

KARTE POTRESNE NEVARNOSTI ZA UPORABO V CIVILNI ZAŠČITI

Seismic hazard maps for application in civil defense

Janez Lapajne * UDK 550.343.4:351.86

Povzetek

V Sloveniji bo za potresno odporno gradnjo s 1. 1. 2008 predpisan slovenski standard EC8, ki določa za državno karto potresne nevarnosti karto maksimalnega pospeška tal za povratno dobo 475 let, ki se že zdaj uporablja skupaj s slovenskim prestandardom EC8. Načelno bi bilo mogoče tudi za uporabo v civilni zaščiti uporabiti pospeškovno karto ali njeno poenostavljeno različico in ji dodati primerno razlago. S tem bi bila obravnava potresne nevarnosti v Sloveniji preprosto in enovito rešena tako za potresno odporno gradnjo kakor za civilno zaščito. Ker pa lahko intenzitetno karto razumemo tudi kot relativno ali odstotkovno karto potresne ogroženosti, ima za uporabo v civilni zaščiti prednost. Pri tem lahko za razlago uporabimo kar prevod knjižice z opisom evropske potresne lestvice EMS-98, ki ga je pripravila Evropska seizmološka komisija. Za širšo uporabo bi bilo priporočljivo intenzitetno karto ustrezno poenostaviti in ji dodati preprostejšo razlago.

Abstract

The design of structures for earthquake resistance will be regulated in Slovenia from January 1, 2008 by the Slovenian standard EC8. Seismic hazard will be determined on a map of peak ground acceleration on type A ground for a return period of 475 years, which is already used as a supplement to the Slovenian prestandard EC8. The same map, or a simplified form, together with an appropriate description, can also in principle be applied for use in civil defense. The treatment of seismic hazard in Slovenia would thus be simply and identically solved for earthquake resistance design, as well as for civil defense needs. However, since the macroseismic map can also be understood as a seismic risk map, it is preferred to the acceleration map in civil defense applications. It can be used together with the description of the European Macroseismic Scale 1998, prepared by the European Seismological Commission. For comprehensible and effective broader use, it would be wise to simplify the macroseismic map and the written description of the scale.

Uvod

Zaradi velikosti ozemlja in predvsem podrobnega obravnavanja in upoštevanja lokalnih značilnosti razlikujemo karte potresne rajonizacije in potresne mikrorajonizacije. Po veličini karte potresne nevarnosti uporabljamo pospeškovne, intenzitetne in poenostavljene karte; slednje temeljijo ali na pospeškovnih ali na intenzitetnih kartah. Pospeškovne in intenzitetne karte ter z ustrezno opredelitvijo potresnih con tudi poenostavljene karte se uporabljajo za potresno odporno načrtovanje. Za druge namene, npr. za uporabo v civilni zaščiti (CZ) se večinoma uporabljajo intenzitetne in poenostavljene karte. S prehodom na evropski standard EC8, ki predpisuje karto maksimalnega pospeška tal, bodo v Evropski uniji in tudi nekaterih drugih evropskih državah prenehali uporabljati intenzitetne in poenostavljene karte pri

potresno odpornem načrtovanju. Zastavlja se vprašanje, katere karte potresne nevarnosti bodo v teh razmerah najprimernejše za uporabo v CZ. V Sloveniji smo doslej za potrebe CZ uporabljali intenzitetne karte – državno karto in karte potresnih mikrorajonizacij. V nadaljevanju so opisane različne karte potresne nevarnosti in predlog kart za CZ.

Karte potresne rajonizacije

Pospeškovne karte potresne nevarnosti

Veličina na pospeškovni karti je za določeno verjetnost prekoračitve v določenem času ali maksimalni (vršni) pospešek tal ali spektralni pospešek za izbrani nihajni čas. Najpogostejše izbrane vrednosti nihajnega časa so 0,2 s, 0,3 s in 1,0 s. V Kanadi in ZDA bodo novi predpisi za potresno odporno načrtovanje temeljili na kartah

* Dr., Bernikova 3, Domžale, jlapajne@siol.net

spektralnega pospeška za 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih, pri čemer bosta najpomembnejša nihajna časa 0,2 s in 1 s. Vse države Evropske unije (in večinoma tudi druge evropske države) bodo s sprejetjem evropskega standarda EC8 (k čemer so dejansko zavezane) začele uporabljati karte maksimalnega pospeška tal za 10 % verjetnost prekoračitve v 50 letih na tleh vrste A po EC8 (trdna tla). Vpliv nihajnega časa potresnega nihanja je v EC8 upoštevan v idealiziranih elastičnih spektrih odziva pri 5 % dušenju za različne vrste tal. Vse pospeškovne karte potresne rajonizacije na celotnem obravnavanem ozemlju (praviloma je to cela država) veljajo za ravna tla vrste A. Na vsaki drugi vrsti tal je pospešek ustrezno večji. Na pospešek na dani lokaciji vplivajo poleg vrste tal še drugi lokalni dejavniki (topografija, brežine, položaj potresnega preloma oz. prelomov, usmerjenost potresnega prelomnega pretrga), ki na karti niso zajeti in jih je treba obravnavati posebej.

Medtem ko se v Kanadi in ZDA pospeškovne karte uporabljajo za potresno odporno načrtovanje že vrsto let, te v Evropi v večjem obsegu šele zadnja leta zamenjujejo intenzitetne karte. Ker je v EC8 pri načrtovanju določena karta maksimalnega pospeška na tleh vrste A, bo čez nekaj let to za države EU edina možnost. V Sloveniji se taka karta potresne nevarnosti – karta projektnega pospeška tal (Lapajne in drugi, 2001; 2002) uporablja trenutno skupaj s slovenskim predstandardom EC8 (SIST, 2001). S 1. 1. 2008 bo Slovenija med prvimi evropskimi državami predpisala evropski standard EC8 kot slovenski standard (SIST, 200?).

Načeloma bi se lahko karta maksimalnega pospeška tal ali karta projektnega pospeška uporabila tudi za druge potrebe, npr. za prikaz potresne nevarnosti za laično javnost ali za potrebe CZ. Izkušnje kažejo, da pospeškovna karta za te namene ni najbolj primerna, ker zahteva predznanje oziroma razumevanje, ki je na splošno precej pomanjkljivo. Poleg tega so pospeškovne karte izdelane za ravna trdna tla vrste A, kar zahteva še upoštevanje vpliva tal in drugih lokalnih dejavnikov.

Intenzitetne karte potresne nevarnosti

Verjetnostna intenzitetna karta (deterministične nas tu ne zanimajo) kaže makroseizmično intenziteto za določeno verjetnost prekoračitve v določenem času. Najbolj znane različice makroseizmične intenzitete in pripadajočih lestvic so: MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg), MSK (Medvedev, Sponheuer, Karnik) in EMS (European Macroseismic Scale). EMS je dejansko posodobljena MSK, ta pa je posodobljena MCS. Nekdanje karte intenzitete MCS so v evropskih državah zamenjale karte intenzitete MSK. Taka je večina intenzitetnih kart, ki jih obravnava primerjalna raziskava (García-Mayordomo, 2003). Karte intenzitete MSK so bile zamenjane s kartami intenzitete EMS le v nekaterih državah (npr. v Nemčiji), ker je hkrati z nastajanjem potresne lestvice EMS nastajal evropski standard EC8, ki predpostavlja karto maksimalnega

pospeška tal. Za razliko od pospeškovnih kart veljajo intenzitetne karte za povprečna tla na širšem območju lokacije, katerega površina ni določena. V Kanadi in ZDA uporabljajo makroseizmično intenziteto MM oziroma MMI (Modified Mercalli Intensity) le za grobe ocene učinkov potresov, ne uporabljajo pa je za veličino na kartah potresne nevarnosti. Ker je makroseizmična intenziteta v bistvu statistična veličina, ki je dana za neko območje in neko množico (različnih) objektov, so navadno v intenziteti zajeti tudi vplivi drugih lokalnih dejavnikov.

V Evropi so karte makroseizmične intenzitete tradicija in navada in se marsikje še vedno uporabljajo tudi za potresno odporno načrtovanje. Nekatero evropske države z razmeroma majhno seizmičnostjo (npr. Češka, Nemčija, Španija in Velika Britanija) celo v svojih najnovejših predpisih vztrajajo pri makroseizmični intenziteti. Ne glede na to, da je Slovenija med prvimi evropskimi državami, ki so začele uporabljati evropski predstandard EC8 in karte projektnega pospeška tal in bo tudi med prvimi, ki bodo predpisale evropski standard EC8, je karta makroseizmične intenzitete MSK za povratno dobo 500 let (Ribarič in drugi, 1987; Uradni list SFRJ, 52/90) skupaj s Pravilnikom o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih s spremembami in dopolnitvami (Uradni list SFRJ, št. 31/81, 49/82, 29/83, 21/88 in 52/90) veljala do 31. 12. 2005.

Čeprav v Evropi ali vsaj v Evropski uniji v nekaj letih intenzitetne karte ne bodo več sestavni del predpisov o potresno odporni gradnji, bodo ostale v uporabi za nekatere druge namene. Zaradi opredelitve poškodb pri posameznih intenzitetah oz. intenzitetnih stopnjah lahko intenzitetne karte potresne nevarnosti skupaj z opisom posameznih stopenj uporabimo kot (relativne ali odstotkovne) karte potresne ogroženosti. Kot take so posebej primerne za načrtovanje ukrepov CZ, saj je mogoče na njihovi podlagi predvideti možne scenarije. Prednost intenzitetne karte pred pospeškovno za uporabo v CZ je tudi dejstvo, da se pospeškovna nanaša na trdna tla, intenzitetna pa na povprečna tla na širšem območju izbrane lokacije in da vključuje intenzitetna karta tudi vplive drugih lokalnih dejavnikov. Za intenzitetno karto tudi ni potrebna posebna razlaga, saj lahko v ta namen uporabimo kar knjižico z opisom evropske potresne lestvice EMS-98 (Grünthal, 1998). Zahteva pa uporaba makroseizmične lestvice in omenjene knjižice z opisom potresne lestvice strokovnjaka s področja makroseizmike tudi za pripravo ukrepov CZ. Preprosto dejstvo, da prihaja v javnosti in medijih do pogoste zamenjave magnitude in intenzitete, namreč kaže, da razumevanje intenzitete in njene statistične narave ter posledično intenzitetne karte ni kaj dosti boljše od razumevanja pospeška in pospeškovne karte. Navidezno večje razumevanje intenzitetnih kart temelji na dejstvu, da so te za razliko od pospeškovnih, ki imajo pri nas kratko zgodovino, v uporabi že več desetletij in so ljudje nanje bolj navajeni. Žal pa navajenost ne pomeni tudi razumevanja.

Poenostavljene karte potresne nevarnosti

Poenostavljene karte potresne nevarnosti so ali poenostavljene pospeškovne (v ZDA, Kanadi – glej domači spletni strani »United States Geological Survey – USGS« in »Earthquakes Canada« – in v nekaterih evropskih državah) ali poenostavljene intenzitetne karte (v nekaterih evropskih državah). Te karte imajo namesto območij različnih absolutnih vrednosti intenzitete ali pospeška prikazane cone relativno manjše in večje potresne nevarnosti. Posamezne cone so lahko prikazane samo s številkami ali črkami (npr. cona 1, 2, 3 itd. ali cona A, B, C itd.) ali pa so conam dodane tudi vrednosti ali razponi vrednosti intenzitete ali pospeška. Con potresne nevarnosti je lahko toliko, kolikor je na pospeškovni ali intenzitetni karti območij različnih vrednosti, ali pa se nekatera območja združijo, tako da ima poenostavljena karta manj potresnih con kakor karta, iz katere izhaja. Tako je npr. 14 območij maksimalnega pospeška na karti potresne nevarnosti Kanade združenih v 5 območij potresne nevarnosti na pripadajoči poenostavljeni karti, na karti ZDA pa 19 v 7 območij.

V nekaterih evropskih državah temeljijo dosedanji ali še vedno veljavni predpisi za potresno odporno načrtovanje na poenostavljenih kartah (García-Mayordomo, 2003), na katerih so poleg črkovno-številskih oznak potresnih con včasih navedene tudi vrednosti pospeška ali intenzitete (npr. v Avstriji, Franciji, Nemčiji, Italiji, Portugalski, Švici, Turčiji – glej preglednico 1). Za preprost prikaz potresne nevarnosti lahko na poenostavljenih kartah številске vrednosti (npr. maksimalnega pospeška tal) ali oznake (npr. cona 1, 2, 3 itd. ali cona A, B, C itd. in podobno), ki določajo potresno nevarnost na posameznih območjih oz. conah, zamenjamo z lahko razumljivimi opisi (npr. majhna, srednja, velika potresna nevarnost). Pri poenostavljeni karti tudi ni treba navajati podatka o verjetnosti prekoračitve, saj so potresne cone pri različnih povratnih dobah podobne.

Zaradi preprostosti in razumljivosti imajo poenostavljene karte potresne nevarnosti za splošno uporabo in uporabo v CZ pogosto prednost pred intenzitetnimi kartami. Prednost poenostavljenih pospeškovnih kart pred poenostavljenimi intenzitetnimi kartami je njihova podobnost s pospeškovnimi kartami, ki se uporabljajo pri potresno odpornem načrtovanju. Zato si lahko slovenska laična javnost ustvari enotno mnenje o potresni nevarnosti na ozemlju Slovenije. Intenzitetne karte in iz njih izhajajoče poenostavljene karte se v izgledu potresnih con bolj ali manj razlikujejo od pospeškovnih kart, kar bi utegnilo povzročiti določeno negotovost v javnosti. To »pomanjkljivost« intenzitetnih in pripadajočih poenostavljenih kart odtehta dejstvo, da so intenzitetne in posledično tudi pripadajoče poenostavljene karte potresne nevarnosti v nekem smislu tudi karte potresne ogroženosti, saj so v opisu EMS-98 pri vsaki vrednosti intenzitete za posamezne poškodbene kategorije navedeni odstotki poškodovanih hiš in to za vsako opredeljeno vrsto oz. tip zgradbe posebej. To pa omogoča pripravo možnih scenarijev za pričakovane potrese.

Karte potresne mikrorajonizacije

Podobno kakor karte potresne rajonizacije so lahko tudi karte potresne mikrorajonizacije **pospeškovne, intenzitetne in poenostavljene**. Tudi uporabljajo se lahko načelno tako kakor karte potresne rajonizacije. Vendar je med kartami potresne rajonizacije in mikrorajonizacije nekaj pomembnih razlik. Poleg tega, da se rajonizacija in mikrorajonizacija praviloma razlikujeta v velikosti obravnavanega ozemlja in s tem v podrobnosti obravnavanja, se karte rajonizacije in mikrorajonizacije razlikujejo tudi v temeljnih tleh, na katera se nanašajo. Vse pospeškovne karte potresne rajonizacije se nanašajo na eno samo vrsto tal in na ravno površje

Država	Veličina na karti	Število območij potresne nevarnosti	Oznaka potresne nevarnosti
Avstrija	PGA	3	majhna, zmerna, večja
Francija	I	4	0 – zanemarljiva, I – zelo šibka do šibka, II – srednja, III – velika seizmičnost
Italija	I	4	1, 2, 3, 4
Nemčija	PGA	4	0, 1, 2, 3
Portugalska	PGA, PGV	4	A, B, C, D (padajoča nevarnost)
Švica	PGA	3 [4]	Z1, Z2, Z3a, Z3b
Turčija	KEPA	5	I, II, III, IV, V (padajoča nevarnost)

Preglednica 1. Primeri razdelitve v poenostavljena območja potresne nevarnosti. Pojasnilo: I = intenziteta, PGA = maksimalni pospešek tal, PGV = maksimalna hitrost tal, KEPA = koeficient efektivnega pospeška tal. Razen v dveh primerih si oznake sledijo z naraščajočo potresno nevarnostjo. Povzeto po García-Mayordomo, 2003, kjer so tudi pripadajoče karte.

Table 1. Comparison of divisions into relative regions of seismic hazard. Key: I = intensity, PGA = maximum ground acceleration, PGV = maximum ground speed, KEPA = coefficient of effective ground acceleration. Except in two cases, denotations follow increasing seismic hazard. – Reproduced from García-Mayordomo, 2003, where there are also relevant maps.

oziroma natančneje na neskončno razsežno homogeno in izotropno vodoravno plast, vse intenzitetne pa na povprečna tla, ki se od lokacije do lokacije bolj ali manj spreminjajo. Smisel kart potresne mikrorajonizacije je prav potresna nevarnost na različnih vrstah tal. Drugih lokalnih vplivov karte potresne mikrorajonizacije navadno ne prikazujejo, čeprav bi bilo to zaželeno.

Karta potresne mikrorajonizacije, ki je namenjena potresno odpornemu načrtovanju, mora biti združljiva s karto potresne rajonizacije, ki se uporablja skupaj z veljavnimi predpisi ali standardi. V Sloveniji je večina doslej izdelanih kart potresne mikrorajonizacije intenzitetnih. Teh kart brez ustrezne nadgradnje ni mogoče uporabiti skupaj z državno karto maksimalnega pospeška tal. Vse nove karte mikrorajonizacije bodo morale biti skladne z EC8, torej take, da jih bo mogoče neposredno povezati s karto maksimalnega pospeška tal. Najpreprostejše karte, ki ustrezajo temu pogoju, so karte, ki prikazujejo območja vrst tal, ki jih določa EC8. Da je karta mikrorajonizacije čim zanesljivejša, mora mikrorajonizacija poleg geoloških raziskav vključevati tudi razne geofizikalne, predvsem seizmološke in seizmične raziskave, npr. določanje standardnega spektralnega razmerja (SSR – standard spectral ratio), meritve mikrotremorjev na prostem površju in v zgradbah (opredelitev lastne frekvence), refrakcijske meritve, meritve vzdolž vrtin itd.

Poleg uporabe za potresno odporno načrtovanje so karte potresne mikrorajonizacije takorekoč nujne tudi za CZ, saj omogočajo na lokalni ravni natančnejšo oceno potresnih razmer in podrobnejše načrtovanje ukrepov ob morebitnem potresu. V nasprotju z uporabo kart pri potresno odpornem načrtovanju združljivost različnih kart potresne rajonizacije in mikrorajonizacije ne predstavlja težav. Tako je npr. možno poenostavljeno karto potresne mikrorajonizacije, ki izhaja iz intenzitetne, uporabljati v povezavi s poenostavljeno karto potresne rajonizacije, ki izhaja ali iz intenzitetne ali iz pospeškovne.

Sklepne misli

Za potresno odporno načrtovanje se v Sloveniji že sedaj uporablja predstandard EC8 in karta projektnega pospeška tal, od 1. 1. 2008 pa bo treba upoštevati standard EC8 s karto maksimalnega pospeška tal. Zaradi gospodarnosti in enotnega obravnavanja in prikazovanja potresne nevarnosti bi bilo smotno, da bi pospeškovno karto uporabili tudi za uporabo v CZ. Zaradi lastnosti intenzitetne karte, ki je v ohlapnem smislu tudi karta potresne ogroženosti, v kateri so pričakovane poškodbe zgradb preko opredelitev intenzitete oziroma potresnih stopenj v evropski potresni lestvici izražene v odstotkih, ima za CZ intenzitetna karta pomembno prednost. Poleg tega se ta karta nanaša na povprečna tla na širšem območju izbrane lokacije in vključuje tudi vplive drugih lokalnih dejavnikov. Razlaga karte je knjižica

z opisom EMS-98. Za široko uporabo v CZ bi bila poleg tega koristna še poenostavljena intenzitetna karta potresne nevarnosti s primerno skrajšano in prilagojeno razlago.

Viri in literatura

1. Domača spletna stran »Earthquakes Canada«.
2. Domača spletna stran »United States Geological Survey – USGS«.
3. García-Mayordomo, J., 2003. A comparison of the seismic hazard evaluation method used in European national seismic codes, European Commission, Human Potential – Research Training Network, SAFERR, Contract No. HPRN.CT-1999-00035, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Milano, 51 str.
4. Grünthal, G. [ur.], 1998. European Macroseismic Scale 1998, EMS-98, European Seismological Commission, Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg.
5. Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2001. Potresna nevarnost Slovenije – Projektni pospešek tal, Karta, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava za geofiziko.
6. Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2002. Tolmač karte potresne nevarnosti Slovenije, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo.
7. Ribarič, V., Hadžijevski, Pekevski, V., D., Jorgić, M., Kuk, V., Šupič, V., Vukašinović, M., 1987. Seizmološke karte SFR Jugoslavije i Tumač, Zajednica za seizmologiju SFR Jugoslavije, Beograd.
8. SIST, 2001. Slovenski predstandard Eurocode 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.
9. SIST, 200?. Slovenski standard, SIST EN 1998-1, Evrokod 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij, Del 1: Splošna pravila, potresni vplivi in vplivi na stavbe, november 2004, Ljubljana. [V postopku sprejemanja]