

## KONCEPTUALIZACIJA TRANSFORMATIVNE OTPORNOSTI INFRASTRUKTURE U NESTACIONARNIM USLOVIMA ATROPOCENA

Miodrag Komarčević<sup>1</sup>, Cvijetin Živanović<sup>2</sup>, Boban Tomić<sup>3</sup>

### Apstrakt

*Uporedo sa tehnološkim napredkom i sve dubljim ulaženjem u novu geološku eru nazvanu „atropocen“, brojni naučni nalazi, empirijska i statistička istraživanja na nedvosmislen način pokazuju da postojeća civilna infrastruktura, zbog izuzetne složenosti, promenljivosti, nestacionarnosti i volatilnosti koji karakterišu atropocen, nema kapacitet za fleksibilno, prilagodljivo i pouzdano pružanje usluga u okolnostima sa brzim promenama potražnje uslova pružanja usluga i promenjivim ekološkim uslovima u kojima funkcionišu. Naime, dosadašnja infrastrukturno prilagođavanje ekstremnim vremenskim prilikama, a naročito klimatskim promenama bilo je tehnocentrično i čvrsto bazirano na robusnosti – tj. sposobnosti da se spreče ili minimiziraju poremećaji ili disfunkcija infrastrukturnog sistema ili njegovog dela na bazi procene rizika koji u prvi plan ističe kontrolu, zaštitu i jačanje projektovanih performansi. Međutim, novi atropocentski i klimatski rizici sa kojima se trenutno suočava kritična infrastruktura nisu višu isključivo tehnološki, već predstavljaju složene, povezane, društvene ekološke i tehničke sisteme (SETS). Stoga, tehnocentrične strategije u novim uslovima imaju ograničen domet, pa čak u pojedinim situacijama i kontra efekat. Umesto toga, infrastruktura u recentnim uslovima iziskuje fleksibilnije i agilnije pristupe i strategije i promenu paradigme koja težište, umesto na zaštiti i proceni rizika stavlja na otpornost infrastrukture. U tom kontekstu, transformativna otpornost se pojavljuje, kako u politici, tako i u praksi pojavljuje kao najpovoljnije rešenje koje je diktirano ovim atropocentskim rizicima, s jedne, i još neizgrađenim efikasnim alatima, instrumentima, sredstvima i recepturama u smislu rešavanja trenutnih i nadolazećih i eskalirajućih pretnji.*

*Ključne reči: Atropocen, infrastruktura, otpornost, transformativnost, prilagođavanje, održivost*

### Uvod

Novije istraživačke studije, kroz široku panoramu jasnih pokazatelja, ilustracija, dijagrama, algoritama, šema i drugih grafičkih prikaza vrlo jasno ocrtavaju obrise

---

<sup>1</sup> Miodrag Komarčević, dr, Visoka škola organizacionih studija “EDUKA”, Majke Jevrosime 15, Beograd, Srbija, E-mail: [miodrag.komarcevic@vos.edu.rs](mailto:miodrag.komarcevic@vos.edu.rs)

<sup>2</sup> Cvijetin Živanović, dr, Visoka škola organizacionih studija “EDUKA”, Majke Jevrosime 15, Beograd, Srbija, E-mail: [cvijetin.zivanovic@vos.edu.rs](mailto:cvijetin.zivanovic@vos.edu.rs)

<sup>3</sup> Boban Tomić, dr, Visoka škola za komunikacije, Beograd, Terazije 27/VI, Srbija, E-mail: [boban.tomic@gmail.com](mailto:boban.tomic@gmail.com), [boban.tomic@fmk.edu.rs](mailto:boban.tomic@fmk.edu.rs)

dubokih i dramatičnih promena u okruženju u kojima za sada funkcioniše nasleđena infrastruktura budući da u razmere i obim ljudske aktivnosti značajno porasli, a pogotovo na uticajne prirodne procese je premašio sve gornje granice i pragove bez presedana u istoriji, granice između ljudskih, izgrađenih i prirodnih sistema postaju sve poroznije (Steffen et al., 2016), što u praksi generiše na različite načine urgentnu, održivu i generativnu promenu ne samo odnosa između ljudskih, društvenih i prirodnih sistema već i samu promenu njihove unutrašnje interakcije. Posebnu pažnju u vezi funkcionisanja infrastrukture izazivaju klimatske duboke klimatske promene koje između ostalog radikalno menjaju dinamiku ovih sistema, njihovu međupovezanost i uslovljenost, tako da svaka buduća strategija prilagođavanja novim okolnostima mora prethodno razraditi i inkorporirati antropocenske karakteristike, najpre složenost, a zatim i ostala svojstva. Međutim novija istraživanja pokazuju da otpornost infrastrukture određuju i duboke geostrateške prekompozicije. U akademskim krugovima postepeno se etablira stav da „bezbednosno globalno okruženje obeležavaju dva konvergirajuća procesa: privatizacija i militarizacija koji sa različitom dinamikom, opsegom, intenzitetom i načinom rekonfigurišu recentne bezbednosne politike, strateške agende, naučnoistraživačke pristupe, ali i samu praksu bezbednosti.” (Komarčević et al., 2023).

Razmatrajući trenutnu konstelaciju infrastrukturnih sistema u postojećem okruženju, pojedini autori iznose tvrdnju da ne postojanje dovoljnih kapaciteta infrastrukturnih sistema da pruže sve zahtevnije usluge u nestabilnom, neizvesnom i sve složenijem okruženju, imperativno u prvi plan ističu potrebu za uvođenjem i jačanjem koncepta otpornosti sa ugrađenim transformativnim potencijalom. Način na koji je infrastruktura u celini strukturirana, a time i dizajnirana i sa kojom se upravlja direktno utiče na njenu sposobnost da odgovori na sve složenije zahteve budućih korisnika usluga sa različitim preferencijama u pogledu njihovog obima, tempa i kvaliteta. U postojećoj konstelaciji upadljivo je da se infrastruktura nalazi na svojevrsnom raskršću, uhvaćena između ciljeva, administrativnih struktura i tehnologija i sve oskudnijih resursa, posebno finansijskih, s jedne, i ubrzanim promenama i visoko složenošću, s druge strane. Stoga su prema oceni brojnih autora (Chester and Allenby, 2022.) sazreli uslovi da buduća konfiguracija infrastrukturnih mreža, kao i način upravljanja moraju se osloniti na nove pristupe i strategije u čijem se središtu nalazi otpornost kao svojstvo svih složenih sistema. To između ostalog podrazumeva da se umesto krutih infrastrukturnih rešenja zasnovanih na robusnosti, dugotrajnosti i neprekidnom funkcionisanju, u projektovanje i dizajn novih infrastrukture moraju ugraditi nova načela sa naglaskom na otpornosti, fleksibilnosti, prilagodljivosti i transformativnosti (Kim et al., 2019).

### **Kontrastno ukviravanje pojma i koncepta otpornosti**

U recentnoj situaciji do sada nevidene proliferacije, različitih teorijskih pristupa, konceptata i paradigmi o otpornosti infrastrukture od kojih brojni nemaju jasno izgrađeno semantičko polje, a još manje epistemološki i disciplinarni okvir, referentna literatura o otpornosti je vrlo razuđena, heterogena, sadržajno

fragmentirana što u praksi produkuje konceptualnu divergenciju, metodološke ambivalencije i različite teorijske refleksije.

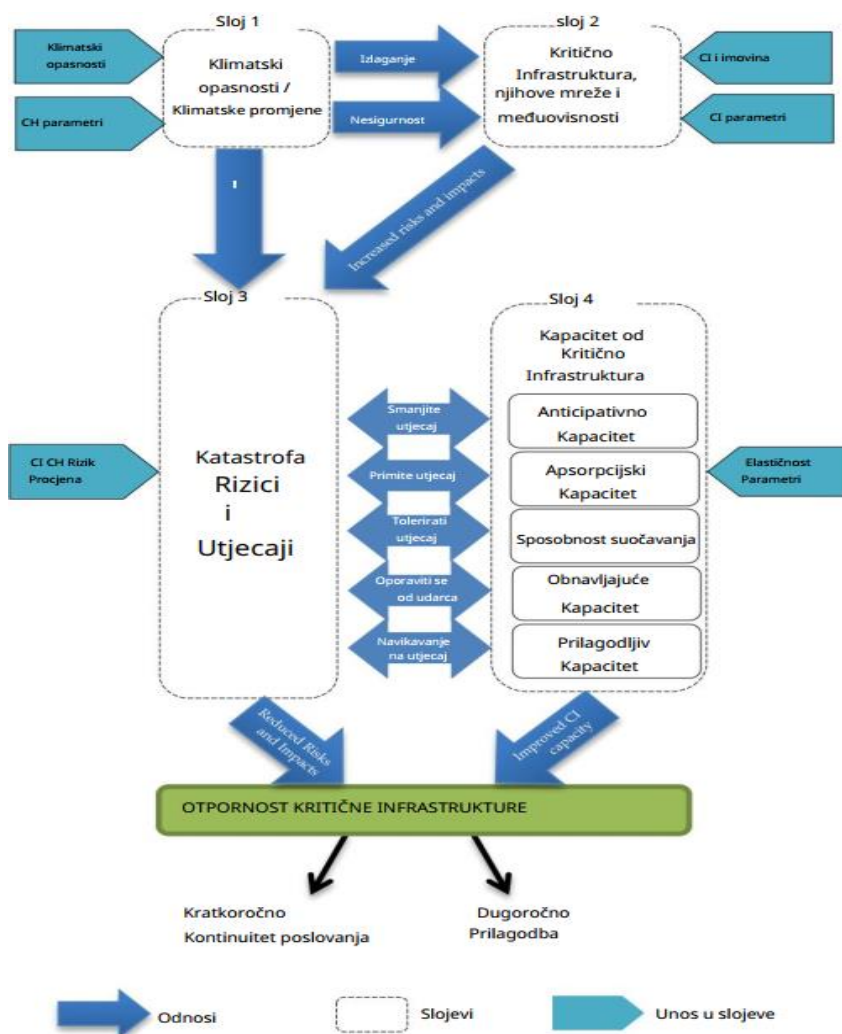
Izraz otpornost često se koristi u različitim kontekstima akademskim i naučnim raspravama, a pre svega u domenu politike i programiranja oko prilagođavanja klimatskim promenama i smanjenja rizika od katastrofa, a u poslednje vreme ovaj termin je visoko frekventan u studijama infrastrukture, koje uključuje otporne gradove i otporne zajednice. Poslednjih godina otpornost pronalazi svoje mesto i u studijama bezbednosti gde se razvijaju dve škole mišljenja o otpornosti: prva, koja posmatra otpornost kao željeno stanje sistema npr. nacije, zajednice ili infrastrukture, druga, koja predlaže otpornost kao strategiju upravljanja u situacijama i događajima visoke neizvesnosti (Keković and Ninković, 2020).

Pojam otpornosti se postepeno inkorporira ne samo u politički diskurs i medijsku sferu već se više spontan nego diskurzivno impostira kao posebna vrsta novog totaliteta sa jako širokim sadržajem pojma ali i konceptualnom nejasnoćom. Najčešće konceptualizacija fenomena otpornosti uključuje: naučnu identifikaciju i to u dvostrukom pogledu, formiranja specifične disciplinarne konfiguracije, te profesionalnog identiteta (Blažević, 2016). Pojam otpornosti prisutan je u brojnim naučnim područjima počev od psihologije, geografije, medicine, nauka o održivom razvoju, studija bezbednosti, studija procene rizika i katastrofa, ekologije i drugih nauka. Dublja analiza ukazuje na postojanje različitih definicija i određenja ovog pojma ili koncepta u zavisnosti od naučne provijencije autora ili disciplinarnog polja kome predmetna tema pripada. U osnovi otpornost je proširiv, nejasan ponekad dvosmislen pojam i koncept koji često ima protivrečna značenja. Najčešće se otpornost definiše kao sposobnost sistema, zajednice ili drugog entiteta da apsorbuje poremećaj i reorganizuje se dok prolazi kroz promenu kako bi dalje sadržao, u suštini istu funkciju, strukturu, identitet i povratne informacije (Walker et al., 2004).

Brojni autori otpornost označavaju kao deskriptivni koncept i granični objekt koji se koristi u različitim naučnim disciplinama (Brand and Jax, 2007). Za neke autore otpornost je postala ključna paradigma za razmišljanje o rizicima i bezbednosnim pretnjama u širokom rasponu od prirodnih opasnosti do klimatskih rizika, ekonomskih kriza, migracija, geostrateške napetosti, hibridnog ratovanja i dr. Iako se izraz koristi na brojne načine u različitim disciplinama ipak se mogu uočiti određene pravilnosti, propozicije i doslednosti, tako npr. u tehničkim naukama i inženjerskoj literaturi otpornost se često koristi na neku meru robusnosti ili kapacitet određenog objekta ili mreže za funkcionisanje u promenjivim uslovima ili na oporavak infrastrukture na uslove pre katastrofe. U društvenim naukama otpornost je relativno novijeg datuma. Osim akademske zajednice pojam otpornosti primenjuju i planeri, kreatori politike, zakonodavci, regulatori ali i sami praktičari. Uprkos velikom talasu novih definicija ili pojmovnih određenja otpornosti još uvek nedostaje sveobuhvatan pristup otpornosti koji integriše inženjerijske pristupe sa društvenim aspektima otpornosti. Smatra se da literatura iz domena društvenih nauka ima prilično statičan pogled na ulogu koju projektovani objekti, a posebno infrastruktura, mogu igrati u otpornosti društva (Neelke Doorn et al., 2019).

U naučno-stručnim publikacijama ključna rasprava se uglavnom vodila o razlikama u sadržaju različitih definicija ovog pojma pri čemu se ukazuje da se radi o fleksibilnom konceptu sa različitim značenjima sa različite korisnike, ali u isto vreme dopušta interdisciplinarnu komunikaciju. S tim u vezi, Strunz (2012) naglašava da je ovaj koncept „polisemičan“ što znači da ima mnoga slična, ali teško razdvojimo značenja. Takođe tvrdi da ta konceptualna fluidnost nije sporna u svim kontekstima. U literaturi koja je usmerena i fokusirana na upravljanje katastrofama i prilagođavanje klimi, takođe se često koristi ovaj termin. Uglavnom otpornost kao socijalno ekološka kategorija označava promenu sistema kroz prilagođavanje i učenje, kako bi se osiguralo da funkcije sistema opstanu i dalje traju. Kada se radi o studijama kritične infrastrukture pojam otpornosti je značajno evoluirao od Holingovo značenje ekološke otpornosti iz 1973. godine. Dva američka naučnika koja su ostavila dubok trag u izučavanju pre svega inženjerijske otpornosti, Woods i Alderson ističu da svi adaptivni sistemi, na svim nivoima, poseduju sposobnost rastezanje ili proširenja performansi kada događaji izazovu njihovo suočavanje sa upravljanjem novim situacijama. Takođe, autori naglašavaju da je uprkos svim naporima, učinjen ipak skroman napredak prema otpornoj infrastrukturi prvenstveno zbog zaostajanja za tempom događaja i promenama pretnji (Woods and Alderson, 2022). U najširem smislu, otpornost se određuje na dva načina: kao željeni ishod ili kao proces koji vodi do tog cilja. Pojedini autori sprovedli su opsežan pregled literature kako bi pokazali da je otpornost konceptualizovana kao veoma širok pojam sa različitim značenjem, od kojih su neka dvosmislena ili nedorečena. Prema Shaw-u (2012) nezavisno od toga kakva je definicija otpornost uključuje tri elementa: sposobnost apsorbovanja stresa, poremećaja ili kvara i zadržavanje funkcionalnosti; sposobnost samoorganizovanja; i sposobnost „učiti, menjati i prilagođavati se“. Iz toga proizilazi vrlo jasan zaključak da su napetosti inherentne konstrukciji koncepta otpornosti (Shaw, 2012). Prema nekim autorima definicija otpornosti kritične infrastrukture variraju i obično su inspirisane upotrebom tog izraza u drugim disciplinama. U tom pogledu, najčešće je citirana definicija iz Nacionalnog savetodavnog veća za infrastrukturu SAD (NIAC) „sposobnost smanjenja veličine i/ili trajanja razornih događaja. Efikasnost otporne infrastrukture ili preduzeća/kompanije zavisi od njegove sposobnosti da predvidi, apsorbuje, prilagodi se ili se brzo oporavi od potencijalno razornog događaja.“ (NIAC, 2009). Sličan pristup definisanja otpornosti ima i Evropska unija kao i njene države članice.

**Slika 1.** Okvir otpornosti kritičnih infrastruktura



Izvor: Thayaparan et al., 2016.

Podvlačeći crtu ispred svega navedenog može se istaći da je narativ o otpornosti prisutan u brojnim područjima od politike preko planiranja, dizajniranja, organizacije, komunikacija, pa sve do prakse. I pored brojnih nepreciznosti, nejasnoća i brojnih dvosmislenosti prilikom njegove konceptualizacije ostaje činjenica da je on veoma koristan, privlačan i jako primenjiv koncept u različitim kontekstima uz naglašeni optimizam koji izvire iz njegovog epistemološkog i semantičkog značenja.

### Izazovi i dometi transformativne otpornosti

Gotovo svi noviji empirijski pokazatelji, bilo da su rađeni na globalnom, regionalnom ili nacionalnom nivou jasno sugerišu da infrastrukturni pejzaž postaje sve gušći i neizvesniji, sa širokim valom primene novih disruptivnih

tehnologija i inovacija koje stvaraju alternative i zamene za prethodno bitne i monopolističke usluge. Zbog uvođenja konkurencije u ovu oblast investitori, operateri, ali i kreatori politika mogu se naći u pogrešnoj alokaciji kapitala i pogrešnoj proceni rizika. Upravo iz tih razloga investiranje i projektovanje novih infrastrukturnih projekata, kao i svaki drugi poslovni projekat nastoji maksimizirati povrat ulaganja uz stalno praćenje i razumevanje zbog potrebe korekcije, mogućih implikacija savremenih razornih inovacija. Međutim, već sada se može zaključiti da infrastrukturom sektoru nedostaje dobro razumevanje ne samo transformativnog potencijala tehnologije već i samih kapaciteta infrastrukture za efikasno funkcionisanje infrastrukture u atropocentskim uslovima. Drugim rečima, svi naponi operatora i sa njima povezanim akterima, kao što su regulatori i sl. fokusirani su na izgradnju transformativne otpornosti bez koje, sasvim je izvesno da infrastruktura ne može efikasno funkcionisati u nadolazećim složenim i nestacionarnim uslovima kakve donosi era atropocena.

Noviji istraživački zahvati i naučni pristupi u ovoj oblasti iziskuju potrebu razmatranja atributa koji upravljaju dinamikom sistema. Svi veliki sistemi, a time i društveno, ekološki i tehnološki sistemi (SETS) poseduju attribute ili obeležja koja određuju dominantne njihove buduće putanje: otpornost, prilagodljivost i transformativnost. Stoga, razmatranje infrastrukturnih sistema kroz isključivo uska tehnocentrična rešenja i strategije postaje nedovoljno u nestacionarnoj klimi. Zbog toga se SETS pristupi otpornosti pojavljuju kao alternativa i kao daleko korisnija opcija dajući prednost agilnosti (adaptivnom planiranju) iznenađenjima u odnosu na robusnost i krutost iz ranijih perioda. U naučno-stručnim krugovima razvijen je novi pristup infrastrukturi sa sigurnošću do kvara (STF) za razvoj infrastrukture otporne koja uključuje planiranje kvara sistema tokom projektovanja kako bi se razmotrili novi putevi rešenja i rešenja koja minimiziraju uticaj kada infrastruktura zakaže ili uđe u fazu disfunkcije ili poremećaja. Odgovor STF-a na opasnost izvan dizajna usredsređuje se na sveobuhvatno upravljanje rizikom kroz SETS. Stoga ima osnova za tvrdnju da planiranje i projektovanje STF otkriva SETS pogled na otpornost infrastrukturnih ili urbanih sistema u odgovoru na klimatske ili druge opasnosti jer zahteva odluke o određivanju prioriteta mogućnosti SETS-a i potencijalnih prenosa uticaja s jedne domene na drugu nakon kvara sistema (Markolf et al., 2019).

Poslednjih godina na agendi održivog razvoja prilagođavanje klimi i smanjenju rizika od katastrofa, a u sklopu vodećih i dominantnih akademskih inicijativa našli su se tri koncepta i to: ravnotežna otpornost, evoluirajući i na kraju transformativna otpornost (White and O'Hare, 2014). Prema Walkeru (2004) postoji značajna razlika između otpornosti, prilagodljivosti i transformativnosti. Naime, prilagodljivost je sposobnost aktera u sistemu da utiču na otpornost. Konkretno u SETS-u to predstavlja sposobnost vlasnika ili operatora infrastrukture da upravlja otpornošću. S obzirom na to da ljudske aktivnosti dominiraju u SETS-u prilagodljivost sistema uglavnom je funkcija upravljačkih struktura koja deluju kako bi upravljale sistemom, dok njihovi postupci direktno utiču na otpornost bilo namerno ili nenamerno (Walker et al., 2004). Za razliku od prilagodljivosti koncept transformativnosti predstavlja sposobnost stvaranja

potpuno novog sistema kada ekološki, ekonomski, društveni ili politički uslovi čini postojeći sistem neodrživim.

De facto, transformativnost označava sposobnost novog krajolika stabilnosti sa nizom novih varijabli, vektora, obeležja ili karakteristika. Nadovezujući se na prethodna istraživanja pojedini autori ključnu transformativnu sposobnost za otpornost označavaju kao sposobnost pojedinaca i organizacija ili sistema da budu u stanju transformirati sebe i svoja društva na promišljen i svestan način pri čemu je transformacijski kapacitet usmeren na razumevanje kako se infrastrukturni ili urbani sistemi mogu preoblikovati ili preformatirati i preći prema održivijem obliku i funkciji (Wolfram, 2016). Prema tome, namerna transformativna sposobnost sugerise promenu načina razmišljanja u postojećim paradigmatima sposobnosti i ocrta nove mehanizme za podršku napretku prema održivoj i otpornoj budućnosti. Mada novija literatura o transformativnoj otpornosti eksponencijalno raste ona i dalje ostaje veoma zamršen i konfuzan konstrukt, sa malo kontekstualizacije, konceptualizacije i operacionalizacije (Asad et al., 2022). Po prirodi stvari transformativna sposobnost je koncept koji u mnogome zavisi o kontekstu, a značaj posebnog fokusa (na šta se odnosi) i kapaciteta (od čega) može se razlikovati u različitim kontekstima i skalama. Ujedno, koncept je višeznačan i uključuje mnoštvo disciplina koje ili ograničavaju razvoj čvršćeg ili integrisanog koncepta transformativne otpornosti ili pružaju sveobuhvatnu procenu diskursa infrastrukturne transformativne otpornosti. Istovremeno, koncept transformativne otpornosti nastao je kao „nov način razmišljanja“ u kome otpornost postaje ključna u rešavanju uzroka i efekata najvećih globalnih izazova i pretnji. S obzirom da mobilise transformativne potencijale, otpornost se obično naziva i koevolucijska otpornost (Davoudi, 2012).

Transformacijska promena uključuje promenu u prirodi krajolika stabilnosti, uvođenjem novih naznačenih varijabli stanja i gubljenje drugih. Stoga je otpornost na više nivoa ključna za razumevanje međudelovanja između postojanosti i promene, prilagodljivosti i transformativnosti. Bez dimenzije razmere, otpornost i transformacija mogu se činiti u oštroj suprotnosti ili čak sukobu. Problem ili zabuna nastaje kada se otpornost tumači kao gledanje unazad, za koje se pretpostavlja da sprečava novost, inovacije i prelaze na nove razvojne puteve. Navedeni način razmišljanja uključuje dinamičku međuigru između napred navedenih atributa ili obeležja na više nivoa i višestrukih aktera u SETS-ovima.

### **Zaključak**

Novija istraživanja, kao i analitički konteksti uglavnom se fokusiraju na tri aspekta socio-ekoloških, društvenih i tehnoloških sistema (SETS): otpornost kao postojanost, prilagodljivost i transformativnost. Pojednostavljeno rečeno otpornost je tendencija ili svojstvo SETS-a koji je podložan promenama da ostane unutar domena ili režima stabilnosti, neprestano se menjajući i prilagođavajući, ali ostajući unutar kritičnih pragova. Nasuprot tome, prilagodljivost je sposobnost SETS-a, konkretno infrastrukturnih sistema, da prilagodi svoje odgovore, promenjivim spoljnim pokretačima i unutrašnjim procesima i na taj način osigura razvoj unutar trenutne domene stabilnosti, duž zacrtane putanje. Dok je

transformativnost sposobnost stvaranja novih domena stabilnosti za razvoj novog pejzaža stabilnosti i prelaza pragova u novu putanju razvoja. S obzirom na to da se transformacije ne odvijaju u vakumu, već se oslanjaju na otpornost na višestrukim nivoima, koristeći krize, disfunkcije, poremećaje ili kvarove kao prozore mogućnosti uz uključivanje i koristeći različite izvore iskustva i znanja za razvoj kroz socio-ekološke prelaze iz režima u jednom krajoliku stabilnosti u drugi. S tim u vezi, većina savremenih država dosegla je kritičnu tačku koju zbog sopstvenog egzistencijalnog opstanka ne sme preći jer će to kako stručnjaci predviđaju biti apokaliptični kraj, ne samo čovečanstva, već i Zemlje kao planete.

## Literatura

1. Asadzadeh, A., Reza Khavarian-Garmsir, A., Sharifi, A., Pourya, S., & Kötter, T. (2022). "Transformative Resilience: An Overview of Its Structure, Evolution, and Trends, *Sustainability* 14, no. 22: 15267. <https://doi.org/10.3390/su142215267>
2. Blažević, Z. (2016). Prema povijesti znanja – suvereni istraživački trendovi i perspektive u povijesti i znanosti. *Historijski zbornik*, br. 2, pp. 445
3. Brand, F. S., & Jax, K. (2007). Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object. *Ecology and Society* 12(1): 23. <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art23/>
4. Davoudi, S. (2012). Resilience: A bridging concept or a dead end? *Plan. Theory Pract.* 13, 299–307
5. Keković, Z. & Ninković, V. (2020). Konceptualizacija otpornosti u naukama bezbednosti. *Srpska politička misao.* 67. pp. 153-175. 10.22182/spm.6712020.7.
6. Kim, Y., Chester, M. V., Eisenberg, D. A., & Redman, C. L. (2019). The infrastructure trolley problem: Positioning safe-to-fail infrastructure for climate change adaptation. *Earth's Future*, 7, pp. 704–717. <https://doi.org/10.1029/2019EF001208>
7. Komarčević, M., Živanović, C., & Arnautović, I. (2023). Markiranje savremenih izazova javno-privatnih kooperacija u području bezbednost, *Akademski preged*, Univerzitet Bijeljina, broj 11/23, pp:94
8. Markolf, S. A., Hoehne, Ch., Fraser, A., Chester, M.V., & Underwood, B. S. (2019). Transportation resilience to climate change and extreme weather events – Beyond risk and robustness, *Transport Policy*, 74, (C), pp. 174-186.
9. Mikhail, V. Ch., & Braden A. (2022). *Environ. Res.: Infrastruct. Sustain.* 2 012001, p. 2
10. Nacionalno savjetodavno vijeće za infrastrukturu. (2009). *Otpornost kritične infrastrukture: Završno izvješće i preporuke*. SAD: Nacionalno savjetodavno vijeće za infrastrukturu
11. Neelke, D., Gardoni, P., & Colleen, M. (2019). A multidisciplinary definition and evaluation of resilience: the role of social justice in defining resilience, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 4:3, 112-123, DOI: 10.1080/23789689.2018.1428162

12. Shaw, K. (2012). Uspon otporne lokalne vlasti? Studije lokalne samouprave, 38 (3), 281-300
13. Steffen, W., Crutzen, P., & McNeill, J. (2016). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming The Great Forces Of Nature?. In R. Dunn, L. Mitchell & K. Ward (Ed.), *The New World History: A Field Guide for Teachers and Researchers* (pp. 440-459). Berkeley: University of California Press. <https://doi.org/10.1525/9780520964297-051>
14. Strunz, S. (2012). Is conceptual vagueness an asset? Arguments from philosophy of science applied to the concept of resilience. *Ecological Economics*, 76:112–118.
15. Thayaparan, M., Ingirige, B., Pathirage, C., Kulatunga, U., & Fernando, T. (2016). A resilience framework for critical infrastructure. Presented at 12th International conference of the International Institute for Infrastructure Resilience and Reconstruction, Kandy Sri Lanka, p. 6
16. Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2). <http://www.jstor.org/stable/26267673>
17. White, I., & O’Hare, P. (2014). From Rhetoric to Reality: Which Resilience, Why Resilience, and Whose Resilience in Spatial Planning? *Environment and Planning C: Government and Policy*, 32(5), 934-950. <https://doi.org/10.1068/c12117>
18. Wolfram, M. (2016). Conceptualizing Urban Transformative Capacity: A Framework for Research and Policy. 51, 121–130
19. Woods, D.D., & Alderson, DL. (2022). Progress Toward Resilient Infrastructures: Are we falling behind the pace of events and changing threats?. *Journal of Critical Infrastructure Policy*. 2(2):5-18. doi: 10.18278/jcip.2.2.2.

# CONCEPTUALIZATION OF TRANSFORMATIVE RESISTANCE OF INFRASTRUCTURE IN NON-STATIONARY CONDITIONS OF THE ANTHROPOCENE

Miodrag Komarčević<sup>1</sup>, Cvijetin Živanović<sup>2</sup>, Boban Tomić<sup>3</sup>

## Abstract

*Along with the technological progress and the deeper entry into the new geological era called the "Anthropocene", numerous scientific findings, empirical and statistical research unequivocally show that the existing civil infrastructure, due to the extreme complexity, changeability, non-stationarity and volatility that characterizes the Anthropocene, has no capacity for flexible, adaptable and reliable provision of services in circumstances with rapid changes in demand for service provision conditions and changeable environmental ones in which they operate. Namely, the previous infrastructural adaptation to extreme weather conditions, and especially to climate changes, was techno centric and firmly based on robustness - i.e. the ability to prevent or minimize disruptions or dysfunction of the infrastructure system or its part based on a risk assessment that emphasizes, in the foreground, control, protection and strengthening of the designed performance. However, the new Anthropocene and climate risks currently faced by critical infrastructure are not exclusively technological, but represent complex, interconnected, social, ecological and technical systems (SETS). Therefore, the techno centric strategies in new circumstances have a limited range, and even in certain situations have a counter effect. Instead, infrastructure in recent conditions requires more flexible and agile approaches and strategies and a paradigm shift that focuses on infrastructure resilience instead of protection and risk assessment. In this context, transformative resilience appears, both in politics and in practice, as the most favorable solution that is dictated by these Anthropocene risks, on the one hand, and effective tools, instruments, means and recipes that have not yet been developed in terms of solving current and upcoming and escalating threats.*

*Key words: Anthropocene, infrastructure, resilience, transform ability, adaptation and sustainability*

---

<sup>1</sup> Miodrag Komarčević, Ph.D, Faculty of Organizational Sciences "EDUKA", Majke Jevrosime 15, Belgrade, Serbia, E-mail: [miodrag.komarcevic@vos.edu.rs](mailto:miodrag.komarcevic@vos.edu.rs)

<sup>2</sup> Cvijetin Živanović, Ph.D, Faculty of Organizational Sciences "EDUKA", Majke Jevrosime 15, Belgrade, Serbia, E-mail: [cvijetin.zivanovic@vos.edu.rs](mailto:cvijetin.zivanovic@vos.edu.rs)

<sup>3</sup> Boban Tomić, Ph.D, The Higher School of Communications, Belgrade, Terazije 27/VI, Serbia, E-mail: [boban.tomic@gmail.com](mailto:boban.tomic@gmail.com)