

ZAZNAVANJE POTRESNE OGROŽENOSTI PRI STROKOVNJAKIH IN NESTROKOVNJAKIH

PERCEPTION OF SEISMIC RISK BY EXPERTS AND LAY PEOPLE

akad. prof. dr. Peter Fajfar, univ. dipl. inž. grad.

peter.fajfar@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, IKPIR

prof. dr. Marko Polič, univ. dipl. psih.

marko.polic@guest.arnes.si

Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, oddelek za psihologijo

asist. dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.

robert.klinc@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, IKPIR

Znanstveni članek

UDK 624.042.7(078.7)

Povzetek | Članek prikazuje rezultate ankete o zaznavi potresne ogroženosti na sploh in ogroženosti posameznih tipov stavb posebej, opravljene med 240 gradbenimi strokovnjaki in 502 nestrokovnjakoma. V uvodu najprej predstavljamo nekaj splošnih ugotovitev o spoprijemanju ljudi s potresi in njihovimi posledicami. Nato podajamo rezultate ankete, ki kažejo, da so nestrokovnjaki manj zaskrbljeni od strokovnjakov zaradi potresne ogroženosti Slovenije. Glede zaznave potresne ogroženosti različnih vrst stavb se pri strokovnjakih pričakovano kažejo kot pomembna tako obdobje gradnje kot vrsta konstrukcije.

Ključne besede: potres, ogroženost, tveganje, vrsta gradnje, zaznava ogroženosti

Summary | The results of a survey on perception of earthquake risk in general and risk to different types of constructions in particular, which was carried out on a sample of 240 engineers and 502 lay persons, are presented. In the introduction, some general findings about people's coping with earthquakes and their consequences are given. The results of the survey show that lay people feel less worried because of earthquake threat to Slovenia than experts. Regarding the perception of seismic risk to different types of buildings, for experts both the time period and the type of construction are important, as expected.

Keywords: earthquake, endangerment, risk, type of construction, threat perception

1 • UVOD

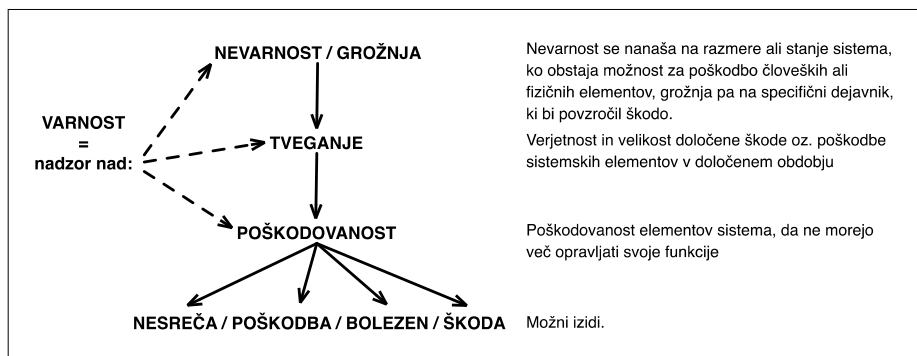
Ljudje se potresov bojijo bolj kot katerekoli druge naravne nesreče. Potresi se namreč pojavljajo nepričakovano in v obliki, ki vzbuja v ljudeh temeljne strahove (izguba trdne podlage ipd.). Prizadene lahko obsežna območja. Žrtve se spoprijemajo z nenadno in veliko spremembo razmer, ko iz vsakdanjega

življenja lahko naglo preidejo v manjše ali večje uničenje. Omeniti je treba, da škoda in poškodbe ne nastanejo le zaradi zemeljskih premikov, ampak potresi sprožijo tudi veliko drugih nevarnosti (npr. požare, eksplozije, poplave). Popotresni sunki lahko vztrajajo še dolgo po potresu in plašijo prebivalce. Ob-

vestila o nesreči so pogosto neskladna, nejasna in nepopolna. Vse to povzroča občutke nemoči in psihične travme, ki so še toliko hujše, ker lahko potresi prizadenejo izjemno velika območja. Pri tem se srečujemo s pojmi nevarnost, tveganje, škoda ipd., in je prav, da jih skušamo razlikovati.

Za zagotavljanje večje potresne varnosti je pomembno tudi lastno ukrepanje prebivalcev, kar je v veliki meri odvisno od njihove zaznave ogroženosti. Zato nas zanima, kako

prebivalci zaznavajo potresno ogroženost različnih objektov in kakšno se jim zdi sprejemljivo tveganje. Domnevamo namreč, da neustrezna zaznava ogroženosti lahko prispeva k neustreznemu vedenju oz. točneje k nepripravljenosti na preventivno ukrepanje. Leta 2013 smo opravili spletno anketo, s katero smo hoteli pridobiti podatke o zaznavanju potresne ogroženosti Slovenije in o sprejemljivem tveganju ter o pripravljenosti za ukrepanje. Glede na pričakovane razlike med strokovnjaki in splošno javnostjo smo v raziskavo vključili tri skupine udeležencev, ki se razlikujejo predvsem po svoji strokovnosti na področju projektiranja in gradnje objektov. Za odgovore smo zaprosili člane Inženirske zbornice Slovenije (IZS) in gradbenike na FGG, ki niso člani IZS in se torej večinoma ne ukvarjajo s projektiranjem in gradnjo potresnoodpornih objektov, z nekoliko poenostavljenim vprašalnikom pa smo anketirali tudi skupino



Slika 1 • Odnos med varnostjo, nevarnostjo in drugimi pojmi (po Hale in Glendon, 1987).

Opomba: Ogroženost se včasih izenačuje s tveganjem, lahko jo pa pojmuje tudi kot prisotnost ali možnost grožnje oziroma nevarnosti

nestrokovnjakov, udeležencev iz splošne populacije. Članek zajema prikaz in poskus razlage rezultatov dela ankete, ki se nanaša na zaznavanje ogroženosti in tveganja. V uvodnem delu je zbranih nekaj splošnih ugo-

vitev o zaznavanju ogroženosti in tveganja ter ravnanju med potresi. V drugem članku (Fajfar, 2014) prikazujemo rezultate preostalega dela ankete, ki se nanašajo na pripravljenost za ukrepanje in odgovornost zanj.

2 • ZAZNAVANJE OGROŽENOSTI IN TVEGANJA ZARADI POTRESA

Nesreče so negotovi dogodki, presoja njihove verjetnosti pa vpliva na vedenje prizadetih in ustreznost njihovega spoprijemanja z nevarnostjo. Velika objektivna nevarnost ni nujno povezana z njeno ustrezno subjektivno zaznavo. Mnoge raziskave so pokazale, da se včasih prebivalci krajev, kjer so naravne nesreče pogoste, nič bolj ne menijo za nevarnost kot tisti iz varnejših predelov. Zaznavanje tveganja je zelo subjektivno; od tega je odvisna tudi pripravljenost ljudi na krizni dogodek. O tem pričajo zgodovinski in arheološki podatki (Gerrard, 2013). Že srednjeveške skupnosti so se bolj ali manj uspešno spoprijemale z nesrečami in njihovimi posledicami in niso bile tako nemočne, kot danes včasih mislimo. Odzivi na okoljske grožnje so bili kompleksni in včasih presenetljivo sodobni, ugotavljata Gerrard in Petley (Gerrard, 2013). Tako je bilo npr. večkratno prekrivanje streh v Bazlu po potresu leta 1356 (slika 2) potrjeno z dendrohronologijo, marsikje pa so skupke podobno datiranih popravil in obnov uporabili za ustvarjanje izoseizmičnih zemljevidov.

Veliko več je seveda podatkov o sodobnih dogodkih in različni centri za raziskovanje nesreč so podrobno zabeležili dogajanja ob različnih naravnih nesrečah (gl. npr. (Quarantelli, 1998), (Drabek, 1986)), in to vključno z vedenjem ljudi in skupnosti, povezanih z njimi.

Rušilni potresi so v nekaterih krajih razmeroma pogosti in pomembno vplivajo na go-



Slika 2 • Domišljajska rekonstrukcija potresa v Bazlu v Konstanzer Weltchronik, Bayerische Staatsbibliothek Munchen Cgm 426, fol. 44r (Gerrard, 2013)

spodarsko, družbeno, zdravstveno in psihično blagostanje velikega števila ljudi. Tudi v precejšnjem delu Slovenije so možni močni potresi. Zgodovina jih pomni kar nekaj.

Lindell in Perry (Lindell, 1992) menita, da prejšnja prepričanja o nevarnosti pomembno določajo prepoznavo tveganja (opozorilno prepričanje) in oceno tveganja (zaznano tveganje), medtem ko so prejšnja prepričanja o alternativnih zaščitnih dejavnostih pomembni določevalci zmanjšanja tveganja (izbira zaščitnih dejavnosti). Ta prejšnja prepričanja so posplošene zaznave nevarnosti ali zaščitnih dejavnosti, ki obstajajo pred nevarnostjo, situacijska prepričanja pa nastajajo v povezavi s posameznim dogodkom. Pri tem velja omeniti, da se prepričanja nestrokovnjakov in strokovnjakov pogosto razlikujejo. To lahko vodi v

napačno domnevo odgovornih za ukrepanje, da bodo prizadeti prebivalci takoj upoštevali dana opozorila in se po njih ravнали.

Obdobje pred potresom je razmeroma slabo raziskano, saj se raziskovalci praviloma lotevajo potresov šele, ko nastanejo. V določenih delih sveta, kjer so potresi pogosti, pa je to aktivno psihološko obdobje. Ljudje iz zelo ogroženih krajev vedo, da so njihova tveganja (smrt, poškodbe, škoda) velika. Kljub mnenju nekaterih, da ne bi smeli živeti na tako nevarnih območjih, vztrajajo. Tako npr. v Turčiji ljudje živijo na območju, kjer so v 30 letih doživeli 11 potresov ((Nichols, 1974) po (McCaughey, 1994)). In zakaj je tako? Nekateri se nedvomno ne zavedajo grožnje, druge bolj zanimajo vsakdanji življenjski problemi. Le 1,7 % prebivalcev Los Angelesa, Vancouvra in Anchoraga

(potresno zelo ogroženih območij) je med pomanjkljivostmi življenja v svojem kraju omenilo potres (pomembnejši so bili onesnaženje ozračja, gneča in kriminal). Mnogi ostajajo v kraju zaradi socialnih, gospodarskih in kulturnih prednosti, ki imajo večjo težo od pomanjkljivosti. Navsezadnje, koliko Ljubljancov bi se zaradi možnega potresa izselilo iz mesta? Potresna izkušnja je grozljiva, in čeprav je potresni sunek navadno krajši od minute, se zdi prizadetim veliko daljši. V raziskavi po nemem potresu so npr. trajanje 30-sekundnega sunka ocenili v povprečju za 61 sekund (razpon od 1 do 300 sekund). Odzivi se gibljejo od strahu in groze do ravnodušnosti in zanikanja in niso nujno v sorazmerju z močjo dogodka. Potres Loma Prieta je bil npr. zmeren, pa vendar so bili pogosti močni odzivi.

3 • METODA

3.1 Udeleženci

Pri izbiri vzorca smo izbrali neslučajno vzorčenje, pri čemer je šlo v primeru strokovne javnosti za vzorčenje po načelu kvot (karakteristika: vključenost v IZS), v drugem primeru pa smo izbrali namensko vzorčenje po načelu snežene kepe s širjenjem preko elektronske pošte, interesnih novinarskih strani in družbenih omrežij. Vzorčenje po načelu snežne kepe je specializiran tip vzorčenja, ki se uporablja, kadar druge metode iz praktičnih razlogov niso uporabne. Pri uporabi te vrste vzorčenja se za izgradnjo vzorca preučevane skupine uporabijo osebna poznanstva (Haralambos, 1995). Po metodi snežne kepe se na začetku izbere manjši vzorec ljudi, ki odgovorijo na vprašalnik, obenem pa k izpolnjevanju povabijo svoje znance. Proces se nadaljuje tudi pri višjih stopnjah ločenosti (vsak naslednji anketiranec naj bi zagotovil nekaj novih anketirancev). Prednost te vrste vzorčenja je predvsem v hitrem popolnjenju vzorca, ki je odvisen samo od začetne izbrane populacije. To je obenem tudi slabost, saj po začetni izbiri nimamo več nadzora nad vzorcem. Dodatna slabost je tudi odvisnost od posameznikovega mreženja v horizontalni in predvsem v vertikalni smeri. Ne glede na pomanjkljivosti ocenjujemo, da dobljeno število in relativna razpršenost odgovorov zagotavljata dovolj dober vpogled v mnenja nestrokovnjakov o potresih.

Vzorec splošne populacije (nestrokovnjaki) je vključeval 502 osebi. Od tega jih ima kar 71 % izobrazbo sedme stopnje (visoko strokovno, univerzitetno dodiplomsko izobraževanje, magistrat) ali doktorat. Glede na kraj bivanja močno prevladuje Ljubljana (72 %). 29 anketirancev (6 %) je kot kraj bivanja navedlo goriško regijo (podvzorec GO). Predvidevamo, da je precejšen del teh anketirancev iz Posočja in imajo več izkušenj s potresi in njihovimi posledicami kot splošna laična populacija, zato smo posebej preverili odgovore te podskupine in jih primerjali z odgovori celotnega vzorca splošne populacije. Izkazalo se je, da so pri veliki večini vprašanj odgovori te podskupine zelo podobni odgovorom celotnega vzorca splošne populacije, zato navajamo rezultate za to podskupino predvsem tam, kjer se pojavlja nekaj večje odstopanje. Pri anketirancih, članih IZS (vzorec IZS, 217 anketirancev), jih ima 86 % izobrazbo sedme stopnje ali višjo, medtem ko pri sodelavcih FGG (vzorec FGG) to velja za vseh 23 anketirancev. Pri članih IZS jih je 55 % navedlo, da se ukvarjajo s projektiranjem, 41 % pa z opravljanjem gradbenih del. Pri sodelavcih FGG ta dva odstotka znašata 35 in 13.

3.2 Gradivo

Uporabili smo elektronsko različico vprašalnika, ki ga je sestavljalo 75 vprašanj zaprtega tipa, razdeljenih v več podskupin: demografska vprašanja (starost, spol, izo-

brazba, poklicna dejavnost), zaznava splošne ogroženosti zaradi potresov, zaznane posledice nasploh in na posameznih tipih zgradb, sprejemljive posledice, ocena znanja o potresih pri različnih deležnikih, vzroki za neustrezno potresno odpornost objektov, zaznana učinkovitost ukrepov, zaznana odgovornost za ukrepanje, potrebni ukrepi in pomanjkljivosti zaščite pred potresi. Na večino vprašanj so udeleženci odgovarjali ob pomoči petstopenjske ocenjevalne lestvice (kjer praviloma ocena 1 pomeni malo ali nič neke lastnosti, 5 pa veliko), na nekaj pa tudi s štiri-, šest- in sedemstopenjsko. Udeleženci iz laične javnosti so odgovarjali na nekaj skrajšani (poenostavljeni) vprašalnik s 43 vprašanji. Pri obdelavi rezultatov smo za enostavno primerjavo med odgovori na različna vprašanja in med različnimi vzorci vsakemu od možnih odgovorov po vrsti pripisali številčno vrednost od 1 do možnega števila odgovorov in izračunali povprečno numerično vrednost za odgovore vseh anketirancev.

3.3 Postopek

Glede na dostopnost skupin smo se odločili za zbiranje podatkov z elektronskim vprašalnikom, ki je bil zgrajen ob pomoči spletnega servisa Google Dokumenti. Vprašalnik smo najprej testirali na manjšem vzorcu podiplomskih študentov FGG ter tako preverili razumljivost postavljenih vprašanj in pridobili prve povratne informacije. Na podlagi njihovih odgovorov in priporočil smo vprašalnik spremenili in dopolnili ter ga poslali strokovni javnosti (preko IZS), kasneje pa v nekoliko skrajšani različici še laični javnosti.

4 • REZULTATI

4.1 Zaznava potresne ogroženosti

Vprašanje »Kakšna je po vašem mnenju potresna ogroženost Slovenije?« smo zastavili samo strokovnjakom. Po mnenju udeležencev s FGG je ogroženost večja (povprečje 3,48, pri čemer vrednost 3 ustreza srednji, 4 pa visoki ogroženosti) kot po mnenju anketirancev v IZS (povprečje 3,18). Pri vprašanju o zaskrbljenosti zaradi potresne ogroženosti Slovenije z vidika odpornosti gradbenih objektov odgovori kažejo, da nestrokovnjake potresna ogroženost Slovenije skrbi manj kot strokovno javnost, saj so povprečne vrednosti odgovorov 2,78, 3,23, 3,35 in 2,93 za posamezne skupine udeležencev: nestrokovnjake, IZS in FGG ter podvzorec GO (1 pomeni »to me sploh ne skrbi«, 5 pa »to me zelo skrbi«). Porazdelitev odgovorov za nestrokovnjake in IZS je prikazana na sliki 3. Razlika med nestrokovnjaki in strokovnjaki, kot jo kaže analiza variance, je statistično pomembna ($F_{(1, 717)} = 32,1$; $p = 0,00$).

Vprašanje o potresni odpornosti stavbe, v kateri živijo, smo vključili naknadno na pobudo enega od poskusnih anketirancev in so nanj odgovarjali samo nestrokovnjaki. Kar 71 % jih je menilo, da je stavba, v kateri živijo, potresno odporna. Na naslednje vprašanje, glede lastnega ukrepanja za povečanje potresne odpornosti stavbe, če ta ni potresno odporna, jih je z »da« odgovorilo samo 23 %.

4.2 Zaznava potresne odpornosti stavb in infrastrukture

Skupni imenovalec vprašanj s področja potresne odpornosti stavb je bil »Kakšne bi bile po vašem mnenju posledice močnega potresa z epicentrom v okolici Ljubljane na stavbe?«. V vseh primerih je bilo možnih pet odgovorov: (1) (stavbe) nepoškodovane, (2) malo poškodovane, (3) močno poškodovane, (4) delno porušene, (5) povsem porušene. Vse anketirance smo vprašali tudi za mnenje o stavbah, grajenih do leta 1945, brez določitve vrste gradnje. Ujemanje odgovorov pri vseh treh vzorcih je presenetljivo dobro. Povprečne vrednosti vseh odgovorov znašajo 3,58 za nestrokovnjake, 3,60 za IZS in 3,65 za FGG. Tudi razporeditev odgovorov je podobna (slika 4), posebno med nestrokovnjaki in IZS. Kot je pokazala analiza variance, razlika med strokovnjaki in nestrokovnjaki ni bila statistično pomembna ($F_{(1, 717)} = 1,707$; $p = 0,192$).

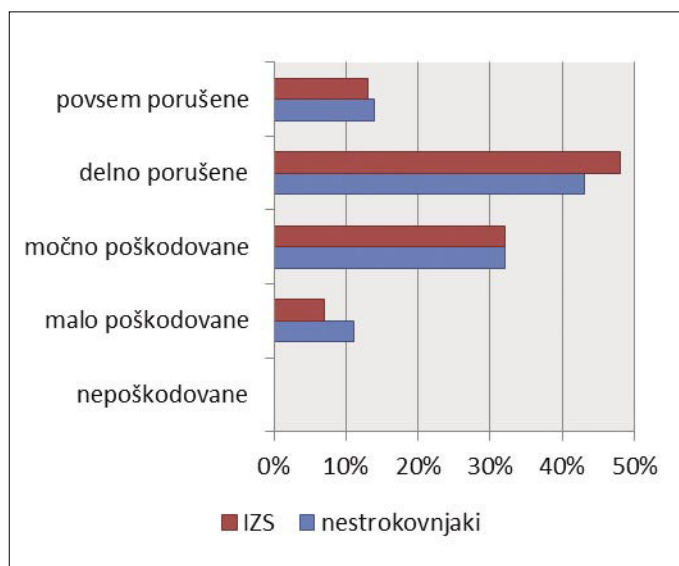
Nestrokovnjakom smo zastavili še dve vprašanji o potresni odpornosti stavb, in sicer za stavbe, grajene v obdobju 1945–1964, ko ni bilo predpisov o potresnoodporni gradnji, in za stavbe, grajene po letu 1964. Povprečni vrednosti odgovorov znašata 3,61 za obdobje 1945–1961 (torej zelo podobno kot za obdobje pred 1945) in 2,65 za obdobje po 1964. Obe vrednosti sta malo pod zgornjo mejo vrednosti za odgovore strokovnjakov, ki

jih bomo pokazali v nadaljevanju. Zanimivo je, da nestrokovnjaki pričakujejo podobne ali večje poškodbe kot strokovnjaki, kljub temu pa so manj zaskrbljeni, kot je razvidno iz odgovora na vprašanje o potresni ogroženosti Slovenije.

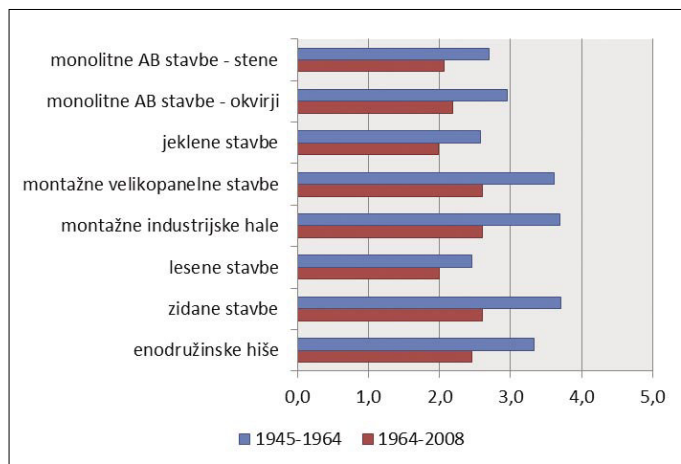
Za strokovnjake smo pripravili bolj podrobna vprašanja o različnih vrstah konstrukcijskih sistemov stavb. Zanimalo nas je njihovo mnenje o potresni odpornosti enodružinskih hiš, zidanih stavb, lesenih stavb, montažnih industrijskih hal, montažnih velikopanelnih stavb, jeklenih stavb, monolitnih armiranobetonskih stavb z okvirno konstrukcijo in monolitnih armiranobetonskih stavb s stenasto konstrukcijo. Glede na obdobje gradnje smo za vse tipe stavb spraševali za dve obdobji: 1945–1964 in 1964–2008. Povprečne vrednosti odgovorov, prikazane na sliki 5, kažejo, da strokovnjaki najbolj zaupajo lesenim, jeklenim in monolitnim armiranobetonskim stavbam s stenami, najmanj pa zidanim in montažnim stavbam. Primerjava med dvema obdobjema kaže, da je pričakovana poškodovanost objektov, grajenih po letu 1964, torej po uvedbi prvih predpisov o potresnoodporni gradnji, pri bolj ogroženih tipih (zidane in montažne konstrukcije) približno za eno stopnjo nižja kot pri objektih, grajenih pred letom 1964. Pri manj ogroženih tipih objektov (lesene, jeklene in monolitne stenaste konstrukcije AB) zmanjšanje pričakovane poškodovanosti znaša približno pol stopnje. Odgovori članov IZS so precej podobni odgovorom mnogo manjšega vzorca sodelavcev FGG.



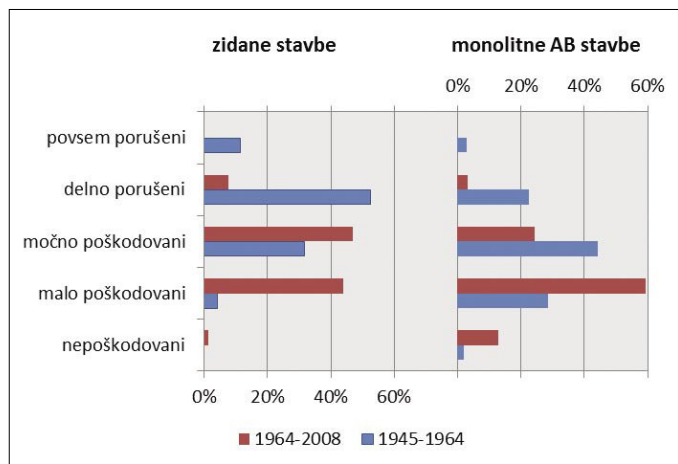
Slika 3 • Zaskrbljenost zaradi potresne ogroženosti Slovenije z vidika odpornosti gradbenih objektov pri strokovnjakih (IZS) in nestrokovnjakih



Slika 4 • Odgovori na vprašanje o pričakovani poškodovanosti stavb, grajenih pred letom 1945



Slika 5 • Povprečne ocene pričakovane poškodovanosti posameznih tipov objektov (lestvica od 1 = nepoškodovani, do 5 = povsem porušeni) (IZS)



Slika 6 • Odgovori članov IZS o pričakovani poškodovanosti stavb, grajenih v obdobjih 1945-1964 in 1964-2008, za zidane stavbe (levo) in za monolitne AB-stavbe (desno)

Porazdelitev odgovorov za dva tipa stavb prikazujemo na sliki 6.

Leta 2008 je postala obvezna uporaba novega evropskega in slovenskega standarda Evrokod 8. Od članov IZS jih je na vprašanje, kakšno poškodovanost pričakujejo za stavbe, grajene po letu 2008, 11 % odgovorilo »nepoškodovane«, 72 % »malo poškodovane«, 15 % »močno poškodovane« in 2 % »delno porušene«. Nihče ne pričakuje popolne porušitve. Povprečna vrednost pričakovane poškodovanosti znaša 2,07 oziroma malenkost več kot »malo poškodovane«. Tudi sodelavci FGG so ocenjevali podobno (povprečna vrednost 2,04, z malo večjim raztrosom). Zanimivo je, da preko 10 % strokovnjakov pričakuje, da bodo objekti, grajeni po sodobnih predpisih, prenesli močan potres brez poškodb, čeprav vsi sodobni predpisi temeljijo na zmanjševanju potresnih sil zaradi ugodnega vpliva sipanja energije zaradi neelastičnega obnašanja pri močnih (malo verjetnih) potresih, ki je povezano s poškodbami. V Evrokodu 8 (EC8-1, 2005) je jasno definiran namen standarda: zaščititi človeška življenja, omejiti škodo in zagotoviti, da ostanejo konstrukcije, pomembne za civilno zaščito, uporabne. Torej, omejiti, ne preprečiti škode!

Ob oceni ogroženosti različnih objektov nas je zanimalo, ali se v ocenah strokovnjakov (IZS in FGG) bolj kaže *podobnost* po vrsti gradnje ali po obdobju gradnje. Odgovor na to je dala faktorska analiza¹ njihovih ocen, ki je razkrila

tri faktorje, ki bi jih lahko poimenovali: *zidane in lesene stavbe, jeklena in armiranobetonska gradnja ter montažna gradnja*. Tako je zaznana ogroženost različnih vrst zgradb sicer močno odvisna od obdobja gradnje, a znotraj tega so udeleženci upoštevali predvsem vrsto gradnje, kar je glede na to, da gre za strokovnjake, razumljivo. Slika 5 jasno kaže, da je zaznana ogroženost starejših stavb bistveno večja od ogroženosti novjših, razmerja zaznane ogroženosti med posameznimi tipi stavb za obe obdobji pa so zelo podobna.

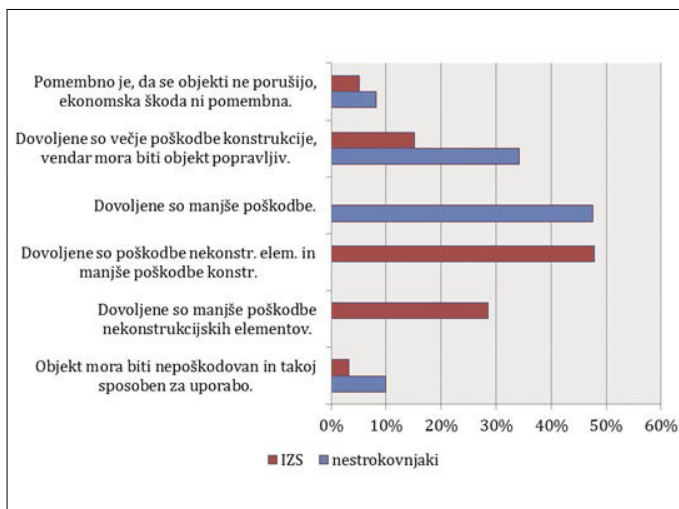
Nekaj vprašanj je bilo postavljenih v zvezi z infrastrukturo. Ločili smo jo glede na leto gradnje (pred letom 2008 in po njem) in glede na tip (mostovi in viadukti ter drugo). Rezultati kažejo, da med člani IZS ni bistvene razlike med vrstami infrastrukture, bistvena pa je seveda razlika glede na leto gradnje. Povprečne vrednosti pričakovane poškodovanosti (1 pomeni nepoškodovano, 5 pa povsem porušeno) so 2,83 za mostove in viadukte ter 2,75 za drugo infrastrukturo, oboje za objekte, grajene pred letom 2008. Ustrezni vrednosti za novejša objekta znašata 1,99 in 2,12 in sta podobni vrednostim pri sodobnih stavbah. Sodelavci FGG pričakujejo manjšo poškodovanost infrastrukture, predvsem pri infrastrukturi, grajeni po sodobnih predpisih, kjer povprečni vrednosti znašata 1,78 in 1,91, kar je manj kot pri sodobnih stavbah.

Strokovnjake smo prosili, da navedejo tipe objektov, ki so po njihovem mnenju v Sloveniji potresno najbolj ogroženi. V odgovorih so se pričakovano največkrat pojavljali stari objekti, predvsem tisti, grajeni pred letom 1964. Med njimi so po pogostosti izstopali zidani objekti iz kamna in opeke, pri čemer so bili večkrat omenjeni objekti, ki nimajo vodoravnih in navpičnih vezi, ki so slabo temeljeni, pa tudi spomeniško zaščiteni kamniti objekti, stari sakralni objekti, zvoniki, stara mestna jedra. Anketirance skrbijo tudi zidani objekti, ki so bili nestrokovno adaptirani ali rekonstruirani, npr. kjer so bile lesene medetažne konstrukcije neustrezno zamenjane z armiranobetonskimi. V skupini starih objektov so pogosto omenjeni večnadstropni zidani stanovanjski objekti, še posebno pa zidane stolpnice in industrijske montažne konstrukcije.

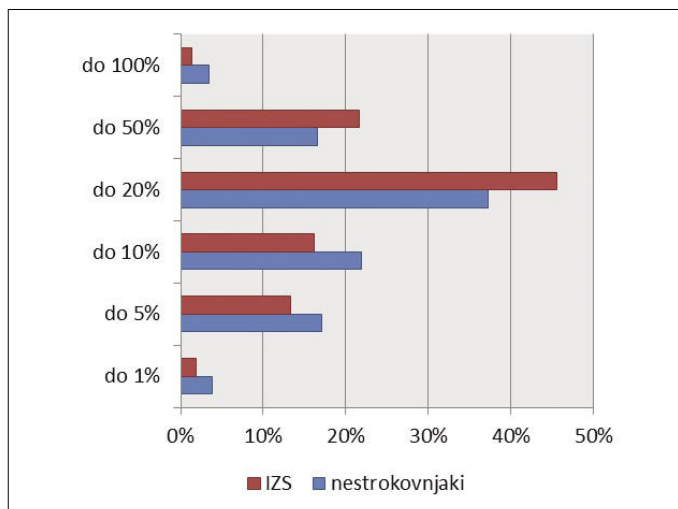
Po namembnosti so anketiranci poleg stanovanjskih objektov navajali šole in bolnišnice. Pri infrastrukturi so bili večkrat omenjeni jezovi in pregrade vodnih akumulacij, predvsem zemeljske. Nekaj anketirancev je omenilo tudi objekte energetike (nuklearka, hidroelektrarne in termoelektrarne), tovarniške dimnike in višje armiranobetonske stavbe.

Pri novejših objektih so anketiranci pogosto navajali individualno gradnjo, ki se izvaja v lastni režiji brez ustrezne dokumentacije (projekta za izvedbo) in brez nadzora inšpekcijskih služb. Večkrat so bili omenjeni sodobni, neustrezno zasnovani objekti izrazito nesimetrični

¹ Faktorska analiza (Cudeck, 2000) je zbirka metod za razlago korelacij med spremenljivkami, te pa pomenijo, da imajo vrednosti vsake spremenljivke določen – večji ali manjši – del informacije, ki ga vsebujejo tudi druge. Spremenljivke med seboj korelirajo zato, ker so delno določene z nekim skupnim, čeprav skritim vplivom, kar s faktorsko analizo skušamo odkriti in ugotoviti, koliko je vsaka spremenljivka povezana s posameznim vplivom oz. faktorjem. Njihovo naravo določimo glede na spremenljivke, ki jih posamezni faktor najbolj pojasnjuje oz. so najbolj obtežene z njim. V našem primeru to pomeni, da so ocene ogroženosti nekaterih vrst stavb bolj povezane med seboj kot z drugimi, da na podoben način naraščajo ali padajo, čeprav se po višini ocene lahko razlikujejo.



Slika 7 • Odgovori na vprašanje o sprejemljivi poškodovanosti objektov



Slika 8 • Odgovori na vprašanje o sprejemljivih stroških popravila glede na ceno novega objekta

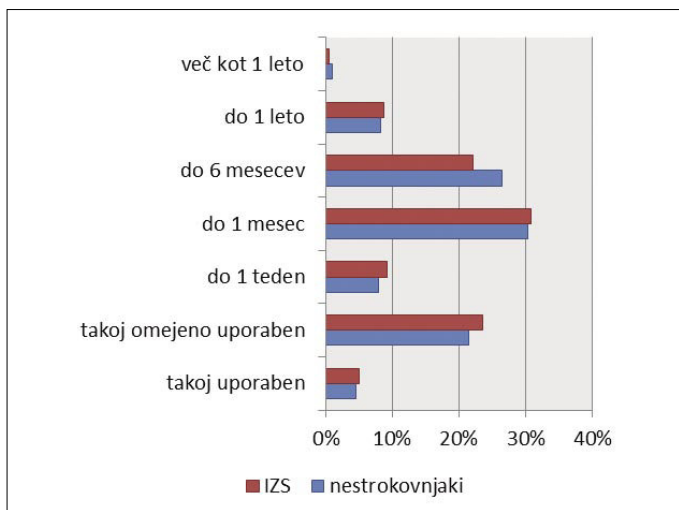
tlorisov in z izrazitimi spremembami togosti konstrukcije, še posebno večnadstropne stanovanjske poslovne stavbe z mehкими pritličji, v katerih so lokali. Enega od anketirancev je skrbela »industrijska gradnja, ki se izvaja na večjih industrijskih kompleksih in se običajno opravlja brez potrebne dokumentacije (kot npr. postavitve silosov, jeklenih konstrukcij za transportne naprave, jekleni aneksi, postavljeni v že zgrajenih objekt ali zraven objektov, čistilne naprave, posegi v nosilne konstrukcije že obstoječih objektih zaradi spremembe tehnologije) in gradbenega nadzora«. Negativne vplive nestrokovnih posegov v konstrukcijo brez izdelave ustrezne analize (nadzidave, rušitev nosilnih sten in njihova zamenjava s podajnimi okviri) je navajalo več anketirancev. Eden med njimi je napisal

»zastrašujoče je predvsem stanje potresne varnosti stanovanjskih blokov, ko so lastniki po odkupu (Jazbinškov zakon) pričeli samovoljno izvajati gradbene posege v nosilne konstrukcije, da so si izboljšali funkcionalno zasnovo stanovanja, s tem pa ogrozili že tako nizko stopnjo potresne varnosti«. Nekateri odgovori kažejo na vplive, ki lahko zmanjšujejo potresno odpornost obstoječih objektov. Omenjeni so bili pritiski na projektante, prekratki roki in neplačila, varčevanje pri projektni dokumentaciji, problem projektiranja tujih projektantskih organizacij ali posameznikov, ki ne poznajo zakonske regulative Slovenije. Zanimiv je odgovor enega od anketirancev, ki med potresno ogrožene objekte prišteva »objekte, ki bodo šele zgrajeni (vpliv degradacije stroke, zmanjšanja nadzora

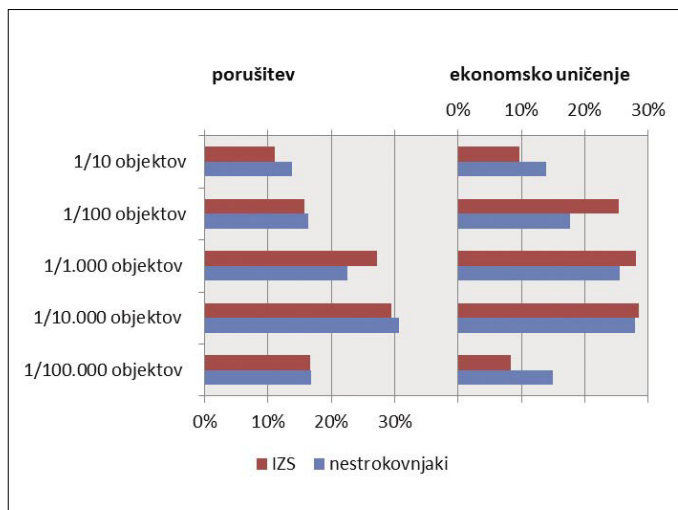
in kontrole kot posledica spreminjanja zakonodaje in razpad gradbene operative)«.

4.3 Sprejemljive posledice

Eden od glavnih namenov ankete je bil pridobitev kvalitativnih in kvantitativnih podatkov o zaznanih možnih posledicah močnega potresa, ki se zdijo sprejemljive strokovnjakom in splošni populaciji. Na vprašanje o sprejemljivih posledicah močnega potresa, izraženih s poškodbami, je bilo za strokovnjake na izbiro danih 5 odgovorov, od (1) objekti morajo biti nepoškodovani, do (5) pomembno je, da se objekti ne porušijo (slika 7). Povprečni vrednosti odgovorov znašata 2,90 za IZS in 3,22 za FGG. Odgovori IZS se smiselno precej dobro ujemajo s prejšnjimi odgovori o pričakovani poškodovanosti objektov, grajenih



Slika 9 • Odgovori na vprašanje o sprejemljivem obdobju, ko je objekt neuporaben



Slika 10 • Odgovori na vprašanje o sprejemljivi verjetnosti porušitve (levo) in ekonomskega uničenja (desno)

po sodobnih predpisih, kar nakazuje, da je za člane IZS pričakovano obnašanje objektov, grajenih po sodobnih predpisih, obenem tudi sprejemljivo obnašanje. Sodelavci FGG so nekoliko bolj tolerantni in se jim zdijo sprejemljive tudi nekoliko večje poškodbe. Nobeden od sodelavcev FGG ne misli, da bi objekti morali ostati nepoškodovani, medtem ko je pri članih IZS 3 % takšnih, kar je manj kot pri odgovoru o pričakovani poškodovanosti objektov.

Pri istem vprašanju o sprejemljivi poškodovanosti objektov smo nestrokovnjakom ponudili štiri odgovore, tako da smo združili odgovora (2) in (3) v odgovor (2) Dovoljene so manjše poškodbe. Odgovori so tudi predstavljeni na sliki 7. V povprečju je sprejemljiva poškodovanost podobna kot pri strokovnjakih, je pa pri nestrokovnjakih večji delež tistih, ki mislijo, da bi objekti morali prenesti močan potres brez poškodb.

Naslednje vprašanje se je nanašalo na sprejemljive posledice močnega potresa, izražene s stroški popravila glede na ceno novega objekta. Možni so bili odgovori od (1) do 1 %, do (6) do 100 % (vendar brez porušitve) (slika 8). Povprečne vrednosti odgovorov so znašale 3,56 za nestrokovnjake (3,31 za GO) in 3,76 za IZS, kar ustreza dobrim 15 % stroškov pri nestrokovnjakih in blizu 20 % pri strokovnjakih. Manjši sprejemljivi stroški pri nestrokovnjakih v primerjavi s strokovnjaki so verjetno tudi posledica dejstva, da lahko strokovnjaki bolje ocenijo razmerje med poškodbami in stroški obnove. Porazdelitev odgovorov je prikazana v sliki 8.

Pri vprašanju o sprejemljivih posledicah potresa, izraženih s trajanjem obdobja, ko je objekt neuporaben, je bilo na razpolago sedem odgovorov, od (1) takoj uporaben do (7) več kot eno leto. Povprečne vrednosti odgovorov so znašale 3,81 za nestrokovnjake in 3,70 za IZS. V povprečju je torej za vse skupine sprejemljivo obdobje do enega meseca, pri tem pa je raztros rezultatov zelo velik. Porazdelitev odgovorov (slika 9) je neobičajna, kljub temu pa obstaja neverjetna podobnost med nestrokovnjaki in strokovnjaki.

Vprašali smo tudi o sprejemljivi verjetnosti porušitve običajnega objekta (stanovanjski,

poslovni), grajenega po sodobnih predpisih. Na izbiro je bilo pet odgovorov: v povprečju se lahko zaradi potresa poruši (v življenjski dobi objekta = 50 let) en objekt od (1) 100.000, (2) 10.000, (3) 1000, (4) 100 in (5) 10. Na razpolago so bile torej verjetnosti porušitve 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} in 10^{-1} v 50 letih. Porušitev objekta seveda z veliko verjetnostjo pomeni človeške žrtve. Odgovori so prikazani v sliki 10. Povprečni vrednosti za strokovnjake (2,80) in za IZS (2,75) sta si zelo podobni, povprečna vrednost za FGG (2,09) pa močno odstopa. Razpršenost odgovorov je velika.

Zelo podobno vprašanje se je nanašalo na sprejemljivo verjetnost za ekonomsko uničenje objekta, grajenega po sodobnih predpisih. Objekt se fizično ne poruši, vendar je trajno neuporaben. Sprejemljiva verjetnost za takšen dogodek bi morala seveda biti precej večja kot pri porušitvi. Odgovori so prikazani na sliki 10. Povprečne vrednosti znašajo 2,88, 3,00 in 2,61 za nestrokovnjake, IZS in FGG.

Povprečne vrednosti, izražene s sprejemljivo verjetnostjo porušitve, so prikazane v preglednici 3. Podobna tabela je pripravljena tudi za sprejemljivo verjetnost za ekonomsko uničenje (preglednica 4).

Presenetljiva je majhna razlika (z izjemo sodelavcev FGG) med sprejemljivo verjetnostjo porušitve, ki je povezana s človeškimi žrtvami, in sprejemljivo verjetnostjo ekonomskega uničenja.

V literaturi je sicer kar nekaj podatkov o značilnostih sprejemljivega tveganja (npr. Fischhoff in sod., 2004) – predvsem povezanih s tehničnimi ogrožanji, veljavnih pa tudi za naravne nesreče –, malo pa je konkretnih podatkov o tveganju, ki so ga posamezniki in družba kot celota pripravljene sprejeti glede potresov. Sprejemljivo tveganje je seveda odvisno od osebnih in družbenih vrednostnih sodb in izkušenj ter je različno v različnih kulturnih okoljih. Eden od glavnih namenov ankete je bil prav pridobitev podatkov o tveganju, ki so ga prebivalci Slovenije pripravljene sprejeti v zvezi s potresi.

Obstoječa regulativa nima uporabnih podatkov o sprejemljivem tveganju. Ciljne vrednosti v posameznih dokumentih se močno razlikujejo. Vrednosti, ki jih predvideva osnovni Evrokod standard (EC0, 2004) v Dodatku B, so zelo nizke in jih v primeru izjemnih dogodkov, kot so potresi, pri običajnih objektih ni mogoče zagotoviti. Po Evrokodu znaša velikostni red sprejemljive verjetnosti porušitve za stanovanjske, poslovne in javne stavbe, kjer so posledice porušitve srednje velike, 10^{-4} v 50 letih ($\beta = 3,8$, tabela B2 v EC8-0) oziroma 1 porušeni med 10.000 objekti. Kot kažejo rezultati v preglednici 3, prebivalci Slovenije, tako nestrokovnjaki kot tudi strokovnjaki, v povprečju sprejemajo večjo verjetnost porušitve. Evrokod 8 je konservativen tudi v primerjavi z nekaterimi drugimi predpisi in drugimi avtorji. Nekaj primerjav je prikazanih v (Lazar, 2011).

	Nestrokovnjaki	IZS	FGG
Verjetnost	$5,75 \cdot 10^{-4}$	$5,62 \cdot 10^{-4}$	$1,54 \cdot 10^{-4}$
Porušeni objekti	1/1740	1/1780	1/6510

Preglednica 3 • Sprejemljiva verjetnost za porušitev objektov v 50 letih

	Nestrokovnjaki	IZS	FGG
Verjetnost	$7,58 \cdot 10^{-4}$	$10,0 \cdot 10^{-4}$	$4,59 \cdot 10^{-4}$
Uničeni objekti	1/1320	1/1000	1/2180

Preglednica 4 • Sprejemljiva verjetnost za ekonomsko uničenje objektov v 50 letih

5 • SKLEP

Anketa je bila opravljena ločeno v treh različnih skupinah udeležencev. Vzorec splošne javnosti (nestrokovnjaki) ni reprezentativen, saj močno prevladujejo visoko izobraženi anketiranci iz

Ljubljane. Člani IZS predstavljajo vzorec najbolj kompetentnih strokovnjakov za projektiranje in opravljanje gradbenih objektov. Majhen vzorec sodelavcev FGG je sestavljen iz gradbenikov,

ki niso člani IZS in torej nimajo pooblastila za projektiranje, nekaj med njimi pa se jih ukvarja z raziskavami na področju potresnega inženirstva.

Rezultati ankete večinoma ne kažejo zelo pomembnih razlik med strokovnjaki in nestrokovnjaki, pri čemer je treba upoštevati, da vzorec nestrokovnjakov ni reprezentativen.

Eni in drugi se jasno zavedajo precejšnje potresne ogroženosti Slovenije. Opazna je večja zaskrbljenost strokovnjakov glede potresne ogroženosti Slovenije, ki je nedvomno odraz boljšega poznavanja problema in večje udeležnosti v spoprijemanju z njim. Nestrokovnjaki se srečujejo s potresi le občasno ali nikoli, strokovnjaki pa ne le kot ogroženi, ampak tudi v pripravi in izvedbi blažilnih ukrepov ter pri obnovi.

Pri podskupini nestrokovnjakov iz goriške regije nismo opazili bistvenih odstopanj v primerjavi z drugimi nestrokovnjaki, čeprav predvidevamo, da je v tej podskupini verjetno znaten del prebivalcev Posočja, za katere

smo, glede na njihove izkušnje, pričakovali drugačen pogled na potrese in njihove posledice, saj izkušnje z neko nesrečo vplivajo na njeno zaznavo. Ta podskupina nekoliko odstopa od celotnega vzorca nestrokovnjakov s tem, da je nekoliko bolj zaskrbljena zaradi potresne ogroženosti.

O pričakovanem obnašanju različnih tipov gradbenih konstrukcij smo spraševali predvsem strokovnjake. Pričakovano se je pokazalo veliko nezaupanje v zidane (z delno izjemo enodružinskih hiš) in montažne objekte, grajene pred letom 1964, torej pred uveljavitvijo prvih predpisov o gradnji na potresnih območjih. Tudi pri novejših ob-

jektih so pričakovane poškodbe pri teh tipih objektov večje. Pri vseh teh odgovorih ni bistvenih razlik med člani IZS in sodelavci FGG. Dejansko strokovnjaki pri oceni potresne ogroženosti različnih stavb upoštevajo tako obdobje kot vrsto konstrukcije, kjer se upoštevanje slednje, kot kažejo rezultati faktorske analize, ustrezno kaže v obeh raziskovanih obdobjih. Razlike med člani IZS in sodelavci FGG se pojavijo pri gledanju na sprejemljive posledice močnega potresa. Sodelavci FGG dopuščajo večje poškodbe, vendar manjšo verjetnost popolnega uničenja objekta in bistveno manjšo verjetnost porušitve.

6 • ZAHVALA

Zahvaljujemo se vsem anketirancem, ki so s prijaznim odzivom omogočili to anketo. Anketa ne bi bila mogoča brez pomoči

Inženirske zbornice Slovenije, ki je omogočila izvedbo ankete med svojimi člani. M. Tomažević je pomagal pri sestavljanju vprašanj. An-

keta je bila opravljena v okviru raziskovalnega projekta Razvoj praktične metode za oceno potresnega tveganja konstrukcij stavb in opreme (J2-4180), ki ga izvaja IKPIR FGG v sodelovanju s Filozofsko fakulteto UL in ZAG-om, financira pa ARRS.

7 • LITERATURA

- Cudeck, R., Exploratory Factor Analysis, v H.E.A. Tinsley, S.D. Brown (Eds.), Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling, New York, Academic Press, 265–196, 2000.
- Drabek, T.E., Human System Responses to Disaster: An Inventory of Sociological Findings, Springer-Verlag, New York, 1986.
- EC0, SIST EN 1990: 2004 – Evrokod – Osnove projektiranja konstrukcij, 2004.
- EC8-1, SIST EN 1998-1: 2005 – Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, 2005.
- Fajfar, P., Polič, M., Klinc, R., Zaznava možnih ukrepov in odgovornosti za zmanjšanje potresne ogroženosti v Sloveniji, Gradbeni vestnik, v pripravi, 2014.
- Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., Combs, B., How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes toward technological risks and benefits, v: Slovic, P. (ur.), The Perception of Risk, London: Earthscan, 80–103, 2004.
- Gerrard, C. M., Petley, D. N., A risk society? Environmental hazards, risk and resilience in the later Middle Ages in Europe, Natural Hazards, 69:1051–1079, 2013.
- Hale, A. R., Glendon A.I., Individual Behaviour in the Control of Danger, Elsevier Science, Amsterdam, 1987.
- Haralambos, M., Holborn, M., Metodologija, V: Sociologija – teme in perspektive. Interno gradivo, prevedla Aleš – Luznar, H., Koltaj, P., strokovni pregled Mežnarič, S., Metode sociološko kulturološkega raziskovanja, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za sociologijo, 1995.
- Lazar, N., Projektiranje stavb na sprejemljivo potresno tveganje – primer osem-etažne armiranobetonske stavbe, Diplomaska naloga št. 3189, mentor M. Dolšek, Univerza v Ljubljani, FGG, 2011.
- Lindell, M. K., Perry, R. W., Behavioral Foundations of Community Emergency Planning, Hemisphere Publishing Corp, 1992.
- McCoughey, B. G., Hoffman, K. J., Llewellyn, C. H., The human experience of earthquakes, v: Ursano, R. J., McCoughey, B. G., Fullerton, C. S. (ur.), Individual and Community Responses to Trauma and Disaster: Structure of Human Chaos, Cambridge, University Press, 136–153, 1994.
- Nichols, T. C., Global summary of human response to natural hazards: earthquakes, v G.F. White (ur.) Natural hazards: local, national, global. New York, Oxford University Press, 274–284, 1974.
- Quarantelli, E. L., Introduction: The basic question, its importance, and how it is addressed in this volume. V: E. L. Quarantelli (ur.), What is a disaster? Perspectives on the question. London: Routledge, 1–7, 1998.