

PREGLED POŠKODB OB POTRESIH LETA 1998 IN 2004 V ZGORNJEM POSOČJU

A survey of damage caused by the 1998 and 2004 earthquakes in the Upper Soča Valley

Matjaž Godec*, Barbara Šket-Motnikar**, Renato Vidrih***, Polona Zupancič****
UDK 699.841(497.4Posočje)“1998+2004”

Povzetek Abstract

Potres leta 1998 v Posočju (12. april 1998, magnituda 5,6) je povzročil obsežne poškodbe tako v naravi kakor na (predvsem starejših) zgradbah. Moč potresa je bila ocenjena na VII.–VIII. stopnjo po lestvici EMS. Največje in najboljše poškodbe so bile na zgradbah z lesenimi strepi, ki so bile grajene iz obdelanega ali neobdelanega kamna v slabi malti. Po potresu je bilo pregledanih 3395 objektov in 2928 od teh jih je bilo poškodovanih. Čeprav se je že ob potresu v Furlaniji leta 1976 (magnituda 6,4) poškodovalo mnogo zgradb na tem območju, je bila obnova in ojačitev teh zgradb pogosto slabo ali nepopolno izvedena. Tla so se na tem območju zopet močno stresla leta 2004 (12. julij 2004, magnituda 4,9). Največja intenziteta v nadžariščnem območju je bila ocenjena na VI.–VII. stopnjo po lestvici EMS. Po potresu je bilo pregledanih 1860 objektov in od teh jih je bilo 1764 poškodovanih. Potresa 1998 in 2004 imata žarišče na istem območju. Čeprav je bila sproščena energija potresa leta 2004 približno desetkrat manjša od tistega leta 1998, so bili poškodovani tudi objekti, ki so bili po potresu 1998 obnovljeni in ojačeni.

The April 12, 1998 earthquake in the Soča Valley, Slovenia, had a magnitude of 5.6. It caused significant damage to the natural environment (rock falls, rock slides) as well as to older buildings. The maximum intensity of the earthquake was estimated at VII–VIII EMS. Older buildings made of worked and unworked stone with poor mortar, and with wooden floors, suffered the most damage. 3,395 buildings were inspected after the earthquake and 2,928 of them were damaged. Although the Friulian (Italy) earthquake in 1976 (magnitude 6.4) caused a lot of damage in this area, repairs and strengthening of older buildings were often poorly done or not carried out at all. There was another earthquake in the Soča Valley on July 12, 2004. It had a magnitude of 4.9. The maximum intensity was VI–VII EMS. After this earthquake, 1,860 buildings were inspected and 1,764 had suffered various levels of damage. Although 10 times less energy was released in this earthquake, some buildings strengthened and retrofitted after the 1998 earthquake were also damaged.

Uvod

Območje severozahodne Slovenije je potresno eno aktivnejših območij Slovenije, saj lahko nastanejo potresi z učinki do IX. stopnje po lestvici EMS (Ribarič, 1987). Na tem območju prihaja do stika med Evrazijsko ploščo in Jadransko mikroploščo. Na stiku teh plošč je prišlo do potresa 12. aprila 1998 in do potresa 12. julija 2004.

Potres 12. aprila 1998 je bil najmočnejši potres z žariščem v Sloveniji v zadnjih 100 letih. Magnituda potresa je bila 5,6, največja ocenjena intenziteta pa od VII.–VIII. stopnje po lestvici EMS. Žarišče potresa je bilo pod dolino Lepene in pobočji Krna, globina žarišča je bila približno 8 km. V prvih dvajsetih urah je bilo okoli 400 popotresov, katerim je v naslednjih mesecih sledilo še okoli 7000 popotresov. Najmočnejši popotres je nastal 6. maja 1998 z magnitudo 4,2 (Vidrih, Godec, 1998).

Šest let pozneje (12. julija 2004) so se tla stresla na istem območju. Potres je imel magnitudo 4,9, največja intenziteta je bila od VI.–VII. stopnje po lestvici EMS. Globina žarišča je bila podobna kakor pri prejšnjem potresu (Vidrih, 2004).

Oba potresa sta nastala ob istem prelomnem sistemu – to je ob Ravenskem prelomu, ki je del Idrijskega prelomnega sistema. Razdalja med žariščema obeh potresov znaša manj kakor 6 kilometrov (Vidrih, Tasič, 2004).

* Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Matjaz.Godec@gov.si

** Dr., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Barbara.Sket-Motnikar@gov.si





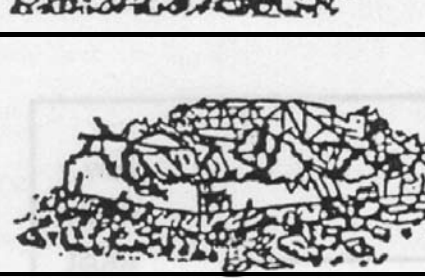
*** Mag., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Renato.Vidrih@gov.si

**** Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Polona.Zupancic@gov.si

Splošno o objektih

Pri obeh potresih so največje poškodbe na zgradbah in v naravi nastale na nevezanih kamninah (nanosi rek in potokov, pobočni grušči). Pas z največjimi poškodbami poteka v dinarski smeri, od severozahoda proti jugovzhodu in se razteza od Bovca preko doline Lepene in Drežniških Raven do vasice Krn (Godec, Vidrih, Ribičič, 1999a, 1999b, Ribičič, Vidrih, Godec, 2000). Dinarska smer je potrjena tudi s porazdelitvijo popotresov, ki pokrivajo približno 12 kilometrov dolg ozek pas na prizadetem območju.

Analiza zbranih podatkov o poškodbah na objektih je bila narejena v skladu z navodili lestvice EMS (Grünthal), kjer je pet stopenj poškodb (preglednica 1). Nepoškodovane zgradbe ali zgradbe z nepopolnimi podatki so bile uvrščene v skupino zgradb z ocenjeno stopnjo poškodovanosti 0.

	<p>1. stopnja OBJEKT JE UPORABEN</p> <p>Poškodovanost je zanemarljiva do neznatna (na sami konstrukciji ni poškodb): nastanek lasastih razpok na nekaterih zidovih, odpadejo le manjši kosi ometa, pri manjšem številu zgradb je opaziti odpadanje majavih kamnov iz zgornjega dela objekta. Pri teh poškodbah je objekt uporaben.</p>
	<p>2. stopnja OBJEKT JE UPORABEN</p> <p>Poškodovanost je zmerna (konstrukcija je neznatno poškodovana, nekonstrukcijski (nenosilni) deli so srednje močno poškodovani), na mnogih zidovih so razpoke, dokaj veliki kosi ometa odpadejo, deli dimnikov se porušijo. Pri teh poškodbah je objekt uporaben.</p>
	<p>3. stopnja OBJEKT JE ZAČASNO NEUPORABEN</p> <p>Poškodovanost je znatna do velika (konstrukcija je zmerno poškodovana, nekonstrukcijski deli so močno poškodovani): na večini zidov so široke in velike razpoke, zdrs opečnih in skrilastih strešnikov, dimniki se odlomijo v višini strehe. Pri teh poškodbah je objekt začasno neuporaben.</p>
	<p>4. stopnja OBJEKT JE ZAČASNO NEUPORABEN</p> <p>Poškodovanost je zelo velika (velike poškodbe konstrukcije, zelo velike poškodbe na nekonstrukcijskih delih): resne porušitve zidov, delna porušitev konstrukcije. Pri teh poškodbah je objekt začasno neuporaben.</p>
	<p>5. stopnja OBJEKT JE NEUPORABEN</p> <p>Uničenje (zelo velika poškodovanost konstrukcije): popolna ali skoraj popolna porušitev. Pri teh poškodbah je objekt neuporaben.</p>

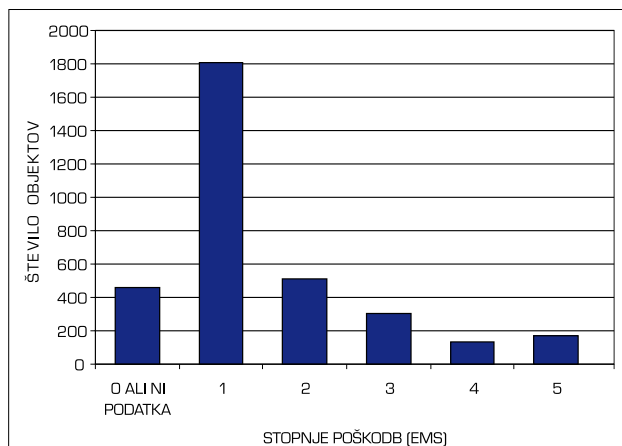
Preglednica 1. Stopnje poškodb pri zidanih zgradbah (Grünthal).
Table 1. Damage grades on masonry buildings (Grünthal).

Potres leta 1998 – poškodbe objektov

Kakšne so splošne značilnosti poškodovanih objektov? Skupno smo obdelali podatke o 3395 objektih, kakor prikazuje slika 1. Pri oceni učinkov potresa na gradbene objekte smo uporabili podatke, ki smo jih zbrali sami (Godec, Vidrih, Ribičič, 1999a, 1999b) kakor tudi podatke, ki so jih zbrali ocenjevalci poškodb na objektih, ki so delali pod okriljem Ministrstva za okolje in prostor (Uprava RS za zaščito in reševanje, Državna komisija za oceno poškodovanosti objektov). Kategorije poškodb ocenjevalcev Ministrstva za okolje in prostor se zelo dobro ujemajo z navodili lestvice EMS, zato smo pri statističnem vrednotenju podatkov za opis učinkov lahko uporabili tudi tako pridobljene podatke.

Splošne značilnosti pregledanih objektov

Temelji: 301 objekt je bil grajen brez temeljev, 2095 objektov je imelo kamnite in 569 betonske temelje. 82 objektov je imelo drugačno temeljenje, medtem ko pri 348



Slika 1. Število poškodovanih objektov ob potresu 1998 in porazdelitev po poškodbenih kategorijah. Močno poškodovana sirarna v Pologu.

Figure 1. Number of damaged buildings during 1998 earthquake and their distribution. Heavily damaged cheese dairy in Polog.

objektih nismo uspeli pridobiti verodostojnega podatka.

Zidovi: 1931 zgradb je imelo kamnite zidove, 367 zidove iz mešanega materiala, 493 zgradb je imelo opečne zidove in 37 betonske. Zidove iz drugačnega materiala je imelo 213 zgradb, za 354 zgradb pa ni podatkov o sestavi zidovja.

Stropi: 1545 zgradb je imelo lesene strope, 81 opečne, medtem ko je imelo betonske strope 1034 zgradb. Stropi pri 366 zgradbah so drugačni od prej navedenih možnosti, popisovalci pa niso pridobili podatkov o 369 zgradbah.

Ostrešje: Večina (2919) zgradb je imela leseno ostrešje.

Kritina: Korce je imelo 406 zgradb, 677 jih je imelo strešnike, 952 salonitke, 930 pa kritino iz drugega materiala. Ni podatkov o 430 zgradbah.

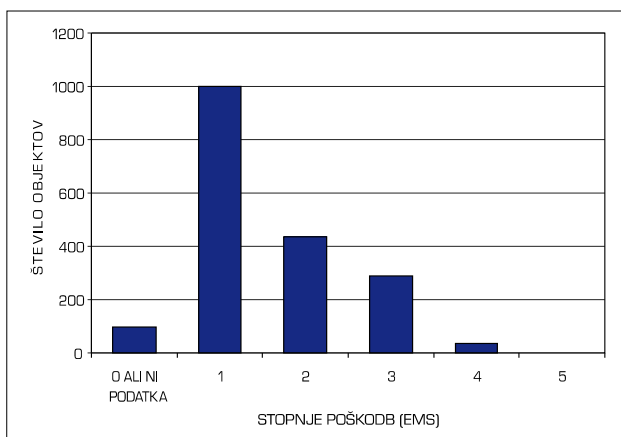
Leto izgradnje: 805 pregledanih zgradb je bilo zgrajenih pred letom 1914, 1687 med leti od 1914 do 1945, 249 med leti od 1945 do 1964, 291 je bilo zgrajenih med leti od 1964 do 1981, 158 pa po letu 1981. Preostanku zgradb ni bilo mogoče ugotoviti časa izgradnje. Obdobja gradnje so bila določena glede na pomembne mejnike, kakor so bile povojne obnove (1914 in 1945) ali pa spremenjena zakonodaja na področju potresno odporne gradnje (1964 in 1981).

Potres leta 2004 – poškodbe objektov

Tudi ob tem potresu je bilo močno poškodovanih nekaj starejših objektov. Pri oceni učinkov smo uporabili podatke, ki so jih zbrali ocenjevalci Uprave RS za zaščito in reševanje. Ob tem je treba poudariti, da je bila velika večina zgradb popolnoma uničenih med prvo svetovno vojno (1914–1918). Cele vasi so bile v kratkem času obnovljene. Takrat so iskali rešitve, kako z omejenimi sredstvi, ob pomanjkanju materiala in v čim krajšem času zagotoviti bivališča za ljudi. Zato so bile mnoge takrat zgrajene zgradbe slabše, kakor je velevalo znanje in praksa še pred začetkom prve svetovne vojne.

Kot poseben primer lahko omenimo vas Čezsoča. Vas je bila popolnoma porušena med prvo svetovno vojno. Po vojni je bila obnovljena na obstoječih ruševinah. Marsikatera zgradba je bila zgrajena brez temeljev, uporabljali so okrogle, gladke rečne prodnike v slabi apneni malti. Stropi so bili običajni leseni, zidovje med seboj nepovezano, kritina pa je bila težka.

Vas je bila močno poškodovana tudi med drugo svetovno vojno (1939–1945). Del vasi je bil požgan, del je utrpel močna bombardiranja. Zgradbe so bile zopet močno poškodovane, vendar se jih je dalo popraviti (spet ob pomanjkanju časa, denarja in materiala). Ruševine (z



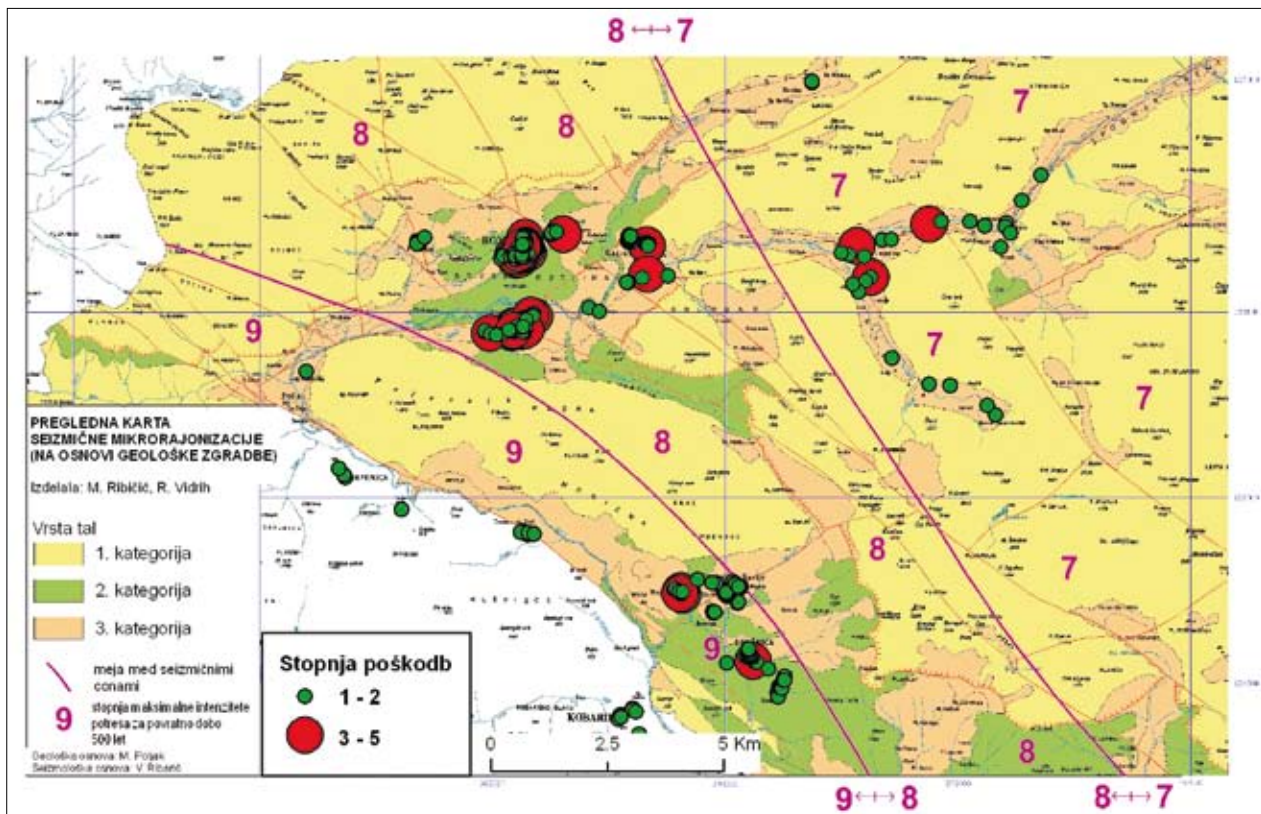
Slika 2. Število poškodovanih objektov med potresom 2004 po poškodbenih kategorijah in poškodovani objekt (5. stopnja poškodb) v Čezsoči.

Figure 2. Number of buildings damaged during 2004 earthquake and a damaged building (grade 5) in Čezsoča.



mnogimi nakopičenimi vidnimi in manj vidnimi poškodbami) so predstavljale osnovo za obnovo. Energija predhodnih dogodkov je povzročila tudi manj opazno popuščanje vezi, ki jih je ustvarila slaba apnena malta.

Potresa leta 1998 in 2004 sta bila le še dva dodatna dogodka v tem zgodovinskem nizu. Objekti so leta 2004



Slika 3. Karta potresne mikrorajonizacije in lokacije objektov, ki so bili poškodovani pri obeh potresih (čeprav so bili obnovljeni in ojačeni po potresu leta 1998).

Figure 3. General map of seismic microzonation and locations of buildings which suffered damage during both earthquakes (despite being strengthened after 1998).

utrpeli močne poškodbe, kakor je prikazano na sliki 2. Po potresu leta 2004 je bilo pregledanih 1863 objektov; od tega jih 99 ni bilo poškodovanih. Na koncu je bilo ocenjeno, da je 230 objektov tako poškodovanih, da so nevarni za bivanje; stanovalci so se morali začasno izseliti. Pregled po poškodbenih stopnjah je naslednji: en objekt je bil ocenjen kot objekt s poškodbami 5. stopnje, 36 objektov je imelo poškodbe 4. stopnje, 291 objektov je imelo poškodbe 3. stopnje, 435 objektov je imelo poškodbe 2. stopnje in 1001 objekt je imel poškodbe 1. stopnje. Poškodbe starejših objektov pri tako močnem potresu so pričakovane, vendar je presenetljiv obseg poškodovanih objektov, ki so bili po potresu 1998 potresno utrjeni (kar je prikazano v nadaljevanju).

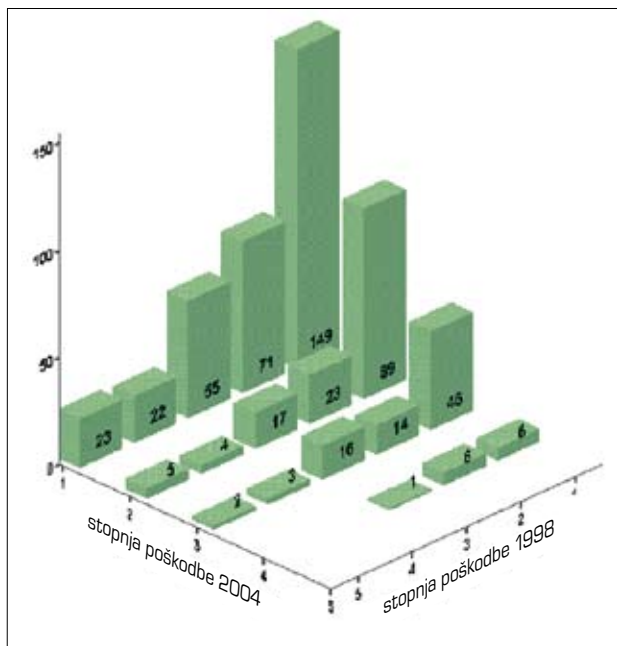
Pregledna karta potresne mikrorajonizacije Zgornjega Posočja

Osnova za izdelavo karte seizmične mikrorajonizacije (Godec, Ribičič, Vidrih, 1999; Vidrih, Godec, Lapajne, 1991) je bila uradna karta potresne intenzitete za povratno dobo 500 let (Ribarič, 1987). Na osnovni karti (slika 3) so prikazane cone intenzitet potresov, in sicer VII., VIII. in IX. stopnje po lestvici EMS. Seizmična mikrorajonizacija vsako od teh con podrobneje razdeli na tri podcone glede na geološko zgradbo terena. Pri izdelavi karte so bile upoštevane seizmološke in neotektonske osnove. Tla so pri tem razdeljena v tri kategorije, in sicer:

1. kategorija (seizmogeološko ugodna tla): kamnine, ki imajo lastnosti hribin (apnenci, dolomiti, ipd.);
2. kategorija (seizmogeološko srednje ugodna tla): goste in srednje goste zemljine, ki so se odložile v debelejših plasteh, ter hribine, ki so prekrte z debelejšo preperino;
3. kategorija (seizmogeološko neugodna tla): mehkejše in manj goste zemljine.

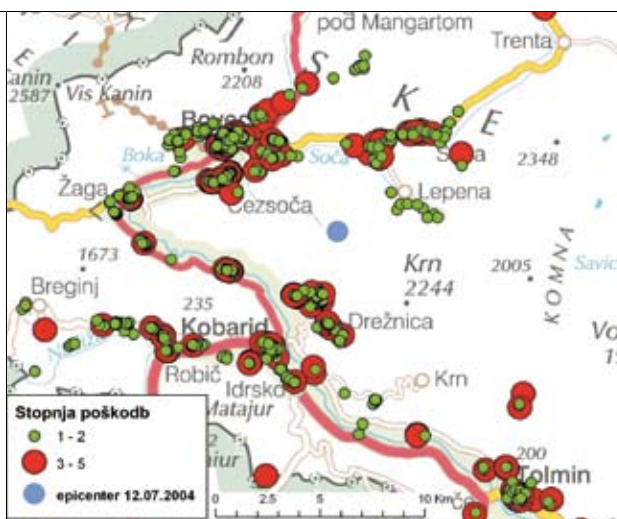
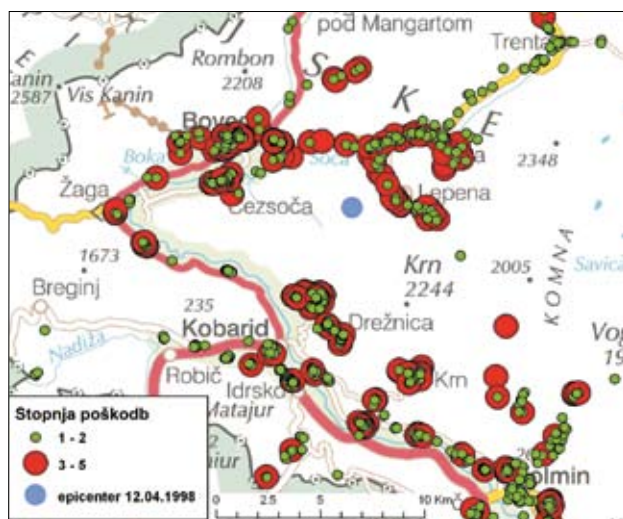
Poškodovani objekti med potresom 2004, ki so bili ojačeni po potresu leta 1998

Pri oceni poškodovanih objektov med potresom leta 2004 je bila posebna pozornost namenjena 576 objektom, ki so bili poškodovani že ob potresu leta 1998 (preglednica



Slika 5. Poškodovani objekti ob potresu 1998, obnovljeni in ojačeni v obdobju od 1998 do 2004 ter ponovno poškodovani pri potresu leta 2004, (ki je bil bistveno šibkejši od potresa 1998).

Figure 5. Buildings that were damaged in 1998 earthquake, strengthened between 1998 and 2004, and damaged again in weaker earthquake in 2004.



Slika 4. Območje z največ poškodovanimi objekti in njihova porazdelitev ob potresu 1998 (levo) in ob potresu 2004 (desno) (stopnja poškodovanosti objekta).

Figure 4. Damaged area and distribution of damaged buildings in 1998 (left) and 2004 earthquakes (right).

2, sliki 4 in 5). Obnova in utrditev objektov, poškodovanih v potresu leta 1998, je bila pred potresom 2004 večinoma že zaključena. Med omenjenimi 576 objekti so bila obnovitvena in utrditvena dela zaključena na 523 objektih, pri 5 objektih so bila tik pred zaključkom, pri 48 objektih pa so dela še potekala.

V skladu z načeli potresnoodporne gradnje so ob potresu manjše poškodbe sprejemljive tudi na ojačenih objektih.

Posebno pozornost moramo nameniti tistim 22 objektom (slika 5), ki so bili v obeh potresih (1998 in 2004) znatno poškodovani (poškodbe 3. ali višje stopnje). Med temi objekti je bilo 20 v vmesnem času ustrezno ojačenih in utrjenih, pri dveh objektih pa obnova še ni bila zaključena, zato smo jih iz nadaljnje raziskave izločili. Realna pričakovanja so bila, da bodo obnovljeni objekti zmožni brez znatnih poškodb prestatati tudi močnejši potres, kakršen je bil leta 2004. Pred potresom leta 1998 je v teh 20 objektih živel 56 ljudi, po zaključku del

pa se je vrnilo le 21 ljudi v 7 objektov. Ostali so, čeprav obnovljeni, samevali. Podobno je v vseh 576 objektih, poškodovanih v obeh potresih, pred potresom leta 1998 živel 2026 ljudi, po obnovi pa le še 1475. Lahko bi sklepali, da je šlo za zavestno odločitev o zmanjševanju potresne ogroženosti (eden od načinov zmanjševanja potresne ogroženosti je poleg povečevanja potresne odpornosti tudi zmanjševanje števila prebivalcev v ranljivih objektih), vendar to izseljevanje nima nobene povezave s sistematičnim zmanjševanjem potresne ogroženosti (verjetno pa predstavlja izziv za sociološko raziskavo).

Kakšne so značilnosti teh dvajsetih znatno poškodovanih objektov (v obeh potresih poškodbe od 3. do 5. stopnje)? To so objekti, grajeni večinoma pred letom 1940, velikosti od 60 do 300 m². Pri večini objektov so lastniki vlagali sredstva v rekonstrukcijo oz. obnovo (16 objektov je bilo tako popravljenih že pred letom 1998, sistematično pa vsi po potresu leta 1998). Glede sestave materiala gre za značilne stare objekte na tem območju – 15 objektov

Leto izgradnje	Stopnja poškodb (1998)	Stopnja poškodb (2004)				Skupaj
		1	2	3	4	
do leta 1900	1	15	8	4		27
	2	9	5	3		17
	3	7	4	3		14
	4	2		1		3
	5	4	1	2		7
	Skupaj	37	18	13		68
1901 - 1940	1	96	36	16	2	150
	2	50	12	7	3	72
	3	38	9	8	1	56
	4	15	3	1		19
	5	16	3			19
	Skupaj	215	63	32	6	316
1941 - 1964	1	10	25	16	2	53
	2	11	5	4	2	22
	3	3	2	5		10
	4	1	1	1		3
	5	1				1
	Skupaj	26	33	26	4	89
1965 - 1982	1	22	15	6	1	44
	2	1	1		1	3
	3	5	2			7
	4	4				4
	5	2	1			3
	Skupaj	34	19	6	2	61
1983 - 1998	1	6	5	4	1	16
	3	2				2
	Skupaj	8	5	4	1	18

Preglednica 2. Število zgradb poškodovanih pri potresih 1998 in 2004 po obdobjih izgradnje.

Table 2. Number of buildings damaged in both 1998 and 2004 earthquakes in relation to the year of construction.

ima kamnite temelje, vsi imajo kamnite ali kamnito-opečne stene, stropi pa so pri polovici armiranobetonski, pri polovici pa leseni.

Sklepne misli

Za Zgornje Posočje so bile že po potresu 1976 opredeljene seizmogeološke značilnosti. Potresa 1998 in 2004 sta prinesla nove podatke, ki so temeljili na terenskem ogledu in preučitvi poškodb tako na gradbenih objektih kakor tudi v naravi. Novi podatki so tudi podlaga za pripravo novih inženirsko geoloških, geotehničnih in seizmoloških izhodišč.

Iz preučitve učinkov potresov v Zgornjem Posočju je razvidno, da je treba posebno pozornost nameniti potresni odpornosti starejših objektov. Ob pregledu poškodb objektov v Zgornjem Posočju smo ugotovili, da je 80 % pregledanih objektov zgrajenih pred letom 1964. Leto 1964 predstavlja mejnik pri potresno odporni gradnji, saj je bil takrat uveljavljen sodoben predpis na tem področju (v Sloveniji dejansko že leta 1963). Vendar to še ne pomeni, da so vsi starejši objekti potresno neodporni; mnogi imajo zadostno potresno odpornost že zaradi svoje arhitektonske zasnove, pa tudi kakovostno izvedeni nosilni zidovi so sposobni prevzeti potresne sile. Vendar – nenehno je treba izboljševati potresno odpornost starejših objektov – s povezovanjem zidov v višini stropne konstrukcije in zmanjševanjem nepotrebne mase objekta (kritina, polnila).

Posebno pozornost je treba nameniti temeljenju starejših objektov. Izkopi vzdolž temeljev starejših objektov so pogosto pokazali, da temelji niso kakovostni (narejeni iz nametanih večjih kosov kamenja ali betona slabe kakovosti) kakor tudi ne dovolj globoki.

Nove razmere so nastale po potresu leta 2004. Nesprejemljivo je dejstvo, da so se močno poškodovani objekti, ki so bili že močno poškodovani ob potresu leta 1998 in pozneje ojačani. Ob tem je treba ponovno poudariti, da je bilo ob potresu leta 2004 sproščene približno 10-krat manj energije kakor ob potresu leta 1998. Posebno pozornost bi bilo treba nameniti 20-tim ponovno močno poškodovanim objektom in ugotoviti vzrok. Zakaj je ponovno prišlo do močnih poškodb? So bili projekti ojačitve narejeni korektno? Je bila izvedba narejena v skladu s projekti? Je bila ojačitev sploh smiselna, ali bi bilo bolj učinkovito objekte zgraditi povsem na novo? Vedno znova se zastavlja tudi vprašanje, kateri predpis uporabiti pri zagotavljanju potresne odpornosti poškodovanih objektov. Pogosto je zelo težko in zelo drago z metodami ojačevanja zagotoviti takšno raven potresne odpornosti, kakor ga zahtevajo predpisi (Lagorio, 1990). Zaključimo lahko, da kljub osebnim stiskam število poškodovanih objektov predstavlja izjemno majhen delež, glede na vse po potresu 1998 poškodovane in pozneje obnovljene objekte.

Mnogo dela bo še potrebnega, da ne bomo vedno znova presenečeni ob vsakem močnejšem potresu v potresno aktivni Sloveniji. Potresi na tem ozemlju so bili in bodo – tudi močnejši. Najboljša zaščita je, ob boljšem poznavanju seizmogeoloških razmer, potresno odporna gradnja novejših in ojačevanje starejših objektov. Vse to zahteva sistematično in dolgotrajno delo, pa čeprav močnejšega potresa na nekem območju ni bilo že desetletja in celo stoletja.

Viri in literatura

1. Godec, M., Vidrih, R., Ribičič, M., 1999a. Potres 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju. Inženirsko-geološka zgradba tal in poškodbe objektov. Potresi v letu 1998. Publikacija Uprave RS za geofiziko, 145–168, Ljubljana.
2. Godec, M., Ribičič, M., Vidrih, R., 1999b. A survey of damage caused by 1998 earthquake in the Soča valley (Slovenia). 12th World Conference on Earthquake engineering, Auckland, 30. Jan.– 4. Feb. 2000, 447.
3. Grünthal, G., 1998. European macroseismic scale 1998 - EMS-98. Conseil de'Europe, Vol. 15, Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie, Luxembourg.
4. Lagorio, H. J., 1990. Earthquakes – An Architect's Guide to Nonstructural Seismic Hazards. John Wiley & sons, London.
5. Ribarič, V., Hadžijevski, D., Pekevski, V., Jorgić, M., Kuk, V., Šupić, V., Vukašinović, M., 1987. Seizmološke karte SFR Jugoslavije i Tumač. Zajednica za seizmologiju SFR Jugoslavije, Beograd.
6. Ribičič, M., Vidrih, R. in Godec, M., 2000. Seizmološki in geotehnični pogoji gradnje v zgornjem Posočju, Geologija 43/1, 115–143.
7. Vidrih, R., Godec, M. in Lapajne, J., 1991. Potresna ogroženost Slovenije. Občine: Brežice, Idrija, Krško, ljubljanske občine, Tolmin. Seizmološki zavod SR Slovenije in Republiški štab za civilno zaščito, Ljubljana.
8. Vidrih, R. in Godec, M., 1998. Potres v Posočju 12. aprila 1998. Življenje in tehnika XLIX, junij 1998, Ljubljana, 59–68.
9. Vidrih, R., 2004. Potres 12. julija 2004 v zgornjem Posočju. Življenje in tehnika LV, september 2004, 20–32, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
10. Vidrih, R., Tasič, I., 2004. Značilnosti potresa v zgornjem Posočju 12. julija 2004. Največ škode so povzročili lokalni učinki. DELO, Znanost, 22. julija 2004, leto 46, št. 169, str. 15.
11. Potres v Posočju, april 1998 – Izpolnjeni vprašalniki za oceno poškodovanosti in uporabnosti po potresu poškodovanih gradbenih objektov, 1998. Uprava RS za zaščito in reševanje ter Državna komisija za oceno poškodovanosti objektov, Ljubljana – delovno gradivo.