

# Človek, mesto in potres: analiza dostopnosti do mestnih funkcij

Katarina Rus, David Koren

## Povzetek

Ozaveščanje javnosti o nevarnosti potresa in njegovih posledicah je pomemben dejavnik za krepitev splošne urbane odpornosti. V ta namen študija raziskuje spremembe v delovanju mesta po potresu s perspektive njegovega prebivalca. Funkcionalnost obravnavanega urbanega sistema je v študiji vrednotena na podlagi dostopnosti do mestnih prostorov, ki omogočajo izpolnjevanje temeljnih človekovih potreb. Pomembnost posameznih potreb je individualno pogojena, hkrati pa se prioritete razlikujejo v različnih situacijah – pred potresom in po njem. Za namen prikazane preliminarne študije je bil uporabljen testni model izbranega urbanega sistema iz predhodne raziskave s predpostavljanimi podatki. Za oceno dostopa prebivalcev izbranih referenčnih objektov do stavb, ki omogočajo izpolnjevanje specifične potrebe, smo predlagali in primerjali dva načina. Poleg tega sta analizirana še 15-minutna dostopnost od referenčnega objekta ter scenarij evakuacije in organizacije začasnih bivališč za prebivalce poškodovanih objektov. Rezultati izvedenih analiz kažejo velike spremembe v delovanju izbranega mestnega sistema pred potresom in po njem, saj potres prizadene fizične strukture in posredno lahko povzroči težko popravljive družbene posledice – tako z vidika posameznika kot skupnosti.

## Ključne besede

potres, urbani sistem, odpornost, dostopnost, funkcionalnost, človekove potrebe

## Abstract

*Public awareness of earthquake threat and its consequences plays an important role in strengthening overall urban resilience. For this purpose, in this study the changes in the city's performance after the earthquake has been investigated from the perspective of its citizen. The functionality of the assumed urban system has been evaluated through the accessibility to urban spaces that enable the fulfilment of basic human needs. The importance of specific needs is individually conditioned, but at the same time priorities diverge in different situations - before and after the earthquake. For the purpose of the presented preliminary study, a test model of a selected urban system from a previous authors' survey with assumed data was used. For the evaluation of the accessibility from the selected reference facilities to the buildings that have an ability to fulfil a specific need two approaches are proposed and compared. In addition, the 15-minute accessibility from the reference building and the evacuation scenario and the organization of temporary homes for the residents of the damaged buildings are analysed. The results of the performed analyses indicate major changes in the functionality of the selected urban system before and after the earthquake, which affects physical structures and can indirectly cause difficult-to-repair social consequences - both from the point of view of the individual and the community.*

## Keywords

*earthquake, urban system, resilience, accessibility, functionality, human needs*

## 1. UVOD

### 1.1. Človek in mesto kot sistem

Mesto je dinamičen družbeno-prostorski sistem, sestavljen iz številnih medsebojno odvisnih omrežij. Posamezna omrežja tvorijo različne fizične (grajeni objekti, odprti prostori, infrastruktura) in socialne komponente, ki se med seboj prepletajo v kompleksne strukture [1-3]. Poleg merljivih (število, velikost, gostota itd.) so za uspešno delovanje mesta pomembne predvsem njihove kvalitativne lastnosti, ki ustvarjajo pestrost urbanih funkcij, način povezovanja in prepletanja elementov pa določa dostopnost ponudbe in možnost izbire za zagotavljanje splošne blaginje in zadovoljstva med prebivalci in drugimi uporabniki. Funkcionalnost urbanega sistema z vidika človeka je torej mogoče opredeliti kot priložnost za zadovoljitev temeljnih človekovih potreb [4,5], to pa lahko ovrednotimo na podlagi dostopnosti do mestnih prostorov, ki omogočajo izpolnjevanje teh potreb [6,7].

Pomen oblikovanja, načrtovanja in upravljanja mest za posameznika in družbo je skrb za blaginjo, ki vključuje zadovoljevanje osnovnih človekovih potreb. Potrebe so temelj našega motivacijskega sistema in vsa človeška dejavnost izhaja iz težnje po izpolnitvi temeljnih potreb. Temeljne človekove potrebe so univerzalne za vsakega posameznika, medtem ko se načini za njihovo zadovoljitev spreminjajo glede na krajevni, časovni, socialni in kulturni

kontekst. V znanstvenih krogih so se razvile različne teorije človekovih potreb, med katerimi je prva in najbolj poznana hierarhija potreb po Maslowu [8]. Ta obravnava pet kategorij potreb (fiziološke potrebe, potrebe po varnosti, pripadnosti, spoštovanju in samoaktualizaciji) v hierarhičnem redu, tako da morajo biti bazične potrebe zadovoljene pred potrebami na višjem nivoju. Kljub splošni sprejetosti in razširjenosti motivacijske teorije Maslowa ima ta tudi številne kritike [4,5,9]. Sodobna znanstvena literatura s področja urbanizma [4,5] se najpogosteje sklicuje na teorijo človekovih potreb po Manfredu Max-Neefu [10], ki potrebe razume kot medsebojno povezan interaktivni sistem. V tem sistemu v nasprotju z izhodišči teorije Maslowa ni hierarhije potreb (razen osnovne potrebe po preživetju), temveč so za proces njihovega zadovoljevanja značilne hkratnost, komplementarnost in kompenzacije [11]. Tako je devet aksioloških potreb (preživetje, zaščita, naklonjenost, razumevanje, sodelovanje, prosti čas, ustvarjanje, identiteta in svoboda) organiziranih glede na štiri eksistencialne potrebe (biti, imeti, delati in delovati) v kompleksen matrični sistem. Potrebe se zadovoljujejo na različne načine (z različnimi t. i. zadovoljevalci) ob družbeno-materialni organizaciji vsakdanjega življenja in predstavljajo tisto, kar bi morali biti vsi ljudje zmožni zadovoljiti [12]. Pomembnost in prioriteta potreb sta odvisni od posameznika, njegove socialne situacije in kulturnega ozadja ter se lahko spreminjata s krajem in časom. Ob hujši naravni nesreči, kot je potres, se prioritete posameznika glede na običajne razmere spremenijo. Tako postaneta potrebi po preživetju in varnosti pomembnejši od drugih potreb, ki so bile pred tem posamezniku bistvena motivacija za delovanje.

meznika, njegove socialne situacije in kulturnega ozadja ter se lahko spreminjata s krajem in časom. Ob hujši naravni nesreči, kot je potres, se prioritete posameznika glede na običajne razmere spremenijo. Tako postaneta potrebi po preživetju in varnosti pomembnejši od drugih potreb, ki so bile pred tem posamezniku bistvena motivacija za delovanje.

### 1.2. Potresna odpornost mesta

Potres je eden izmed naravnih pojavov, ki lahko povzroči najbolj razsežne posledice, tako v smislu žrtev kot tudi gospodarskih izgub [13,14]. Ker pa so (močnejši) potresi redki in je verjetnost zanje majhna, družba ni sposobna razviti ustrezne percepcije za potresno tveganje, še predno pride do močnega potresa [15,16]. Da bi se izognili najhujšim scenarijem in omejili obseg škode tako na fizičnih kot socialnih urbanih komponentah, je treba več pozornosti nameniti ozaveščanju družbe o pomenu zmanjševanja tveganja in večanja odpornosti urbanih sistemov. Potresov ni mogoče napovedati in nadzorovati, lahko pa jih precej natančno merimo ob njihovem pojavu. Lahko se oceni največja magnituda, ki jo je z določeno verjetnostjo moč pričakovati, ter obseg škode, ki bi jo potres na nekem območju lahko povzročil. Na osnovi podatkov o potresih iz preteklosti in geoloških značilnosti ozemlja se pripravijo karte potresne nevarnosti, ki služijo kot podlaga za potresno

Potreba [Pi]	preživetje (P1)	zaščita (P2)	naklonjenost (P3)	razumevanje (P4)	prosti čas (P6)	sodelovanje (P5)	ustvarjanje (P7)	identiteta (P8)	svoboda (P9)
<i>Funkcionalni prostor</i>									
stanovanjske stavbe	1	1	1	0	1	1	0	1	1
stavbe za dejavnosti za varnost in zdravje	1	1	0	0	0	0	0	0	0
upravne stavbe	0	1	0	1	0	0	1	0	0
poslovne stavbe	0	0	0	1	1	0	1	0	0
gostinske stavbe	1	0	0	0	1	1	0	0	1
trgovske stavbe	1	0	0	0	0	1	1	0	0
stavbe za kulturne in športne dejavnosti	0	0	1	1	1	1	1	1	1
stavbe za vzgojo in izobraževanje	0	1	1	1	1	0	1	1	1
verski objekt	0	0	1	1	1	1	0	1	1
industrijsko-gospodarske stavbe	0	0	0	0	0	0	1	0	0
odprti prostori	1	0	1	0	1	1	0	1	1

Tabela 1: Matrica temeljnih človekovih potreb in funkcionalnih mestnih prostorov, ki omogočajo zadovoljitev teh potreb.

odporno gradnjo stavb [17]. Osnova za pripravo teh kart so krivulje potresne nevarnosti, ki za določeno območje prikazujejo verjetnost nastopa potresnega dogodka določene intenzitete (podano z vršnim pospeškom tal, PGA) za izbrano povratno dobo. Prav tako lahko (ob ustreznih podatkih) za vsako grajeno konstrukcijo izračunamo krivuljo njene potresne ranljivosti, ki določa, kakšna je verjetnost nastopa izbranega mejnega stanja poškodovanosti pri določeni jakosti potresa. Ob poznavanju krivulje potresne nevarnosti za izbrano območje in potresne ranljivosti določenega objekta na tem območju lahko predvidimo obseg in verjetnost posledic potresa na izbranem objektu. Poleg stavb lahko potres poškoduje tudi drugo grajeno infrastrukturo in omrežja, kar lahko močno ohromi delovanje mesta in tako prizadene celotno družbeno skupnost. Družbeno-prostorski sistemi so dinamični in se nenehno spreminjajo, tako da prehajajo skozi različne faze razvoja [18,19]. Pojem odpornosti se ne nanaša le na posamezno stanje sistema, temveč zajema celoten proces preobrazbe, ki vključuje stanje pred nesrečo, med nesrečo in po okrevanju. Odporno mesto je tako opredeljeno kot trajnostno omrežje fizičnih sistemov in skupnosti, ki je sposobno obvladovati ekstremne dogodke. Pomembna je pripravljenost vseh sistemskih komponent na potencialno nevarnost, tako da so izgube in padec funkcionalnosti ob nesreči čim manjši. V stresni situaciji (med nesrečo) je to omrežje zmogljivo preživeti in delovati, po nesreči pa je kljub morebitnim spremenjenim odnosom med posameznimi elementi sposobno hitro in učinkovito okrevati ter ponovno vzpostaviti okrnjene funkcije. Zelo odporni urbani sistemi so se sposobni prilagoditi, nadgraditi, preobraziti in s tem celo izboljšati delovanje celotnega sistema v primerjavi s stanjem pred nesrečo.

## 2. VREDNOTENJE POTRESNE ODPORNOSTI MESTA

### 2.1. Modeliranje urbanega sistema

Osnova za odločanje glede ukrepov za krepitev potresne odpornosti mest je celovito vrednotenje urbane odpornosti, ki vključuje tako kvantitativni kot tudi kvalitativni pristop z upoštevanjem vseh osnov-

nih urbanih komponent in njihovih lastnosti. V predstavljeni študiji smo mesto modelirali kot kompleksen družbeno-prostorski sistem, tako da smo tvorili večplastno omrežje, grajeno iz osnovnih štirih urbanih komponent [3,20]. Grajeni objekti tako zajemajo stanovanjske stavbe, ki predstavljajo lokacije mestnih prebivalcev kot predstavnikov družbene komponente, in nestanovanjske stavbe z določeno urbano funkcijo. Gre za prostore, kjer potekajo dejavnosti, ki po presoji avtorjev omogočajo zadovoljevanje temeljnih človekovih potreb. Odprti prostori predstavljajo funkcionalne praznine med objekti, ki prav tako služijo zadovoljevanju določenih potreb, vse skupaj pa v enotno omrežje povezuje prometna infrastruktura. Urbani sistem je bil tako modeliran kot matematični graf, tvorjen iz točk (objekti, prebivalci, odprti prostori) in povezav med njimi (ceste in poti) [21-23]. Na podlagi tega v nadaljevanju z algoritmi teorije grafov [24] vrednotimo dostopnost do funkcionalnih mestnih prostorov (nestanovanjski objekti in odprti prostori z določeno funkcijo), ki omogočajo zadovoljevanje potreb in s tem kakovost življenja v mestu, za prebivalce.

### 2.2. Predlagani koncept vrednotenja delovanja mesta

Vsak izmed funkcionalnih mestnih prostorov ponuja možnost zadovoljitve ene ali več temeljnih potreb mestnim prebivalcem in drugim uporabnikom (Tabela 1). V preliminarni fazi te študije smo uporabili poenostavljen binarni pristop (1 – zagotavlja, 0 – ne zagotavlja zadovoljitve potrebe), ki upošteva le obe skrajni možnosti, brez delnih zadovoljitev potreb. Dodatno smo se v analizi omejili le na prebivalce, ki jim pripadajo stanovanjski objekti znotraj obravnavanega območja, in predpostavili zaprt sistem brez upoštevanja navezav na okolico. Za vsako posamezno temeljno potrebo smo ocenjevali dostopnost do funkcionalnih mestnih prostorov, ki omogočajo zadovoljitev te potrebe, za prebivalce. Dostopnost je primarno odvisna od dolžine najkrajše poti in njihove gostote [25], v primeru obravnavanih funkcionalnih mestnih prostorov in stavb pa še od drugih parametrov, kar je zajeto v naslednjih dveh izrazih, predlaganih za oceno dostopnosti (D):

$$D_i^N = N_i / L_i, \quad (1)$$

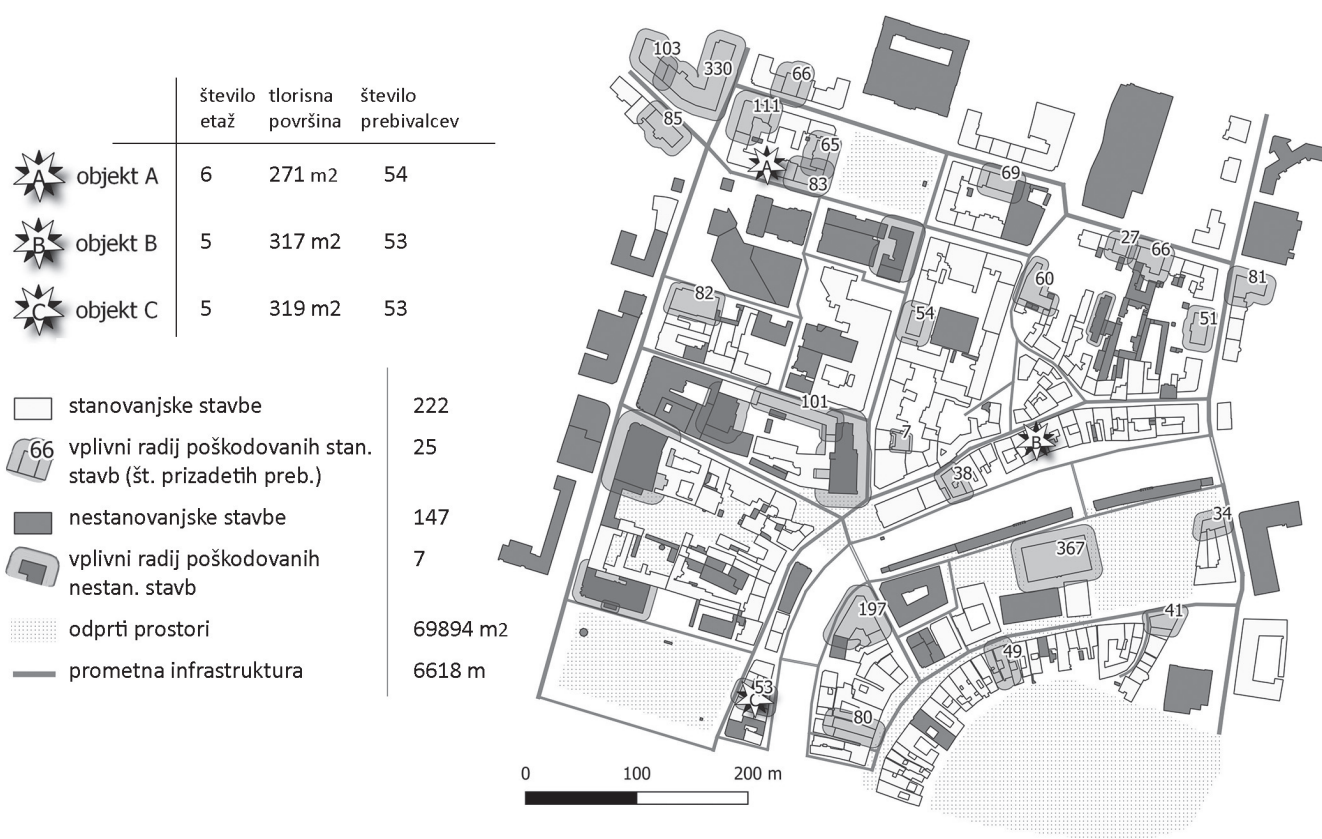
$$D_i^A = A_i / L_i U, \quad (2)$$

pri čemer je N število prostorov, L povprečna dolžina najkrajše poti, A skupna površina prostorov, U število uporabnikov, indeks i pa pomeni izbrano potrebo. Pri izračunu najkrajše, najdaljše in povprečne poti s pomočjo algoritmov teorije grafov smo kot uteži upoštevali dejanske dolžine. Na podlagi dostopnosti, izračunane na dva načina, smo opazovali spremembo delovanja mesta pred potresom in po njem ter predvideli možne scenarije evakuacije in ureditve začasnih bivališč za prizadeto prebivalstvo.

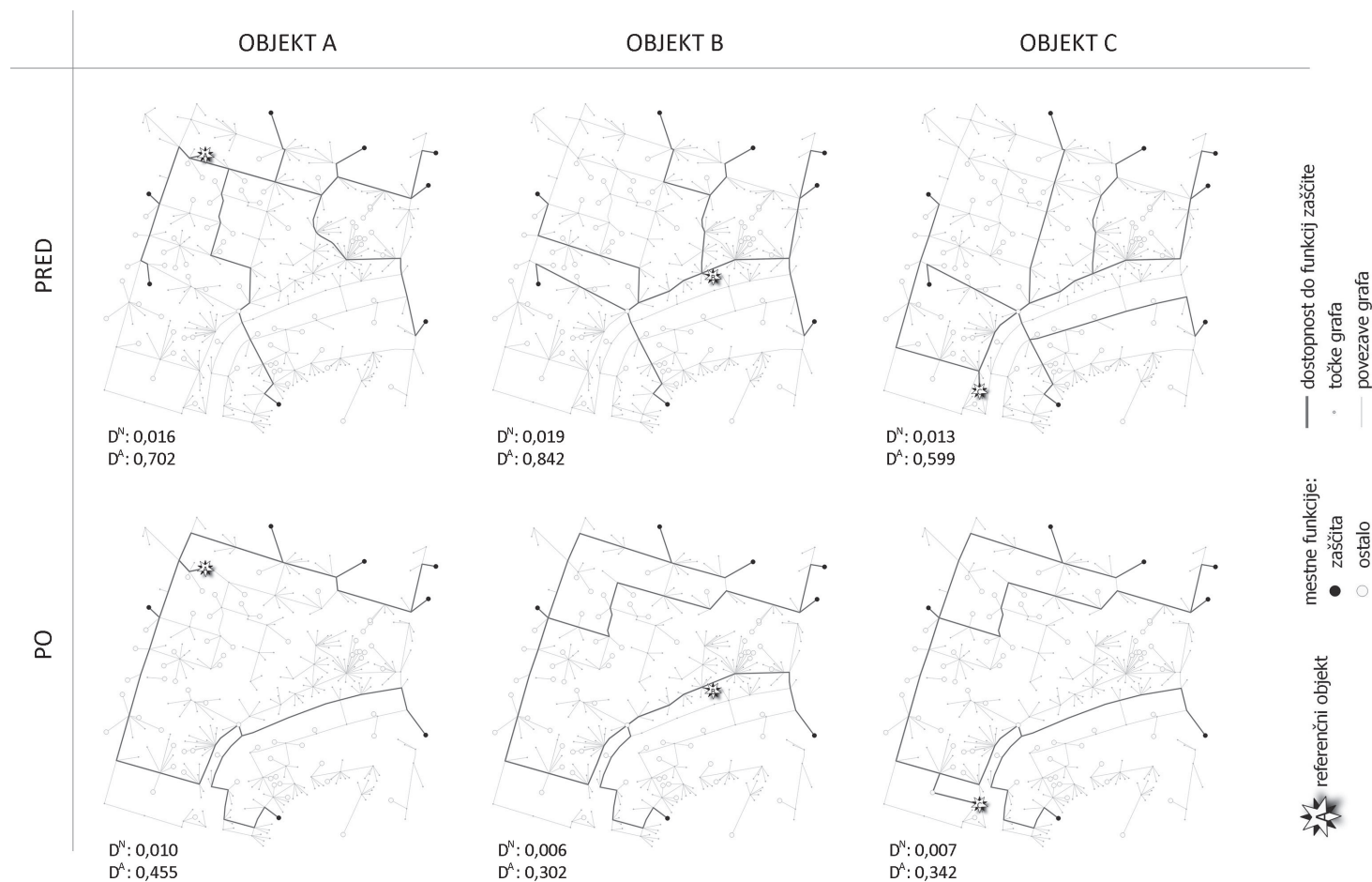
## 3. PRELIMINARNA ANALIZA DOSTOPNOST DO MESTNIH PROSTOROV IZBRANEGA URBANEGA SISTEMA

### 3.1. Predstavitev obravnavanega urbanega sistema in upoštevanih potresnih scenarijev

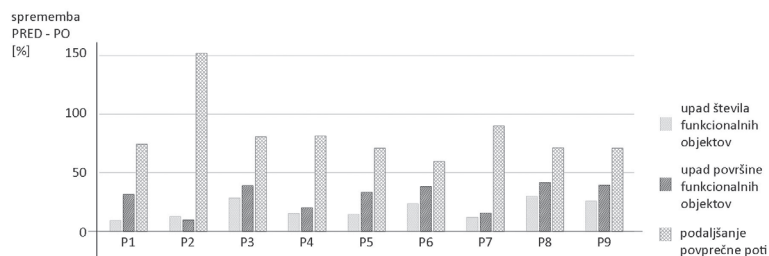
V trenutni fazi raziskave še ne razpolagamo z natančnimi podatki, saj je njihovo pridobivanje časovno obsežno in zahtevno. Ker je osnovni namen te preliminarnе študije preverba numeričnega modela, ugotavljanje njegovih potencialov za analizo dostopnosti in delovanja mesta ter primerjalna analiza rezultatov, za te potrebe zadoščajo delno predpostavljene podatki. Kot študijski primer smo za morfološko podlago uporabili testni model iz predhodne raziskave [20]. Število prebivalcev in uporabnikov smo določili glede na dejansko uporabno površino objektov in prostorom pripisali vsebino. Ta skuša odražati možno realno situacijo, tako da zajema objekte, pomembne z vidika delovanja mesta, v mirni in krizni situaciji. Izbranemu modelu smo dodali podatke o funkcijah prostorov in potrebah, ki jih lahko zadovoljijo (Tabela 1). Upoštevano intenziteto potresa in njegove posledice na grajeno okolje predstavlja potresni scenarij 3 iz prej omenjene raziskave (Slika 1). Ta predvideva močnejši potres, v katerem so poškodovani objekti s pripisano potresno ranljivostjo razreda 1, 2 in 3 [20]. Izkaže se, da v tem primeru pride do večjih poškodb na 32 stavbah (25 stanovanjskih in 7 nestanovanjskih), ki tako niso primerne za bivanje in uporabo. Posledično ostane brez primerne bivališča 2300 prebivalcev, ki jim je treba zagotoviti ustrezno evakuacijo inčasne nastanitve. Okrnjene so tudi pomembne mestne funkcije in njihova dostopnost. Prizadeti objekti so lahko delno ali v celoti porušeni, ruševine, zajete v območju vplivnega radija [20,26] posameznega poškodovanega objekta, pa povzročijo prekinitev prometnih povezav ob objektu in s tem ovirajo dostop prebivalcev do delujočih funkcij, kar omejuje delovanje celotnega urbanega sistema. Za vsak prizadeti objekt smo izračunali njegov vplivni radij in analizirali vpliv ruševin na prometne povezave. Kjer vplivni radij prekriva posamezne povezave, smo predvideli, da se te prekinijo. Tako smo dobili dve različni situaciji obravnavanega urbanega sistema pred potresom in po potresu (Slika 2). V analizi izbranega testnega modela smo opazovali delovanje mesta pred in po potresu preko dostopnosti do mestnih funkcij, ki omogočajo zadovoljevanje



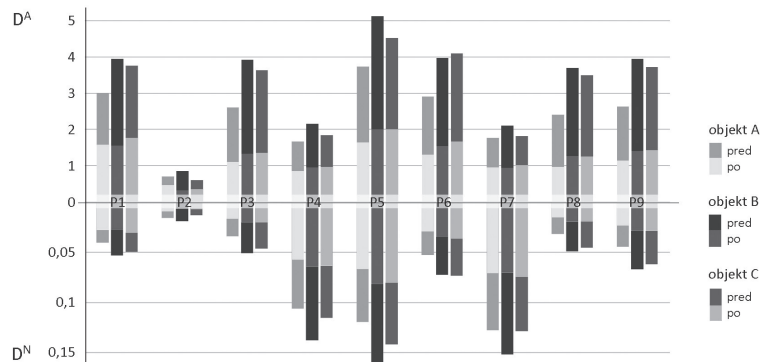
Sl. 1: Predstavitev obravnavanega urbanega sistema, opazovanih referenčnih objektov in posledic predpostavljene potrebe.



Sl. 2: Razlike med dostopom prebivalcev referenčnih objektov (po  $D^N$  in  $D^A$ ) do funkcionalnih objektov, ki omogočajo zadovoljevanje potrebe po zaščiti, pred potresom in po potresu.



Sl. 3: Zmogljivosti funkcionalnih prostorov za zadovoljevanje osnovnih potreb prebivalcev objekta B pred potresom in po potresu.



Sl. 4: Primerjava dostopnosti po  $D^A$  in  $D^N$  za stanovalce objektov A, B in C pred potresom in po potresu.

temeljnih človekovih potreb (enačba (1) in (2)) za tri izbrane (A, B, C) referenčne objekte (Slika 1). Obravnavali smo dostopnost do vsake potrebe posebej in pri tem opazovali razlike med posameznimi potrebami in spremembe pred in po potresnem dogodku (Slika 2). Ob upoštevanem potresnem scenariju in predpostavljenih razredih ranljivosti objekta A in B nista huje poškodovana, medtem ko objekt C zaradi večjih poškodb in delnih porušitev ni primeren za bivanje. Zato smo pri analizi dostopnosti do različnih potreb po potresu za prebivalce objekta C predvideli evakuacijo in selitev v začasna bivališča ter s tem spremembo lokacije v testnem modelu.

### 3.2. Delovanje mesta pred potresom in po potresu

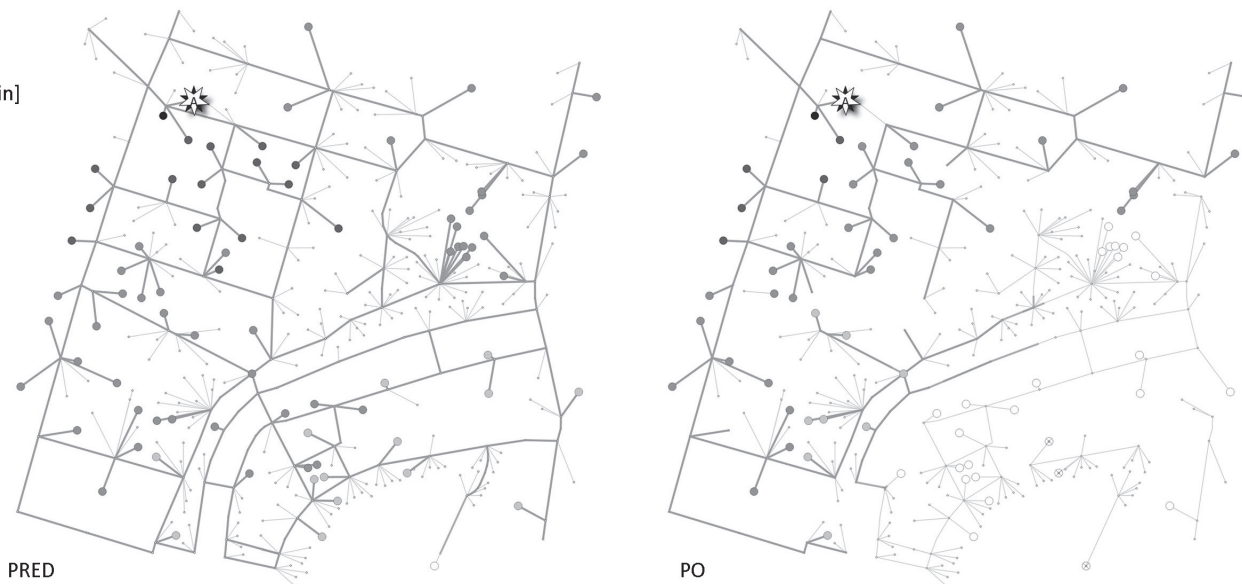
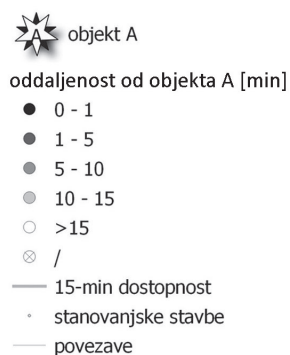
Izbrani potresni dogodek je povzročil velike spremembe v delovanju mesta. Opazen je večji padec zmogljivosti urbanih funkcij za zadovoljevanje posamezne potrebe z vidika števila objektov (do 30 %), še bolj pa njihove uporabne površine (do 42 %) (Slika 3). Povprečna pot do funkcionalnih objektov se je podaljšala do kar 152 %, v primeru dostopa stanovalcev objekta B do stavb, ki omogočajo zadovoljitev potrebe po zaščiti (P2) (Slika 3).

Prav tako je opazen velik padec pri dostopnosti ( $D^A$  in  $D^N$ ) funkcionalnih objektov za zadovoljevanje vseh temeljnih človekovih potreb (Slika 4). Dostopnosti objektov za zadovoljevanje posameznih potreb ne moremo primerjati med sabo, saj se število objektov (in uporabna površina), ki omogočajo njihovo uresničevanje, med seboj zelo razlikuje. Mogoča pa je primerjava dostopnosti pred potresom in po potresu. Tako lahko opazimo največje spremembe pri dostopu prebivalcev objekta B do prostorov, ki omogočajo uresničevanje potrebe po zaščiti (P2) in naklonjenosti (P3). Tudi za druge potrebe so največji padci dostopnosti zaznani pri objektu B, ki je imel pred nesrečo najugodnejši položaj v opazovanem sistemu. Po potresu uživa najboljšo dostopnost objekt C, ki je bil v dogodku močno poškodovan. To je posebej pomembno za okrevanje prebivalcev tega objekta, ki so ostali brez primerne bivališča in so bili evakuirani na bližnji odprti prostor (OP1, Slika 6). Na sliki 4 je mogoče primerjati tudi obe predlagani meritvi dostopnosti  $D^A$  kot  $D^N$ . Opazne so večje razlike v dostopnosti  $D^A$  kot  $D^N$  – padec dostopnosti  $D^A$  za objekt A za 35–60 %, za objekt B za 56–66 % in objekt C za 43–64 %, medtem ko znašajo pripadajoči padci po

meritvi  $D^N$  31–52 %, 48–65 % in 38–64 %. Iz tega je mogoče sklepati, da je meritev dostopnosti  $D^A$  bolj občutljiva na spremembe delovanja sistema in zato bolj primerna za vrednotenje delovanja mesta in njegovo odpornost.

Poleg dostopnosti funkcionalnih objektov za zadovoljitev posameznih potreb smo raziskovali tudi območje 15-minutne dostopnosti [27] od referenčnega objekta. To je območje, ki je uporabnikom dosegljivo s hojo (ob predpostavljani hitrosti gibanja 4 m/s), kar povečuje družbeni kapital in učinkovito delovanje mesta [27]. Po potresu se je 15-minutna dostopnost za prebivalce objekta A z 72 funkcionalnih objektov zmanjšala na le 45 teh objektov (Slika 5).

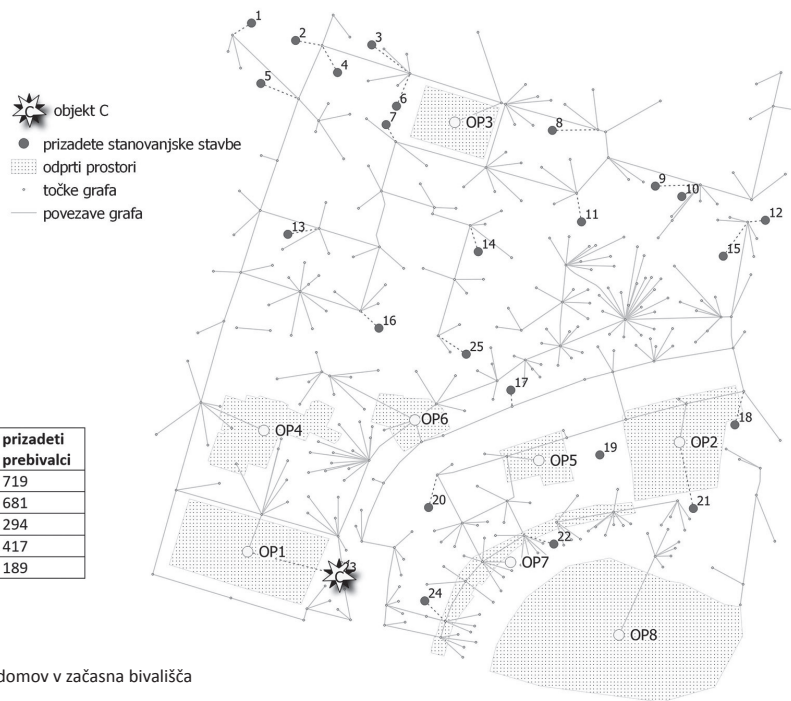
V simulaciji potresa je bilo poškodovanih 25 stanovanjskih stavb z 2300 prebivalci, ki so ostali brez domov. Prizadetim ljudem je treba zagotoviti varno evakuacijo in začasna bivališča z izrabo razpoložljivih odprtih prostorov. Slednji so ključni element za uspešno evakuacijo in učinkovito okrevanje mesta po potresu [2,15,21,28]. V testnem modelu smo za evakuacijo prizadetih prebivalcev izbrali ustrezne bližnje odprte prostore (Slika 6), pri čemer smo pri razporejanju evakuiranih ljudi upoštevali bližino in



Sl. 5: 15-minutna dostopnost od referenčnega objekta A do funkcionalnih objektov pred potresom in po potresu.

oznaka	tip prostora	površina [m <sup>2</sup> ]	kapaciteta	
			evakuacija	začasna bivališča
OP 1	park	10794	3084	720
OP2	trg	10248	2928	683
OP3	park	4444	1270	296
OP4	dvorišče	6286	1796	419
OP5	trg	2864	818	191
OP6	trg	3035	867	202
OP7	ulica	4391	1255	293
OP8	gozd	27832	7952	1855

oznaka	kapaciteta – začasna bivališča	prizadete stavbe	prizadeti prebivalci
OP 1	720	2,5,13,16,17,20(30 preb.), 23	719
OP2	683	12, 15, 18, 20(107 preb.)	681
OP3	296	6, 8, 9, 10, 11, 25	294
OP4	419	1, 3, 4, 7, 14	417
OP5	191	22, 24, 20(60 preb.)	189



Sl. 6: Organizacija delitve prizadetih prebivalcev iz poškodovanih domov v začasna bivališča na primerne odprte prostore.

kapaciteto odprtega prostora (3,5 m<sup>2</sup>/preb. [28]). Tako smo prizadeto prebivalstvo dodelili na najbližje odprte površine, katerih skupna zmogljivost (69894 m<sup>2</sup>) je bila le minimalno zapolnjena (11,5 %). Pri zagotavljanju začasnih bivališč pa so zahteve po površini višje (15 m<sup>2</sup>/preb. [20]) in je bila zato potrebna natančnejša organizacija prostora in prizadetega prebivalstva. Tudi pri dodelitvi lokacije začasnih bivališč je med pomembnejšimi dejavniki kapaciteta in oddaljenost od doma [21], ki je v testnem modelu znašala do 650 metrov. Pomembna je tudi primerenost odprtega prostora, zato začasnih bivališč nismo umeščali na za to manj primerne prostore, kot so ulice, prehodni trgi, gozdovi in zahteven teren (OP6, OP7, OP8). Vodili pri umeščanju bivališč sta bili učinkovita izraba prostora in ohranjanje praznih površin. Tako smo izrabili celotne zmogljivosti odprtih prostorov 1 do 5 in ohranili prazne prostore 6 do 8 (Slika 6). V primeru razseljenih prizadetih prebivalcev se dostopnost funkcionalnih objektov za zadovoljevanje potreb po potresu obravnava ob upoštevanju nove lokacije začasnih bivališč.

#### 4. POTENCIALI MESTA ZA KREPITEV POTRESNE ODPORNOSTI

Rezultati preliminarne študije kažejo razsežnost posledic potresa za grajeno okolje in infrastrukturo, kar močno vpliva na družbo in delovanje mesta. Preizkušali smo primernost dveh predlaganih načinov vrednotenja odpornosti, D<sup>N</sup> in D<sup>A</sup>. Medtem ko D<sup>N</sup> poleg povprečne dolžine najkrajše poti upošteva še število objektov, D<sup>A</sup> upošteva etažno površino funkcionalnih prostorov in število uporabnikov. V obravnavanem primeru se je drugi način izkazal za bolj občutljivega na spremembe v sistemu in tako ustrežnejšega za analizo dostopnosti.

V opazovanem urbanem sistemu je bilo prizadetih 9 % vseh stavb, delovanje mesta v smislu dostopnosti do funkcij, ki zagotavljajo uresničevanje temeljnih človekovih potreb, pa je bilo kar prepolovljeno. Največji

padec funkcionalnosti je bil zaznan pri objektu B s centralno lego v sistemu, ki je pred potresom užival največjo dostopnost funkcionalnih objektov. Zanimivo je, da imajo po potresu najboljši dostop do prostorov za uresničevanje svojih potreb ravno evakuirani prebivalci (na OP1) iz prizadetega objekta C. Za te prebivalce je dostopnost še posebej pomembna, saj krepi družbeni kapital, ki jim omogoča uspešno okrevanje po tragični izgubi in hitro vrnitev v normalno življenje. Družbeni kapital je tesno povezan s hojo in možnostjo dostopanja do dobrin in storitev v radiju 15-minutne oddaljenosti od doma. Dostopnost dobrin, ki jih je mogoče v 15 minutah doseči peš, se je po potresu prav tako zmanjšala za približno tretjino. Ker pa je bil obravnavani sistem pred potresom dobro povezan, lahko sklepamo, da ima tudi močan družbeni kapital, ki omogoča učinkovito organizacijo evakuacije in obnovitvenih del, medsebojno pomoč in solidarnost med ljudmi.

Poleg družbenega kapitala je za uspešen odziv in okrevanje urbanega sistema po potresu pomembna tudi kapaciteta in porazdelitev odprtih prostorov. V analizi so bile ugotovljene velike rezerve glede kapacitet odprtega prostora za potrebe evakuacije. Nasprotno je bilo za organizacijo začasnih bivališč potrebno zelo natančno predvideti in razporediti prizadete prebivalce včasne domove na primerne odprte površine. Niso vsi odprti prostori primerni za ureditev zatočišč (zahteven teren, premajhna površina, neprimerna namembnost in funkcija prostora, ki je ni mogoče spremeniti, itd.), hkrati pa je pomembno, da z učinkovito izrabo nekatere površine ostanejo proste. Odprti prostori so ključni gradnik mesta, saj s svojo mnogonamembnostjo omogočajo fleksibilnost sistema in s tem potencial za učinkovit odziv na različne nesreče, ki lahko prizadejejo urbani sistem in njegovo delovanje [21].

Mesto lahko razumemo kot prostor priložnosti za uresničevanje osnovnih človekovih potreb, delovanje mesta pa kot dostopnost teh priložnosti. Hierar-

hija potreb je individualno pogojena s percepcijo vsakega posameznika, ki se spreminja glede na prostor in čas. V normalnem stanju so tako prioritete povsem drugačne kot v krizni situaciji. Takrat pridejo v ospredje potrebe po preživetju in zaščiti, medtem ko so vse druge sekundarnega pomena. V času po potresu je zato pomembno, da imajo prebivalci zagotovljen dober dostop do prostorov, ki omogočajo zadovoljitev teh dveh temeljnih potreb. V času okrevanja se povečujejo tudi druge potrebe, do povrnitve sistema v normalno stanje, ko postaneta potrebi po preživetju in zaščiti zanemarljivi, saj sta večinoma že izpolnjeni. Zaradi tega dinamičnega procesa je treba vrednotenje delovanja mesta na podlagi priložnosti za izpolnitev potreb prilagoditi času in stanju urbanega sistema. V prihodnjih študijah bi tako veljalo upoštevati hierarhijo potreb v stanju po nesreči, ne pa v normalnem stanju, ko je pomembnost potreb individualno pogojena in je ni mogoče posplošiti za celotno družbo.

#### 5. SKLEP

Številni potresi v naši neposredni bližini nas opominjajo na katastrofalne posledice potresov na delovanje mest. Kljub temu je zavedanje o nevarnosti, ki preti tudi našim krajem, šibko, saj so potresi redki. Prav zato je ključnega pomena ozaveščanje ljudi, kar lahko pripomore k boljši pripravljenosti in učinkovitemu odzivu v primeru naravne nesreče. V ta namen je bila izpeljana predstavljena preliminarne študija, ki skuša združevati kvantitativni – tehnični pristop in kvalitativni – družbeni pristop vrednotenja delovanja urbanega sistema na podlagi dostopa prebivalcev do prostorov za uresničevanje njihovih potreb. Pomembnost potreb je močno odvisna od konteksta – prioritete posameznika, družbene kulture in zunanjih dejavnikov, kot je potres. V naši raziskavi zato vrednotimo zgolj priložnosti za uresničevanje temeljnih potreb, ki jih ponuja mesto, ne pa tega, kako jih prebivalci dejansko izkoriščajo.

S primerjavo dveh predlaganih načinov za vrednotenje dostopnosti smo ugotovili, da je uporaba D<sup>A</sup> primernejša, saj bolj natančno zaznava spremembe v delovanju urbanega sistema. Največje spremembe dostopnosti so bile opazne pri objektu B s centralno lego v sistemu. Pred nesrečo je ta užival največjo dostopnost, po potresu pa je dostopnost močno upadla. Po potresu so bili največje dostopnosti do funkcionalnih mestnih prostorov deležni prebivalci objekta C, ki je bil v potresu poškodovan. Zaradi razmeroma dobre dostopnosti imajo tako prizadeti prebivalci boljše možnosti za okrevanje in hitrejšo vrnitev v normalno stanje.

Predstavljena preliminarna študija delno temelji na pridobljenih (realnih) in delno predpostavljenih podatkih. Predmet nadaljnjih raziskav je izpeljati študijo na realnem modelu dejanskega stanja izbranega urbanega sistema, na podlagi katere bi bilo mogoče podati smernice za povečanje njegove potresne odpornosti. Prav tako se v nadaljevanju študije predvideva, da bi presojo možnosti izpolnjevanja potreb, ki jih ponujajo mestni funkcionalni prostori (Tabela 1), razširili na večjo interdisciplinarno skupino strokovnjakov z obravnavanega področja, ki bi podala celovitejšo in objektivnejšo opredelitev. Medtem ko so v normalnih razmerah vse potrebe enakovredne in je njihova prioriteta odvisna od percepcije vsakega posameznika, ob naravni nesreči, kot je potres, postane glavna in univerzalna prioriteta zadovoljitev potreb po preživetju in zaščiti. Tako bi bilo smiselno preučiti tudi hierarhijo potreb v različnih situacijah in jo vključiti v sistem vrednotenja delovanja mesta.

## ZAHVALA

Avtorji se za finančno podporo zahvaljujejo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Delo je nastalo v okviru raziskovalnega programa FA (P5-0068) in usposabljanja mlade raziskovalke Katarine Rus.

## Viri in literatura

- Koren, D., Kilar, V., Rus, K. (2017). Proposal for holistic assessment of urban system resilience to natural disasters. V: Proceedings of the World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium - WMCAUS, Praga, Češka, 2017.
- Rus, K., Kilar, V., Koren, D. (2018). Resilience assessment of complex urban systems to natural disasters: A new literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 311–330.
- Koren, D., Kilar, V., Rus, K. (2018). A conceptual framework for the seismic resilience assessment of complex urban systems. V: Proceedings of the 16<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, Thessaloniki, Grčija, 2018.
- Cardoso, R., Sobhani, A., Meijers, E. (2021). The cities we need: Towards an urbanism guided by human needs satisfaction. *Urban Studies*, 59, 2638–2659.
- Abubakar, A. (2022). Towards a human-centred approach for enhancing place prosperity: defining and operating within the basic human needs. *Open House International*, 47, 190–206.
- Okulicz-Kozaryn, A. (2013). City Life: Rankings (Livability) Versus Perceptions (Satisfaction). *Social Indicators Research*, 110, 433–451.
- Guida, C., Carpentieri, G. (2021). Quality of life in the urban environment and primary health services for the elderly during the Covid-19 pandemic: An application to the city of Milan (Italy). *Cities*, 110, 103038, 1–15.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, 370–396.
- Desmet, P., Fokkinga, S. (2020). Beyond Maslow's Pyramid: Introducing a Typology of Thirteen Fundamental Needs for Human-Centered Design. *Multimodal Technologies and Interaction*, 4.
- Max-Neef, M. A. (1991). *Human Scale Development: Conception, Application and Further Reflections*. The Apex Press: New York.
- Wikipedija: Osnovne človekove potrebe. Dostopno: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Osnovne\\_%C4%8Dlovekove\\_potrebe](https://sl.wikipedia.org/wiki/Osnovne_%C4%8Dlovekove_potrebe). (Dostop: 11. 8. 2022).
- Moynat, O., Volden, J., Sahakian, M. (2022). How do COVID-19 lockdown practices relate to sustainable well-being? Lessons from Oslo and Geneva. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 18, 309–324.
- Kajfež Bogataj, L., Müller, K. H., Svetlik, I., Toš, N. (2010). *Modern RISC-societies: towards a new paradigm for societal evolution*. Echoraum, cop.: Vienna, Volume 14.
- Krawinkler, H. (2011). Challenges in improving earthquake resilience through performance based earthquake engineering. V: Proceedings of the International Workshop on Performance-Based Seismic Engineering Vision for an Earthquake Resilient Society, Bled, Slovenia, 2011.
- Shrestha, S. R., Sliuzas, R., Kuffer, M. (2018) Open spaces and risk perception in post-earthquake Kathmandu city. *Applied Geography*, 93, 81–91.
- Dolšek, M. (2020). Potresni inženir: Okrepiti moramo zavedanje ljudi o potresnem tveganju. Dostopno: <https://krog.sta.si/2752645/potresni-inzenir-okrepiti-moramo-zavedanje-ljudi-o-potresnem-tveganju>. (Dostop: 11. 8. 2022).
- Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje. (2018). Ocena ogroženosti Republike Slovenije zaradi potresov. 1–144.
- Lu, P., Stead, D. (2013). Understanding the notion of resilience in spatial planning: A case study of Rotterdam, The Netherlands. *Cities*, 35, 200–212.
- Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M. (2010). Framework for analytical quantification of disaster resilience. *Engineering Structures*, 32, 3639–3649.
- Koren, D., Rus, K. (2021). Assessment of a city's performance under different earthquake scenarios. V: Proceedings of the 1st Croatian Conference on Earthquake Engineering 1CROCEE, Zagreb, 2021.
- Koren, D., Rus, K. (2019). The potential of open space for enhancing urban seismic resilience: A literature review. *Sustainability*, 11, 5942, 1–20.
- Cavallaro, M., Asprone, D., Latora, V., Manfredi, G., Nicosia, V. (2014). Assessment of urban ecosystem resilience through hybrid social-physical complex networks. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 29, 608–625.
- Rus, K., Kilar, V., Koren, D. (2020). Configuration of a city street network to support urban seismic resilience. V: Proceedings of the CITY STREETS 4 - Streets for 2030: Proposing streets for integrated and universal mobility, Ljubljana, Slovenija, 2020.
- Wilson, R. J., Watkins, J. J. (1997). Uvod v teorijo grafov. Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije: Ljubljana.
- Barthélemy, M. (2011). Spatial networks. *Physics Reports*, 499, 1–101.
- Argyroudis, S., Selva, J., Gehl, P., Pitilakis, K. (2015). Systemic seismic risk assessment of road networks considering interactions with the built environment. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 30, 524–540.
- Caselli, B., Carra, M., Rossetti, S., Zazzi, M. (2022) Exploring the 15-minute neighbourhoods. An evaluation based on the walkability performance to public facilities. *Transportation Research Procedia*, 60, 346–353.
- Anhorn, J., Khazai, B. (2015). Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15, 789–803.