrav planet in neposredno vpliva na kakovost življenja.

Skozi milijone let evolucije so se razvile milijarde različnih živih bitij, od katerih jih poznamo le kakšno desetino. Vsaka od teh življenjskih oblik ima svoje edinstveno mesto v naravi – drugim živim bitjem lahko pomeni hrano, za nekatere je plenilec, spet tretjim morda daje zatočišče, vsaka pa na svoj način prispeva h kroženju snovi in energije v naravi.

V zadnjih desetletjih zaradi človekovega vpliva živa bitja izginjajo tako rekoč s svetlobno hitrostjo in nobenega od njih ne moremo nikoli več priklicati nazaj. In nemogoče je vedeti, kdaj bo izumrtij toliko, da se bo ravnovesje v naravi porušilo, kdaj bo sprememb toliko, da jih bo človek občutil tudi v svojem vsakdanjem življenju. Težave so nastale, ko je izkoriščanje naravnih virov postalo pretirano, ko je človek začel iz narave jemati več, kot je zmožna obnoviti. Število ljudi na svetu je v zadnjih stotih letih naraslo z 1,6 na 7,9 milijarde, obenem pa se je prav neverjetno izpopolnila tudi tehnologija, ki omogoča zelo učinkovito izkoriščanje naravnih virov. Tako človek iz dneva v dan bolj spreminja naravno okolje – delno zato, ker ima toliko ljudi bistveno večje potrebe oz. vse več ljudi potrebuje več naselij in večje površine za pridelovanje hrane, pa tudi zato, ker današnja tehnologija omogoča, da iz narave vzamemo veliko več, kot potrebujemo. Strokovnjaki razkrivajo, da bo do leta 2050 kar 70 % ljudi živel v urbanih območjih, kar pomeni, da bomo do takrat morali še veliko zelenih površin spremeniti v naselja, posledično pa bo biotska raznovrstnost postala globalni problem. Do leta 2030 naj bi širjenje mest neposredno ali posredno vplivalo na več kot 25 % vseh ogroženih vrst.

Kako zelene strehe vplivajo na biotsko raznovrstnost? Po eni strani estetsko izpopolnijo objekte, jim dodajo rustikalnost, a ne glede na to, ali krasijo starodavne ali moderne zgradbe, so dom številnih rastlin, mikroorganizmov, žuželk in živali, predvsem pa ptic. To potrjuje ena najpodrobnejših študij o biotski raznovrstnosti zelene strehe; narejena je bila v Baslu v Švici. Raziskanih je bilo sedemnajstih obsežnih streh z raznoliko vegetacijo (različne vrste trav in sedumov), kot tudi posebej oblikovane strehe iz lokalnega odpadnega materiala na tankih plasteh substrata, ki so bili prepuščeni spontani kolonizaciji. Raziskava je obravnavala žuželke in pajke, ki slovijo kot dobri kazalci vegetacijske strukture. Raziskava je trajala tri leta, pri čemer je bilo ugotovljeno, da je na strehi 78 vrst pajkov in 254 vrst hroščev. Od tega 14 vrst pajkov (18 %) in 27 vrst hroščev (11 %) spada med ogrožene vrste. Na starejših zelenih strehah so bile najdene številne vrste, kar pomeni, da postavitev zelene strehe v urbanem okolju nima enkratnega učinka, ampak se ta razvija. Površine nimajo le estetske vrednosti, ampak so že dokaz resničnega naravnega habitata. Potrjeno je bilo tudi veliko število ptic. Med najbolj zastopanimi so bile pliska, gorski rdečerepec, golob in domači vrabec. Motiv za njihov obisk tovrstnih zelenih streh v urbanih območjih je bilo iskanje hrane in življenjskega prostora.

Beaty Biodiversity Museum je leta 2016 opravil raziskavo v Vancouveru v Kanadi, gre za edino raziskavo v Severni Ameriki, ki preučuje insekte na zelenih strehah. Štiri mesece so zbirali insekte na njihovi zeleni strehi in jih pošiljali v laboratorij na različne preiskave ter jih uporabljali za poučevanje njihovih študentov.

Struktura zelenih streh je eden najpomembnejših dejavnikov, ki vpliva na zeleno biotsko raznovrstnost strešne površine. Tako zelene strehe s plitvo podlago predstavljajo življenjski prostor manjšega števila vrst sušnih habitatov, ker so manj poraščena z vegetacijo, medtem ko območja z globljo podlago imajo pestro rastlinsko prevleko s substratom in tako postanejo habitat večjega števila bitij. Prav tako je treba pri oblikovanju zelenih streh onemogočiti ustvarjanje mikroorganizmov, to pa dosežemo s spreminjanjem globine substrata.

Poskus na zelenih strehah, izveden v vlažnem tropskem Hongkongu, je trajal dve leti, sledila pa je spontana kolonizacija rastlin in obiski ptic. Sčasoma se je naselilo 94 rastlinskih vrst, ki so jih večinoma prinesle ptice ali veter. Progresivno povečanje vegetacijsko odejo spremljajo spremembe v vrtni pestrosti. Poleg tega so posneli tudi 16 vrst ptic. Njihova hrana so bile predvsem žuželke iz substrata/tal. Vendar pa je raznolika in bogata vegetacija negativno vplivala na raznolikost ptic zaradi pojava velikega števila kač, ki so značilne za tamkajšnje okolje. Vendar na to ne smemo gledati kot na negativno stran, temveč kot na povečanje in ohranjanje biotske raznovrstnosti tudi v gosto razvitih urbanih območjih, zahvaljujoč zelenim streham.

Študenti z univerze Ryerson v Torontu so naredili še korak dlje, tako da so zeleno streho na kampusu spremenili v urbano strešno kmetijo. Od leta 2017 so na svoji zeleni strehi pridelali 4.536 kg svežega sadja in zelenjave. Pridelke prodajajo na kmečki tržnici strankam CSA (kmetijstvo, ki ga podpira skupnost), nekaj pa jih pristane v kuhinji kampusa, kjer imajo študenti dostop do brezplačnih obrokov. Poleg pridelave hrane na strehi imajo na voljo tudi različne programe in delavnice za pomoč pri izobraževanju študentov, profesorjev, osebja in članov skupnosti o pridelavi hrane, vključno z 10-tedenskim programom na vrtu. To je odličen primer, kako okolju prijetna streha lahko človeku pomaga pri izdelavi zdrave hrane.

12 Razprava

Pri tej raziskovalni nalogi smo se osredotočili na prednosti zelene strehe in njen pozitiven doprinos človeštvu in okolju. Z anketo, intervjujem na gradbišču Vile Bokalce, eksperimentom in izračunom toplotnega toka smo želeli potrditi učinkovitost zelene strehe.

Pri obisku gradbišča Vile Bokalce smo imeli priložnost videti zelene strehe v izgradnji. Seznanili so nas, da bodo za namakanje uporabljali vodo iz vodovoda, kar ni ekološka rešitev in na dolgi rok celo poveča strošek vzdrževanja. Zavedamo se, da je tudi zbiranje deževnice v vodnjaku za namen zalivanja pomoč naravi, da si vodo sposodimo, ko je je v naravi dovolj (padavine), in ji vračamo, ko jo potrebuje. Kljub odločitvi za zelene strehe na podlagi urbanih razlogov (OPPN-ja, in ne iz ekoloških vzgibov, bo ta projekt pripomogel k izboljšanju zraka in biodiverzitete v tem delu Ljubljane.

Z obiskom gradbišča smo kot možnosti dodatne raziskave videli v povezavi zelenih streh s preostalimi ekološkimi rešitvami gradenj (zbiranje vode za splakovanje na straniščih), a se tem možnostim nismo posvetili.

Iz statistike ankete smo navdušeni ugotovili, da je poznavanje tega tipa kritine dobro, kljub manjšemu deležu zelenih streh na objektih. Kot smo že v poglavju o anketi komentirali, je največ anketirancev kot pozitivno lastnost izbralo boljšo toplotno in zvočno izolacijo. Naša raziskava je potekala zgolj na področju toplote, zvočnega vidika nismo lotili. To je poleg absorpcije vlage, svetlobe idr., gotovo ena od tem, ki bi se ji bilo v bodoče še smiselno posvetiti.

Za največjo slabost je večina vprašanih izbrala stroške vzdrževanja, ki pa zelo nihajo v odvisnosti od tipa zelene strehe in rastja, ki ga uporabnik izbere. Preostali stroški so s pravilno postavitvijo in kakovostnimi materiali zelo majhni in zadevajo oskrbovanje zelenja.

Presenetil nas je delež tistih, ki bi se odločili za zelene strehe, in upamo, da je ta podatek v prid občutnega povečanja števila zelenih streh v prihodnjih letih.

Z računanjem toplotnih izgub skozi streho povprečne stavbe v primerjavi z izgubami pri zeleni strehi smo uspeli pokazati učinkovitost zelenih streh za zmanjšanje le-teh. Izračunali smo toplotni tok brez zelenega dela strehe z minimalno toplotno izolacijo in nato naredili eksperiment, pri katerem smo izmerili temperaturo na površini zelene strehe in na delu nad hidroizolacijo. Rezultati so nas pripeljali do vidnega učinka, čeprav čas, v katerem smo opravljali meritve, ni bil idealen (poleti bi pričakovali rezultate z večjim vplivom). Z zmanjšanjem toplotnih izgub se zelo zmanjša tudi poraba virov, ki tem izgubam nasprotujejo. Denarni prihranek smo ocenili na okrog 110 evrov v sezoni, če bi se za ogrevanje uporabljala običajna toplotna črpalka, za hlajenje pa klimatska naprava. V San Franciscu so pred leti s podobnimi projekti barvanja ulic v belo barvo, ki absorbira manj sončne svetlobe, ocenili, da so zaradi razbremenitve klimatskih naprav prihranili za več deset milijonov dolarjev elektrike. Zmanjšanje denarnih stroškov pomembno vpliva na odločitve lastnikov za tak tip zelene strehe, morda pa je še pomembnejši ekološki vidik.

V bodoče bi si želeli boljše raziskati dodatne možnosti ekološkega pristopa pri gradnji in raziskati finančni vpliv, ki končne uporabnike pogosto prepriča v eno ali drugo smer. Čeprav smo stroške zelenih streh že omenili, moramo priznati, da smo vzeli primer ponudnika na obiskanem gradbišču, nismo pa podrobneje raziskali trga.

Zadovoljni lahko zaključimo, da je vpliv zelenih streh na okolje pozitiven vsaj z vidika temperatur, kar smo si želeli pokazati. Širjenje poznavanja tovrstne tematike smo skušali doseči tudi z opravljeno anketo, saj smo tako ljudi spodbudili k premisleku o izbiri take strehe.

12 Zaključek

Zelene strehe počasi postajajo enakovredna sestavina v urbanih okoljih. Mogoče jih je videti na stanovanjskih in poslovnih stavbah, letališčih, hotelih in številnih drugih mestnih stavbah. Zaradi vse večje uporabe jih lahko imenujemo strehe prihodnosti.

Zelene strehe imajo številne prednosti, ki še dodatno pozitivno vplivajo na ekologijo in gospodarstvo mestnih območij, pa tudi na družbo kot celoto. Izbira zelene strehe je pozitiven zgled tudi za preostale, da nekaj naredijo za okoliško zavest in razbremenijo naravo. Z okoliškega vidika je zelo učinkovita stvar, saj lahko z njeno pomočjo varčujemo z vodo, zmanjšujemo porabo energije za dovajanje/odvajanje toplote v stavbe oziroma iz njih, z vegetacijo vključimo fotosintezo, ki zmanjšuje delež ogljikovega dioksida v ozračju idr. Z večanjem urbanih območij se večja tudi potreba po prostoru za biodiverzitetu.

Želimo si, da bi poznavanje tematike prineslo ekološkost v arhitekturne načrte in bi načrti večkrat vsebovali rešitve tudi v obliki zelenih streh. In če se smemo malo poigrati s pregovorom »Bolje vrabec v roki, kot golob na strehi«, bi se ta glasil »Bolje z vrabcem v roki na zeleni strehi sedeti, kot golobe na zidakah pregreti.«

13 Viri in literatura

WIKIPEDIA. Dostopno na spletnem naslovu:

https://en.wikipedia.org/wiki/Green_roof#See_also

B. Žetko. Pod zeleno streho; strani 124 in 125; podnaslov: Pod zeleno streho ali na njej? Založba ZTT- EST. Ljubljana, 2018.

P. Žirovnik Grudnik. Stavbarstvo 1; poglavje 5: Strehe in ostrešja; stran 33. Založba Hart. Ljubljana, 2015.

Vile Bokalce, GIVO **inženiring** [online]. [citirano 16. nov. 2021]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.vile-bokalce.si/o-projektu/>

Energetska učinkovitost in energetska izkaznica stavb, Forum Media d.o.o., Maribor, 2010

Vse, kar morate vedeti o zeleni strehi. Ambienti, 2018. [online]. [3. mar. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.tvambienti.si/16/06/2018/vse-kar-morate-vedeti-o-zeleni-strehi/>

S. Vrečič. Zelene strehe: pregled načinov izvedbe in ekosistemskih storitev v urbanem okolju. Diplomaska naloga, 2014 [online]. [citirano 16. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.vsvo.si/images/pdf/2014121955_SA%C5%A0O_VRE%C4%8CI%C4%8C_DIPLOMSKA_NALOGA.pdf

Načrtovanje zelenih streh. MGING d. o. o., 2016. [13. feb. 2022]. Dostop na spletnemu naslovu: <http://www.zelenestrehe-mg.si/nacrtovanje-zelene-strehe/>

FIBRAN, Zelene strehe. 2022. [online]. [3. mar. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://fibran.si/resitve/ravna-streha/ozelenjena-streha/>

FIBRAN, EKSTENZIVNO OZELENJENE ravne strehe. 2022. [online]. [3. mar. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://fibran.si/resitve/ravna-streha/ozelenjena-streha/ekstenzivna-ozelenitev/>

FIBRAN, INTENZIVNO OZELENJENE ravne strehe. 2022. [online]. [3. mar. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://fibran.si/resitve/ravna-streha/ozelenjena-streha/intenzivna-ozelenitev/>

How Green Roofs Can Help Cities | NPR. New York, 2017. [19. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.youtube.com/watch?v=FIJoBhLnqko>

Mat in Danielle. Growing Food in the City - Urban Rooftop Farm in Downtown Toronto. Canada, 2019. [19. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.youtube.com/watch?v=0SzTsepQuMU>

C. Ratzlaff. Beauty Biodiversity Museum. Exploring biodiversity on Canada's largest green roof. Canada, 2016. [19. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.youtube.com/watch?v=vNsTf_c9Vpc

J. Jacobs, T. Artois. Can Green Roofs Compensate for the Loss of (Hymenopteran) Biodiversity in Cities? U Hasselt, Centre for Environmental Sciences, Agoralaan Gebouw-D, 3590 Diepenbeek, Belgium, 2021. [19. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.youtube.com/watch?v=eSgi9DzRG1Q>

A. Videc. Utjecaj zelenih krovova na ekologiju, društvo i ekonomiju u gradskim sredinama. Diplomaska naloga, 2017. [19. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unin:1509/preview>

M. Stojan Dolar. Kaj je biodiverziteta? Moj planet, poljudnoznanstvena revija. [19. jan. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.mladinska-knjiga.si/dobrezgodbe/prosticcas/kaj-je-biodiverziteta>

S. Jukan. Misli o prirodi. [3. feb. 2022]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://mislioprirodi.ba/medunarodni-dan-biodiverziteta-2020-nasa-rjesenja-su-u-prirodi/>

Viri slik:

Slika 1: Dostopno na spletnem naslovu [12. 3. 2022]: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Hanging_Gardens_of_Babylon.jpg

Slika 2: Dostopno na spletnem naslovu [12. 3. 2022]: <https://stireks.si/wp-content/uploads/2021/04/zelene-strehe-v-sloveniji-opt-980x653.jpeg>

Slika 3: Dostopno na spletnem naslovu [12. 3. 2022]: <https://fibran.si/wp-content/uploads/sites/7/2019/09/ravna-zelena-streha-intenzivna-optimo-osnovni-detajl.jpg>

Slika 4: Dostopno na spletnem naslovu [12. 3. 2022]: <https://fibran.si/wp-content/uploads/sites/7/2019/09/ravna-zelena-streha-intenzivna-optimo-osnovni-detajl.jpg>

Slika 5: Arhiv Hane Dizdarević

Slika 6: Arhiv Hane Dizdarević

Slika 7: OPPN 80 Grad Bokalce, Mestna občina Ljubljana. Dostopno na naslovu [12. 3. 2022]: <https://www.ljubljana.si/sl/mestna-obcina/mestna-uprava-mu-mol/oddelki/oddelek-za-urejanje-prostora/javne-razgrnitve/javna-razgrnitev-dopolnjenega-osnutka-odloka-o-oppn-80-grad-bokalce/>

Slika 8: Arhiv Hane Dizdarević

Slika 9: Arhiv Hane Dizdarević

PRILOGA - ANKETA

Navedena so vprašanja iz ankete

1. Spol
 - Ž
 - M

2. Koliko ste stari?
 - do 17 let
 - od 18 do 30 let
 - starejši od 30 let

3. Ali veste kaj je zelena streha?
 - DA
 - NE

4. Zaradi katere prednosti bi se odločili za zeleno streho?
 - boljša toplotna in zvočna izolacija
 - povečanje ozelenjenih površin
 - zaščita pred zunanjimi vplivi
 - povečana absorpcija CO₂ in produkcija O₂
 - drugo:

5. Zaradi katerih slabosti se ne bi odločili za zeleno streho?
 - stroški vzdrževanja
 - možne samo položne strehe
 - zalivanje
 - potrebna močnejša konstrukcija
 - drugo:

6. Ali bi se odločili za zeleno streho?
 - DA
 - NE

7. Če je vaš odgovor ne, preberite naslednje činjenice:
 - Trajanje zelene strehe je 40 let
 - Strešna površina je hladnejša za 30-40%
 - Zmanjša odtekanje meteornih vod s strehe do 65%
 - Ozelenjene strehe zmanjšajo temperaturo okoliškega zraka poleti za 3-4°C

8. Ali vaš odgovor še vedno drži?
 - DA
 - NE