

Janez Lapajne, Barbara Šket Motnikar, Polona Zupančič
MOP – Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo,
Dunajska 47/VII, 1000 Ljubljana

TOLMAČ

KARTE POTRESNE NEVARNOSTI SLOVENIJE

(2001)

Temeljna karta potresne nevarnosti Slovenije je karta projektnega pospeška tal za povratno dobo 475 let, ki je bila izdelana v skladu z zahtevami evropskega predstandarda Eurocode 8 (EC8). Uporablja se skupaj s slovenskim predstandardom Eurocode 8 – Projektiranje potresno odpornih konstrukcij, ki ga je izdal Slovenski inštitut za standardizacijo (2001). Slovenski predstandard Eurocode 8, Karta projektnega pospeška tal in Tolmač skupaj dopolnjujejo predpise o potresno odporni gradnji v Sloveniji. Geodetska osnova Karte projektnega pospeška tal je pregledna karta Slovenije v merilu 1 : 500.000.

Pojasnila h karti projektnega pospeška tal

- Projektni pospešek tal, angl. *design ground acceleration* je po EC8 enak vršnemu (ali največjemu) pospešku tal, angl. *peak ground acceleration* (PGA). To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Zapis pospeška je korigiran tako, da so izločeni šum in napake instrumenta.
- Projektni pospešek tal je določen za povratno dobo 475 let, ki ustreza verjetnosti 90 %, da vrednosti na karti ne bodo presežene v 50 letih (kar je predvidena življenjska doba navadnih objektov). Povratna doba je povprečen čas med prekoračitvami vrednosti projektnega pospeška tal na dani lokaciji.
- Vrednosti projektnega pospeška tal na karti veljajo za tla vrste A (trdna tla). Po EC8 je vrsta tal A skala ali druga geološka formacija, v kateri je hitrost strižnega valovanja vsaj 800 m/s in na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala. Za druge vrste tal je treba projektni pospešek tal pomnožiti z ustreznim koeficientom tal S, angl. *soil coefficient*. Vrednosti koeficienta S za različne vrste tal so določene v EC8.
- Ozemlje Slovenije je razdeljeno na območja, v katerih se potresna nevarnost v skladu z EC8 ne spreminja. Vrednosti projektnega pospeška tal so zato razvrščene v razrede, zgornja vrednost vsakega razreda pa je pripisana ustreznemu območju. Območja enake potresne nevarnosti so na karti označena z isto barvo. Kraje na mejah območij je treba uvrstiti v območja z večjo vrednostjo projektnega pospeška tal.

Vhodni podatki in postopki

Za izdelavo karte smo uporabili postopek verjetnostnega ocenjevanja potresne nevarnosti in dvostopenjsko Gaussovo glajenje nadžarišč potresov. Izvirni postopek (enostopenjskega) Gaussovega glajenja nadžarišč potresov je bil razvit in uporabljen pri izdelavi kart potresne nevarnosti ZDA [Frankel, 1995]. Ta postopek smo metodološko in numerično izpopolnili [Lapajne, 2000; Lapajne in drugi, 1997, 2001; Šket Motnikar in drugi, 2000], da vključuje statistični seizmotektonski model in model pojemanja, ki temelji na najkrajši oddaljenosti od preloma. Oblikovali smo pet modelov porazdelitve nadžarišč. Dva modela temeljita na številu potresov, trije pa na sproščeni potresni energiji, ki poudarja vpliv večjih zgodovinskih potresov na oceno potresne nevarnosti.

Temeljni vir seizmoloških podatkov je poenoten katalog Slovenije in sosednjih dežel, ki zajema obdobje od leta 567 do leta 1998 in površino okoli 100.000 km². Privzeli smo Poissonovo časovno porazdelitev potresov in smo zato iz kataloga izločili pred in popotrese. Za magnitudo smo privzeli dvojno odrezano eksponentno porazdelitev. Geološko-tektonski vhod izračuna je količinski seizmotektonski model obravnavanega ozemlja [Poljak in drugi, 2000]. Model pojemanja pospeška tal temelji na italijanskih zapisih močnih potresov, od katerih jih je polovica iz Furlanije [Sabetta in Pugliese, 1996]. Potresno nevarnost smo izračunali s prirejenim Cornellovim postopkom [Cornell, 1968], za celoten postopek pa smo izdelali in uporabili lasten računalniški program OHAZ [Zabukovec, 2000].

Potresna nevarnost Slovenije

Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Čeprav potresi pri nas ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, so lahko njihovi učinki dokaj hudi zaradi razmeroma plitvih žarišč.

Pas večje potresne nevarnosti poteka po osrednjem delu Slovenije od severozahoda proti jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu proti severovzhodu in jugovzhodu se potresna nevarnost vidno zmanjšuje. Izstopajo tri območja z največjo potresno nevarnostjo:

- *Območje zahodne Slovenije.* Tu so se tla v preteklosti najmočneje tresla. Leta 1511 je na tem območju nastal doslej največji potres z žariščem na slovenskih tleh, potres leta 1998 v zgornjem Posočju pa je bil eden od dveh največjih potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. Sicer pa so velike vrednosti projektnega pospeška tal na tem območju predvsem posledica velikih in pogostih potresov v bližnji Furlaniji, kjer so bili zadnji veliki potresi leta 1976.
- *Območje Ljubljane in okolice.* Šibkejši potresi so tu razmeroma pogosti, pa tudi nekoliko močnejši potresi niso redkost. Največji znani potres na tem območju je bil veliki ljubljanski potres leta 1895. K večji potresni nevarnosti na tem območju (posebej na njegovem zahodnem delu) prispeva tudi potres na Idrijskem leta 1511.
- *Območje Brežic.* K dokaj veliki vrednosti projektnega pospeška tal prispevajo tu številni razmeroma šibki in redki močnejši potresi. Najmočnejši znani potres je bil tu leta 1917, ki je bil eden od dveh največjih potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. K potresni nevarnosti tega območja prispevajo tudi potresi na hrvaški strani meje in močnejši potresi severno od Zagreba.

~~Vzporedna uporaba Seizmološke karte SFRJ~~

~~V Sloveniji je za potresno odporno projektiranje še vedno v veljavi tudi jugoslovanski pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih [Ur. l. SFRJ 31/1981, 49/1982, 52/1990], ki predpisuje za projektiranje “navadnih stavb” uporabo karte potresne intenzitete za povratno dobo 500 let [Seizmološka karta SFR Jugoslavije in tolmač, 1987]. Za projektiranje po jugoslovanskem pravilniku je tako treba uporabiti karto intenzitete za ozemlje Slovenije, medtem ko je za projektiranje po EC8 obvezna uporaba karte projektnega pospeška tal.~~

Razlike med kartama potresne nevarnosti

Intenziteta daje pretežno opisno oceno potresnih učinkov na objekte, ljudi in naravo, pospešek tal pa je instrumentalno merljiva fizikalna veličina, ki omogoča neposreden izračun potresnih sil oziroma obremenitev. Karta potresne intenzitete je izdelana za “srednja tla” (opredeljena v pravilniku iz leta 1981) in za povratno dobo 500 let, karta projektnega pospeška pa za trdna tla A po EC8 (opredeljena kot “dobra tla” v pravilniku iz leta 1981) in za povratno dobo 475 let. Dodatne razlike med kartama so posledica različne metodologije ocenjevanja potresne nevarnosti in deloma različnih vhodnih podatkov ter subjektivnih ocen.

Dopolnilne ocene potresne nevarnosti Slovenije

Oceno potresne nevarnosti Slovenije dopolnjujejo še štiri tematske karte:

- karta pospeška tal za povratno dobo 1000 let,
- karta pospeška tal za povratno dobo 10.000 let,
- karta spektralnega pospeška pri nihajnem času 0,3 s in 5 % kritičnem dušenju za povratno dobo 475 let,
- karta spektralnega pospeška pri nihajnem času 1,0 s in 5 % kritičnem dušenju za povratno dobo 475 let.

Vse štiri karte so informativnega značaja. Karti spektralnega pospeška nista povsem združljivi s projektnimi spektri v EC8.

Literatura

- Cornell, C.A. (1968). Engineering seismic risk analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.* **58**, 1583-1606.
- Frankel, A. (1995). Mapping seismic hazard in the Central and Eastern United States, *Seism. Res. Lett.* **66**, št. 4, 8-21.
- Lapajne J. K. (2000). Some features of the spatially smoothed seismicity approach. V (J. K. Lapajne, ur.): Seismicity modeling in seismic hazard mapping, Workshop proceedings, Ministry of the environment and spatial planning, Geophysical Survey of Slovenia, Ljubljana, Slovenia, 27-33.
- Lapajne, J. K., Šket Motnikar, B., Zabukovec, B. in Zupančič P. (1997). Spatially-smoothed seismicity modelling of seismic hazard in Slovenia, *J. Seism.* **1**, 73-85.
- Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P., (2001). Nova karta potresne nevarnosti – projektni pospešek tal namesto intenzitete. *Gradbeni vestnik* **50**, 140-149.
- Poljak M., Zupančič, P., Lapajne, J. K., Šket Motnikar, B., Zabukovec, B. (2000). Seismotectonic input for spatially smoothed seismicity approach. V (J. K. Lapajne, ur.): Seismicity modeling in seismic hazard mapping, Workshop proceedings, Ministry of the environment and spatial planning, Geophysical Survey of Slovenia, Ljubljana, Slovenia, 117-124.
- Sabetta, F., Pugliese, A. (1996). Estimation of response spectra and simulation of nonstationary earthquake ground motions, *Bull. Seism. Soc. Am.* **86**, 337-352.
- Slovenski inštitut za standardizacijo (2001), Projektiranje potresno odpornih konstrukcij. Slovenski predstandard Eurocode 8, Ljubljana.
- Zajednica za seizmologiju SFR Jugoslavije (1987), Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 500 godina & Tumač seizmološke karte SFR Jugoslavije, Beograd.
- Šket Motnikar, B., Lapajne, J. K., Zupančič, P., Zabukovec, B. (2000). Application of the spatially smoothed seismicity approach for Slovenia. V (J. K. Lapajne, ur.): Seismicity

modeling in seismic hazard mapping, Workshop proceedings, Ministry of the Environment and Spatial Planning, Geophysical Survey of Slovenia, Ljubljana, Slovenia, 125-133.

Zabukovec B. (2000). OHAZ – A computer program for spatially smoothed seismicity approach. V (J. K. Lapajne, ur.): Seismicity modeling in seismic hazard mapping, Workshop proceedings, Ministry of the Environment and Spatial Planning, Geophysical Survey of Slovenia, Ljubljana, Slovenia, 135-140.