

## NADZEMNI LINIJSKI TEHNIČKI ELEMENTI U INTEGRISANIM PRISTUPIMA UPRAVLJANJA ATMOSFERSKIM VODAMA

Ljiljana Vasilevska<sup>1</sup>  
Borislava Blagojević<sup>2</sup>  
Magdalena Vasilevska<sup>3</sup>

### Rezime

*U radu se razmatraju upotrebni, oblikovni i inženjerski aspekti primene tehničkih elemenata savremenog pristupa upravljanju atmosferskim vodama. Težište istraživanja je na nadzemnim linijskim tehničkim elementima - plitkim ozelenjenim depresijama i infiltracionim kanalima, kao i na materijalizaciji linijskih javnih otvorenih prostora. Hidrotehnički aspekt obuhvata opšti prikaz, a zatim hidrološki, hidraulički i segment kvaliteta kišnih voda kod savremenog pristupa kanalisanju urbanih sredina, sa akcentom na nadzemne linijske tehničke elemente. Sa urbanističkog aspekta su koristi primene tehničkih elemenata razmatrane sa pozicija ekološkog komfora, sigurnosti, bezbednosti i prostorne celovitosti urbanih prostora na nižim nivoima njihove prostorno-funkcionalne organizacije.*

### Ključne reči:

*Kanalisanje urbanih sredina, plitke linijske depresije, infiltracioni kanali, porozno popločanje, urbani prostor, upotrebni potencijal, oblikovni potencijal.*

---

<sup>1</sup> dr Ljiljana Vasilevska, vanr. prof. Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, ljiljana.vasilevska@gaf.ni.ac.rs; vasilevska@ljiljana@gmail.com

<sup>2</sup> dr Borislava Blagojević, doc. Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, borislava.blagojevic@gaf.ni.ac.rs; b.blagojevic@eunet.rs

<sup>3</sup> Magdalena Vasilevska, master inž.arh., stud.dok.studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, magdalena.vasilevska@gmail.com

## 1. UVOD

Opšti sistem kanaliziranja kišnih i upotrebljenih voda prisutan je u celom svetu. U ovom sistemu se kišne (atmosferske) i upotrebljene vode, često zajedno sa manjim vodotokovima, prikupljaju u zajednički kolektor. U najvećem broju slučajeva, sistem je projektovan prema klasičnom pristupu kanaliziranju, koji najjednostavnije rečeno, podrazumeva brzo prikupljanje i sprovođenje atmosferske vode u zajednički kolektor. U Srbiji preovlađuje opšti sistem kanaliziranja [1]. Drugi prisutan, nešto poboljšani sistem je separativni, kod koga se odvojeno kanališu atmosferske i upotrebljene vode. Pod određenim uslovima, pojavljuje se i mešoviti sistem, kod koga se višak atmosferskih voda iz posebnog kolektora prevodi u kolektor za upotrebljene vode. Ovi sistemi se takođe projektuju prema klasičnom pristupu.

Negativni uticaji klasičnog pristupa kanaliziranju urbanih sredina na hidrološki ciklus, a time i na životnu sredinu, prvo su primećeni i dokumentovani u visoko razvijenim industrijskim zemljama [2]. Da bi se ovi uticaji ublažili i/ili sprečili, u tim zemljama (npr. Amerika, Kanada, Australija) danas postoji zakonska regulativa u oblasti upravljanja atmosferskim vodama. Zakonsku regulativu prate inženjerski priručnici, neki i do nivoa tipskih detalja rešavanja pojedinih elemenata sistema, koji se koriste kod individualnog stanovanja. Iza svega stoji savremeni pristup kanaliziranju atmosferskih voda, čiji je cilj što duže, a bezbedno zadržavanje kišnog oticaja u urbanim slivovima.

Svaki sistem za kanaliziranje kišnih voda, bilo da je projektovan po klasičnom ili savremenom pristupu, sadrži objekte pod zemljom (minor sistem) i na površini (major sistem) [3]. U ovom radu bavimo se objektima na površini terena, i to nadzemnim linijskim tehničkim elementima (NLTE), koji osim kanaliziranja kišnih voda mogu da obuhvate i druge komplementarne ciljeve. Na početku sažeto prikazujemo savremeni pristup kanaliziranju kišnog oticaja, odnosno integrisano upravljanje atmosferskim vodama. Zatim dajemo primere i karakteristične detalje NLTE, a potom objašnjavamo neke od specifičnosti projektovanja sistema savremenim pristupom sa hidrotehničkog stanovišta, uglavnom sa osvrtom na istraživanja domaćih autora. U nastavku analiziramo i pokazujemo oblikovni i upotrební potencijal NLTE u smislu ekološkog komfora, sigurnosti, bezbednosti i prostorne celovitosti urbanih prostora na nižim nivoima njihove prostorno-funkcionalne organizacije, uz ilustrativne primere. Na kraju, sumiramo višeznačne koristi integrisanog upravljanja atmosferskim vodama, sa akcentom na NLTE.

## 2. INTEGRISANI PRISTUPI UPRAVLJANJU ATMOSFERSKIM VODAMA

Savremeni pristup kanalisanju kišnog oticaja zasniva se na principu zadržavanja vode u urbanom slivu, primenom mera i elemenata koji oponašaju, odnosno podržavaju prirodno okruženje [4]. Pri planiranju i izgradnji na neizgrađenim područjima, mere i elementi se biraju i uklapaju prema prirodnim uslovima, a u izgrađenim sredinama i prema zatečenom stanju. Zbog toga, dogradnja i rekonstrukcija postojećeg sistema (engl. *retrofitting*) predstavlja teži zadatak. Međutim, savremeni sistemi pružaju širok spektar mogućnosti primene različitih elemenata u formiranju ili poboljšanju upotrebno i oblikovno potencijala gradskih prostora, budući da svaki element ima i svoje specifične upotrebne i oblikovne karakteristike.

U savremenim sistemima se za što duže zadržavanje vode u urbanom slivu, posebno ili u kombinaciji, koriste: 1) infiltracija; 2) prihvatanje; 3) zadržavanje i čuvanje (retenziranje); i/ili 4) ponovna upotreba atmosferske vode. Svaki od načina postupanja podrazumeva primenu različitih sistemskih mera i tehničkih elemenata. Vremenom se savremeni pristup projektovanju kanalisanja atmosferskih voda razvijao i uključivao i druge komplementarne ciljeve [3], tako da je nastao niz integrisanih pristupa upravljanju atmosferskim vodama. U zavisnosti od pristupa, elementi su različito definisani, iako, generalno, imaju istu funkciju. Na primer, WSUD (engl. *Water Sensitive Urban Design*) prepoznaje sledeće elemente: 1) ozelenjene plitke linijske ili površinske depresije, bez ili sa vodom (engl. *swales*); 2) ozelenjene filterske tampon rovove; 3) peščane filtere; 4) bioretenzione sisteme; 5) porozno popločanje; 6) infiltracione kanale; 7) infiltracione bazene; 8) rezervoare za kišnicu; i 9) elemente pejzažne arhitekture. U okviru pristupa SUDS (engl. *Sustainable Urban Drainage Schemes*), podela elemenata je sledeća: 1) porozno popločanje (pešačkih komunikacija i drugih površina); 2) filterski pojasevi; 3) filterski i infiltracioni rovovi; 4) ozelenjene plitke linijske ili površinske depresije (bez ili sa vodom); 5) retenzioni bazeni; 6) podzemni rezervoari za skladištenje kišnice; 7) močvare; i 8) male površine stajaće vode (engl. *ponds*).

Elementi koji se zasnivaju na infiltraciji, sprovode vodu u zemljište i na tu količinu vode se ne računa u minor sistemu. Kod elemenata za retenziranje, deo protoka se zadržava, a kada se dostigne njihov kapacitet, višak vode se sprovodi u atmosfersku kanalizaciju. Neki od elemenata, kao što su ozelenjene plitke linijske ili površinske depresije,

moгу da obezbede i infiltraciju i retenziranje, a mnogi pristupi predviđaju kombinaciju ova dva načina primenom i ugradnjom niza tehničkih elemenata u major sistem. Pored navedenih, moguća je primena i drugih elemenata, kao što su: sedimentni baseni–baseni za sakupljanje nanosa, tamponski sistemi, elementi za uzgajanje uličnih drvoreda, a poseban značaj ima primena zelenih krovova. Iako se u početku zeleni krovovi nisu javljali kao jedan od osnovnih elemenata savremenih pristupa upravljanja atmosferskim vodama, vremenom su postali treća, najpoznatija i najzastupljenija mera [4]. Ostale dve mere su (1) isključivanje krovnih oluka iz kanalizacionog sistema i prihvatanje atmosferske vode u ozelenjene površine sa infiltracionim sistemima i (2) zamena funkcije klasičnih rigola na saobraćajnim površinama prihvatanjem atmosferskih voda u plitke ozelenjene linijske depresije/kanale ili prostor za sadnice i odvođenjem do malih površina stajaće vode ili do suvih depresija u otvorenom prostoru.

### **3. NADZEMNI LINIJSKI TEHNIČKI ELEMENTI**

Tipične NLTE koji se primenjuju u integrisanim pristupima upravljanja atmosferskim vodama predstavljaju: (1) plitke ozelenjene linijske depresije/kanali, koje mogu biti sa ili bez vode, (2) infiltracioni kanali, kao i (3) porozno popločanje, koje se u radu razmatra kao dodatni element. Zbog geometrijskih karakteristika javnih otvorenih prostora na kojima se primenjuje, uz funkciju koju ima u podkonstrukciji u pogledu infiltracije i zadržavanja vode, porozno popločanje može se svrstati u NLTE. Prikaz osnovnih karakteristika svih elemenata je dat u Tabeli 1.

### **4. HIDROTEHNIČKI ASPEKT NADZEMNIH LINIJSKIH TEHNIČKIH ELEMENATA**

Sistem atmosferske kanalizacije se u najširem smislu može posmatrati kroz tri funkcionalne celine: osnovni, prošireni i najširi kanalizacioni sistem [3]. U osnovni sistem spadaju čisto tehnički objekti koji primaju i odvođe merodavne kišne vode propisanog povratnog perioda (2, 5 ili 10 godina). Prošireni sistem, uz osnovni, čine i ulice, parkinzi, parkovi i otvoreni prostori, čija je uloga prihvatanje viška vode koji ne može da primi osnovni sistem, zbog čega su u određenim slučajevima merodavni oticaji povratnog perioda od 25 do 100 godina. Najširi kanalizacioni sistem, uz prethodni, obuhvata i doline, prirodne i

Nadzemni linijski tehnički elementi u integriranim pristupima upravljanja atmosferskim vodama

izgrađene terene i sve druge građevine ili njihove delove, u koje kišni oticaj dospeva kada se prevaziđe kapacitet proširenog sistema.

Tabela 1. Linijski tehnički elementi u integriranim pristupima upravljanja atmosferskim otpadnim vodama.

Ozelenjene plitke linijske depresije/kanalni, bez ili sa vodom	
<p>Karakterističan presek</p>	<p>Primeri</p>
Infiltracioni kanali	
<p>Karakterističan presek</p>	<p>Primeri</p>
Porozno popločanje	
<p>Karakterističan presek</p>	<p>Primeri</p>

Prema navedenom konceptu funkcionisanja sistema atmosferske kanalizacije, NLTE pripadaju proširenom kanalizacionom sistemu.

Inženjerski, odnosno hidrotehnički aspekt projektovanja i funkcionisanja celovitog sistema, funkcionalnih celina i pojedinih elemenata za upravljanje kišnim oticajem, obuhvata hidrološki, hidraulički i segment kvaliteta atmosferskih voda.

#### **4.1. Hidrološki i hidraulički segment**

U pogledu količina kišnih voda, savremeni pristup predviđa da maksimalni oticaj posle izgradnje sistema za odvođenje atmosferskih voda, ne bude veći od oticaja pre izgradnje sistema. Osnovne hidrološke analize obuhvataju analizu merodavnih kiša i primenu nekog od modela padavine-otica, za dobijanje merodavnog protoka i zapremine kišne vode propisanog povratnog perioda. Prema funkciji NLTE, koja obuhvata i retenziranje i/ili infiltraciju, zahtevaju se složenije hidrološke analize i modeli padavine-otica u poređenju sa klasičnim pristupom.

Modeliranje i dimenzionisanje NLTE vrši se u okviru proširenog kanalizacionog sistema, što zahteva podatke o podslivovima, nameni površina, povezanosti minor i major sistema, kao i položaju i kapacitetu pojedinačnih elemenata sistema. Jedna od bitnih podloga za projektovanje je digitalni model terena (DMT). Sa DMT-a se generišu podaci o podslivovima, a kao važan alat za simulacione modele, DMT se neprestano usavršava [5]. Podloge o nameni površina su takođe značajne, zbog pozicioniranja NLTE ali i uticaja na rezultate simulacionih modela, posebno kod dogradnje i rekonstrukcije postojećih sistema. Novković i saradnici [6] su, na eksperimentalnom urbanom slivu, između ostalog, pokazali da je dovoljno poznavanje odnosa propusnih i nepropusnih površina u okviru namene površina, da bi se dobilo zadovoljavajuće slaganje maksimalnog simuliranog i izmerenog oticaja. Ovo istraživanje pokazuje i da se rasporedom i kapacitetom NLTE može postići željeni oticaj iz kanalizacionog sistema.

NLTE kao deo proširenog kanalizacionog sistema, sagledavaju se sa hidrauličke strane u okviru simulacionih modela dvojnog odvodnjavanja (površinskog i potpovršinskog) [7]. U pogledu hidrauličkih proračuna, modeli postaju složeniji, zbog strujanja kroz poroznu sredinu koje se javlja u okviru NLTE. Kako ovi složeni proračuni mogu da sadrže niz neizvesnosti, neophodno je sprovesti dodatne analize. Jedan od

primera za analizu neodređenosti je i istraživanje Brankovića i saradnika [8]. Da bi kalibracija parametara modela bila pouzdana, potrebno je raspolagati merenjima na terenu. Savremena metoda za terensko merenje brzina i oticaja u urbanim slivovima, a posebno pogodna kod razmatranih NLTE, jeste neinvazivna metoda zasnovana na obradi slike, čiju su upotrebu demonstrirali Branisavljević i Prodanović [9].

#### **4.2. Kvalitet atmosferskih voda**

Danas je poznato da oticaj kišnih voda ne predstavlja čistu vodu, zbog spiranja zagađivača sa površina krovova i saobraćajne infrastrukture [3]. Zbog toga se, kada je u pitanju kvalitet, sistem za kanalisanje kišnih voda, često naziva i sistemom za odvođenje atmosferskih otpadnih voda. NLTE koji su tema ovog rada, upravo odvođe atmosferske vode sa površina namenjenih pešačkom, motornom i mirujućem saobraćaju. U integrisanim pristupima odvođenju atmosferskih voda, posebna pažnja je posvećena kvalitetu, a postavljeni kriterijum je da kvalitet vode posle izgradnje sistema bude bolji od zatečenog.

U savremenom pristupu kanalisanju urbanih slivova, zagađenje se tretira na mestu postanka. Jedan od načina je i kriterijum 'prvog pljuska' (engl. *first flush*), gde se zagađenjem najopterećenija količina kišnog oticaja odmah tretira na poseban način [npr. 10]. U radu [11] je dat prikaz raspodele i koncentracije zagađivača sa različitih površina u kišnom oticaju. Mogućnost dospevanja nekih zagađivača u NLTE, predstavlja ograničenje, pa i zabranu njihove upotrebe. Na delovima urbanih slivova gde je moguće pomoću filtarskog sloja NLTE obaviti deo tretmana atmosferskih voda, pospešuje se upotreba ovih elemenata, uz redovnu zamenu filterskog sloja čistim. Ostatak tretmana voda do željenog nivoa, po pravilu se obavlja u nizu povezanih elemenata (engl. *treatment train*), što je još jedna od specifičnosti integrisanih pristupa.

### **5. POTENCIJALI NADZEMNIH TEHNIČKIH LINIJSKIH ELEMENATA SA URBANISTIČKOG ASPEKTA**

Većina savremenih pristupa integriše upravljanje atmosferskim otpadnim vodama u proces urbanističkog planiranja i projektovanja. Neki od ciljeva savremenih pristupa, kao što su poboljšanje karakteristika izgrađenog okruženja u funkciji kvaliteta življenja, poboljšanje kvaliteta vodnih resursa, smanjenje negativnih uticaja

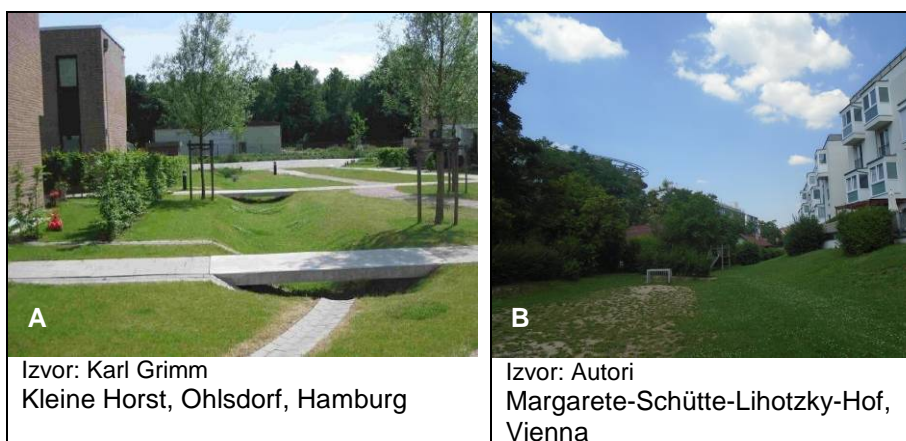
atmosferskih voda, očuvanje i/ili unapređenje urbanog ekosistema, su istovremeno u sinergiji sa primarnim ciljevima savremenih pristupa u okviru urbanističkog planiranja i projektovanja. Upravo zbog toga integrisani pristupi upravljanju atmosferskim otpadnim vodama, za razliku od tradicionalnih, pružaju mogućnosti da se pored smanjenja količine površinskih voda i stepena plavljenja područja, primenom tehničkih elemenata, uključujući i NLTE, formira ili poveća stepen upotrebnog i oblikovnog potencijala fizičkog okruženja, kako novoplaniranog tako i postojećeg [12]. U procesu formiranja potencijala urbanog prostora, NLTE imaju značajnu ulogu. Njihova primena je moguća u: 1) novoplaniranim ulicama; 2) postojećim ulicama; 3) nadogradnji sistema kanalizacija u okviru trotoara; 4) zemljištu u javnoj svojini; 5) novim stambenim područjima; 6) nasledjenim/postojećim stambenim područjima; 7) centralnim područjima sa mešovitom namenom; 8) industrijskim područjima i zonama itd.

## 5.1. Upotrební potencijal

Upotrební potencijal urbanog prostora je u funkciji povećanja stepena kvaliteta življenja, koji proizilazi iz sledećih vrednosti: 1) ekološki komfor; 2) bezbednost i privatnost (od posebne važnosti u stambenim područjima); 3) dobra prostorna dostupnost; 4) diverzifikacija aktivnosti; 5) ambijentalna celovitost; i 6) zadovoljavajući nivo socijalnih interakcija, odnosno socijalne integracije zajednice [13, 14]. Svaka od ovih vrednosti, naročito prve četiri, može se pratiti kroz određene parametre koji su, najčešće, merljivi i imaju svoj fizički izraz.

U grupaciji parametara za ocenu *ekološkog komfora*, parametri koji se mogu dovesti na viši nivo primenom NLTE su: 1) izolovanost od saobraćajnica i drugih izvora ekološki negativnih uticaja; 2) procenat zastupljenosti zelenih površina, njihova dispozicija i forma; i 3) procenat povećanja biodiverziteta (Slika 1B, Slika 3). Na Slici 1A prikazana je depresija/ozelenjeni kanal bez vode, koji je, pored svoje osnovne namene, svojom pozicijom i dimenzijom i u funkciji izolovanja stanovanja u odnosu na saobraćajnicu. Na Slici 1B dat je prikaz ozelenjene depresije/kanala koji svojom dimenzijom povećava učešće zelenih površina u okviru stambenog kompleksa, a time i ekološki komfor. Dodatno, svojom dispozicijom i formom, ovaj element pruža mogućnost za odvijanje rekreativnih aktivnosti, čime se doprinosi i povećanju stepena socijalnih interakcija, što je takođe jedna od definisanih vrednosti kvaliteta življenja.





Slika 1. Primena NLTE u funkciji ekološkog komfora.

*Bezbednost* u najvećoj meri zavisi od međusobnog odnosa urbanih funkcija, naročito od odnosa saobraćaja sa ostalim urbanim funkcijama. U grupaciji parametara za ocenu bezbednosti, koja je u slučaju stanovanja usko povezana i sa *privatnošću*, parametri koji se mogu dovesti na viši nivo primenom NLTE su: 1) izbor materijala za obradu otvorenih prostora i komunikacija; 2) različite forme vizuelne i fizičke zaštite; 3) prostorne distance i veličina površine koja je izolovana od pristupa sa motornih komunikacija ili od pristupa i pogleda sa pešačkih komunikacija; i 4) druge fizičke dimenzije i urbanističko-arhitektonski aranžmani prostora.

Primena poroznog popločanja kod linijskih urbanih formi (pešačkih komunikacija, kolsko-pešačkih pristupa, parkinga i dr.) je u direktnoj vezi sa povećanjem stepena bezbednosti kretanja pešaka i odvijanja različitih vidova aktivnosti u okviru javnih otvorenih prostora. Porozno popločanje je od posebnog značaja za bezbednost kretanja i boravka na otvorenom starijih osoba i dece, budući da se njegovom primenom u određenoj meri smanjuje mogućnost povreda (Slika 2).

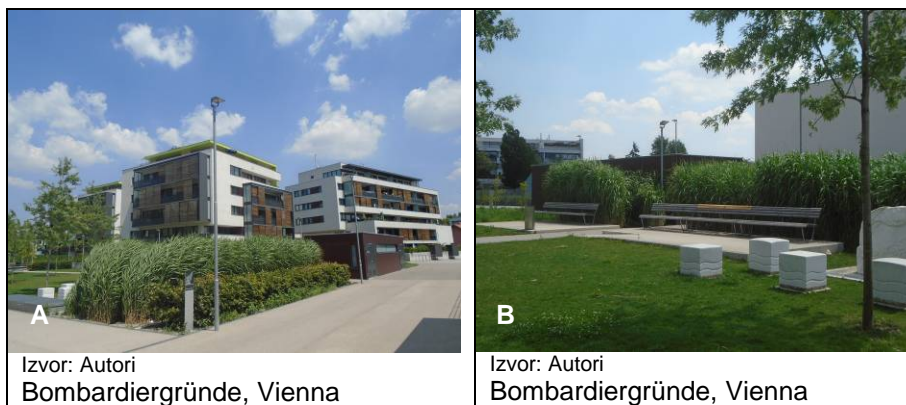
Slike 3A i 3B ilustruju primenu infiltracionih kanala i ozelenjenih kanala sa vodom u sklopu uličnih poteza. Njihovom dispozicijom u sklopu regulacione širine ulica izvršena je fizička diferencijacija motornog i pešačkog saobraćaja, čime je povećana bezbednost kretanja pešaka. Dodatno, primenom navedenih elemenata povećan je i stepen biodiverziteta područja, još jednog od parametara za ocenu i praćenje ekološkog komfora.



*Slika 2. Porozno popločanje u funkciji povećanja stepena bezbednosti pešačkog kretanja i odvijanja aktivnosti u otvorenim javnim prostorima.*



*Slika 3. Infiltracioni kanal i ozelenjena depresija sa vodom u funkciji povećanja stepena bezbednosti pešačkog kretanja u sklopu ulica.*



*Slika 4. Infiltracioni kanali u funkciji vizuelne i fizičke zaštite otvorenih prostora u odnosu na motorni saobraćaj.*

Na Slici 4 prikazani su infiltracioni kanali koji su svojom dispozicijom u odnosu na ulicu u funkciji vizuelne i fizičke zaštite i povećanja stepena bezbednosti javnih otvorenih prostora - dečijeg igrališta (Slika 4A) i prostora za odmor i rekreaciju u neposrednom okruženju zgrada (Slika 4B).



*Slika 5. NLTE u funkciji vizuelne i fizičke zaštite u odnosu na pešačke komunikacije.*

Primenom NLTE se može obezbediti vizuelna i fizička zaštita privatnih otvorenih prostora ili unutrašnjosti zgrada, ne samo u odnosu na ulice, već i u odnosu na ostale tipove otvorenih javnih prostora. Tako su na Slici 5 prikazani infiltracioni kanal (Slika 5A) i plitka ozelenjena depresija (Slika 5B), koji su svojom formom, dispozicijom i površinom u funkciji vizuelne i fizičke zaštite u odnosu na pešačke komunikacije- prvi je u funkciji zaštite i povećanja stepena privatnosti individualnih dvorišta stanova u prizemljima višespratnih stambenih zgrada, dok se drugim od buke štiti poslovna zgrada uz prometnu pešačku komunikaciju.

*Prostorna celovitost urbanog ambijenta* je vrednost koja stanovnicima omogućava formiranje osećanja sigurnosti, identiteta i pripadnosti društvenoj zajednici. Postiže se odredjenom urbanističkom kombinatorikom i kompozicijom koja je zasnovana na kompaktnoj i jasno definisanoj fizičkoj strukturi. Parametri za ocenu prostorne celovitosti su različiti i često nisu jasno fizički merljivi. Razlog tome je isti kao i kod ocene kvaliteta socijalnih interakcija. Naime, fizička struktura urbanog prostora može samo da podrži, a ređe da inicira određena dešavanja i aktivnosti. Primat u iniciranju i realizaciji različitih vidova socijalnih kontakata i socijalizacije društvene zajednice ima socijalna struktura. Zbog toga se i uticaj NLTE u odnosu na ove vrednosti može ocenjivati samo posredno, u sklopu procene uticaja ukupne fizičke strukture na društvenu strukturu.

## 5.2. Oblikovni potencijal

Oblikovni potencijal NLTE je, po pravilu, u sinergiji sa njihovim upotrebnim potencijalom i određen je projekatstkim pristupom, pre svega, otvorenim javnim prostorima. Osim klasičnog pristupa, koji je bez ikakvih dodatnih koristi po oblikovanje prostora i povećanje stepena kvaliteta življenja (jer se atmosferska otpadna voda odvodi direktno u atmosfersku kanalizaciju), danas su od značaja dva projektantska pristupa. Prvi je *integrisan pristup*, koji se zasniva na nenametljivoj inkorporaciji tehničkih elemenata upravljanja atmosferskim vodama u proces projektovanja otvorenih prostora i njihovog svakodnevnog korišćenja (Slike 1 - 5). Drugi je *umetnički pristup* (engl. *artful rainwater design*), koji se ne odnosi samo na upravljanje atmosferskim vodama i primenu tehničkih elemenata, već na transformaciju prostora i kreiranje njegovog identiteta zasnovanom na pogodnostima i oblikovnim mogućnostima koje pružaju sistem upravljanja atmosferskim vodama i njegovi elementi (Slika 6A i 6B).



A

Izvor: <http://szy-kow.at99.at/content/wohnbebauung-k%C3%BCppersbuschgel%C3%A4nde-iba-emscher-park>  
Küppersbusch Siedlung, Gelsenkirchen



B

Izvor: Autori  
Wirtschaftsuniversitat, Vienna

*Slika 6. Oblikovni potencijal NLTE.*

## 5. ZAKLJUČAK

Pored koristi i praktičnih opcija za rešavanje aktuelnih problema u vezi sa količinom i kvalitetom kišnog oticaja u urbanim područjima, integrisani pristupi upravljanja atmosferskim vodama nude i druge, višeznačne koristi. Početna težnja za usklađivanjem rasporeda propusnih i nepropusnih površina radi očuvanja ravnoteže hidrološkog ciklusa, prerasla je u holistički pristup u procesu urbanističkog planiranja i projektovanja. Danas je namera da se kroz integrisani proces planiranja i projektovanja uspostavi veća harmonija između vode kao ključnog resursa i društvene zajednice. Cilj savremenih pristupa je kreiranje atraktivnih, funkcionalnih i za okolinu bezbednih (engl. *environmentally-friendly*) urbanih područja, koja bi svojom fizičkom i funkcionalnom strukturom bila prilagođena budućim izazovima, kao što su urbanizacija i klimatske promene. Na taj način, savremeni pristupi upravljanja atmosferskim otpadnim vodama su u korelaciji sa aktuelnim pristupima u urbanističkom razvoju, evropskom strategijom i politikom Zelene infrastrukture (engl. *Green Infrastructure*) i pristupima u okviru Zelenog urbanizma (engl. *Green Urbanism*).

U radu je prikazan poseban značaja NLTE za tretman javnih, polujavnih i/ili privatnih otvorenih prostora, od čijeg načina organizacije, tipološke strukture, upotrebnog i oblikovnog potencijala i kvaliteta u mnogome zavisi i kvalitet življenja. Primena NLTE je u funkciji realizacije kvalitetnijih otvorenih prostora, u smislu njihove: 1) površine i boljeg iskorišćenja limitiranog prostora; 2) diverzifikacije namene i širokog spektra tipova, sadržaja i formi; 3) dostupnosti i bezbednosti; 4) formiranja ili očuvanja biodiverziteta i 5) socijalne održivosti.

Pored koristi, praksa je ukazala i na ograničenja u primeni i realizaciji savremenih pristupa upravljanja atmosferskim otpadnim vodama i njihovih elemenata. Generalno, ograničenja se mogu podeliti u tri grupe: 1) praktični problemi (prirodni uslovi, postojeća izgradnja i infrastruktura, naročito u gusto naseljenim urbanim sredinama, karakteristike fizičke strukture, nedefinisani ili nerešeni vlasnički odnosi, pojava parazitskih voda u minor kanalizacionom sistemu i dr.); 2) zakonski okvir i institucionalni mehanizmi koji ne podržavaju ovu vrstu pristupa; i u nekim slučajevima, 3) visoki troškovi realizacije.

## 6. IZJAVA

Rezultati istraživanja prikazani u radu su finansirani u okviru projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR37005 "Ocena uticaja klimatskih promena na vodne resurse u Srbiji" i TR36042 "Optimizacija arhitektonskog i urbanističkog planiranja i projektovanja u funkciji održivog razvoja Srbije".

## 7. LITERATURA

- [1] European Agency for Reconstruction: Sector Review Paper on the Water Supply and Waste Water Sector. Beograd. 2006. Dostupno na: <http://www.misp-serbia.rs/wp-content/uploads/2010/05/Sector-Review-Paper-on-the-Water-Supply-and-Waste-Water-Sector1.pdf>
- [2] Booth D. B., and Jackson R.: Urbanization of aquatic systems: Degradation thresholds, stormwater detection and the limits of mitigation. *Journal of the American Water Resources Association* 33(5): 1077–1089. 1997.
- [3] Despotović J.: Oticaj kišnih voda i kanalizacije. Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu. 2012.
- [4] Gordon-Walker S., Harle T. and Naismith I.: Using science to create a better place: Cost-benefit of SUDS retrofit in urban areas. SC060024. Environment Agency. Bristol. 2007.
- [5] Leitão JP, Prodanović D, Maksimović Č, Matos JS. Pобољшanje digitalnog modela terena za delineaciju površinskog tečenja na urbanim slivovima. *Voda i sanitarna tehnika*. 2009; 39(6):19-28.
- [6] Novković A, Prodanović D, Despotović J. Analiza uticaja nepoznavanja namene površina na rezultate simulacije modela kišnog oticaja na primeru Miljakovac. *Voda i sanitarna tehnika*. 2005; 35(4):45-49.
- [7] Đorđević S., Chen A., Evans B., Galambos I., Leandro J., Savić D.A.: Modeliranje linijskog, ravanskog i prostornog tečenja kod plavljenja urbanih sredina. *Voda i sanitarna tehnika* 40(4):71-82. 2010.
- [8] Branislavljević N, Prodanović D, Jovanović M. Propagacija neodređenosti kod linijskih modela otvorenih tokova. *Vodoprivreda* 41(4-6):109-116. 2009.