

# GEOLOŠKA ZGRADBA ZGORNJEGA POSOČJA IN POŠKODBE OBJEKTOV

## Geological Map of Upper Soča Territory and Damage to Buildings

Matjaž Godec\*, Renato Vidrih\*\*, Mihael Ribičič\*\*\*

UDK 550.34(497.4):624.04

### Povzetek

*Največ poškodb po velikonočnem posoškem potresu je bilo na starejših objektih. Pri oceni učinkov potresa na gradbene objekte smo na Upravi RS za geofiziko uporabili podatke, ki smo jih zbrali sami in podatke, ki so jih zbrali ocenjevalci poškodb na objektih, ki so delali pod okriljem Ministrstva za okolje in prostor. Metodologija ocenjevanja poškodb je dovolj podobna, tako da lahko vse podatke uporabljamo pri ocenjevanju učinkov potresa v skladu z navodili Evropske potresne lestvice (EMS).*

*Namen analize posledic potresa je pridobitev podatkov za čim boljše poznavanje seizmičnosti in čim boljše sanacijo objektov ter potresno varnejšo gradnjo v prihodnosti. Pri tem pa je nujno sodelovanje seizmološke, geološke in gradbeniške stroke. Poleg analize škode smo pripravili tudi karto seizmične mikrorajonizacije Posočja, ki gradbenikom omogoča upoštevati pri sanaciji poškodovanih objektov in novogradnjah tudi pričakovano osnovno stopnjo seizmičnosti pri verjetnosti potresa s povratno dobo 500 let in lokalno sestavo tal.*

### Abstract

*Most of the damage caused by the Easter earthquake in Posočje involved older buildings. To assess the effects of the earthquake on buildings, the Geophysical Survey of the Republic of Slovenia made use of its own as well as the data collected by the personnel of the Ministry of Environment and Physical Planning. The methodology used for assessing damage allows the information to be used in assessing seismic effects according to EMS (European Macroseismic Scale) instructions. The purpose of analysing seismic effects is to acquire information leading to an in-depth knowledge of seismic activities and contributing to improved methods of repairing buildings and constructing more earthquake-resistant ones in future. To achieve this, the cooperation of seismological, geological and civil engineering experts is vital. Apart from damage analyses, we also created a map showing the seismic micro-structure of the Posočje region, enabling civil engineers to take into account the expected basic level of seismic activity and earthquake hazard with a return period of 500 years and the local composition of the ground in repairing damaged buildings.*

## Kategorije poškodb

Poškodbe gradbenih objektov so v skladu z navodili EMS lestvice razdeljene na pet stopenj, in sicer (1):

### 1. stopnja

Poškodovanost je zanemarljiva ali neznatna (konstrukcija ni poškodovana): pojav lasastih razpok na malokaterih zidovih, odpadejo le manjši kosi ometa, pri redkih zgradbah je opaziti odpadanje majavih kamnov iz zgornjega dela objekta. Tako poškodovan objekt je uporaben.

### 2. stopnja

Poškodovanost je zmerna (konstrukcija je neznatno poškodovana, nekonstrukcijski (nenosilni) elementi pa so srednje močno poškodovani). Na veliko zidovih so razpoke, odpadli so dokaj veliki kosi ometa, deli dimnikov so se porušili. Tudi tako poškodovan objekt je uporaben.

### 3. stopnja

Poškodovanost je znatna do velika (konstrukcija je zmerno poškodovana, nekonstrukcijski elementi pa so zelo poškodovani): na večini zidov so široke in velike razpoke, opečni in skrilasti strešniki drsijo, dimniki so se odlomili v višini strehe. Poškodovan objekt je začasno neuporaben.

### 4. stopnja

Poškodovanost je zelo velika (hude poškodbe konstrukcije, zelo hude poškodbe nekonstrukcijskih elementov): veliko zidov je porušeni, konstrukcija je delno porušena. Objekt je začasno neuporaben.

### 5. stopnja

Uničenje (zelo poškodovana konstrukcija): objekt je popolnoma ali skoraj popolnoma porušen in je neuporaben.

## Pregledna inženirsko-geološka karta Posočja z vrisanimi kategorijami poškodb zgradb

Karta je namenjena za opredelitev splošnih pogojev posegov v teren med sanacijo. V legendi, ki je priloga inženirsko-geološke karte, so pogoji podrobno opisani (sliki 1 in 2).

Na karti so predstavljene tudi kategorije poškodb zgradb ob potresu, kot so jih ugotovili popisovalci škode takoj po potresu. Kategorije poškodb se dobro ujemajo z navodili EMS lestvice. Tako smo pri statističnem vrednotenju podatkov za opis učinkov potresa lahko uporabili tudi tako pridobljene podatke.

### I. kategorija – manjše poškodbe

delno razkritje strehe, manjše razpoke konstrukcije (zidovi, stropovi do 2 mm), razbita zasteklitev, manjše poškodbe inštalacij (voda, električna, kanalizacija)

**objekt je uporaben** stopnja poškodovanosti – do 15 %

### II. kategorija – srednje poškodbe

pretežno razkrita streha, razpoke v konstrukciji (zidovi, stropovi od 2 do 10 mm), premaknjena okna in vrata, razbita zasteklitev, poškodovana vodna inštalacija – neuporabna, manjše poškodbe električne napeljave

**objekt je uporaben** stopnja poškodovanosti – 15 % do 30 %

\* Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Kersnikova 3, Ljubljana

\*\* mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Pot na Golovec 25, Ljubljana

\*\*\* dr., Gradbeni inštitut ZRMK, Dimičeva 12, Ljubljana



## PREGLEDNA INŽENIRSKO-GEOLOŠKA KARTA POSOČJA (RAZŠIRJENA LEGENDA)

DELITEV KAMNINE	OZNAKA	NASTANEK KAMNINE	OPIS KAMNINE	MORFOLOŠKA OBLIKOVANOST	FIZIKALNO GEOLOŠKI POJAVI	PREPERINA		KATEGORIJA IZKOPA		OCENA POGOJEV TEMELJENJA IN GRADNJE					
						DEBELINA	VIRTA	VRSTA	VRSTA	OPIS	DOGOSTNA MOČILNOST (kN/m <sup>2</sup> )	OCENA PRAMENOVITOSTI GRADNJE	POGONNA VIŠINA	VEŠI (na 100 m)	UPORABNOST ZA VGRADNJO
ZEMLINE	[Yellow Box]	masni, nekompaktirani, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	pridni pesek, podoben mešani pesku, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	nizki, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	svetlo rjav, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	0,5 m do 1,5 m	CL	I - II	I - II	svetlo rjav, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	do 250, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	zelo primerno za gradnjo, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	sprejeto v celoti, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	1:1,5 do 1:2, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	zelo primerno za gradnjo, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja
HRIBINE	[Green Box]	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	1 m do 2 m	CL, ML	IV - V	IV - V	svetlo rjav, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	200 do 300, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	primerno za gradnjo, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	svetlo rjav, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	1:1 do 1:1,5, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	primerno za gradnjo, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja
HRIBINE	[Blue Box]	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	masni, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	0,5 m do 1,5 m	CL, ML	V - VI	V - VI	svetlo rjav, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	do 500, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	zelo primerno za gradnjo, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	svetlo rjav, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	2:1, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja	zelo primerno za gradnjo, brez vezanja, brez vezanja, brez vezanja

Slika 2. Legenda k inženirsko-geološki karti Posočja  
Figure 2. Legend to the engineering-geological map of Posočje.

### III. kategorija – hude poškodbe

razkrita streha in premaknjeno oziroma poškodovano ostrešje, večje razpoke v konstrukciji (zidovi, stropovi – več kot 10 mm), okna in vrata premaknjena, poškodbe inštalacij, ki zato niso uporabne.

**objekt je začasno neuporaben** stopnja poškodovanosti – 30 % do 50 %

### IV. kategorija – zelo hude poškodbe

delno porušene nosilne konstrukcije (streha, zidovi, stropovi, stopnišča), uničene inštalacije – ugotoviti smotrnost in racionalnost sanacije

**objekt je začasno neuporaben** stopnja poškodovanosti – do 70 %

### V. kategorija – porušitev

Konstrukcijski elementi so tako porušeni, da sanacija ni upravičena

**objekt je začasno neuporaben** stopnja poškodovanosti – več kot 70 %

Kategorizacija popisa škode na poškodovanih zgradbah je tako podobna predpisani v EMS, da jo lahko uporabimo v nadaljnji analizi. Nekaj primerov poškodb različnih stopenj, značilnih za posamezne intenzitete, je predstavljenih na slikah 3 do 14 (stopnje poškodb pri slikah so približne in so namenjene le za primerjavo; za natančnejšo določitev je potreben opis gradbenih materialov in načina gradnje).



Slika 4. Zasukani dimnik v dolini Lepene (poškodba 2. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 4. Twisted chimney in the Lepena valley (grade-2 damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 3. Lasaste razpoke v ometu v Kal-Koritnici (poškodba 1. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 3. Capillary cracks in external plaster works in Kal Koritnica (grade-1 damage) (photo: R. Vidrih)



Slika 5. Podrt podporni zid v Drežnici (poškodba 2. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 5. Collapsed supporting wall in Drežnica (grade-2 damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 6. Podrti podporni zidovi na Javorci, lesena cerkev pa je vzdržala brez poškodb (poškodbe 2. do 3. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 6. Collapsed supporting walls on Javorca; the wooden church suffered no damage (photo: R. Vidrih)



Slika 7. Poškodbe Ski hotela na Voglu (poškodba 3. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 7. Damage to Ski Hotel on Mount Vogel (grade-3 damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 8. Zasuk kamnitih blokov na spomeniku pred Bovcem (poškodbe 3. do 4. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 8. Twisted stone blocks on the monument outside Bovec (3- and 4-grade damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 9. Močno poškodovana zgradba nad Lepeno (poškodbe 3. do 4. stopnje) (foto: R. Vidrih)

Figure 9. Heavily damaged building above Lepena (3- and 4-grade damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 10. Razdejano pokopališče v Bovcu (poškodba 4. stopnje) (foto: R. Vidrih)  
Figure 10. Heavily damaged graveyards at Bovec (grade-4 damage) (photo: R. Vidrih)



Slika 11. Uničena hiša v Spodnjih Drežniških Ravnah (poškodba 5. stopnje) (foto: R. Vidrih)  
Figure 11. Destroyed house in Spodnje Drežniške Ravne (grade-5 damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 12. Popolnoma uničen objekt v Magozdu nad Kobari-dom (poškodba 5. stopnje) (foto: R. Vidrih)  
Figure 12. Completely destroyed building at Magozd above Kobarid (grade-5 damage). (photo: R. Vidrih)



Slika 13. Uničena sirarna na planini Polog nad Tolminom (poškodba 5. stopnje) (foto: R. Vidrih)  
Figure 13. Destroyed cheese dairy on the Polog plain above Tolmin (grade-5 damage). (photo: R. Vidrih)



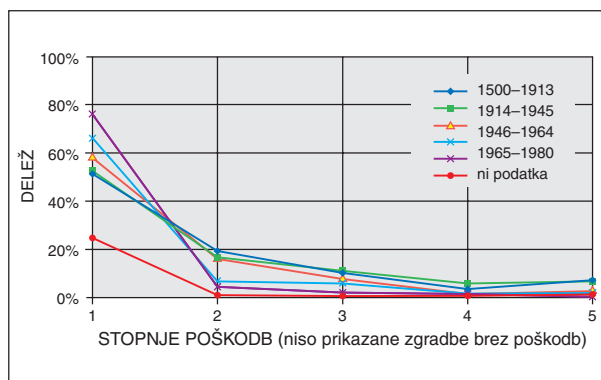
Slika 14. Močno poškodovana novejša stanovanjska hiša v Mali vasi v Bovcu (poškodba 5. stopnje) (foto: R. Vidrih)  
Figure 14. Heavily damaged, relatively new residential house at Mala vas in Bovec (grade-5 damage). (photo: R. Vidrih)

## Analiza podatkov o poškodovanih objektih

### Kakšne so splošne značilnosti poškodovanih objektov?

Skupno smo obdelali podatke o 3390 objektih. Večina jih je bila zgrajena pred letom 1945 (skupno 2492). Kar dobrih šest odstotkov starejših objektov je bilo ocenjenih kot neuporabnih (5. stopnja poškodb), to je 160 objektov. V skupnem pregledu je to večina vseh tako zelo poškodovanih zgradb. Le 13 objektov, zgrajenih po koncu druge svetovne vojne, je bilo tako poškodovanih, da so poškodbe ocenjene s peto stopnjo. To predstavlja dober odstotek pregledanih objektov zgrajenih po koncu druge svetovne vojne.

Izmed vseh objektov, ki so utrpeli poškodbe 5. stopnje, jih je bilo kar 93 odstotkov zgrajenih pred letom 1945, večino pa predstavljajo tudi pri drugih poškodbah. Tako je od vseh objektov s poškodbami 4. stopnje kar 91 odstotkov objektov iz obdobja pred letom 1945, pa tudi med zgradbami s poškodbami 3. stopnje jih je 87 odstotkov iz tega obdobja. Skupni delež pregledanih zgradb iz tega obdobja na prizadetem območju je le 73-odstoten. Podatki po potresih drugod po svetu so podobni (slika 15).



Slika 15. Pregled poškodb na objektih glede na obdobje gradnje  
Figure 15. Overview of damage to buildings according to period of construction.

### Ugotovitve analize poškodb zgradb

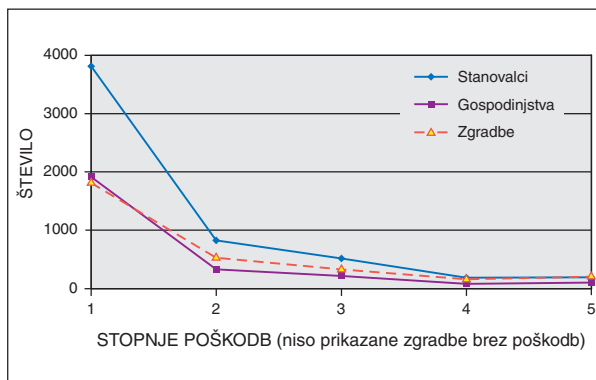
#### Bistvene pomanjkljivosti starejših zgradb, ki ogrožajo človeška življenja in dobrine v njih

Že po pregledu osnovnih značilnosti objektov, katerih poškodbe ocenjujemo na 5. stopnjo, ugotovimo, da kar dobra petina nima temeljev. Med objekti, ki so imeli poškodbe 1. stopnje je bilo kar trikrat manj takšnih, ki so bili brez temeljev. Poškodbe 5. stopnje je imelo tudi veliko objektov s kamnitim zidovjem in lesenimi stropovi. Ostreše je bilo pri vseh ocenjenih poškodbenih stopnjah večinoma leseno (več kot 90 odstotkov).

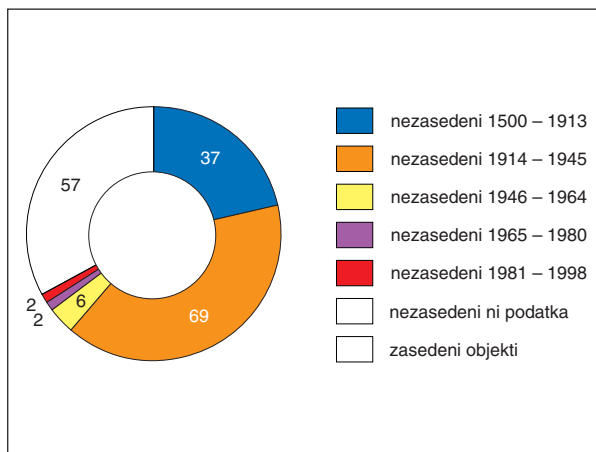
#### Prebivalci v objektih

V objektih, ki so utrpeli poškodbe 5. stopnje je v 67 gospodinjstvih živelo 158 ljudi. Večina (92 %) jih je živela v hišah zgrajenih pred letom 1945. Tudi v objektih, ki so utrpeli poškodbe 4. stopnje, je v 61 gospodinjstvih živelo 157 ljudi. Večina (87 %) jih je prav tako živela v starejših objektih, ki so bili zgrajeni pred letom 1945 (slika 16).

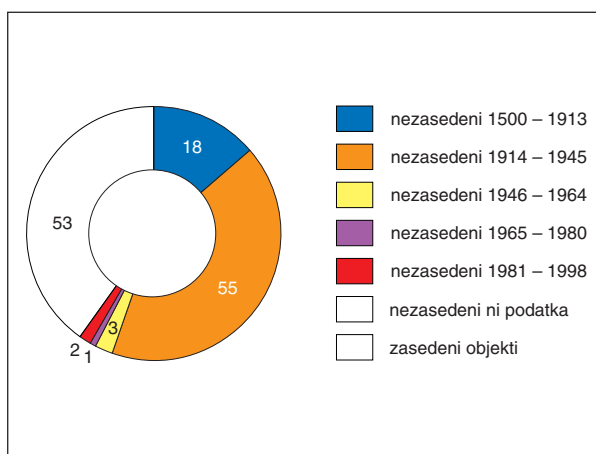
Med objekti, ki so utrpeli poškodbe 5. stopnje, je bilo le 33 % takih, v katerih so stalno prebivali ljudje (sliki 17 in 18). Preostali so bili namenjeni čemu drugemu. Med objek-



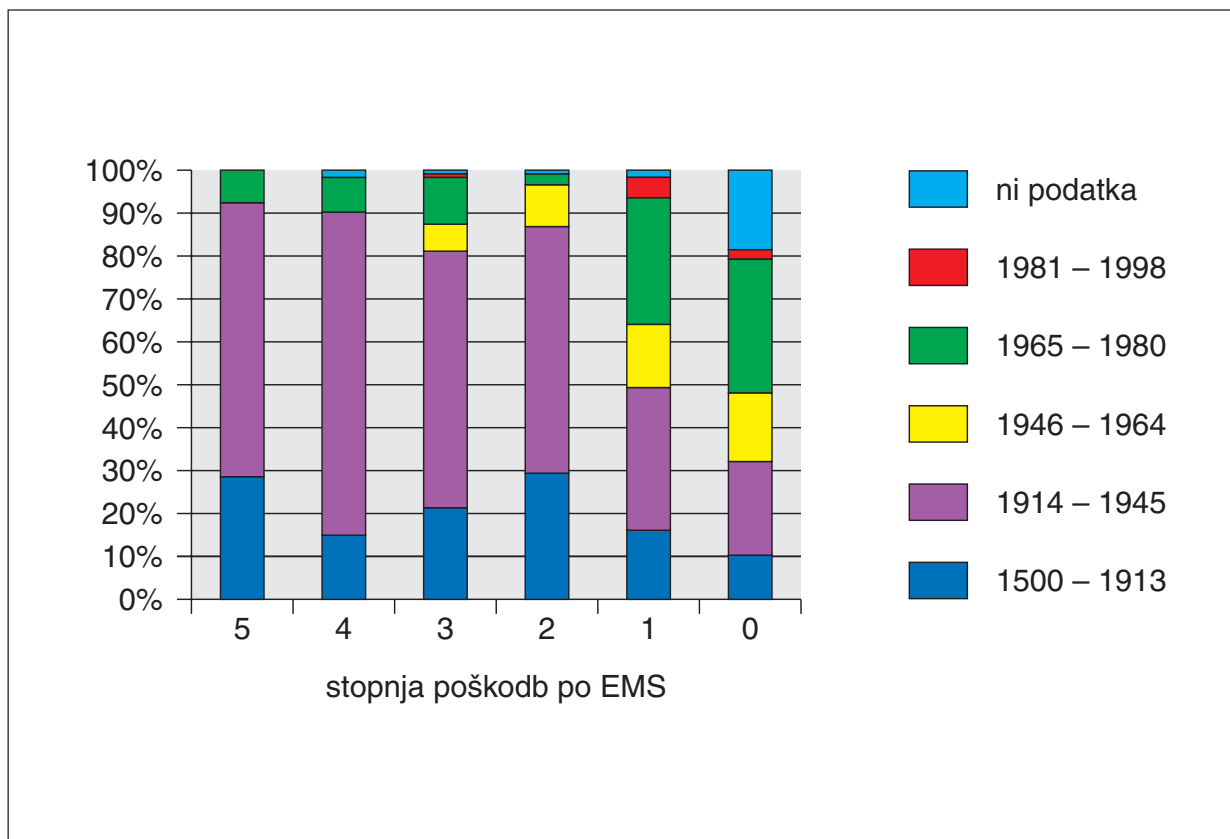
Slika 16. Število stanovalcev (gospodinjstev) v zgradbah glede na stopnjo poškodb  
Figure 16. Number of residents (households) of buildings according to level of damage.



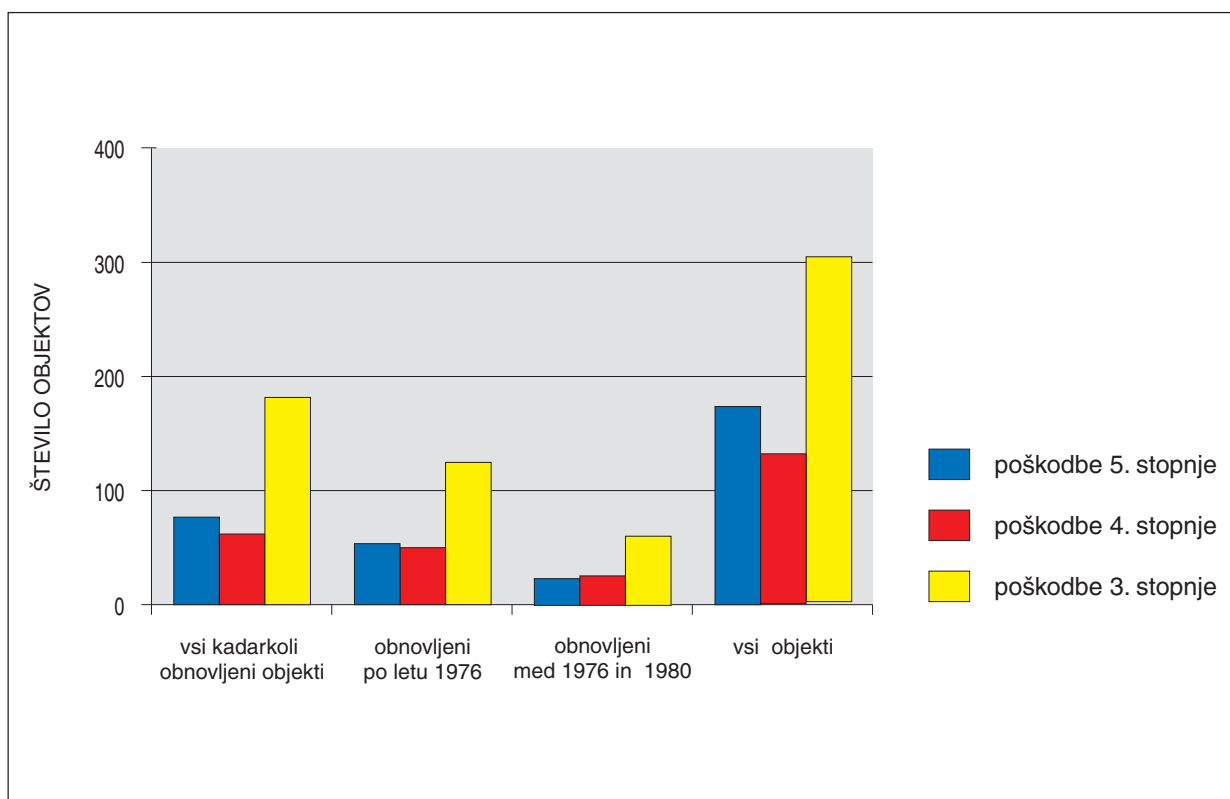
Slika 17. Število zasedenih/nezasedenih objektov s poškodbami 5. stopnje  
Figure 17. Number of inhabited/uninhabited buildings with grade-5 damage.



Slika 18. Število zasedenih/nezasedenih objektov s poškodbami 4. stopnje  
Figure 18. Number of inhabited/uninhabited buildings with grade-4 damage.



Slika 19. Gospodinjstva v poškodovanih objektih  
Figure 19. Households in damaged buildings.



Slika 20. Število kakorkoli popravljenih (obnovljenih) objektov na prizadetem območju  
Figure 20. Number of buildings in affected area which had been repaired or renovated before the previous earthquake.



ti, ki so imeli poškodbe največ 1. stopnje, je bilo takih, v katerih so prebivali ljudje, kar 60 % (slika 19).

Starejše objekte so ljudje vedno obnavljali, vendar pa zgradb niso potresno utrdili. Med objekti, ki so utrpeli poškodbe 5. stopnje, je bilo obnovljenih kar 76 (48 %), od tega 53 po letu 1976, ko je bil furlanski potres (slika 20). Tudi med objekti, ki so utrpeli poškodbe 4. stopnje, je bilo kar 61 (38 %) že obnovljenih, večina (53) po letu 1976. Pri obnovitvenih delih se je premalo pozornosti namenjal utrditvi objektov. Odločitev ministrstva, naj vsi posegi na zgradbah potekajo raje malo počasneje, a zato dosledno in popolno, je bila upravičena. Le tako bo verjetnost hujših poškodb ob morebitnem novem potresu manjša.

#### **Nauk iz pregledanih rezultatov**

Znanje na področju potresno varne gradnje se nenehno izboljšuje. Izpopolnjujejo se tudi predpisi na tem področju. Običajno močnejši potres razgali vse pomanjkljivosti in nepravilnosti (7).

Zaradi upoštevanja predpisov in izboljšanja vgrajenih materialov je bilo le malo novejših objektov hujše poškodovanih. Moderen predpis, ki je objektom zagotavljal primerno potresno varnost, smo v Sloveniji sprejeli že leta 1963 (Odredba o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih – UL SRS 18/63). Leta 1964 pa je bil izdan še Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za gradnjo na seizmičnih področjih (UL SFRJ 39/64). Zaradi razvoja stroke in izkušenj po močnih potresih pa je bilo potrebno predpise spremeniti. Tako je leta 1981 začel veljati Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih (UL SFRJ 31/81 z dopolnitvami), ki zagotavlja višjo raven potresne varnosti. Za posamezne vrste konstrukcij (inženirski objekti) na žalost nimamo primerne predpisa, saj določila predpisa iz leta 1964 za to področje niso uporabna. Tako je Urad Republike Slovenije za standardizacijo in meroslovje kot temelj za slovenske standarde na področju konstrukcij sprejel evropske standarde Eurocode. Področje projektiranja potresno varnih konstrukcij obravnava Eurocode 8. V Sloveniji ima status predstandarda, nujno pa bo pospešiti dejavnosti za uvedbo predpisov Eurocode v slovenskem prostoru.

Še posebno pozornost bo treba posvetiti povečanju potrebne varnosti starejših objektov. Pri pregledu zgradb po potresu v Posočju je bilo med pregledanimi kar štiri petine grajenih pred letom 1964, ko je bil sprejet predpis o potresno varni gradnji. To še ne pomeni, da so vsi starejši objekti potresno nevarni. Veliko jih je solidno načrtovanih in kakovostno zgrajenih, kljub temu pa bi bilo treba potresno odpornost zgradb stalno izboljševati. Sedaj je najnujnejše obnavljati in potresno utrditi objekte v zgornjem Posočju. S sistematično utrditvijo objektov pa bo treba število potresno nevarnih objektov zmanjšati tudi drugod po Sloveniji.

Treba bo narediti še marsikaj, da nas potresi v potresno dejavni Sloveniji ne bodo vedno presenečali. Potresi na tem območju so bili in bodo – tudi močnejši. Najboljša zaščita je potresno varna gradnja novih in potresna utrditev starejših objektov. Vse to zahteva sistematično in dolgotrajno delo, četudi močnejšega potresa na posameznem območju ni bilo že nekaj let.

Pri tem pa ne smemo ponavljati svojih in tujih napak. Močnejši potres sicer spodbudi akcije za trajnejša popravila in izboljšanje predpisov na področju potresno varne gradnje, nato pa se zanimanje ljudi začne zmanjševati, pozneje (običajno deset let po potresu in do naslednjega močnega potresa) pa ljudje celo zavračajo stroške in se izogibajo predpisom za potresno varno gradnjo.

**Preglednica 1a. Tolmač oznak preglednice 1**  
**Table 1a. Explanation of notations in Table 1b.**

#### **TEMELJI / FOUNDATIONS**

1	brez temeljev
2	kamniti temelji
3	betonski temelji
4	drugo
0	ni podatka

#### **ZIDOVI / WALLS**

1	kamniti
2	mešani
3	opečni
4	betonski
5	drugo
0	ni podatka

#### **STROPOVI / CEILINGS**

1	leseni
2	opečni
3	betonski
4	drugo
0	ni podatka

#### **OSTREŠJA / ROOFS**

1	leseno
2	mon. opečno
3	betonsko
4	drugo
0	ni podatka

#### **KRITINA / ROOFINGS**

1	korci
2	strešniki
3	salonit
4	drugo
0	ni podatka

#### **OBDOBJE GRADNJE / CONSTRUCTION PERIOD**

1	1500–1914
2	1915–1945
3	1946–1964
4	1964–1980
5	1981–1998
0	ni podatka



**Preglednica 2. Porazdelitev in deleži stanovalcev, gospodinjstev in zgradb glede na stopnjo poškodovanosti zgradb****Table 2. Residents, households and buildings affected by earthquake, according to level of damage.**

poškodbene stopnje damage levels	stanovalci residents	gospodinjstva households	zgradbe buildings	stanovalci residents	gospodinjstva households	zgradbe buildings
0	797	396	462	13 %	14 %	14 %
1	3806	1904	1810	61 %	65 %	53 %
2	803	316	509	13 %	11 %	15 %
3	497	188	304	8 %	6 %	9 %
4	157	61	132	3 %	2 %	4 %
5	158	67	173	3 %	2 %	5 %
<b>skupaj total</b>	<b>6218</b>	<b>2932</b>	<b>3390</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Preglednica 3. Skupno število prebivalcev v objektih, grajenih v različnih obdobjih, glede na različne poškodbene stopnje****Table 3. Number of residents of buildings constructed in different periods, according to level of damage.**

stanovalci residents	5	4	3	2	1	0	skupaj total
1500–1913	40	18	106	234	769	91	1258
1914–1945	106	118	286	445	1553	277	2785
1946–1964	0	0	31	103	228	112	474
1965–1980	12	15	61	21	1002	137	1248
1981–1998	0	0	10	0	207	31	248
ni podatka n.a.	0	6	3	0	47	149	205
	158	157	497	803	3806	797	

**Preglednica 4. Delež prebivalcev v poškodovanih objektih glede na različna obdobja gradnje****Table 4. Residents of damaged buildings constructed in different periods, according to level of damage.**

stanovalci residents	5	4	3	2	1	0
1500–1913	25 %	11 %	21 %	29 %	20 %	11 %
1914–1945	67 %	75 %	58 %	55 %	41 %	35 %
1946–1964	0 %	0 %	6 %	13 %	6 %	14 %
1965–1980	8 %	10 %	12 %	3 %	26 %	17 %
1981–1998	0 %	0 %	2 %	0 %	5 %	4 %
ni podatka n.a.	0 %	4 %	1 %	0 %	1 %	19 %
<b>skupaj total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Preglednica 5. Porazdelitev poškodb po objektih, grajenih v različnih obdobjih****Table 5. Damage caused to buildings constructed in different periods.**

stanovalci residents	5	4	3	2	1	0	skupaj total
1500–1913	3 %	1 %	8 %	19 %	61 %	7 %	100 %
1914–1945	4 %	4 %	10 %	16 %	56 %	10 %	100 %
1946–1964	0 %	0 %	7 %	22 %	48 %	24 %	100 %
1965–1980	1 %	1 %	5 %	2 %	80 %	11 %	100 %
1981–1998	0 %	0 %	4 %	0 %	83 %	13 %	100 %
ni podatka n.a.	0 %	3 %	1 %	0 %	23 %	73 %	100 %

**Preglednica 6. Število poškodovanih in kakorkoli obnovljenih ali utrjenih objektov; posebej je izpostavljeno obdobje po furlanskem potresu (1976)**

**Table 6. Number of damaged buildings renovated or reinforced after the previous earthquake. The period after the Friulian earthquake is especially stressed (1976)**

stopnje poškodb level of damage	vsi kadarkoli obnovljeni objekti total renovated buildings	obnovljeni po l.1976 renovated after 1976	obnovljeni med 1976 in 1980 renovated between 1976 and 1980	vsi objekti total buildings
5	76	53	22	173
4	61	50	24	132
3	182	124	59	30

**Preglednica 7. Delež poškodovanih in kakorkoli obnovljenih ali utrjenih objektov; posebej je izpostavljeno obdobje po furlanskem potresu (1976)**

**Table 7. Share of damaged buildings renovated or reinforced after the previous earthquake. The period after the Friulian earthquake is especially stressed (1976)**

stopnje poškodb level of damage	vsi kadarkoli obnovljeni objekti total renovated buildings	obnovljeni po l.1976 renovated after 1976	obnovljeni med 1976 in 1980 renovated between 1976 and 1980	vsi objekti total buildings
5	44%	31%	13%	100%
4	46%	38%	18%	100%
3	60%	41%	19%	100%

**Preglednica 8. Število gospodinjstev v objektih, grajenih v različnih obdobjih, glede na stopnje poškodb objektov**

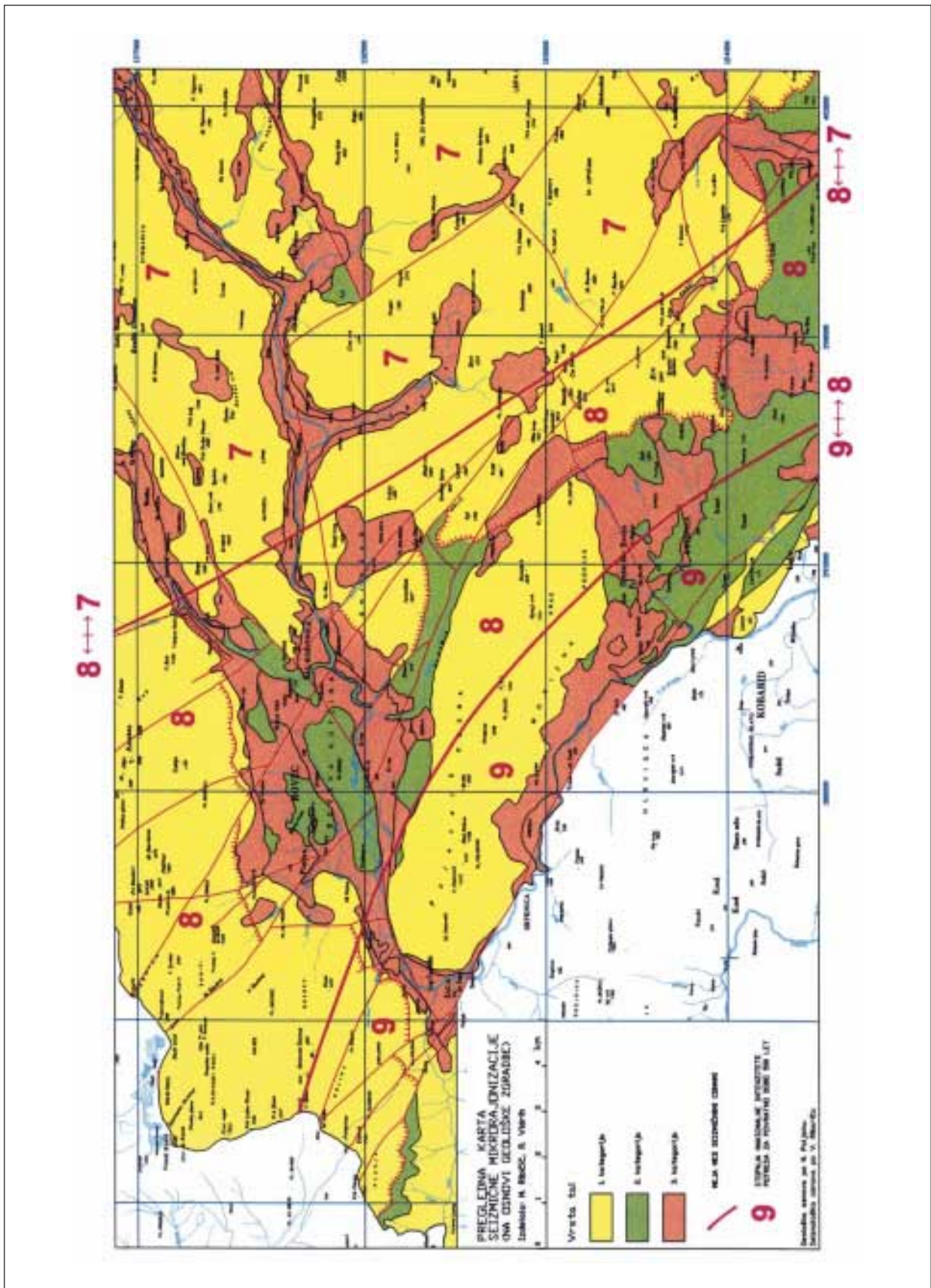
**Table 8. Number of households in buildings constructed in different periods according to level of damage.**

	5	4	3	2	1	0	skupaj total
1500–1913	19	9	40	93	310	40	511
1914–1945	43	46	113	182	633	87	1104
1946–1964	0	0	12	32	285	65	394
1965–1980	5	5	20	8	561	123	722
1981–1998	0	0	2	0	92	9	103
ni podatka n. a.	0	1	1	1	23	72	98
	67	61	188	316	1904	396	

**Preglednica 9. Število nezasedenih objektov, ki so utrpeli poškodbe 4. in 5. stopnje glede na obdobje gradnje**

**Table 9. Number of uninhabited buildings with 4–5<sup>th</sup> level damage, according to period of construction.**

	5	4
1500–1913	37	18
1914–1945	69	55
1946–1964	6	3
1965–1980	2	1
1981–1998	0	2
ni podatka n.a.	2	0
	116	79



Slika 21. Pregledna karta seizmične mikrorajonizacije (na podlagi geološke zgradbe) Posočja (Ribičič, Vidrih, 1998)  
 Figure 21. Overview map showing seismic micro-distribution (on the basis of geological composition) of Posočje (Ribičič, Vidrih, 1998).

## Pregledna karta seizmične mikrorajonizacije Posočja

### Novi pogoji za potresno varno gradnjo na potresnem območju Posočja

Pri gradnji na različnih območjih Slovenije je treba upoštevati predvideno seizmičnost terena. Po potresu v Posočju smo izdelali novo pregledno karto seizmične mikrorajonizacije v merilu 1 : 25 000 (slika 21). Uporabili smo uradno seizmološko karto (predpisano za uporabo v gradbeništvu) (2), ki predstavlja stopnje največjih intenzitet potresa za povratno dobo 500 let. Karta je veljavna za potresnovarno gradnjo na terenu z različnimi stopnjami intenzitete potresa.

Na karti so z debelimi črtami razmejene cone različnih intenzitet potresa. Obravnavani teren je uvrščen v tri različne stopnje, in sicer v VII., VIII. in IX. stopnjo po EMS lestvici. Opozoriti je treba, da je natančnost določitve meje med conami različne intenzitete ocenjena na napako okoli  $\pm 5$  km, zato so razmejitve približne prostorske ocene. Seizmična mikrorajonizacija je bila izdelana na podlagi geološke zgradbe terena (3, 8, 9).

Predpisi nam omogočajo, da na temelju sestave tal teren razdelimo znotraj posamezne cone intenzitete potresa v tri kategorije tal. Prvo kategorijo predstavljajo kamnine, ki imajo lastnosti hribin, drugo goste in srednje goste zemljine, ki so se odložile v debelejših skladih, in tretjo mehkejše in manj goste zemljine. Glede na znano geološko sestavo terena in podatke dosedanjih seizmičnih mikrorajonizacij obravnavanega območja smo posamezne stopnje razdelili na tri skupine, kar omogoča gradbenikom, da pri potresno varni gradnji upoštevajo tudi lastnosti tal.

Glede na veljavne predpise smo na podlagi sestave tal teren razdelili znotraj posamezne cone intenzitete potresa v tri kategorije tal:

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

Na pregledni karti seizmične mikrorajonizacije smo dolinske in pobočne nanose uvrstili v tretjo kategorijo tal. V drugo kategorijo smo uvrstili teren iz klastičnih kamnin ali zelo debelih plasti proda. Za klastične kamnine velja, da jih pre-

kriva sorazmerno debel preperinski pokrov, ki ima slabe seizmične lastnosti. V prvo kategorijo smo uvrstili karbonatne kamnine (4, 5).

## Sklep

Analiza poškodb jasno kaže, da potresno varna gradnja ob upoštevanju pričakovane intenzitete potresa na določenem območju edina zagotavlja varnost prebivalstvu in preprečuje poznejšo, po potresu obsežno in drago obnovo. Pri tem je treba za stare zgradbe, ki niso bile potresno varno grajene, ugotoviti njihovo konstrukcijsko odpornost proti potresu in jih po potrebi sanirati.

## Literatura

1. Grunthal, G., (ur.), 1993. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie, Volume 7, Luxembourg, 79pp
2. Ribarič, V., 1987. Seizmološka karta za povratno periodo 500 let. Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd
3. Ribičič, M., Vidrih, R., 1988. Geološka, seizmološka in gradbena analiza posledic potresa v Posočju. Lep dokaz, da sestava tal lahko zelo ojači ali omili seizmične valove. DELO – Znanost, 14. oktobra 1998, Ljubljana
4. Ribičič, M., Vidrih, R., 1999. Potresi in pojavi nestabilnosti (podori in plazovi) (potres v Posočju 12. aprila 1998). III. slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih, Rogla
5. Ribičič, M., Vidrih, R., 1998. Plazovi in podori kot posledica potresov. Ujma 12, 95–106, Ljubljana
6. Vidrih, R. et al., 1991. Potresna ogroženost Slovenije. Občine: Brežice, Idrija, Krško, ljubljanske občine, Tolmin. Seizmološki zavod SR Slovenije in Republiški štab za civilno zaščito, Ljubljana, 214 str., 5 prilog
7. Vidrih, R., Godec, M., 1998. Potres v Posočju 12. aprila 1998. Življenje in tehnika XLIX, junij 1998, Ljubljana, 59–68
8. Vidrih, R., 1998. Potres v Posočju seizmologov ni presenetil. Vsi kraji, kjer je nastalo največ poškodb, so zgrajeni na slabi podlagi-na nanosih rek in potokov in na pobočnih gruščih. DELO – Znanost, 20. maj 1998, Ljubljana
9. Vidrih, R., Ribičič, M., 1998. Geološke posebnosti potresa 12. aprila v Posočju. Potres je povzročil ne le veliko škodo na hišah, pospešil je tudi geološko dogajanje. DELO – Znanost, 10. junija 1998, Ljubljana