

SOLUTIONS TO HYDROTECHNICAL PROBLEMS USING URBAN WETLANDS

Jelena Zlatković

Public Utility Company, Institute of Urban Planning, Niš, Serbia, jelena.zlatkovic@zurbnis.rs

Danijela Zlatković

Academy of Applied Technical and Preschool studies, Niš, Srbija,
danijela.zlatkovic@akademijanis.edu.rs

Abstract: According to the United Nations, 55% of the world's population currently lives in urban areas. This number is also predicted to rise to 68% by 2050 (United Nations. World Urbanization Prospects, 2023). This accelerated growth of the urban environment affects the natural process of urban sustainability (Ampatzidis, P.; Kershaw, T, 2020). It also affects the physical and ecological functions of the urban environment, leading to vegetation degradation, water pollution and loss of biodiversity (Liao, R.; Jin, Z.; Chen, M.; Li, S., 2020). Management of urban watersheds requires a series of problems that can be solved by creating new infrastructure in the urban context that can mitigate the disturbances caused by climate change. Many problems can be solved by studying the impact of urban natural infrastructures, such as green-blue infrastructure.(Kati, V.; Jari, N., 2016). In cities, green-blue infrastructure enables the reduction of urban runoff, water purification, acceptance of flood waves, and the like. For example, aquatic ecosystems such as urban wetlands contribute to hydrological cycles in cities. This includes the preservation of the coastal belt (Temmerman, S.; Meire, P.; Bouma, T.J.; Herman, P.M.; Ysebaert, T.; De Vriend, H.J., 2013), water quality improvement (Verhoeven, J.T.; Arheimer, B.; Yin, C.; Hefting, M.M,2016), air pollution reduction, carbon sequestration (Mitsch, W.J.; Bernal, B.; Nahlik, A.M.; Mander, Ü.; Zhang, L.; Anderson, C.J.; Jørgensen, S.E.; Brix, H, 2013). Urban wetlands play an important role in cities for managing stormwater runoff, absorbing large amounts of pollutants, mostly heavy metals, controlling erosion and improving water quality. In addition, urban wetlands play an effective role in receiving storm water in case of flood wave movement due to their ability to store water, and thus prevent material damage from floods. Wetlands are considered one of the great natural resources in urban areas. Wetlands are one of the most important components of the green-blue infrastructure. In particular, wetlands located in urban areas are a basic element of urban ecosystems. Other positive effects of blue infrastructure, such as wetlands and ponds in the urban area, include controlling the impact of urban heat islands. Urban wetlands have their own microclimate and are generally cooler than the surrounding areas (Şimşek, Ç.K.; Ödül, H, 2013). Many cities are implementing the construction of urban wetlands as a strategy for development and a sustainable future and embedding in the basics of urban planning that can make cities more resilient to climate change (Shahjahan, A.T.M.; Ahmed, K.S.; Said, I.B.). With the expansion of cities, urban wetlands are in danger of disappearing, which poses a threat to the urban sustainability of cities (Well, F.; Ludwig, F. 2020). Green-blue infrastructure is presented as a strategy for sustainable coping with climate change in urban areas (Shahjahan, A.T.M.; Ahmed, K.S.; Said, I.B, 2020). In urban development, green-blue infrastructure helps optimize land use and meet the needs of people and nature in a sustainable way. Among the various functions, in cities, green-blue infrastructure enriches biodiversity, reduces the effects of global warming, improves hydrological stability and improves human health and well-being (Ingrao, C.; Failla, S.; Arcidiacono, C, 2020).

Keywords: Watershed management planning, urban wetlands, flood mitigation, pollutant absorption.

PRIMERI REŠAVANJA HIROTRHNIČKIH PROBLEMA PRIMENOM URBANIH MOČVARA

Jelena Zlatković

JP Zavod za urbanizam, Niš, Srbija, jelena.zlatkovic@zurbnis.rs

Danijela Zlatković

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija odsek Niš, Niš, Srbija,
danijela.zlatkovic@akademijanis.edu.rs

Apstrakt: Prema podacima Ujedinjenih nacija, 55% svetske populacije trenutno živi u urbanim sredinama. Takođe se predviđa da će ovaj broj porasti na 68% do 2050. godine (Ujedinjene nacije. Prospekti svetske urbanizacije, 2023). Ovaj ubrzani rast urbane sredine utiče na prirodni proces urbane održivosti (Ampatzidis, P.; Kershav, T, 2020). Takođe utiče na fizičke i ekološke funkcije urbane sredine, što dovodi do degradacije vegetacije, zagađenja vode i gubitka biodiverziteta (Liao, R.; Jin, Z.; Chen, M.; Li, S., 2020). Upravljanje urbanim slivovima zahteva niz

problema koji se mogu rešiti stvaranjem nove infrastrukture u urbanom kontekstu koja može ublažiti poremećaje izazvane klimatskim promenama. Mnogi problemi se mogu rešiti proučavanjem uticaja urbanih prirodnih infrastrukture, kao što je zeleno-plava infrastruktura. (Kati, V.; Jari, N., 2016). U gradovima zeleno-plava infrastruktura omogućava smanjenje urbanog oticanja, prečišćavanje vode, prihvatanje poplavnih talasa i sl. Na primer, vodeni ekosistemi kao što su urbana močvarna područja doprinose hidrološkim ciklusima u gradovima. Ovo uključuje očuvanje obalnog pojasa (Temmerman, S.; Meire, P.; Bouma, T.J.; Herman, P.M.; Isebaert, T.; De Vriend, H.J., 2013), poboljšanje kvaliteta vode (Verhoeven, J.T.; Arheimer, B.; Iin, C.; Hefting, M.M, 2016), smanjenje zagađenja vazduha, sekvencijacija ugljenika (Mitsch, V.J.; Bernal, B.; Nahlik, A.M.; Mander, U.; Zhang, L.; Anderson, C.J.; Jørgensen, S.E.; Brik, H, 2013). Urbane močvare igraju važnu ulogu u gradovima za upravljanje oticanjem atmosferskih voda, apsorbirajući velike količine zagađivača, uglavnom teških metala, kontrolišući eroziju i poboljšavajući kvalitet vode. Pored toga, urbane močvare imaju efikasnu ulogu u prijemu atmosferske vode u slučaju kretanja poplavnog talasa zbog svoje sposobnosti da skladište vodu, a samim tim i da spreče materijalnu štetu od poplava. Močvare se smatraju jednim od velikih prirodnih resursa u urbanim sredinama. Močvare su jedna od najvažnijih komponenti zeleno-plave infrastrukture. Posebno, močvare koje se nalaze u urbanim područjima su osnovni element urbanih ekosistema. Drugi pozitivni efekti plave infrastrukture, kao što su močvare i bare u urbanom području, uključuju kontrolu uticaja urbanih toplotnih ostrva. Urbane močvare imaju svoju mikroklimu i uglavnom su hladnije od okolnih područja (Simsek, C.K.; Odul, H, 2013). Mnogi gradovi sprovode izgradnju urbanih močvara kao strategiju razvoja i održive budućnosti i ugrađuju se u osnovne urbanog planiranja koje mogu učiniti gradove otpornijim na klimatske promene (Shahjahan, A.T.M.; Ahmed, K.S.; Said, I.B.). Sa širenjem gradova, urbanim močvarama pretila opasnost da nestanu, što predstavlja pretnju urbanoj održivosti gradova (Vell, F.; Ludvig, F. 2020). Zeleno-plava infrastruktura je predstavljena kao strategija za održivo suočavanje sa klimatskim promenama u urbanim područjima (Shahjahan, A.T.M.; Ahmed, K.S.; Said, I.B, 2020). U urbanom razvoju, zeleno-plava infrastruktura pomaže u optimizaciji korišćenja zemljišta i zadovoljavanju potreba ljudi i prirode na održiv način. Među različitim funkcijama, u gradovima zeleno-plava infrastruktura obogaćuje biodiverzitet, smanjuje efekte globalnog zagrevanja, poboljšava hidrološku stabilnost i poboljšava zdravlje i dobrobit ljudi (Ingrao, C.; Failla, S.; Arcidiacono, C, 2020).

Ključne reči: Planiranje upravljanja slivovima, urbane močvare, ublažavanje poplava, apsorpcija zagađivača.

1. UVOD

Upravljanje slivovima je širok skup različitih radova koje uključuju očuvanje zemljišta i vodnih resursa. Upravljanjem slivovima kontrolišemo zagađenje vode i zemljišta hemikalijama iz poljoprivrede, zagađenje teškim metalima iz tačkastih izvora i štitimo druge prirodne resurse u slivu. Integralno upravljanje slivovima kontroliše zagađenje, kontrolišući oticanje tokom intenzivnih padavina ili topljenja snega, što može doprineti zagađenju vodotokova ili jezera. Na ovaj način se mogu zaštititi prirodni resursi i kvalitet vode.

Upravljanje slivovima je ključno za održiv i inkluzivan rast. Na primer, u oblastima sklonim sušama, upravljanje slivovima je pokazalo potencijal da udvostruči poljoprivrednu produktivnost i pomogne seoskim domaćinstvima kroz povećanu dostupnost vode i diversifikaciju sistema useva i poljoprivrede što rezultira različitim tokovima prihoda. [Ffoliott PF, Baker MB, Edminster CB, Dillon MC, Kora KL eds, 2002]

Problemi sa kojima se suočavaju programi upravljanja slivovima, su očuvanje i stvaranje novih infrastrukture u urbanom kontekstu, koje se takođe mogu koristiti za kontrolu štetnih efekata klimatskih promena. Stoga postoji potreba za proučavanjem uticaja urbanih prirodnih infrastrukture, kao što je zeleno-plava infrastruktura, i njihov uticaj na klimu urbanih područja. [Zhou, J.; Vu, J.; Gong, I, 2020] U gradovima zeleno-plava infrastruktura omogućava prečišćavanje vode, smanjenje urbanog oticanja i poboljšanje ukupnog ekosistema. Na primer, vodeni ekosistemi, kao što su urbana močvarna područja, doprinose hidrološkim ciklusima u gradovima [Ffoliott PF, Baker MB, Edminster CB, Dillon MC, Kora KL eds, 2002].

2. URBANA MOČVARA KAO DEO ZELENO-PLAVE INFRASTRUKTURE

Močvare su jedna od najvažnijih komponenti zeleno-plave infrastrukture sa svojim velikim mogućnostima primenene. Urbane močvare se smatraju jednim od velikih prirodnih resursa u urbanim sredinama i predstavljaju osnovni element urbanih ekosistema. To uključuje očuvanje obale, poboljšanje kvaliteta vode i zemljišta, smanjenje zagađenja vazduha, sekvencijaciju ugljenika i još mnogo toga. (Liao, R.; Jin, Z.; Chen, M.; Li, S., 2020)

Drugi pozitivni efekti plave infrastrukture, kao što su močvare u urbanom području, uključuju kontrolu uticaja urbanih toplotnih ostrva. Ovaj efekat je uglavnom posledica smanjenja zelenih površina koje dovode do veće apsorpcije sunčevog zračenja, smanjenog konvektivnog hlađenja i smanjenog isparavanja vode. Pored toga, poznato je da urbana močvarna područja imaju sopstvenu mikroklimu i obično su hladnija od okolnih područja. (Yang, G.; Yu, Z.; Jørgensen, G.; Vejre, H, 2020) .U održivim gradovima, urbana močvarna područja pružaju brojne prednosti,

na primer, povećanje efikasnosti prečišćavanja otpadnih voda, poboljšanje biodiverziteta, upravljanje velikim vodama i regulacijom poplava i ublažavanje klimatskih promena.

Zeleno-plava infrastruktura je predstavljena kao strategija za suočavanje sa klimatskim promenama u urbanim sredinama. U stvari, urbana močvarna područja dopunjuju urbana područja kombinovanjem hidroloških mreža sa zelenim površinama u urbanom okruženju. U urbanom kontekstu, prisustvo drveća, reka i jezera može povećati termičku stabilnost i uspostaviti gradske sisteme sa prostorima sa većim efektima hlađenja. Urbane močvare, bilo prirodne ili izgrađene, igraju važnu ulogu u gradovima za upravljanje oticajem atmosferskih voda, uključujući ublažavanje poplava, apsorpciju zagađivača, kontrolu erozije, i poboljšanje kvaliteta vode.

Pored toga, močvare igraju efikasnu ulogu u prijemu poplavnog talasa zbog svoje sposobnosti da skladište vodu i posledično stvaraju proces za poboljšanje kvaliteta atmosferske vode. Najvažniji procesi u močvarama koji poboljšavaju kvalitet oticanja atmosferskih voda su sedimentacija, filtracija, adsorpcija, zadržavanje i biorazgradnja. (U.S. Environmental Protection Agency Office,1993)

Izgrađene urbane močvare sadrže bazene za atmosferske vode, izgrađene kanale, odvode, rezervoare, veštačka jezera, ribnjake, izgrađene bare i lokacije za prečišćavanje otpadnih voda. Urbane močvare su ekološki projektovani sistemi koji imaju slične funkcije kao i prirodne močvare. Urbane močvare se koriste kao alternativni, isplativ pristup konvencionalnom tretmanu otpadnih voda. (Sharma, R.; Vymazal, J.; Malaviya, P,2021)

Ponekad se urbane močvare mogu izgraditi za specifične svrhe (kao što su kontrola poplava i upravljanje površinskim vodama) kako bi se podržala specifična ekološka briga i obezbedilo održivo okruženje i smanjile posledice poplavnog talasa. U životnim sredinama, urbane močvare su prihvaćene kao praktičan i efikasan pristup poboljšanju kvaliteta životne sredine u gradovima igrajući ključnu ulogu u revitalizaciji urbane ekologije. Na primer, urbane močvare koriste prirodne procese koji su pogodni za uklanjanje zagađivača iz kontaminirane vode u kontrolisanijem okruženju.

3. PRIMERI URBANIH MOČVARA

3.1. Yongning River primer kontrole poplava

Grad Tajdžou je dizajnirao urbanu močvaru od 21 he duž reke Jongning, matične reke istorijskog grada na istočnoj obali Kine. U to vreme, većina parkova duž obale reke je već bila betonirana sa betonskim bedemima, kao deo lokalne politike kontrole poplava. Projektovano je alternativno rešenje za kontrolu poplava i upravljanje atmosferskim vodama, koje bi se koristilo kao model za celokupno upravljanje rečnom dolinom. (<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/the-floating-gardens-yongning-river-park>)

Kao deo kineskog ubrzanog procesa urbanizacije, skoro sve reke u Kini doživljavaju istu sudbinu, projekti za kontrolu poplava zasnovani na betonskom inženjeringu i branama koje kanališu obale reke. Nasuprot ovom preovlađujućem trendu, ovaj dizajn bi postao model ne samo za reku Yongning već i vidljiv model za sve projekte tretmana reka i kontrole poplava.

Koncept plutajućih vrtova za kontrolu poplava razvijen je da odgovori na gore navedene izazove i oslanja se na sledeće aspekte:

- Alternativno rešenje za kontrolu poplava: močvarni sistem, zasnovan na analizi velikih voda i bezbednosti od poplava, omogućio je da kontrola poplava i upravljanje vodama postanu sastavni deo dizajna parka.

- Osnovni sloj za prirodne procese: sastoji se od obnovljene primorske močvare duž poplavne ravnice i spoljašnje močvare oblikovane u vidu jezera van obale reke a koja ide paralelno sa rekom, ceo park je prekriven autohtonim zajednicama.

Tokom sezone monsuna, i priobalna močvara i spoljna močvara su poplavljene. Tokom sušne sezone, spoljna močvara će i dalje biti poplavljena sa zadržanom vodom i slatkom vodom iz pritoka koje se nalaze u gornjem toku reke. Tokom cele godine, voda je dostupna korisnicima parka. (<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/the-floating-gardens-yongning-river-park>)

Slika 1. Reka Yongning pre izgradnje urbane močvare

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/the-floating-gardens-yongning-river-park>)



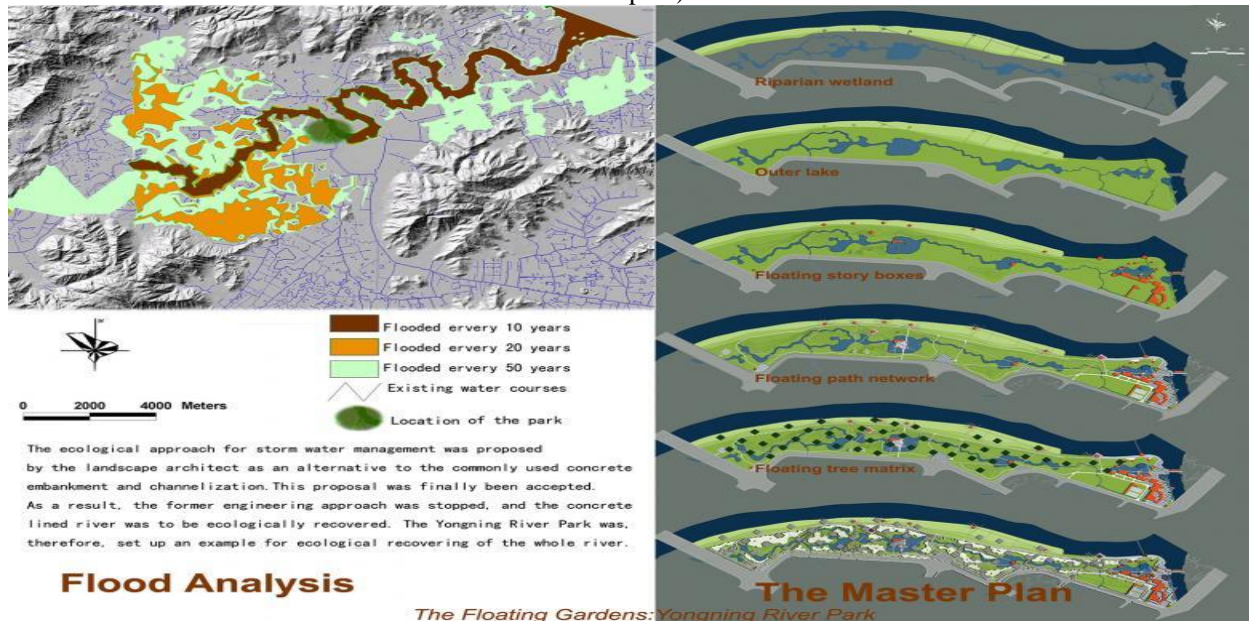
Slika 2. Reka Yongning nakon izgradnje urbane močvare

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/the-floating-gardens-yongning-river-park>)



Slika 3. Kontrola poplava reke Yongning nakon izgradnje urbanih močvara

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/the-floating-gardens-yongning-river-park>)



3.2. Meishe River primer prečiščavanja otpadnih voda

Kineski grad Haikou je decenijama patio od poplava zbog svoje monsunske klime i zagađenja vode uzrokovanog kanalizacijom i zagađenjem iz netačkastih izvora usled gradskog i prigradskog oticanja. Reke su kanalisane betonskim oblogama isključivo u svrhu kontrole poplava. Haikou je turistički grad u tropskoj oblasti Južne Kine sa monsunskom klimom. U protekle četiri decenije grad je doživeo desetostruki porast stanovništva sa četvrt miliona na 2,3 miliona.

Konkretno, vodni putevi reke Meishe, dugi 23 kilometra, koja protiče kroz naseljeno mesto, postali su deponija otpadnih voda. Jedinstveni zidovi za kontrolu poplava pretvorili su reku u beživotni betonski kanal. (<https://www.chinese-architects.com/en/turescape-haidian-district-beijing/project/turning-gray-into-green-meishe-river-greenway-and-fengxiang-park-haikou-china>)

Slika 4. Reka Meishe pre izgradnje urbane močvare

(<https://www.chinese-architects.com/en/turescape-haidian-district-beijing/project/turning-gray-into-green-meishe-river-greenway-and-fengxiang-park-haikou-china>)



Integracijom radova koji se bave sistemom odvođenja kanalizacionih voda i postrojenja za prečiščavanje koja će sakupljati otpadnu vodu sa tačkastih izvora, i smanjiti neke veće izvore zagađenja, reka postaje prihvatljiva ekološka infrastruktura za rešavanje problema poplava. i zagađenje na holistički način. Usvojene su dve strategije:

- Planiranje ekološke infrastrukture: Na osnovu terena, korišćenja zemljišta i hidrološkog procesa planiran je sistem zelene atmosferske drenaže, odnosno zeleni sunder za odvajanje atmosferskih voda od kanalizacije, kako bi se reka i sve njene pritoke, močvare i sve izgrađeno integrisale u potencijalne zelene površine. Zeleni sunder je takođe integrisan sa međusobno povezanom pešačkom i rekreativnom mrežom.

- Pretvaranje sive u zeleno: betonski zidovi od poplava su uklonjeni i zamenjeni ekološki prihvatljivom rečnom obalom. Blokirani plovni put je ponovo povezan sa okeanom kako bi se omogućilo da plima ponovo uđe u grad; močvare i plitke obale duž reke su rekonstruisane kako bi mangrove šume mogle da ih saniraju. Kontinuirane uzvišene staze su dizajnirane da stvore pristup reci. (<https://www.chinese-architects.com/en/turescape-haidian-district-beijing/project/turning-gray-into-green-meishe-river-greenway-and-fengxiang-park-haikou-china>)

Slika 5. Reka Meishe nakon izgradnje urbane močvare

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/turning-gray-into-green-meishe-river-greenway-and-fengxiang-park-haikou-china>)



Slika 6. Kontinuirane uzvišene pešačke staze reke Meishe

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/turning-gray-into-green-meishe-river-greenway-and-fengxiang-park-haikou-china>)



3.3. Yichang Yunhe Park primer rešenja eutrofikacije reke

Yichang Yunhe Park se nalazi u centru istočnog novog eko-grada Jičanga. Smešten u malom basenu u brdovitom predelu, park ima kanal duž svoje severne strane. Kao i drugi kineski gradovi, Jičang doživljava brz urbani rast koji zadire u okolno poljoprivredno zemljište. Lokalitet od 30 hektara je ranije bio ribnjak koji se sastojao od dvanaest bara. Voda u kanalu je bila izuzetno zagađena, uzrokovana eutrofikacijom zbog prekomerne upotrebe hemijskih đubriva u slivu i oticanja otpadnih voda iz domaćinstava.

Kanal je izgrađen 1950-ih za transport vode za piće za oko 100.000 stanovnika. Tragično, kontaminacija je dovela do toga da grad napusti kanal kao izvor vode za piće. Sa obale reke je posečeno svo drveće, a bare ribnjaka su takode bile izvori zagađenja vode zbog prekomerne upotrebe riblje hrane. (<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/fishponds-transformed-yichang-yunhe-park>)

Slika 7. Yichang Yunhe Park pre izgradnje urbane močvare

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/fishponds-transformed-yichang-yunhe-park>)



Specifični ciljevi su bili: transformisati lokaciju u urbani „zeleni sunder“ koji vrši remedijaciju zagađene rečne vode i obezbediti nesmetano oticanje atmosferskih voda; obezbediti raznovrsna staništa za biodiverzitet; i stvoriti prijatnu revitalizirajuću oazu za nove urbane stanovnike. Primenjene su sledeće strategije dizajna:

- Transformisanje ribnjaka u sistem filtracije: Osnovni oblik ribnjaka je ostao nepromenjen, osim minimalnih zemljanih radova na modifikaciji pojedinih delova nasipa u filtracione strukture integrisane sa novim biljnim pokrivačem. Niz bara je povezan sa sistemom filtracije u kome se zagađena rečna voda preusmerava na najistočniji ribnjak i nastavlja kroz filterske sisteme do ispusta reke na poslednjem najzapadnijem ribnjaku. (<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/fishponds-transformed-yichang-yunhe-park>)

Slika 8. Yichang Yunhe Park nakon izgradnje urbane močvare

(<https://www.chinese-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/fishponds-transformed-yichang-yunhe-park>)



4. ZAKLJUČAK

Postoje razna prirodna rešenja koja mogu biti deo sistema za prečišćavanje otpadnih voda. Močvare funkcionišu kao prirodni filteri, podržavajući uklanjanje zagađivača otpadnih voda kao što su bakterije, teški metali, pesticidi i visoki nivoi hranljivih materija. Izgrađene močvare, koje često grade kao deo sanitarne infrastrukture od strane opštinskih komunalnih preduzeća, mogu učiniti istu stvar sa kućnim i industrijskim otpadnim vodama i kanalizacijom.

I izgrađene i prirodne močvare koje se koriste za prečišćavanje otpadnih voda imaju i druge prednosti ako se njima pažljivo upravlja. Ovo uključuje stvaranje zelene oaze u gradu, pružanje mogućnosti za slobodno vreme, ublažavanje urbanih toplotnih ostrva i obezbeđivanje staništa za divlje životinje.

Urbane močvare imaju potencijal da smanje urbane poplave i istovremeno sprečavaju olujne udare, jer deluju kao sunđeri, potencijalno štiteći stanovnike grada od ekstremnih vremenskih pojava kao što su poplave. U tom procesu, ove močvare obnavljaju kvalitet vode i snabdevanje kroz prirodnu filtraciju, uklanjajući neželjene zagađivače. Pored toga što deluju kao veoma efikasni ponori ugljenika, močvare obezbeđuju stanište i gnežđenje za približno 40% biljaka i divljih životinja; obnavljanje ili očuvanje močvara u urbanim područjima moglo bi pomoći u održavanju biodiverziteta u gradovima i oko njih.

LITERATURA

- Ampatzidis, P., & Kershaw, T. (2020). A review of the impact of blue space on the urban microclimate. *Sci. Total Environ.* 730, 139068
- Ffolliott, P.F., Baker, M.B., Edminster, C.B., Dillon, M.C., & Kora, K.L. (eds) (2002). *Land stewardship through watershed management, perspective for 21st Century.* Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, p 137
- Kati, V., & Jari, N. (2016). Bottom-up thinking—Identifying socio-cultural values of ecosystem services in local blue-green infrastructure planning in Helsinki, Finland. *Land Use Policy* 2016, 50, 537–547.
- Liao, R., Jin, Z., Chen, M., & Li, S. (2020). An integrated approach for enhancing the overall performance of constructed wetlands in urban areas. *Water Res.* 187, 116443.
- Ingrao, C., Failla, S., & Arcidiacono, C. (2020). A comprehensive review of environmental and operational issues of constructed wetland systems. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health* 13, 35–45.
- Mitsch, W.J., Bernal, B., Nahlik, A.M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C.J., Jørgensen, S.E., & Brix, H. (2013). Wetlands, carbon, and climate change. *Landsc. Ecol.* 28, 583–597.
- Sharma, R., Vymazal, J., & Malaviya, P. (2021). Application of floating treatment wetlands for stormwater runoff: A critical review of the recent developments with emphasis on heavy metals and nutrient removal. *Sci. Total Environ.* 777, 146044.
- Shahjahan, A.T.M., Ahmed, K.S., & Said, I.B. (2020). Study on Riparian Shading Envelope for Wetlands to Create Desirable Urban Bioclimates. *Atmosphere* 11, 1348.
- Şimşek, Ç.K., & Ödül, H. (2018). Investigation of the effects of wetlands on micro-climate. *Appl. Geogr.* 97, 48–60
- Seifollahi-Aghmiuni, S., Nockrach, M., & Kalantari, Z. (2019). The potential of wetlands in achieving the sustainable development goals of the 2030 Agenda. *Water*, 11, 609.
- Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T.J., Herman, P.M., Ysebaert, T., & De Vriend, H.J. (2013). Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. *Nature* 504, 79–83.
- United Nations. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision; Technical Report.* United Nations, 2018. Available online: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210043144> (accessed on 8 November 2021).
- U.S. Environmental Protection Agency Office. *Natural Wetlands and Urban Stormwater: Potential Impacts and Manag.;* O. a. WWD Office of Wetlands, Ed.; U.S. Environmental Protection Agency Office: Washington, DC, USA, 2020.
- Verhoeven, J.T., Arheimer, B., Yin, C., & Hefting, M.M. (2006). Regional and global concerns over wetlands and water quality. *Trends Ecol. Evol.* 21, 96–103
- Well, F., & Ludwig, F. (2020). Blue-green architecture: A case study analysis considering the synergetic effects of water and vegetation. *Front. Archit. Res.* 9, 191–202
- Yang, G., Yu, Z., Jørgensen, G., & Vejre, H. (2020). How can urban blue-green space be planned for climate adaption in high-latitude cities? A seasonal perspective. *Sustain. Cities Soc.* 53, 101932.
- Zhou, J., Wu, J., & Gong, Y. (2020). Valuing wetland ecosystem services based on benefit transfer: A meta-analysis of China wetland studies. *J. Clean. Prod.* 276, 122988.
- <https://www.chinese-architects.com/en/turescape-haidian-district-beijing/project/the-floating-gardens-yongning-river-park>
- <https://www.chinese-architects.com/en/turescape-haidian-district-beijing/project/turning-gray-into-green-meishe-river-greenway-and-fengxiang-park-haikou-china>
- <https://www.chinese-architects.com/en/turescape-haidian-district-beijing/project/fishponds-transformed-yichang-yunhe-park>