

# POTRES 6. MAJA 1976 V FURLANIJI – REEVALUACIJA MAKROSEZIMČNIH PODATKOV

Ina Cecić<sup>\*</sup>, Rita Meurers<sup>\*\*</sup>, Andrea Tertulliani<sup>\*\*\*</sup>, Gottfried Grünthal<sup>\*\*\*\*</sup>, Diethelm  
Kaiser<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Jana Pazdirková<sup>+</sup>, Ivica Sović<sup>++</sup>

## Povzetek

40 let po nizu močnih potresov, ki so zahtevali skoraj 1000 življenj in razrušili mesta in vasi v Furlaniji (severna Italija) in sosednjih področjih, ugotavljamo, da ne obstaja enotna čezmejna karta s prikazom potresnih učinkov. Odločili smo se ponovno oceniti vse obstoječe in dosegljive podatke, tokrat s pomočjo EMS-98 lestvice. Čeprav štiri desetletja niso ravno dolgo zgodovinsko obdobje, in četudi količina podatkovnih virov obsega več sto kilogramov papirja (vprašalniki, analize poškodb, časopisi, študije itn.), smo prišli do pretresljive ugotovitve, da so mnogi originalni podatki že zgubljeni. Ta raziskava je imela za cilj odkriti in uporabiti nove, do sedaj neznane podatkovne vire. Namen raziskave je združevanje različnih podatkovnih skupin iz vseh evropskih državah, v katerih so prebivalci čutili potres 6. maja. Podatkov iz področja nižjih vrednosti intenzitete (Švica, Madžarska, Češka, Poljska) nismo ponovno vrednotili. Vsi podatki za Avstrijo, Hrvaško, Nemčijo (posebej za vzhodni in zahodni del) in Slovenijo so bili prevrednoteni in ocenjeni po EMS-98. V članku so predstavljeni rezultati raziskave, objavljene septembra 2016 na skupščini Evropske seizmološke komisije. V nekaterih državah so bili kasneje rezultati še dopolnjeni.

## Abstract

Forty years after a devastating earthquake sequence, that has demanded almost 1000 lives and destroyed towns and villages in Friuli and adjacent regions, we have decided to take another look at the macroseismic data using the EMS-98 scale. Although four decades are not, historically speaking, a long period, and the quantity of existing data can be measured in hundred of kilograms of paper (questionnaires, damage analysis, newspapers, studies etc.) it was disturbing to find out that many of the original data are already missing and are probably lost forever. Effort was put into finding additional and yet unknown primary data, e.g. photographic material of damaged localities and eyewitness' reports.

The earthquake was felt in large part of Europe. For intensity data points (IDPs) with only low intensity values (especially in Switzerland, Hungary, Czech Republic, Poland) it was decided that the data will be included into the joint dataset without the EMS re-evaluation. For IDPs with higher intensity (especially in the countries closer to the epicentral region like Austria, Croatia, Germany – ex West and East part separately, Slovenia) the re-evaluation was performed. A particular and more complicated case concerns Italian data: the two main current Italian catalogues record two different data sets, both in IDPs number and in intensity values. Due to the methodological differences in a number of cases the EMS intensities are different than the previous MSK or MCS ones.

---

\* MOP, ARSO, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija, [ina.cecic@gov.si](mailto:ina.cecic@gov.si)

\*\* ZAMG, Dunaj, Avstrija, [rita.meurers@zamg.ac.at](mailto:rita.meurers@zamg.ac.at)

\*\*\* INGV, Rim, Italija, [tertulliani@ingv.it](mailto:tertulliani@ingv.it)

\*\*\*\* GFZ, Potsdam, Nemčija, [ggrue@gfz-potsdam.de](mailto:ggrue@gfz-potsdam.de)

\*\*\*\*\* BGR, Hannover, Nemčija, [diethelm.kaiser@bgr.de](mailto:diethelm.kaiser@bgr.de)

+ IPE, Brno, Češka Republika, [jana@ipe.muni.cz](mailto:jana@ipe.muni.cz)

++ PMF, Zagreb, Hrvaška, [sovic@irb.hr](mailto:sovic@irb.hr)

The paper discusses the state of the art and the used methodology and data, as well as gives some insight into the collected data.

**Ključne besede:** seizmologija, potres, Furlanija, makroseizmika, intenziteta, EMS-98

**Key words:** seismology, earthquake, Friuli, macroseismology, intensity, EMS-98

## Uvod

Šestega maja 1976 ob deveti uri zvečer se je v Furlaniji zgodil potres z momentno magnitudo 6.45 (CPTI15, 2015), ki je v nadžariščnem območju dosegel intenziteto X EMS-98, naredil velikansko gmotno škodo in ubil skoraj 1000 ljudi. To je bil uvod v dolg in intenziven niz močnih potresov, ki so prizadeli Furlanijo in sosednje pokrajine. Štirideset let po tem, smo se seizmologi boleče zavedali, da enotna karta potresnih učinkov za glavni potres, ki se je zgodil 6. maja 1976, ne obstaja. Obstoječa karta, ki jo je leta 1978 objavila skupina evropskih seizmologov pod vodstvom Víta Kárníka (Kárník in drugi, 1977; Kárník, 1978), je dejansko nastala na podlagi podatkov, ki so bili ocenjeni po medsebojno zelo različnih metodologijah in z uporabo različnih intenzitetnih lestvic. Zato so na karti vidni »preskoki« vrednosti intenzitete, predvsem na državnih mejah.

Odločili smo se pregledati in ponovno oceniti vse dostopne primarne in sekundarne makroseizmične podatke, tokrat po enotni metodologiji, ki jo predpisuje Evropska potresna lestvica EMS-98 (Grünthal, 1998). Poleg tega smo sklenili poiskati nove, še neuporabljene podatke in na koncu združiti rezultate za posamezne države v enotno intenzitetno karto.

Glede na pričakovano količino podatkov in s tem povezanega dela smo bili udeleženci raziskave razdeljeni v dve skupini: države s visokimi vrednostmi intenzitete (Italija, Slovenija, Avstrija, Hrvaška) in področje nižjih intenzitet (Nemčija – nekdanja Vzhodna in Zahodna, Češka, Slovaška, Švica, Madžarska in Poljska).

## Obstoječe raziskave in objavljene karte potresnih učinkov

Po potresu 6. maja 1976 so seizmologi za različna geografska območja izdelali nekaj kart intenzitet in izoseist. Italijanske podatke je prikazal Calvino Gasparini (1976) (slika 1a). Ta karta se omeji na podatke znotraj italijanskih meja in le nakaže situacijo v Jugoslaviji in v Avstriji. Podatke za Avstrijo je obdelal in objavil Julius Drimmel (Drimmel in drugi, 1979) (slika 1b). Že na prvi pogled se vidi velika razlika v pristopu in filozofiji risanja izoseist. Za področje takratne Jugoslavije je podatke zbrala in ovrednotila skupina strokovnjakov iz Slovenije, Hrvaške, Srbije in Makedonije, na čelu z Vladimirom Ribaričem (Ribarič, 1976; Sikošek in drugi, 1979) (slika 1c). Podatke za zahodni del Jugoslavije je na skupni karti izrisal Dragutin Cvijanović (v Milošević, 1977) (slika 1d).

Znani češki seizmolog Vít Kárník, ki je navezal stike z vsemi seizmološkimi institucijami že v šestdesetih letih 20. stoletja, ko je koordiniral izdelavo evropskega kataloga potresov, je bil prava oseba tudi za vodenje projekta skupne karte potresnih učinkov furlanskega potresa. Rezultat tega sodelovanja je bila karta (slika 2), na kateri so prikazani podatki za devet evropskih držav (Kárník in drugi, 1977; Kárník, 1978).

Na kratko povzemamo vhodne podatke za to karto po posameznih državah:

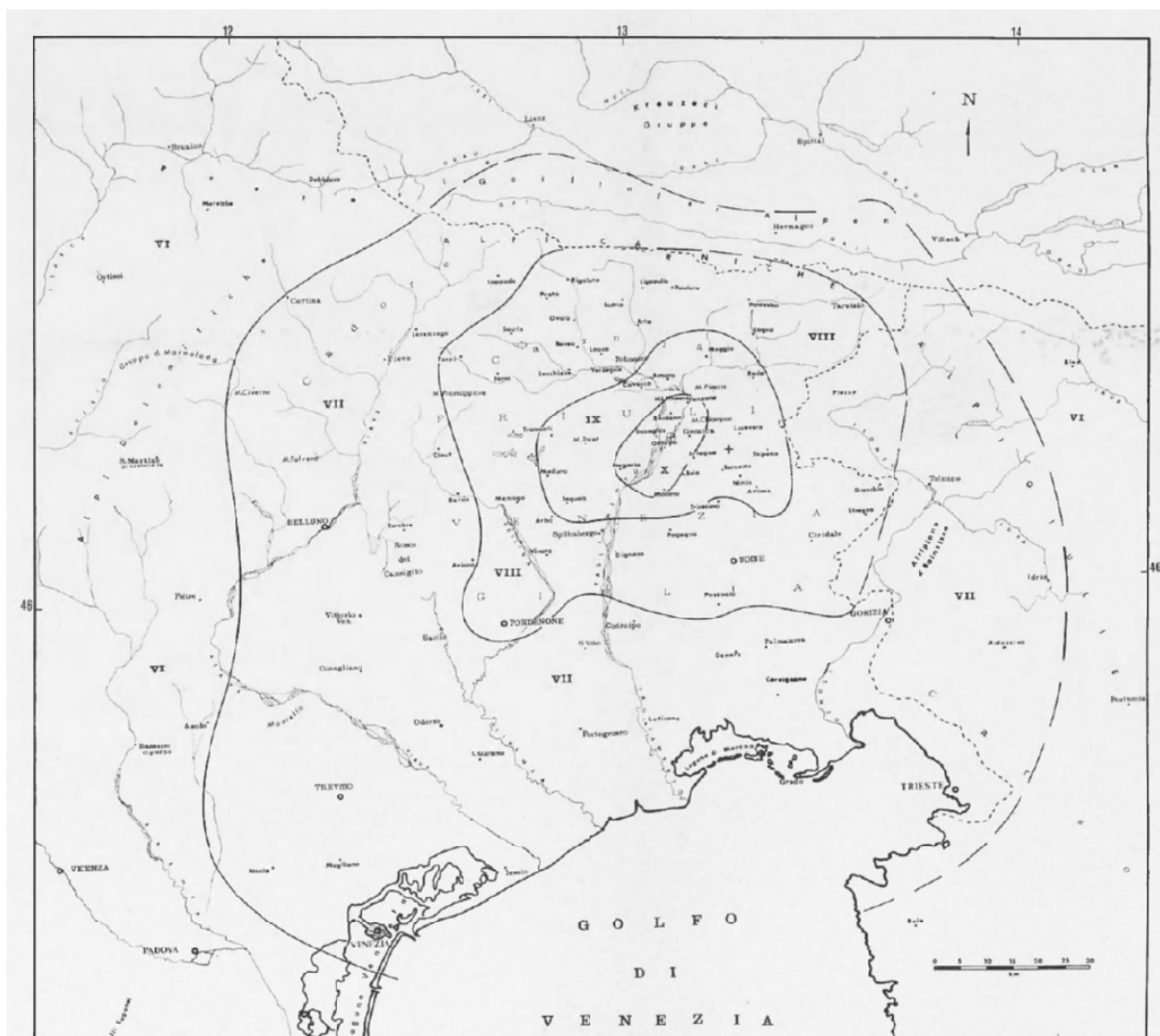
**Italija:** 528 intenzitetnih točk, večinoma iz vprašalnikov, je zbral Genio Civile Regionale regije Furlanija – Julijska krajina; po zbranih podatkih je bilo 965 mrtvih, 2400 ranjenih ter

189000 oseb brez strehe nad glavo. Število uničenih zgradb je bilo ocenjeno na 17000. Največja intenziteta, dosežena v petih furlanskih krajih, je bila X MCS (Boschi in drugi, 1977).

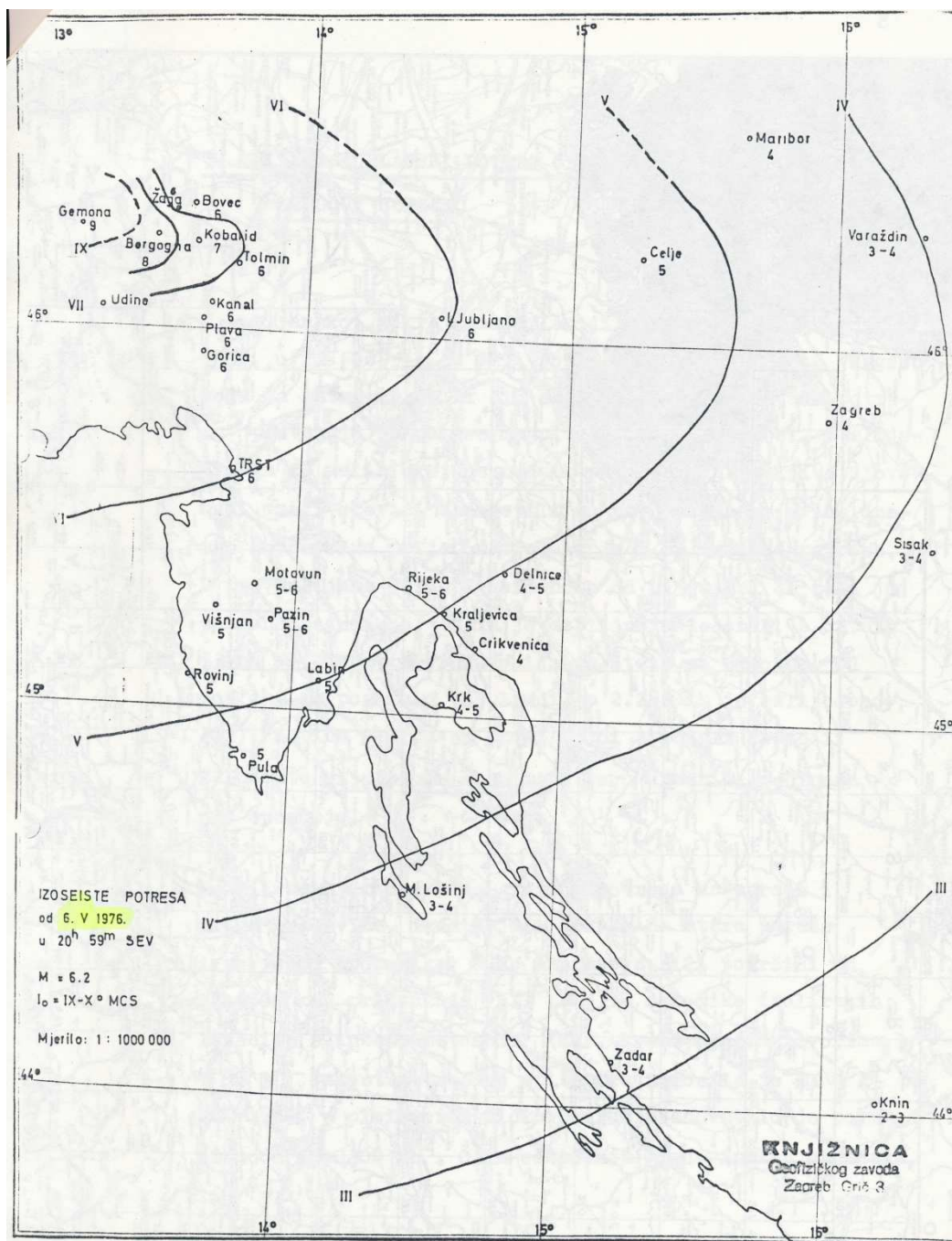
**Francija:** Podatki obsegajo področja Haut-Rhin, Bas-Rhin, Vosges, Meurthe-et-Moselle in Moselle. Intenzitete v razponu od II do V MSK. Potres so močno čutili v Renskem jarku.

**Švica:** Podatke je posredovalo 200 opazovalcev na postajah za merjenje količine dežja. Največja intenziteta je bila IV MSK v vzhodnem delu države.

**Avstrija:** Zbrani so vprašalniki iz približno 1600 precej enakomerno razporejenih krajev, mnoge so izpolnile lokalne oblasti. Na meji z Italijo je bila dosežena intenziteta VII-VIII MSK. Izoseiste so izrisane z mnogimi detajli. Področje intenzitete VII MSK in večje bilo veliko približno 800 km<sup>2</sup> (Drimmel in drugi, 1979).

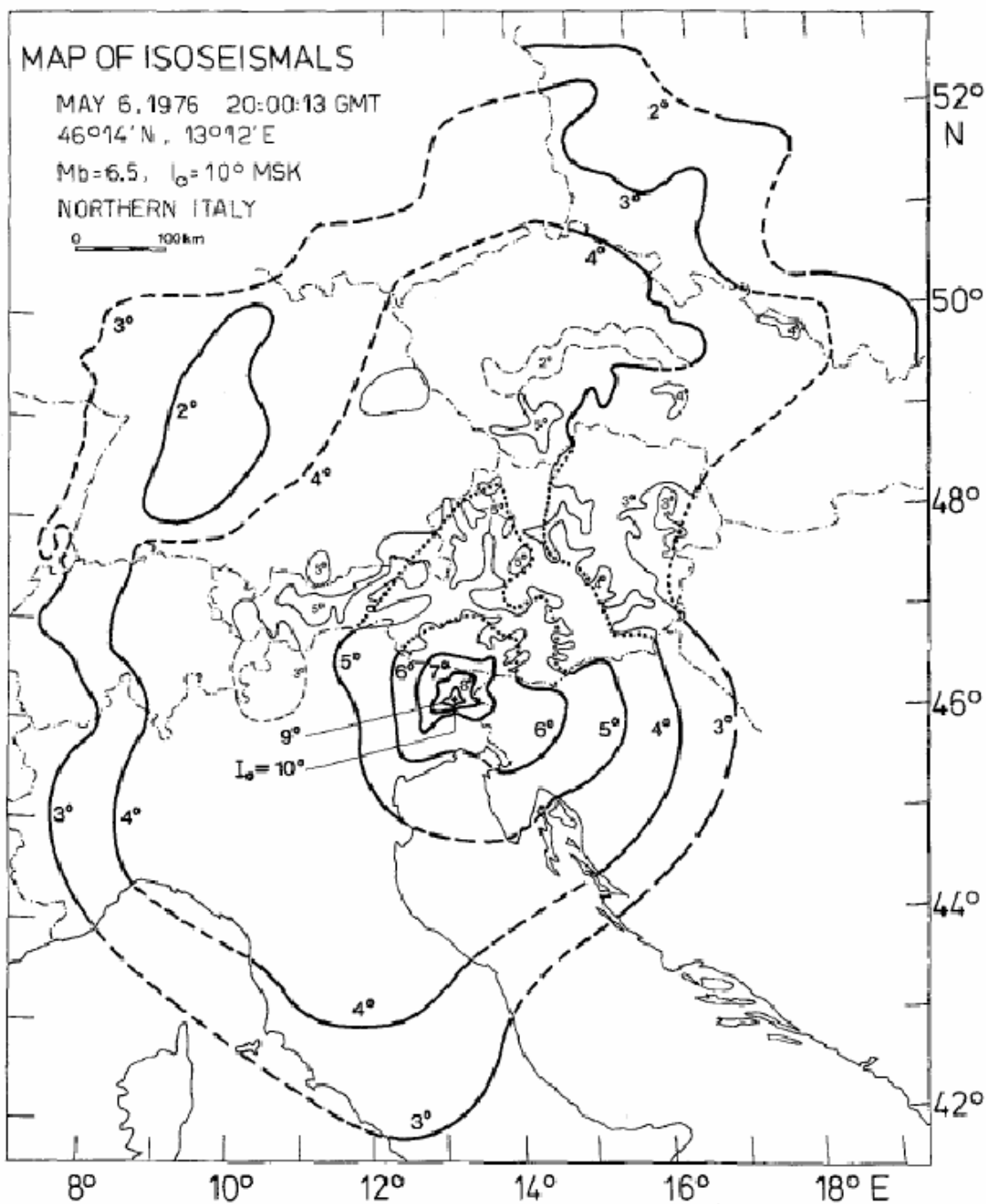






**Slika 1a:** Izoneiste potresa 6. maja 1976 v Italiji (Gasparini, 1976); **1b:** v Avstriji (Drimmel in drugi, 1979); **1c** v Sloveniji (Ribarič, 1976); **1d** v Jugoslaviji (Milošević, 1977).  
**Figure 1a:** Isoseismal lines of the earthquake on 6 May 1976 in Italy (Gasparini, 1976); **1b:** in Austria (Drimmel et al., 1979); **1c** in Slovenia (Ribarič, 1976); **1d** in Yugoslavia (Milošević, 1977).

**Zvezna Republika Nemčija:** O potresu so poročali prebivalci iz 65 krajev. Intenzitete so bile v razponu od II do V MSK. Največji učinki so bili na meji z Avstrijo. Potres so čutili tudi v mestih severno od Hannoverja (Schmedes in Leydecker, 1978).



**Slika 2:** Izoseiste potresa 6. maja 1976 v evropskih državah (Kárník in drugi, 1977; Kárník, 1978)

**Figure 2:** Isoseismal lines of the earthquake on 6 May 1976 in European countries (Kárník et al., 1977; Kárník, 1978).

**Demokratska Republika Nemčija:** Potres so čutili v več kot 200 krajih, tudi v Berlinu in celo na obalah Baltiškega morja. Največja intenziteta (IV MSK-64) je bila dosežena na severovzhodnem Saškem (Grünthal, 2016).

**Poljska:** Podatki so dostopni za približno 100 krajev v jugozahodnem delu države. Intenzitete so v razponu od II do IV MSK-64. Potres so čutili v večjih mestih, predvsem v visokih nadstropjih.

**Češkoslovaška:** Potres so čutili na Češkem in Moravskem, na Slovaškem pa le v dveh krajih. Največja intenziteta je bila IV MSK-64.

**Jugoslavija:** Potres so čutili v severozahodnem delu države (v Sloveniji in na Hrvaškem). Intenzitete so bile v razponu od II do VIII MSK-64. Izoseiste VII, IV in III so dobro usklajene z avstrijskimi, pri izoseistah VI in V pa je viden preskok na državni meji. Največja intenziteta v Sloveniji je bila VIII MSK-64, ena oseba je umrla; na Hrvaškem je bila največja intenziteta V-VI MSK-64 (Ribarič, 1976; Milošević, 1977; Sikošek in drugi, 1979).

## Nova raziskava

V prevrednotenje podatkov o furlanskem potresu smo se vključili bolj ali manj vsi seizmologi, ki se ukvarjamo z makroseizmičnimi podatki v Evropi. Dogovorili smo se, da bomo prevrednotili vse podatke za Italijo, Avstrijo, Slovenijo, Hrvaško, obe Nemčiji in Češko; dodatno bomo vključili podatke za Švico, Madžarsko in Poljsko. Za delo smo uporabili evropsko potresno lestvico EMS-98 (Grünthal, 1998) in metodologijo, ki je opisana v njej, med delom smo se veliko medsebojno konzultirali in diskutirali posamezne primere.

Sledi kratek povzetek poteka in rezultatov nove raziskave po posameznih državah:

**Italija:** Prevrednotili smo vse podatke za naselja z doslej ocenjeno intenziteto  $I > V$  MCS; zaradi razlike v metodologiji oz. intenzitetni lestvici smo intenziteto V-VI MCS (v 136 naseljih) prevedli v vrednost V EMS-98. Nekateri zaselki so združeni v skupne lokacije (10 primerov). Za 19 lokacij ni bilo možno oceniti EMS intenzitete, ker obstajajo podatki le za spomeniške zgradbe. V petih primerih je EMS intenziteta večja, kot je bila MCS. Skupno je bilo prevrednotenih 573 intenzitetnih točk. Med raziskavo je bilo ugotovljeno, da je večji del originalnih vprašalnikov žal izgubljen. Intenziteta za 67 krajev še ni prevrednotena.

**Avstrija:** Pregledani in prevrednoteni so bili podatki iz 1600 vprašalnikov, 10 časopisov, več različnih poročil in dokumentov o poškodbah. Na splošno so vrednosti EMS manjše, kot so bile MSK (predvsem zaradi neupoštevanja podatkov iz visokih nadstropij). Največja intenziteta je zdaj VII EMS-98 na Koroškem. Avstrijski podatkovni seznam zdaj vsebuje 981 intenzitetnih točk.

**Slovenija:** Pregledani in prevrednoteni so bili podatki iz vprašalnikov, časopisov, fotografskih arhivov, ter podatki iz poročil o poškodbah za občini Tolmin in Idrija. Določili smo intenziteto za 248 novih intenzitetnih točk, maksimalna vrednost VIII-IX EMS-98 je bila dosežena v Podbeli. Na slovenskem seznamu je zdaj 300 intenzitetnih točk.

**Hrvaška:** Do septembra 2016 so bili znani le preliminarni izsledki raziskave o učinkih potresa na Hrvaškem za 18 krajev. Največja intenziteta je VII EMS-98 v Pazinu.

**Nemčija:** Večina podatkov je bila zbrana v takratnem vzhodnem delu države, ker so v ZRN v takratnem obdobju stavkali tiskarji in mnogi časopisi niso izhajali, številne zvezne države takrat še niso imele svojih seizmoloških služb. Analizirani so vprašalniki in poročila, časopisni viri in dokumenti iz arhivov različnih institucij. Za vzhodno Nemčijo je ocenjena intenziteta za 204 krajev, za zahodni del pa za 55. Zaradi metodoloških razlik so vrednosti za nekatera naselja z intenziteto III-IV MSK prevrednotene v III EMS-98, (Grünthal, 2016).

**Češka:** Pregledana so originalna poročila o učinkih potresa. Opredeljene so intenzitete za 460 krajev, kot tudi za dva kraja na Slovaškem.

**Švica:** Švicarski kolegi so posredovali podatke za 153 krajev. Ker so bile vrednosti MSK intenzitet za vse kraje nizke v primerjavi z drugimi državami, smo se odločili, da jih bomo nespremenjene upoštevali kot vrednosti EMS.

**Madžarska:** Do septembra 2016 nismo imeli nobenega podatka o tem, ali so potres čutili tudi na Madžarskem. Podatki o tem so bili najdeni naknadno in niso vključeni v prikaz rezultatov v tem članku.

**Poljska:** Do septembra 2016 nismo dobili ocenjenih intenzitet, od kolegov smo pa izvedeli, da še hranijo originalne podatke. Seznam ocen intenzitet smo prejeli pozneje in ni vključen v ta članek.

### **Nova karta potresnih učinkov**

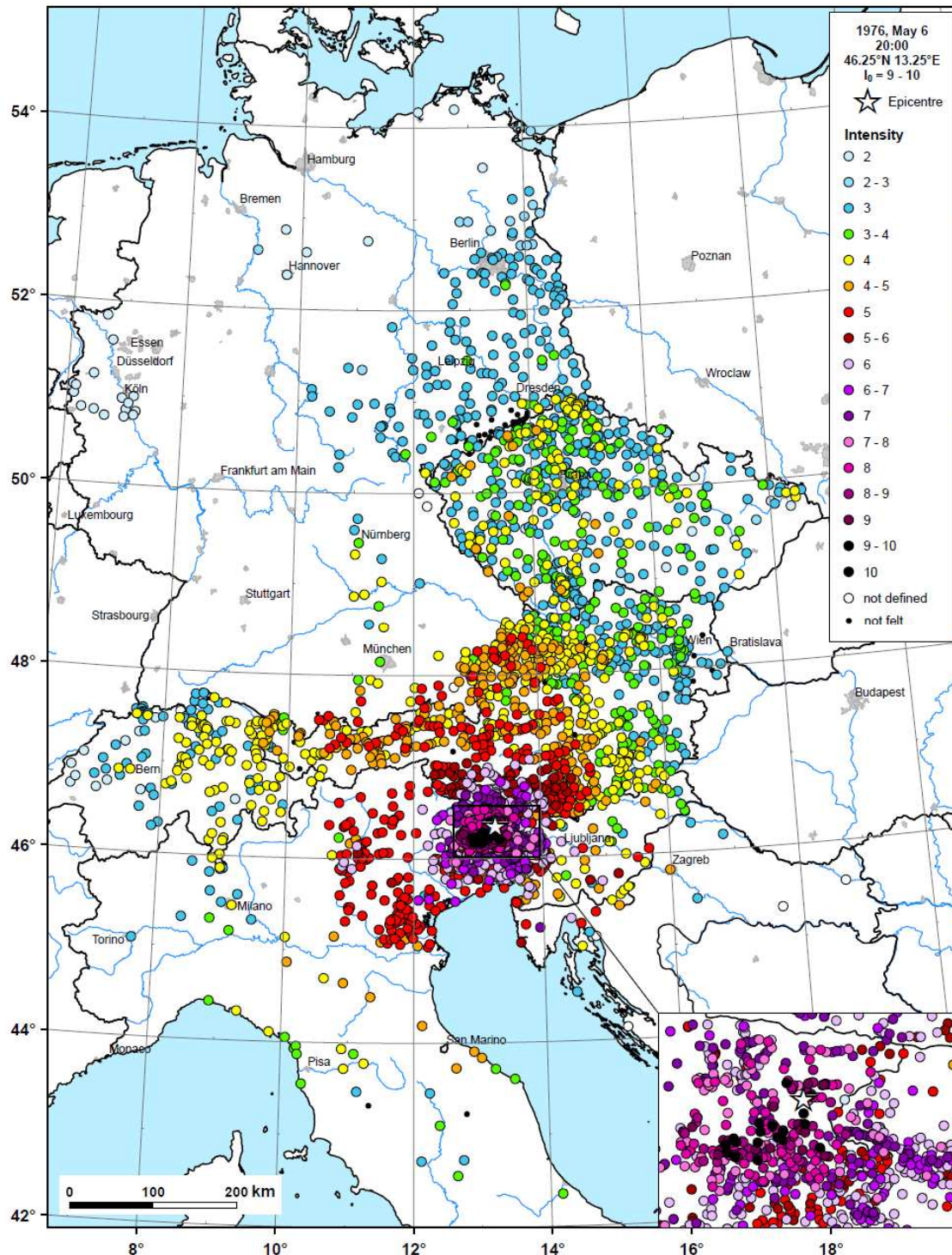
S preučitvijo novih podatkov in z opisanim prevrednotenjem intenzitet smo izdelali novo karto potresnih učinkov za potres 6. maja 1976 (slika 3), na kateri je prikazanih več kot 2700 intenzitetnih točk (Cecić in drugi, 2016a; Cecić in drugi, 2016b)

Glavne izboljšave na novi karti so naslednje:

- vsi podatki so ocenjeni s pomočjo iste lestvice
- ni izoseist (ker je določanje preveč subjektivno)
- ni več preskoka vrednosti intenzitet na mejah posameznih držav
- dodali smo veliko novih intenzitetnih točk.

V preglednici 1 smo povzeli razliko v vrednosti največje dosežene intenzitete po posameznih državah za staro in novo raziskavo. Za Slovenijo in Hrvaško je nova največja intenziteta višja, v obeh primerih smo tudi pridobili dodatne podatke. Preglednica 2 kaže skupno število intenzitetnih točk po državah za obe raziskavi.





**Slika 3:** Rezultati nove raziskave, prikazani na karti intenzitete EMS-98 za potres 6. maja 1976 v Furlaniji (not defined = intenzitete ni bilo možno določiti; not felt = niso čutili) (Cecić in drugi, 2016a; Cecić in drugi, 2016b).

**Figure 3:** New intensity map for 6 May 1976 Friuli earthquake, in EMS-98 (Cecić in drugi, 2016a; Cecić in drugi, 2016b).

**Preglednica 1:** Primerjava največjih ocenjenih intenzitet ( $I_{max}$ ) potresa 6. maja 1976 v prejšnjih in novi raziskavi, po posameznih državah.

**Table 1:** Comparison of maximum intensities ( $I_{max}$ ) for the earthquake on 6 May 1976 in the previous studies and in this study, for each country.

Država	I max MSK-64 prejšnje raziskave	I max EMS-98 ta raziskava
Avstrija	VII-VIII	VII
Češka	VI	IV-V
Hrvaška	V-VI	VII
Nemčija - Vzhodna	IV	IV
Nemčija - Zahodna	V	V
Madžarska	čutili?	niso čutili
Italija	X MCS	X
Slovaška	III-IV	III
Slovenija	VIII	VIII-IX
Švica	IV	IV

### Nadaljnje raziskave

Prve rezultate raziskave, ki jih povzema ta predstavitev, smo pokazali na generalni skupščini Evropske seizmološke komisije v Trstu, septembra 1976 (Cecić in drugi, 2016a; Cecić in drugi, 2016b). Nato smo sodelovanje še razširili in pridobili podatke iz Francije in Belgije, izboljšani so bili podatki za Poljsko, Slovaško, Madžarsko, Nemčijo in Hrvaško. Prikazani rezultati niso dokončni, ker nas čaka še veliko dela. Obstajajo še številni podatkovni viri, ki jih je treba pregledati. Potres so zagotovo čutili v še več oddaljenih državah, in te podatke je treba šele poiskati. Največji izziv bo spopadanje z nizom popotresov, ki je bil dolg in močan. Avtorji pričakujemo, da bomo prvi dve nalogi dokončali spomladi leta 2017, ko bomo gradivo pripravili za mednarodno objavo.

**Preglednica 2:** Skupno število intenzitetnih točk (IDP) za prejšnje in to raziskavo, po posameznih državah.

**Table 2:** Total number of IDPs for the earthquake on 6 May 1976 in the previous studies and in this study, for each country.

Država	Število IDP prejšnje razisk.	Število IDP ta raziskava
Avstrija	909	981
Hrvaška	17	18
Češka	460	460
Nemčija – vzhodni del	> 200	204
Nemčija – zahodni del	> 65	55
Madžarska	?	0
Italija	770	573 + 136 + 67
Slovaška	2	2
Slovenija	52	300
Švica	153	153

## Zahvala

Švicarske podatke za to raziskavo je posredoval Donat Fäh. Madžarske arhive je pregleдала Gyöngyvér Szanyi. O poljskih podatkih je poročala Barbara Guterch. Novo karto in njene številne iteracije je potrpežljivo izrisal Uwe Lemgo.

## Literatura

- Boschi E., E. Guidoboni, G. Ferrari, G. Valensise in P. Gasperini, 1977. Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980, ING e SGA Bologna, 973 p.
- Cecić, I., R. Meurers, A. Tertulliani, G. Grünthal, D. Kaiser, I. Sović, 2016. 6 May 1976 Friuli Earthquake – Re-evaluation of Macroseismic data. Predavanje na 35. Generalni skupščini ESC, Trst, ESC2016-516
- Cecić, I., G. Grünthal, D. Kaiser, R. Meurers, I. Sović, A. Tertulliani, 2016. 6 May 1976 Friuli Earthquake – Re-evaluation of Macroseismic data, a New Map and a Comparison With Old Intensity Estimates. Poster na 35. Generalni skupščini ESC, Trst, ESC2016-517
- CPTI15 - Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> (zadnji dostop 20.12.2016)
- Drimmel, J., E. Fiege Weil in G. Lukeschitz, 1979. Die Auswirkungen der Friauler Beben in Österreich. Arbeiten aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Vol. 236, Heft 38, 83 p.
- Gasparini, C., 1976. Parametri ipocentrali dai dati macrosismici del terremoto del Friuli, Maggio 1976. Annali di Geofisica Vol 29, No 3
- Grünthal, G., 2016. Rich Macroseismic Material of the 1976 Friuli Earthquake in Central- and NE Germany – Revisited at its 40th Anniversary. 4th ICHM, Vienna, May 2016.
- Grünthal, G., 1998. European Macroseismic Scale. Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie, 99 p.
- Kárník, V., 1978. Map of isoseismals of the main Friuli earthquake of 6 May 1976. PAGEOPH 116
- Kárník, Vit, D. Prochazkova, L. Ruprechtova in Z. Schenkova, 1977. Macroseismic field of the Friuli earthquake of May 6, 1976. Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., A-6, 117, 71-74
- Milošević, A., 1977. Seizmološke karakteristike riječnog područja za 1977. godinu. Manuscript
- Ribarič, V., 1976. The earthquake in Friuli, May 6, 1976. A contribution to the Study of Seismic Fields in Slovenia. Bolletino di Geofisica XIX/72, Parte 1, 861-874
- Schmedes in Leydecker, 1978. Macroseismic Intensity Map for the FRG for the Friuli Earthquake of May 6, 1979. J.Geopsy, 44.
- Sikošek, B., D. Prosen, V. Ribarič, S. Nedeljković, M. Krstanović, B. Metović in V. Tešić, 1979. Zemljotres od 6.05.1976 i njegov odraz na teritoriju SR Slovenije. ASI 5/1979