

**PAMETNI GRADOVI ZA SMANJENJE RIZIKA OD KATASTROFA:
KORIŠTENJE TEHNOLOGIJE I INOVACIJA ZA OTPORNO URBANO
OKRUŽENJE**

**SMART CITIES FOR DISASTER RISK REDUCTION: USING
TECHNOLOGY AND INNOVATION FOR A RESILIENT URBAN
ENVIRONMENT**

Pregledni znanstveni rad

*Edin Garaplija **

*Sara Prguda**

Sažetak

Ovaj rad istražuje ulogu pametnih gradova u korištenju tehnologije i inovacija za smanjenje rizika od katastrofa (DRR) za stvaranje otpornog urbanog okruženja. Sa sve većom zastupljenošću urbanizacije i eskalirajućim prijetnjama koje predstavljaju prirodne katastrofe I katastrofe uzrokovane ljudskim djelovanjem, potreba za integriranjem pametnih rješenja u strategije za smanjenje rizika od katastrofa postala je ključna. Ovo istraživanje rješava jaz u postojećoj literaturi ispitujući specifične načine na koje pametni gradovi mogu doprinijeti naporima za smanjenje rizika od katastrofa i poboljšati otpornost gradova. Cilj ove studije je istražiti kako integracija tehnologije i inovacija može poboljšati smanjenje rizika od katastrofa u pametnim gradovima. Istraživačko pitanje se fokusira na identifikaciju ključnih tehnoloških napretka i pristupa koji se mogu iskoristiti za ublažavanje rizika od katastrofa i poboljšanje urbane spremnosti. Istraživački pristup uključuje sveobuhvatan pregled i analizu postojeće literature, studija slučaja i najbolje prakse u oblasti pametnih gradova i smanjenja rizika od katastrofa. Ključna poruka ovog istraživanja je da usvajanje pametnih tehnologija I inovativnih pristupa u urbanim sredinama ima potencijal da značajno poboljša rezultate smanjenja rizika od katastrofa i izgradi otporne gradove. Nalazi ističu važnost prikupljanja, analize i korišćenja podataka u realnom vremenu za sisteme ranog upozoravanja, procenu rizika i reagovanje u vanrednim situacijama. Osim toga, studija naglašava ulogu angažmana građana, praćenja u zajednici

** Predsjednik naučnog savjeta INZA Group, e-mail: edin.garaplija@gmail.com*

** Generalni sekretar Asocijacije za upravljanje rizicima AZUR, e-mail: sara.prguda@inzagroup.eu*

i participativnih pristupa u promoviranju otpornosti i osiguravanju djelotvornosti mjera za smanjenje rizika od katastrofa. Značaj ovih otkrića leži u njihovom doprinosu oblastima urbanog planiranja, upravljanja katastrofama i tehnološke integracije. Ističući potencijalne prednosti i izazove implementacije rješenja pametnih gradova za smanjenje rizika od katastrofa, ovo istraživanje pruža vrijedan uvid kreatorima politike, urbanističkim planerima i praktičarima. Studija naglašava potrebu za zajedničkim naporima među vladinim agencijama, akademskim krugovima i dobavljačima tehnologije kako bi se razvile holističke strategije koje iskorištavaju puni potencijal pametnih tehnologija u stvaranju otpornog i održivog urbanog okruženja. U zaključku, ovo istraživanje naglašava transformativnu ulogu pametnih gradova u DRR-u, pokazujući potencijal tehnologije i inovacija u ublažavanju rizika od katastrofa i jačanju otpornosti gradova. Nalazi naglašavaju važnost inkorporiranja pametnih rješenja u procese urbanog planiranja, okvire politike i inicijative za angažman zajednice. Usvajanjem proaktivnog i integrisanog pristupa smanjenju rizika od katastrofa, gradovi mogu efikasno odgovoriti na katastrofe i oporaviti se od njih, stvarajući na kraju sigurnije i održivije urbano okruženje za svoje stanovnike.

Ključne riječi: Pametni gradovi, smanjenje rizika od katastrofe (DRR), tehnologija i inovacije, otporna okruženja, upravljanje krizama.

Abstract

This paper explores the role of smart cities in using disaster risk reduction (DRR) technology and innovation to create resilient urban environments. With increasing prevalence of urbanization and escalating threats posed by natural and man-made disasters, the need to integrate smart solutions into disaster risk reduction strategies has become crucial. This research addresses a gap in the existing literature by examining specific ways in which smart cities can contribute to disaster risk reduction efforts and improve urban resilience. The aim of this study is to investigate how the integration of technology and innovation can improve disaster risk reduction in smart cities. The research question focuses on identifying key technological advances and approaches that can be leveraged to mitigate disaster risk and improve urban preparedness. The research approach includes a comprehensive review and analysis of existing literature, case studies and best

practices in the field of smart cities and disaster risk reduction. The key message of this research is that the adoption of smart technologies and innovative approaches in urban environments has the potential to significantly improve disaster risk reduction outcomes and build resilient cities. The findings highlight the importance of collecting, analyzing and using real-time data for early warning systems, risk assessment and emergency response. In addition, the study highlights the role of citizen engagement, community-based monitoring and participatory approaches in promoting resilience and ensuring the effectiveness of disaster risk reduction measures. The significance of these discoveries lies in their contribution to the fields of urban planning, disaster management and technological integration. Highlighting the potential benefits and challenges of implementing smart city solutions for disaster risk reduction, this research provides valuable insight to policy makers, urban planners and practitioners. The study highlights the need for collaborative efforts among government agencies, academia and technology providers to develop holistic strategies that harness the full potential of smart technologies to create resilient and sustainable urban environments. In conclusion, this research highlights the transformative role of smart cities in DRR, demonstrating the potential of technology and innovation to mitigate disaster risk and strengthen urban resilience. The findings highlight the importance of incorporating smart solutions into urban planning processes, policy frameworks and community engagement initiatives. By adopting a proactive and integrated approach to disaster risk reduction, cities can effectively respond to and recover from disasters, ultimately creating a safer and more sustainable urban environment for their residents.

Keywords: Smart Cities, Disaster Risk Reduction (DRR), Technology and Innovation, Resilient Environments, Crisis Management.

1. UVOD

Pojam pametnih gradova predstavlja temeljni koncept suvremenog urbanog razvoja i upravljanja, koji se usredsređuje na sveobuhvatnu integraciju naprednih tehnoloških rješenja s ciljem unapređenja kvaliteta života građana, povećanja održivosti urbanih sredina i optimizacije različitih urbanih operacija. Pametni gradovi predstavljaju odgovor na sve izazove i mogućnosti koje sa sobom nosi brza urbanizacija i promjene u društvu, te otvaraju vrata za

kreiranje modernih i prilagodljivih gradskih okruženja koja su osmišljena kako bi zadovoljila potrebe stanovnika, privrede i okoline u savremenom digitalnom dobu.

Ključne karakteristike ovih gradova obuhvataju povezane infrastrukture, sofisticirane sisteme za prikupljanje podataka, analitiku i korišćenje veštačke inteligencije, aktivno učešće građana u donošenju odluka, održivost i energetska efikasnost, kao i znatno poboljšano upravljanje u situacijama koje zahtevaju hitnu intervenciju. Ove karakteristike omogućavaju gradovima da postanu dinamični ekosistemi u kojima se tehnološke inovacije i građanski angažman koriste kako bi se postigli visoki standardi života.

Unatoč obećavajućim mogućnostima koje pametni gradovi nude, brza urbanizacija i koncentracija ljudi i resursa na malom prostoru izlažu gradove specifičnim rizicima i izazovima. Prirodne katastrofe kao što su potresi, poplave, uragani i klimatske promene, zajedno s antropogenim rizicima, uključujući zagađenje okoline i saobraćajne nesreće, predstavljaju ozbiljne prijetnje za urbane sredine. Gusta naseljenost, stara infrastruktura i neprestani rast urbanizacije povećavaju ranjivost gradova, postavljajući pitanje kako upravljati ovim izazovima i smanjiti rizike.

Upravljanje rizicima u urbanim sredinama je ključno za stvaranje održivih i sigurnih gradskih okruženja, a za to su neophodne inovativne strategije, tehnologije i svijest građana. Pritom, ključna uloga pripada pametnim gradovima, koji trebaju usvojiti nove pristupe u upravljanju rizicima kako bi se nosili s izazovima budućnosti. To uključuje sveobuhvatnu integraciju tehnologije, klimatsku prilagodbu, podizanje svijesti građana, međusektorsku suradnju, prilagodbu infrastrukture i urbanog planiranja, inovacije u komunikacijskim tehnologijama, te razvoj novih modela finansiranja i osiguranja.

Trendovi u oblasti upravljanja rizicima od katastrofa i gradskim planiranjem usmjereni su na zadovoljavanje potreba savremenih gradova kako bi postali otporniji i sigurniji, čime se postiže održiv i prosperitetan razvoj urbanih sredina. Pred nama su uzbudljiva vremena u kojima će digitalni alati za upravljanje rizicima, poput GeoBIM sistema, odigrati ključnu ulogu u kreiranju gradova budućnosti. GeoBIM predstavlja inovativnu tehniku koja koristi satelitske podatke, daljinsko otkrivanje i algoritme veštačke inteligencije kako bi analizirala i generirala rana upozorenja za potencijalne katastrofe, doprinoseći efikasnijem upravljanju i smanjenju posljedica. Ujedno, geografski informacioni sistem (GIS) ima ključnu ulogu u

prikupljanju, upravljanju i analizi podataka o kritičnoj infrastrukturi, pružajući preciznu sliku i procenu rizika. GeoBIM rešenja uvode inovativna iskustva u planiranju i upravljanju visoko i niskogradnjom. Building Information Modeling (BIM) omogućava precizno planiranje, projektiranje, izgradnju i održavanje objekata, čime se smanjuju rizici i potencijalne katastrofe. Stari pristupi upravljanju rizicima više nisu dovoljni za suočavanje s izazovima brze urbanizacije i rasta stanovništva. Pred nama je digitalno transformisana budućnost u kojoj se tehnologija koristi kao ključni saveznik u stvaranju sigurnijih, efikasnijih i održivih gradova.

2. DEFINICIJA PAMETNIH GRADOVA

Pametni gradovi, poznati i kao "smart cities," predstavljaju koncept urbanog planiranja i upravljanja koji se sve više razvija kako bi se suočio s izazovima modernih urbanih sredina. Ova inovativna paradigma gradi na korištenju naprednih informacijskih tehnologija, digitalnih inovacija i inteligentnih sustava kako bi se unaprijedila kvaliteta života građana, povećala efikasnost urbanih operacija i poboljšala održivost gradova (Bašić, Strmo, Sladoljev, 2019)

Pametni gradovi se temelje na integraciji tehnologije, podataka i ljudi kako bi stvorili bolje mjesto za život, rad i druženje. Ključna obilježja pametnih gradova uključuju:

1. Povezane infrastrukture: Pametni gradovi koriste digitalne mreže i senzore kako bi povezali različite komponente gradskih sustava, uključujući promet, energiju, komunikacije, vodovod, i druge.
2. Sustavi za prikupljanje podataka: Podaci se prikupljaju iz različitih izvora, uključujući senzore, pametne uređaje i društvene mreže. Ovi podaci se koriste za analizu i donošenje informiranih odluka.
3. Analitika i umjetna inteligencija: Pametni gradovi koriste napredne analitičke alate i umjetnu inteligenciju kako bi analizirali ogromne količine podataka i izvlačili relevantne informacije.
4. Participacija građana: Građani se potiču da sudjeluju u upravljanju gradom kroz mobilne aplikacije, internetske platforme i druge alate. Ovo poboljšava transparentnost i omogućava bolje razumijevanje potreba zajednice.

5. Održivost i energetska efikasnost: Pametni gradovi promiču održive prakse korištenjem obnovljivih izvora energije, smanjenjem otpada i promicanjem javnog prijevoza.
6. Bolje upravljanje krizama: Pametni gradovi su bolje pripremljeni za katastrofe i hitne situacije zahvaljujući bržem pristupu informacijama i učinkovitijem upravljanju resursima.
7. Inovacije u obrazovanju i zdravstvu: Pametni gradovi koriste tehnologiju kako bi unaprijedili obrazovanje i zdravstvo, nudeći nove modele učenja i pružajući građanima bolji pristup zdravstvenim uslugama.

S obzirom na sve ovo, definicija pametnih gradova može se sažeti kao integracija naprednih tehnoloških rješenja u urbani okoliš kako bi se unaprijedila kvaliteta života, povećala održivost i povećala učinkovitost urbanih operacija. Pametni gradovi promoviraju otvoreni dijalog, inovacije i suradnju između vlasti, građana i privatnog sektora kako bi stvorili bolje urbane sredine prilagođene potrebama budućnosti. Ova revolucija u urbanom planiranju donosi brojne koristi za građane i društvo u cjelini, čineći gradove boljim mjestima za život (Gulin, 2018).

3. RIZICI OD KATASTROFA U URBANIM PODRUČJIMA

Urbanizacija, neprekidan proces rasta i transformacije gradova, nosi sa sobom mnoge prednosti, ali i inherentne rizike. Uurban način života i koncentracija ljudi, infrastrukture i resursa na malom prostoru stvaraju posebne izazove. Rizici od katastrofa u urbanim područjima imaju potencijal uzrokovati ozbiljne štete, ugroziti živote građana i paralizirati funkcionalnost grada. Razumijevanje ovih rizika ključno je za razvoj strategija prevencije, pripravnosti i ublažavanja posljedica katastrofa u gradovima širom svijeta. Proučit ćemo nekoliko ključnih rizika koji su prisutni u urbanim sredinama i razloge zašto su gradovi podložni tim izazovima (Rohit, 2016).

1. Prirodne katastrofe:
 - *Potresi*: Urbanizacija često dovodi do konstrukcije visokih zgrada koje su osjetljive na potrese. Gradovi u seizmički aktivnim regijama suočavaju se s potencijalno destruktivnim potresima koji mogu uzrokovati kolaps zgrada, gubitak života i oštećenje infrastrukture.

- *Poplave:* Gradovi se često nalaze uz rijeke, obale ili na nizinama koje su podložne poplavama. Intenzivne kiše, izlivanje rijeka i porast razine mora mogu dovesti do poplava koje ugrožavaju građane i infrastrukturu.
 - *Uragani i tajfuni:* Gradovi na obalnim područjima izloženi su udarima uragana i tajfuna. Ovi olujni sustavi donose jake vjetrove, oborine i poplave koje uzrokuju velike štete.
2. Klimatske promjene:
- *Povećanje temperature:* Klimatske promjene dovode do ekstremno visokih temperatura u gradovima. To može uzrokovati toplotne valove, ozbiljne zdravstvene probleme i stres za energetski sustav.
 - *Povećane razine mora:* Porast razine mora zbog topljenja ledenjaka i termalnog rastezanja oceana prijeto obalnim gradovima. To dovodi do erozije obale i poplava.
 - *Ekstremne vremenske pojave:* Klimatske promjene dovode do češćih i intenzivnijih ekstremnih vremenskih pojava poput oluja, suša, požara i poplava, što može uzrokovati štetu infrastrukturi i životnoj sredini.
3. Antropogeni rizici:
- *Zagađenje zraka i vode:* Gusta naseljenost gradova često dovodi do zagađenja zraka i vode. To može imati ozbiljne posljedice po zdravlje građana, uključujući respiratorne probleme i bolesti.
 - *Prometne nesreće:* Gust promet u gradovima povećava rizik od prometnih nesreća i ozljeda, često rezultirajući dugotrajnim zastojsima i gubicima u vremenu i resursima.
 - *Kriminal i nasilje:* Urbanizacija često ide ruku pod ruku s većom stopom kriminala i nasilja, što može narušiti sigurnost građana i kvalitetu života.
4. Izloženost urbanog okoliša tim različitim rizicima povezana je s nekoliko ključnih faktora:
- *Gustoća naseljenosti:* Gradovi često imaju visoke stope gustoće naseljenosti, što znači da se velik broj ljudi i infrastrukture nalazi na relativno malom prostoru. Ova gustoća povećava potencijalne posljedice katastrofa i otežava brzu evakuaciju i pristup pomoći.

- **Infrastrukturni izazovi:** Gradovi posjeduju složenu i osjetljivu infrastrukturu, uključujući stambene i komercijalne zgrade, vodovodne i kanalizacijske sustave, električne mreže, prometnu infrastrukturu i mnoge druge ključne komponente. Ova infrastruktura je često stara i podložna oštećenjima.
- **Klimatski faktori:** Položaj gradova, kao što su njihova blizina obali ili smještaj u seizmički aktivnim regijama, povećava izloženost prirodnim katastrofama.
- **Rast urbanizacije:** Brzi rast urbanizacije dovodi do nekontroliranog širenja gradova u ranjive ekosustave, ugrožavajući prirodna staništa i povećavajući rizik od katastrofa.

U kontekstu ovih rizika, ključno je razviti strategije i politike za smanjenje ranjivosti urbanih sredina i bolje se pripremiti za katastrofe. Pametno upravljanje gradovima, implementacija inovativnih tehnologija i podizanje svijesti građana igraju ključnu ulogu u smanjenju rizika i izgradnji otpornijih gradova. Istovremeno, odgovor na rizike od katastrofa zahtijeva suradnju između vlasti, znanstvenika, inženjera, građana i privatnog sektora kako bi se osigurala sigurnost i održivost urbanog okoliša (Rohit, 2016).

4. BUDUĆI TRENDOVI U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD KATASTROFA

Upravljanje rizicima od katastrofa u urbanim područjima neprestano se mijenja kako bi se prilagodilo novim izazovima i promjenama u okolišu. Dok gradovi nastavljaju rasti i transformirati se, važno je identificirati i razumjeti buduće trendove u upravljanju rizicima od katastrofa kako bi se osigurala sigurnost i održivost urbanih sredina. Proučit ćemo nekoliko ključnih budućih trendova koji će oblikovati način na koji gradovi reagiraju na katastrofe i minimiziraju njihove posljedice (Paliaga i Oliva, 2018).

- **Integracija tehnologije i pametnih gradskih sustava:** Budući trendovi u upravljanju rizicima od katastrofa snažno će se oslanjati na integraciju tehnologije i pametnih gradskih sustava. Inovacije poput Interneta stvari (IoT), umjetne inteligencije (AI) i senzora omogućit će gradovima da bolje prate, analiziraju i predviđaju rizike. Pametni sustavi za upravljanje krizama, koji uključuju rano upozorenje, komunikaciju s građanima i brzu reakciju, postat će sveprisutni.

- Klimatska prilagodba i održivost: S obzirom na rastuće zabrinutosti zbog klimatskih promjena, budući trendovi usmjereni su prema klimatskoj prilagodbi i održivosti gradova. To uključuje izgradnju otpornijih i ekološki održivih urbanih sredina. Investicije u obnovljive izvore energije, poboljšane sustave za vodoopskrbu i zbrinjavanje otpada te zelene infrastrukture bit će ključni koraci u tom smjeru.
- Podizanje svijesti i obrazovanje građana: Budući trendovi u upravljanju rizicima od katastrofa uključivat će snažan naglasak na podizanju svijesti i obrazovanju građana. Građani će biti aktivno uključeni u planiranje za katastrofe i pripremu. Edukacija o sigurnosnim postupcima i svijest o rizicima pomoći će građanima da bolje razumiju kako se zaštititi tijekom katastrofa.
- Međusektorska suradnja: Ključna komponenta budućih strategija upravljanja rizicima od katastrofa bit će međusektorska suradnja. Vlasti, znanstvenici, inženjeri, privatni sektor i nevladine organizacije sve više će raditi zajedno kako bi razvijali inovativne rješenja. Ova suradnja će omogućiti razmjenu informacija, resursa i stručnosti za bržu i učinkovitiju reakciju na katastrofe.
- Prilagodba infrastrukture i urbanog planiranja: Budući trendovi u upravljanju rizicima od katastrofa zahtijevat će prilagodbu infrastrukture i urbanog planiranja. Gradovi će se sve više usmjeravati prema konceptima poput tzv. "smanjenja rizika od katastrofa" u urbanom planiranju. To uključuje izgradnju sigurnijih i fleksibilnijih zgrada, prometnih sustava i komunikacijskih mreža.
- Inovacije u komunikaciji: Razvoj komunikacijskih tehnologija i društvenih medija će revolucionirati načine na koje se građani informiraju i komuniciraju tijekom katastrofa. Mobilne aplikacije, društvene mreže i sustavi za hitne obavijesti bit će sve važniji alati za upravljanje krizama i spašavanje života.
- Pristup financiranju i osiguranju: S porastom katastrofa, budući trendovi će uključivati inovativne pristupe financiranju i osiguranju za gradove. Korištenje mikroosiguranja i društvenih financijskih instrumenata pomoći će gradovima da se brže oporave nakon katastrofa.

Ovi budući trendovi u upravljanju rizicima od katastrofa čine se ključnima za izgradnju otpornijih gradova. Prilagodba novim tehnologijama, održivim praksama i boljoj suradnji bit će od vitalnog značaja za budućnost

urbanih sredina. Iako se rizici od katastrofa ne mogu u potpunosti eliminirati, primjena ovih trendova pomoći će gradovima da se bolje pripreme, reagiraju i oporave od katastrofa, čime će osigurati sigurniju i prosperitetniju budućnost za svoje građane Shaw, Rajib, i Oikawa, 2014).

5. DIGITALNI ALATI ZA UPRAVLJANJE RIZICIMA U PAMETNIM GRADOVIMA – GEOBIM

Upotreba digitalnih alata za upravljanje rizicima i otpornost kritičnih subjekata u pametnim gradovima, podrazumijeva primjenu savremenih programskih alata koji doprinose funkcionalnoj integraciji identifikacije, analize i vrednovanju rizika. Ovakav pristup postaje sušta potreba svakodnevnice i tehničko-tehnološkog razvoja modernog društva. Prema savremenim shvatanjima, digitalizacija upravljanja rizicima je model za unapređenje efikasnosti i racionalne upotrebe svih potrebnih resursa u procesu upravljanja rizicima na kritičnoj infrastrukturi, te se kao takav može posmatrati i iz ugla cirkularne bioekonomije i održivog razvoja. Primjena ovakvog efikasnijeg modela u svim fazama upravljanja rizicima, dovodi do smanjenja nivoa izloženosti zajednice, odnosno umanjenja posljedica na zdravlje i živote ljudi, okolinu i ekonomiju. Tako definisani društveni i naučni ciljevi stvaraju potrebu za optimizaciju procesa upravljanja rizicima na kritičnoj infrastrukturi uz primjenu inovativnih informacionih tehnologija (Garaplija, 2021., međunarodna konferencija „CIBEK“).

Ubrzani razvoj informacionih tehnologija (IT) postavio je visoke kriterije i zahtjeve za inovacione sinergijske odgovore nauke i struke na zahtjeve i izazove funkcionalnog upravljanja velikim količinama podataka o rizicima, uticajima i posljedicama po društvenu zajednicu, zdravlje i živote ljudi, njihovu imovinu, životnu sredinu i kritičnu infrastrukturu. Ove potrebe nam definišu tri pravca u razvoju modernih digitalnih alata za upravljanje podacima i rizicima, koja okupljaju naizgled različite informacione tehnologije, ali koje su u svojevrsnoj međuzavisnosti. Možemo zaključiti da su one uzročno-posljedične, odnosno da su međusobno povezane svojim tehničko-tehnološkim zahtjevima, posebno ako uzmemo u obzir krajnji cilj upravljanja kritama kroz identifikaciju, analizu i vrednovanje rizika na kritičnoj infrastrukturi, kao kičmenom stubu razvoja društva u cjelini.

Prvu grupaciju čine alati za kolektovanje digitalnih podataka iz vazduha, sa zemlje i pod zemljom, u koje spadaju različite vrste: bespilotnih letilica,

lidara, senzora, tehničkih sistema zaštite i georadara. Drugoj grupi pripadaju alati za mapiranje georeferenciranih podataka pomoću geografsko-informacionih tehnologija (GIS), na širim prostornim planovima i mapama: rizika, uticaja i kapaciteta. Dok trećoj grupi pripadaju alati za inteligentno modeliranje u složenim infrastrukturnim objektima gdje se zahtjeva najviši stepen preciznosti kako bi se dobio digitalni model izvedenog stanja kao najefikasnije rješenje za unapređenje i održavanje tog sistema. Uslov za integraciju ove tri grupacije IT alata je njihova kompatibilnost, odnosno mogućnost prepoznavanja različito prikupljenih i obrađenih digitalnih podataka sa terena, te njihova međusobna povezanost putem algoritama i matrica rizika. Osnovne tri faze, zajedničke za sve ove grupacije različitih sistema, bile su: identifikacija, analiza i vrednovanje podataka bitnih za određene vrste rizika iz vazduha, sa zemlje i pod zemljom (ISO 31000:2019 Risk Management Standard, 2021).

Četvrta industrijska revolucija ili Industrija 4.0 ili 4IR transformira način na koji radimo. Eksponencijalno povećanje dostupnosti podataka putem Interneta stvari (IoT) dovelo je do automatizacije u proizvodnim i industrijskim praksama i napretka u umjetnoj inteligenciji, strojnom učenju, autonomnim vozilima, bespilotnim vazдушnim sistemima, 5G bežičnim tehnologijama i 3D vizualizaciji i štampanju, mijenjaju tradicionalne pejzaže izgrađenog okruženja i gradova širom svijeta. GeoBIM rješenja poboljšavaju koordinaciju i isporuku projekata.

Globalna rješenja na platformama ArcGIS i Autodesk-Revit stvaraju IoT okruženje za razvijanje pojedinačnih projekatnih rješenja ali i programa koji obuhvataju različite stakeholdere. Jedno od inovativnih rješenja koje se pojavilo posljednjih godina i koje se može koristiti u sinergiji sa postojećim centrima za upravljanje krizama je Geographic Building Integration Modeling (GeoBiM) sistem. GeoBiM kombinuje više digitalnih tehnologija kako bi pružio sveobuhvatne i integrisane mogućnosti ranog upozorenja. Koristi satelitske podatke i tehnike daljinskog otkrivanja za praćenje različitih parametara okoline, kao što su vremenski obrasci, seizmička aktivnost i hidrološki uslovi. Koristeći AI algoritme i GIS analizu, GeoBiM može obraditi i analizirati ogromne količine podataka, otkriti anomalije, razviti scenarije i generirati rana upozorenja s poboljšanom preciznošću i brzinom. Integracija GeoBiM-a u sisteme ranog upozoravanja i brzog odgovora na katastrofe, nudi nekoliko potencijalnih prednosti. Omogućava otkrivanje suptilnih promjena u uvjetima okoline koje mogu poslužiti kao prethodnici katastrofama,

povećavajući vrijeme za pripravnost i odgovor. Nadalje, podaci u realnom vremenu i svijest o situaciji koje pruža GeoBiM olakšavaju informirano donošenje odluka na svim nivoima, od lokalnih zajednica do vladinih agencija, podstičući koordinisani i efikasniji pristup upravljanju katastrofama.

Geografsko – informacijski sistem (GIS), sa naučnog aspekta, predstavlja “koncept koji spaja naš impuls da sanjamo, otkrivamo i razumijemo strogošću i disciplinom naučnog procesa i temelja geografije. Kao takav, GIS pruža okvir za primjenu nauke na gotovo svaki ljudski poduhvat dok težimo ka transformiranju svijeta pomoću mapiranja i analitike” (Wright i Harder, 2019). Sa stručno-poslovnog aspekta “geografski informativni sistem (GIS) okvir je za prikupljanje, upravljanje i analizu podataka. Ukorišten u nauci geografije, GIS integrira mnoge vrste podataka. Analizira prostornu lokaciju i organizira slojeve informacija u vizualizacije pomoću mapa i 3D scena. Pomoću ove jedinstvene mogućnosti GIS otkriva dublji uvid u podatke, poput obrazaca, odnosa i situacija, pomažući korisnicima da donose pametnije odluke” (ESRI, 2021). Sistemski kolektovani podaci, značajni za kritičnu infrastrukturu savremene društveno-političke zajednice, predstavljaju egzaktan stručno-naučni okvir za pravilnu analizu i vrednovanje rezultata, po osnovu kojih će donosioci odluka postupati u određenim kriznim situacijama. Mapiranje tih podataka se vrši uz pomoć georeferenciranih baza, koje su od 60-tih godina počele osvajati globalno svjetsko tržište i našle široku primjenu u upravljanju prostornim podacima i planovima, kako na nacionalnim tako in a lokalnim nivoima društvenih zajednica.

Eksplozivnim razvojem infrastrukturnih projekata širom svijeta, stručnjaci iz ove oblasti su razvili unaprijeđenu primjenu digitalnog upravljanja rizicima u procesima izgradnje i eksploatacije u visokogradnji i niskogradnji. Ova rješenja pružaju inovativno i lako za korištenje, web-bazirano iskustvo za timove koji istražuju i saraduju na projektima i pitanjima izgradnje informacionog modeliranja (BIM), koristeći podatke iz više sistema u geoprostornom kontekstu. Arhitektonski-građevinski (AEC), tehničko-tehnološki (MEP) i operativni (OPS) timovi se povezuju podacima i dokumentacijom u konfiguracijskim web aplikacijama kako bi pojednostavili komunikaciju i suradnju u upravljanju projektima (Project Management). BIM (Building Information Modeling), predstavlja inteligentni softverski alat za modeliranje informacija, dajući im njihov još precizniji i vanjski ali i unutrašnji oblik. Ovaj alat, koji je nastao kao odgovor na sve veću urbanizaciju i tehnološki procvat, uspostavljen je na bazi 3D modeliranja, (prikaz dužine, širine i visine objekta),

te je stručnjacima arhitekture, inženjerstva i graditeljstva, pružio alat za efikasnije planiranje, projektovanje, izgradnju i upravljanje građevinama i infrastrukturom u visoko i nisko gradnji. Obzirom da je ovaj alat nastao na Autodesk projektantskoj platformi, u sebi je integrisao nekoliko značajnih funkcija, pridodatih osnovnoj funkciji projektovanja. To su prije svih 3D modeliranje, odnosno izrada trodimenzionalnog modela (sa visinama, dužinama i širinama), koji vizuelno daje mnogo bolji uvid u projektantskom smislu u odnosu na dvodimenzionalni način projektovanja putem arhitektonsko-građevinskih nacрта. Kada se 3D modelu pridodaju i funkcije atributa menadžmenta: 4D – upravljanje dinamičkim rokovima, 5D - finansijama, 6D - tehničkom dokumentacijom, 7D - energetsom efikasnošću, 8D – zaštitom i 9D - održavanjem, onda postaje jasno zašto je ovaj alat za veoma kratak period postao pravo osvježenje u preciznom upravljanju rizicima u svim fazama upravljanja projektom: planiranju, projektovanju, izvođenju i održavanju. Ovaj alat posebno osigurava tačnost podataka, analize i simulacije, neophodne za planiranje i upravljanje te smanjenje rizika od neplaniranih situacija. Poseban dodatak BIM platformi je „Green building studio“ koji posjeduje informacije o materijalima i smanjuje rizike od zagađenja i štetnih uticaja na sigurnost i zdravlje čovjeka.

Stari pristupi upravljanja procesima i projektnim rizicima, nisu više u mogućnosti da budu u korak s brzom urbanizacijom i rastom populacije. Evidentan je pritisak i na postojeću infrastrukturu, jer njeni sistemi i dalje rastu, grade se novi, a stari imaju potrebu za kvalitetnim održavanjem i prepoznavanjem rizika u njihovoj ranoj fazi, kako bi se s njima moglo upravljati prije nego izazovu neku havariju ili štetu na objektima. Urbanizacija, zagušenje, okolišni propisi i ekonomska ekspanzija, potiču potražnju za kvalitetnom gradnjom i održavanjem infrastrukture. S toga su digitalni alati poput GeoBIM-a našli svoju primjenu koja obuhvata veoma širok spektar informacijskih mogućnosti, od upravljanja rizicima u fazama planiranja, projektovanja i gradnje, pa sve do simuliranja otpornosti konstrukcije u požarima, zemljotresima, orkanskim vjetrovima, i drugim fizičkim narušavanjima stabilnosti kritičnih infrastrukture.

6. IZAZOVI I BUDUĆI TREND OVI

Kao svojevrsni „Case study“ primjene inovativnih digitalnih alata u upravljanju rizicima u urbanim sredinama, možemo izdvojiti teritoriju Brčko

Distrikta Bosne i Hercegovine, koja je kao teritorijalna jedinica sam po sebi INOVATIVNO rješenje međunarodne zajednice za upravljanje krizama. Pred-Dejtonski ratni konflikt i post-Dejtonska društveno politička kriza su postavile izazov međunarodnoj zajednici za inovativni pilot projekt i nekonvencionalni pristup u problematici upravljanja krizama. Dejtonski mirovni sporazum je dao konceptualnu podlogu za inovativno rješenje kreirano u Brčko Distriktu koje je pomirilo obostrane entitetske teritorijalne zahtjeve.

Par godina nakon katastrofalnih poplava koje su 2014.godine pogodile teritoriju Distrikta kao i čitavo područje Zapadnog Balkana, započeta je digitalizacija integrisanog upravljanja rizicima na ovom prostoru, kroz program oporavka od poplava koji su zajednički sprovedli Svjetska banka i EU a realizovala INZA Group zajedno sa svojim partnerima iz nevladinog sektora, Asocijacije za upravljanje rizicima AZUR. Digitalizirano je 10 reprezentativnih rizika, te njihov pojedinačni i grupni uticaj na ljude, imovinu i kritičnu infrastrukturu. Mapirani su kapaciteti zaštite i spašavanje, ranog upozoravanja, evakuacije i zbrinjavanja unesrećenih od katastrofa. Razvijeni su različiti najvjerovatniji i najgori mogući scenariji poplava, požara i zemljotresa, kao i epidemijskih rizika, što je ovoj sredini bilo od izrazite pomoći nekoliko godina kasnije kada se suočila sa globalnim pandemijskim rizicima. Zahvaljujući razvijenim procedurama i digitalizaciji i mapiranju rizika, uticaja i kapaciteta, Brčko Distrikt BiH je uspješno odgovarao na sve izazove kojima je bio izložen, te su se znatno smanjili gubici ljudskih života, imovine i kritične infrastrukture. Ova kriza je pomogla naučnicima, istraživačima i stručnjacima iz prakse okupljenih INZA Group i Asocijacije AZUR, da unaprijede algoritam za upravljanje rizicima. Nauka je uočila da su svi na različite načine identificirani rizici imali zajedničke parametre učestalosti i uticaja po ljude, imovinu i kritičnu infrastrukturu. Na taj način je dobijen algoritam za analizu rizika (matrica rizika), po onovu čega su vrednovani rezultati i određivan nivo potrebnih mjera preventivne i operativne zaštite, kao glavnih faza upravljanja rizicima. Ovakav pristup dovodi da standardizacije upravljanja rizicima i izrade univerzalnih standard: ISO 31000 (Risk Management) i ISO 31010 (Risk Assessment Techniques).

Pravilnom i identifikacijom rizika putem relevantnih tehnika formi, intervjuua i “brainstorminga”, te vjerovatnoće njihove učestalosti, kao i posljedica koje kratkoročno, dugoročno ili trajno one ostavljaju po ljude, njihovu imovinu i kritičnu infrastrukturu zajednice, stiču se preduslovi za primjenu različitih tehnika kvalitativne i kvantitativne analize neophodne za

efikasnu procjenu rizika i planove postupanja u kriznim situacijama (Garaplija, 2018). Da bi efikasno upravljali algoritmom rizika, postoji potreba za modernizacijom tradicionalnog okvira za upravljanje. Organizacije trebaju razviti i usvojiti nove pristupe koji su izgrađeni na jakim temeljima upravljanja rizikom i uskladiti sve zahtjeve vodeće prakse i regulative. Tri su osnovne faze za modernistički pristup razvijanja algoritma rizika: Prva faza obuhvata strategiju i upravljanje organizacijom. Druga obuhvata dizajn, razvoj, implementaciju i primjenu. A treća monitoring i kontrolu (Krishna i Albinson, 2017). Poučeni iskustvima naučenih lekcija iz prošlosti, trebamo najprije sagledati svu kompleksnost procesa upravljanja rizicima, koji je uzročno-posljedično vezan za niz faktora na starteskom, taktickom i operativnom nivou. Dosadašnja tehnika procjenjivanja rizika po osnovu matrice rizika nastale na algoritmu vjerovatnoće i uticaja na širu zajednicu, (SEC, 2010) zahtjeva njeno “refreširanje”, uvažavajući sve preventivne, ljudske i tehničko-tehnološke uticaje. Prema ISO 31000 međunarodnom standard, kada je stepen uticaja nezavisan u odnosu na vjerovatnoću pojave opasnosti, što je često slučaj sa čisto prirodnim nepogodama, kao što su zemljotresi ili poplave, rizik se može izraziti algebarski na slijedeći način:

$$\text{Rizik} = \text{uticaj opasnosti} * \text{vjerovatnoća pojave.}$$

A kada veličina uticaja utiče na vjerovatnoću nastanka, tj. gdje ova dva termina nisu nezavisna jedan od drugog, rizik ne može jednostavno biti izražen kao proizvod dva termina ali se mora izraziti kao funkcionalna veza. Uticaji zavise od spremnosti za brzi odgovor u kriznoj situaciji, odnosno pbrnuto proporcionalnog nivoa preventivne kulture koji označavamo sa “P”, npr. blagovremena evakuacija, integracija sistema zaštite i sl. (SEC, 2010). Što je faktor prevencije veći na skali od 1 do 10, za toliko se i ukupni rizik umanjuje. U analizi prirodnih opasnosti, uticaji su često izraženi kao odnos ranjivosti i izloženosti organizacije. Ranjivost “V” je definisana kao karakteristike i okolnosti zajednice, organizacije ili sistema, koje ga čine podložnim štetnim efektima neposredne ili posredne opasnosti. Izlaganje “E” je sveukupnost ljudi, imovine, sistema ili drugih elemenata koji su prisutni u zonama opasnosti koje su na taj način predmet potencijalnih gubitaka. Ovu ovisnost možemo izraziti matematički:

$$\text{Rizik} = 1/P * E * V$$

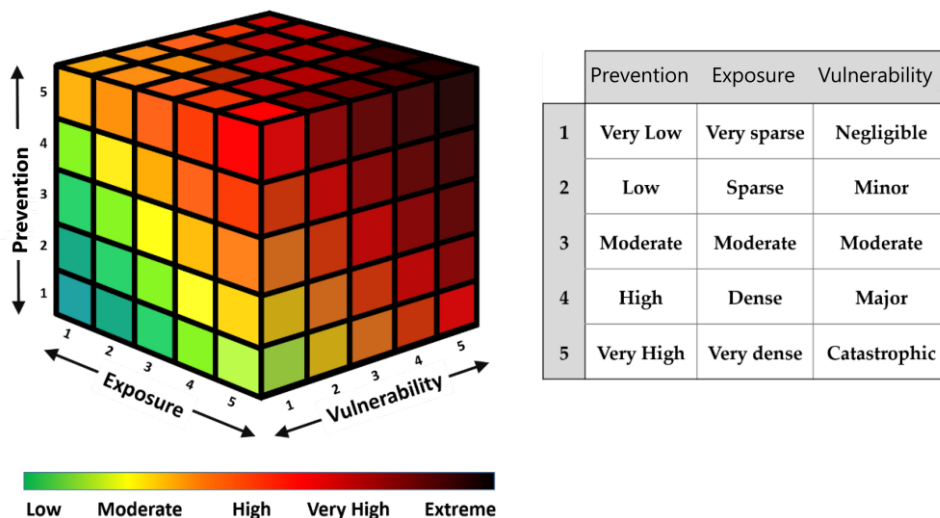
Inovativni pristup razvoju “Cutting Edge” tehnologije u budućim digitalnim alatima i unaprijeđenja algoritma za preciznije izračunavanje rizika, Razmatrajući faktor prevencije, uočavamo da on nije do kraja raščlanjen na komponente mjera koje utiču na određivanje kvalitativne i kvantitativne vrijednosti. Za određivanje preventivnog faktora “P” potrebno je sagledati statute i mogućnosti integracije nivoa upravljanja organizacijom pomoću zakonski definisane projektno-planske uređenosti, primjenjene tehničko-tehnološke zaštite, te uspostavljanja utreniranih i opremljenih stručnih službi za efikasan odgovor u slučaju krize. Metodom naučenih lekcija dat je tabelarni prikaz komponenti primjenjenih mjera za određivanje faktora prevencije (Garaplija, 2018).

Komponente za određivanje faktora prevencije "P" od prirodnih i drugih nesreća						
	Uređenost projektno-planskih dokumenata zaštite		Implementiranost tehničko-tehnološke zaštite		Utreniranost stručne službe zaštite	
1	Procjena ugroženosti	NE	Tehnička zaštita (protuprovala, vatrodiojav, videonadzor)	NE	Fizička zaštita	NE
		PROCES		PROCES		
		DA		DA		
2	Plan zaštite	NE	Detekcija geohazarda	NE	Jedinica za zaštitu i spašavanje	NE
		PROCES		PROCES		
		DA		DA		
3	Program razvoja	NE	Detekcija meteo-uslova (vjetar, temperatura, vlaga)	NE	Služba održavanja	NE
		PROCES		PROCES		
		DA		DA		
4	Geo-informacioni sistem zaštite i spašavanja (GIS)	NE	Sistemi ranog i uzbunjivanja i komunikacije	NE	Podrška lokalne zajednice	NE
		PROCES		PROCES		
		DA		DA		
5	Pametno modeliranje objekata (BIM)	NE	Sistemi za zaštitu tehnološkog procesa	NE	Podrška sa nacionalnog nivoa	NE
		PROCES		PROCES		
		DA		DA		
Nivo mjera zaštite	Izostanak mjera	NE	1			
	Djelimične mjere	PROCES	1<9			
	Integrirani sistem	DA	10			

Možemo uočiti da je faktor prevencije “P” obrnuto proporcionalan vrijednosti rizika datoj kroz klasičnu matricu odnosa vjerovatnoće i uticaja rizika. Što je stepen rizika u matrici veći, to je manja vrijednost preventivnog faktora, i obrnuto. Uočavamo da postoje po jedan deseti dio skale za primjenjene mjere, koji nam predstavljaju relevantne pokazatelje da se efikasnijom investicijom u preventivne komponente može uticati na visinu stepena rizika i umanjiti posljedica u omjeru 1:3:5, gdje je vrijednost “1” - visina investicije, “3” - omjer direktnih posljedica i “5” - omjer indirektnih posljedica po živote i zdravlje ljudi, njihovu imovinu i kritičnu infrastrukturu. Kao primjer z aizracun ovog algoritma, možemo uzeti primjer katastrofalnih poplava koje su 2014. pogodile Bosnu i Hercegovinu, ekonomija i kritična infrastruktura pretrpila direktnih šteta oko 2,5 milijardi KM (1KM=0.5EUR) i indirektnih šteta dodatno 1,5 milijardi KM, odnono ukupno pretrpljenih šteta koro 4 milijarde KM ili 2 milijarde Eura. Na svjetskom tržištu postoje višenamjenki protupoplavni sistemi za multi-odbranu od poplava čija nabavka i montaža koštaju približno 1000 Eura po 1m². Ako uzmemo u obzir da je ukupna pogođena površina bila 400 kilometara ukupne obrane nasipa plavnih rijeka u BiH (Sava, Drina, Vrbas, Bosna), onda dobijamo potvrdu predhodno definisanog ratia (omjera) 1:3:5. Dakle, za pravovremeno investiranih 400 miliona Eura, izbjegli bi štete od 2 milijarde Eura i državnom budžetu uštedjeli 4/5 izgubljenih sredstava, odnosno 1.6 milijardi Eura.

Mnoge organizacije u zemljama u razvoju počele su da stavljaju snažan prioritet na upravljanje rizikom. Stoga su naučnici istraživali novi model koji uključuje organizacijsku zrelost kao novu dimenziju u procjeni rizika projekta. U svojoj metodologiji istraživanja, koristili su hibridni najbolji-najgori metod-fazi sistem zasnovan na pravilu (BWM-FRBS) u kombinaciji sa 3D matricom za procjenu vjerovatnoće rizika i matematičkim jednačinama generisanim za organizacioni uticaj i zrelost (Hayder i Hatim, 2023). S obzirom na mogućnosti unapređenja izgradnje i rada projekata u obnovi Iraka, kod investitora i izvođača se pojavila potreba za novim, efikasnijim pristupom upravljanju rizicima prilikom rekonstrukcije kritične infrastrukture. Nakon analize nekoliko istraživačkih studija, stručnjaci su formirali početnu strukturu procjene rizika i potvrdili konačne komponente parametara modela. Težine komponenti izračunate su BWM tehnikom. Pripremljene su jednačine uticaja i organizacijske zrelosti. Izlazi prethodnih jednačina i vjerovatnoća pojave su zatim korišteni kao inputi za FRBS model za određivanje ocjene rizika. Ovaj model je koristio 3D matricu rizika za konstruisanje fuzzy pravila koja se mogu

vidjeti na slici 1 ispod. Irački građevinski projekti korišteni su kao studija slučaja za validaciju integriranog modela. Prelazak na 3D hibridni model pokazao se efikasnijim i preciznijim od ranijih 2D konvencionalnih tehnika za procjenu rizika i određivanje prioriteta i može pružiti kritične informacije za upravljanje rizikom.



Metodom indukcije u ovom radu smo krenuli od pojedinačnih premisa da primjenom inovativnih digitalnih alata kreiramo opšte zaključke koji se zasnivaju na prostornim, vremenskim, kvantitativnim i kvalitativnim numeričkim metapodacima. Takođe, uobičajena metoda dedukcije, kojom se dolazi do pojedinačnih zaključaka iz opštih pojmova i znanja, ovim radom je unapređena definisanjem kvantitativnih i kvalitativnih faktora prevencije. GeoBIM inovativni sistem pruža korisnicima dodatne mogućnosti primjene analitičke metode koja se odnosi na raščlanjivanje cjeline na dijelove ili jednostavnije sastavne elemente kako bi razmotrili njihovu prirodu, odnose, uzroke i posljedice u procesu identifikacije, analize i evaluacije metapodataka. U odnosu na dosadašnju primjenu metoda deskripcije kao postupka za opisivanje ili ispoljavanje činjenica, objekata i pojava u okviru posmatranog procesa, ovaj rad dodaje mogućnost predviđanja razvoja najverovatnijeg i najgoreg scenarija. Sama analitička superiornost GeoBIM modeliranja dominira ranije poznatim pojedinačnim metodama analize, koje razbijaju poznate tvrdnje kako bi se dobila jasnija predstava o proučavanim pojavama. Primjenjivost GeoBIM digitalnog modela integriranog upravljanja rizicima na sisteme kritičnih subjekata potvrđena je zahvaljujući naporima, inovativnosti i

poduzetničkoj sposobnosti menadžmenta domaće kompanije INZA Group, koja je razvila smart rješenja za upravljanje krizama tokom nekoliko decenija svog rada. U praksi su ovakva unaprijeđena digitalna rješenja postavljena na GIS i BIM platformama implementirana u različitim sektorima, bilo da se radi o transportnoj, energetske ili zdravstveno kritičnoj infrastrukturi i kritičnim subjektima. Ova rješenja objedinila su projektno-plansku dokumentaciju, sa tehničko-tehnološkim rješenjima ranog upozoravanja u jedinstven sistem zaštite i spašavanja koji je zadovoljio sve zahtjeve domaćeg zakonodavstva, ali i zahtjeve međunarodnih standarda koji definišu oblasti zaštite i spašavanja i upravljanja krizama. .

Ovakva rješenja, osim inovativnosti, pružaju i maksimalnu efikasnost u pogledu upravljanja vremenom, finansijama i energijom, a osim visokog nivoa sigurnosti, nude i najbolji mogući model izgradnje, održavanja i rada za različite projekte. zadataka. Takođe, GeoBIM integrisan sa sistemom ranog upozoravanja u kriznim situacijama obezbeđuje maksimalnu efikasnost i sigurnost u smislu prevencije rizika i smanjenja potencijalne štete po ljude, imovinu i životnu sredinu. Razvojem AI i IoT tehnologija ovaj model će u budućnosti biti unapređen u svojoj strukturi i prilagođen različitim zahtjevima sofisticiranih korisnika, te će se automatiziranim procesima zaštititi od potencijalnih ljudskih grešaka. Poseban izazov za razvoj GeoBIM digitalnih alata je sajber sigurnost i otpornost na zlonamjerne napade na ovako uspostavljene digitalne modele, pa će nauka i struka morati ponuditi prateća rješenja, kako bi se spriječili sve češći rizici ove vrste. Ali, bez obzira na trenutnu potencijalnu cyber ranjivost, preporučuje se dalji razvoj i primjena ovakvih alata jer su njihove prednosti višestruke i pružaju različite mogućnosti i šanse kako za prevenciju rizika tako i za rano upozoravanje u kriznim situacijama. Primjena GeoBIM digitalnih rješenja u SMART planiranjima urbanih sredina, potvrđuje naučnu i društvenu opravdanost prelaska sa konvencionalnih alata i tehnika na savremene digitalne pristupe za unapređenje sistema upravljanja rizicima.

7. ZAKLJUČCI

U zaključku, pametni gradovi predstavljaju očaravajući vizionarski koncept urbanog razvoja i upravljanja koji nudi brojne mogućnosti za poboljšanje kvaliteta života građana, povećanje održivosti gradskih zajednica te optimizaciju različitih urbanih operacija. Ključne karakteristike pametnih

gradova, uključujući povezanu infrastrukturu, sustave za prikupljanje podataka, analitičke platforme, umjetnu inteligenciju, sudjelovanje građana, održivost i energetska efikasnost, kao i bolje upravljanje u hitnim situacijama, postavljaju temelj za gradove prilagođene potrebama budućnosti.

Međutim, unatoč ovom obećavajućem konceptu, rapidna urbanizacija i koncentracija stanovništva u gradovima stvaraju i značajne izazove i rizike. Prirodne katastrofe poput potresa, poplava i uragana, zajedno s klimatskim promjenama i antropogenim rizicima poput onečišćenja i prometnih nesreća, predstavljaju ozbiljne prijetnje urbanoj okolini. Gusta naseljenost, zastarjela infrastruktura i kontinuirani rast urbanizacije povećavaju ranjivost gradova.

Rješavanje ovih izazova i efikasno upravljanje rizicima u urbanim sredinama zahtijevaju holistički pristup i integraciju tehnologije, suradnju dionika te kontinuirano podizanje svijesti građana. Nadalje, budući trendovi u upravljanju rizicima od katastrofa usmjereni su prema integraciji tehnologije, prilagodbi na klimatske promjene, izgradnji infrastrukture otporne na katastrofe, inovativnim modelima komunikacije i suradnje te razvoju novih pristupa financiranju i osiguranju.

Uvođenje digitalnih alata za upravljanje rizicima, kao što su Geographic Building Integration Modeling (GeoBIM) sistemi, predstavlja ključnu inovaciju u suvremenom društvu. Ovi alati postaju neophodni s obzirom na brz tehnološki razvoj i rastuće potrebe za efikasnim i održivim upravljanjem rizicima u kritičnim infrastrukturama. Digitalizacija upravljanja rizicima ne samo da poboljšava efikasnost, već i pridonosi racionalnijem korištenju resursa, što je od vitalnog značaja za očuvanje okoliša i ekonomske stabilnosti. Razvoj informacijskih tehnologija postavlja visoke zahtjeve za inovativnim rješenjima u upravljanju rizicima, uključujući alate za prikupljanje digitalnih podataka, mapiranje georeferenciranih podataka i inteligentno modeliranje infrastrukturnih objekata. Četvrta industrijska revolucija, koja obuhvaća koncept Industrije 4.0, donosi ključne transformacije u urbanom okruženju, potičući automatizaciju, internet stvari, napredak u umjetnoj inteligenciji, 5G tehnologije i 3D vizualizaciju.

GeoBIM rješenja pružaju inovativno iskustvo u projektiranju i upravljanju infrastrukturnim projektima, kako u visokogradnji tako i u niskogradnji. Uz primjenu modeliranja informacija o objektima (BIM), postiže se precizno planiranje, projektiranje, izgradnja i održavanje infrastrukture. Ova inovacija integrira različite funkcije kako bi se osigurala točnost podataka, analiza i simulacija, čime se značajno smanjuju rizici i potencijalne havarije.

U zaključku, tradicionalni pristupi upravljanju rizicima više nisu dovoljni kako bi se nosili s izazovima brze urbanizacije i rasta populacije. Pametni gradovi zajedno s GeoBIM i GIS sistemima predstavljaju ključ za stvaranje sigurnijih, otpornijih i prosperitetnijih urbanih sredina koje će se uspješno nositi s izazovima budućnosti. Postizanje ovog cilja zahtijeva suradnju, inovaciju i koordinirane napore svih dionika, od vlasti do građana i privatnog sektora. Samo zajedničkim snagama možemo graditi gradove prilagođene budućnosti, pružajući brojne koristi za građane i društvo u cjelini.

LITERATURA

1. Bašić, S., Vezilić Strmo, N., Sladoljev, M. 2019. "Pametni gradovi i zgrade." *Građevinar* 10, 949-964.
2. ESRI – American geospatial corporation and global worldwide leader, <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>, (20.03.2021.)
3. Garaplija, E., 2018. "Upravljanje rizicima na održavanju elektro-energetskih sistema u Crnoj Gori", Međunarodna konferencija CIBEK - Cirkularna-biodrživa ekonomija u Republici Srbiji, u organizaciji Fakulteta za inženjerski menadžment Beograd,
4. Garaplija, E., 2018. „Proces identifikacije, analize i evaluacije rizika na kritičnoj infrastrukturi u vanrednim situacijama“, Fakultet za inženjerski menadžment, Univerzitet Nikola Tesla Beograd.
5. Garaplija, E., 2018. „Proces identifikacije, analize i evaluacije rizika kritične infrastrukture u vanrednim situacijama“, Fakultet za inženjerski menadžment, Univerzitet Union Nikola Tesla,
6. Garaplija, E., 2021. "Krivično-pravna zaštita sistema kritične infrastrukture", Naučni časopis "Zaštita i Sigurnost", Izdavač: Asocijacija za upravljanje rizicima u Bosni i Hercegovini
7. Garaplija, E., 2022. "Digitalni model integrisanog upravljanja rizicima na kritičnoj infrastrukturi", AZUR Sarajevo,
8. Garaplija, E., 2022. Digitalizacija integrisanog upravljanja pandemijskim rizicima u svjetlu zaštite ljudskih prava i GDPR direktive", Izdavač: Asocijacija za upravljanje rizicima u Bosni i Hercegovini,
9. Gulin, M., 2018. Pristup razvoju strategije pametnog grada. Diss. University of Split. Faculty of economics Split,
10. IEC 31010:2019, Risk Assessment Techniques, <https://www.iso.org/standard/72140.html> (pristup:22.03.2021.)
11. ISO 31000:2019 Risk Management Standard – Upravljanje rizicima, <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html> (pristup: 21.03.2021.)
12. Jigyasu, R., 2016. "Reducing disaster risks to urban cultural heritage: global challenges and opportunities." *Journal of Heritage Management* 1.1
13. Krishna, D., Albinson, N., Chu, Y, 2017. "Managing algorithmic risks Safeguarding the use of complex algorithms and machine learning", Deloitte Risk and Financial Advisory,

14. Paliaga, M., Ernes O., 2018. "Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova." *Ekonomski misao i praksa* 27.2
15. Procjena rizika i mapiranje-smjernice za upravljanje katastrofama, Evropska Komisija, SEC (2010) 1626
16. Procjena rizika i mapiranje-smjernice za upravljanje katastrofama, Evropska Komisija, SEC (2010) 1626
17. R. A. Hayder, A. Hatim, "A New Risk Assessment Model for Construction Projects by Adopting a Best-Worst Method – Fuzzy Rule-Based System Coupled with 3D Risk Matrix," *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction of Civil Engineering*, published by Springer.
18. Shaw, R., Yukihiko O., eds. 2014. "Education for sustainable development and disaster risk reduction."
19. Wright, D., Harder, Ch., 2019. "GIS for Science: Applying Mapping and Spatial Analytics",