

POSODABLJANJE KART POTRESNE NEVARNOSTI

Updating of seismic hazard maps

Janez Lapajne* UDK 550.343.4

Povzetek
Zaradi nekaterih formalnih zahtev in vsebinskih razlogov je treba preveriti karto potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, ki se neobvezno uporablja skupaj s Slovenskim predstandardom Eurocode 8, ki je prav tako leta 2001 privzet evropski predstandard Eurocode 8. Če izvzamemo dejstvo, da naj bi se karta preverjala vsakih pet let, sta glavna dejavnika, ki narekujeta preverbo in morebitno dopolnitev oz. spremembo, potres 12. julija 2004 v Zgornjem Posočju, ki je dal nekatere nove podatke, in novi slovenski standard, ki je prevod evropskega standarda Eurocode 8 in ki bo s predpisom začel veljati 1. 1. 2008. Ker bo podatke in spoznanja ob omenjenem potresu težko uporabiti v okviru državne karte, bi bila nujna čim prejšnja potresna mikrorajonzacija območja, ki ga je prizadel potres v letu 2004 in potresi v letih 1998 in 1976.

Abstract
Because of certain formal requirements and new seismological data, the seismic hazard map of Slovenia of 2001 should be checked and revised if necessary. The map has been used together with the Slovenian Prestandard Eurocode 8, since 2001. Neither the map nor the prestandard are obligatory. Nevertheless, their use is recommended and preferred to the use of the formal regulations of 1981 and the relevant macroseismic intensity map. Ignoring the fact that the map should be checked every five years, the main factors that dictate possible revision of the map are the earthquake of July 12, 2004 in western Slovenia and the new Slovenian Standard SIST EN 1998-1, Eurocode 8, which will come into force Jan. 1, 2008. Since the new local seismological data will be difficult to incorporate in the national seismic hazard map, the construction of a seismic microzonation map of the area affected by the earthquake in 2004, as well as by the earthquakes in 1976 and 1998, is recommended.

Uvod

Karta (ali več kart) potresne nevarnosti je sestavni del predpisov o potresno odporni gradnji. V Sloveniji trenutno veljata uradno veljavni Pravilnik 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) in Slovenski predstandard Eurocode 8 (SIST, 2001), katerega uporaba je prostovoljna. Sestavni del prvega je od leta 1990 dalje karta intenzitete na tleh II. kategorije za povratno dobo 500 let, izdelana leta 1987 (Ribarič in drugi, 1987; Uradni list SFRJ, 52/90), drugega pa karta projektnega pospeška tal na tleh tipa A po evropskem standardu (trdna tla, skala) za povratno dobo 475 let, izdelana leta 2001 (Lapajne in drugi, 2002). Oboje bo zamenjal slovenski standard (SIST, 200?) To je izpopolnjeni slovenski predstandard (SIST, 2001) oz. natančnejše prevod evropskega standarda Eurocode 8 (CEN, 2003), ki je v pripravi in bo začel veljati 1. 1. 2008.

(Za Eurocode 8 je v nadaljevanju uporabljena kratica EC8 za evropski in slovenski standard.)

Pomemben sestavni del novega standarda je nacionalni dodatek, ker so v njem vrednosti, povezane z varnostjo, ki se določajo na nacionalni ravni. Sestavni del tega dodatka je med drugim karta potresne nevarnosti, to je karta referenčnih vrednosti maksimalnega pospeška na tleh tipa A za določeno varnost oziroma tveganje, ki ga določa referenčna verjetnost prekoračitve vrednosti na karti oziroma pripadajoča referenčna povratna doba. Za referenčno verjetnost prekoračitve je določeno 10 % prekoračitve v 50 letih, kar ustreza referenčni povratni dobi 475 let. To sta vrednosti, ki ju priporoča tudi evropski standard EC8. Ne glede na to se lahko posamezne države odločijo tudi drugače. Ker je treba razumeti omenjeno priporočilo kot zgornjo mejo tveganja oziroma kot najmanjšo varnostno zahtevo, odločitev posamezne države za manjše tveganje ni v nasprotju s priporočilom v evropskem standardu, ampak je kvečjemu dobrodošlo. Standardi (v Sloveniji) niso obvezni pravni akti, zato mora obvezno uporabo standarda določiti predpis (Zakon o standardizaciji, Uradni list RS, št. 59/99).

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

Izdelava kart potresne nevarnosti temelji na (praviloma objektivnih) seizmoloških, geoloških, geofizikalnih, geodetskih in drugih podatkih. Slednji so pridobljeni z znanstveno raziskovalnimi postopki in meritvami, so pa obremenjeni z manjšo ali večjo natančnostjo in zanesljivostjo in so praviloma pomanjkljivi. Zato so obdelava in vrednotenje teh podatkov ter modeliranje potresne nevarnosti, ki vključujejo tudi nekatere subjektivne predpostavke, in končni izdelki (vrednosti za posamezne lokacije in karte) obremenjeni s precejšnjo negotovostjo vrednosti veličine, ki opredeljuje potresno nevarnost. Sčasoma se dopolnjujejo, razvijajo in spreminjajo tudi postopki obdelave, vrednotenja in modeliranja potresne dejavnosti. Novi podatki in spoznanja ter negotovost opredeljene potresne nevarnosti narekujejo občasno dopolnjevanje ali ponovno opredeljevanje potresne nevarnosti in pripadajočih kart. Letos sovпада več razlogov, ki narekujejo preverbo karte potresne nevarnosti Slovenije, to je karto projektnega pospeška za tla tipa A, ki je bila izdelana leta 2001.

Nepisano pravilo pri (uradnem) določanju potresnega tveganja oz. pri (uradnem) spreminjanju kart potresne nevarnosti je, da spremembe ne povečujejo potresnega tveganja. Novi predpisi in posodobljena ali nova karta potresne nevarnosti naj v povprečju zagotavljajo vsaj tako raven potresno odpornega projektiranja, kakor so ga zagotavljali predhodni predpisi in prejšnja karta.

Razmere v Evropi

V svetu obstajajo različni postopki obravnavanja potresne nevarnosti. Ker je Slovenija del Evrope in tudi članica Evropske unije, je za nas pomembno predvsem obravnavanje te problematike v Evropi. Dober, čeprav ne popoln pregled ocenjevanja potresne nevarnosti v Evropi, je naredil García-Mayordomo (2003), ki je pregledal in primerjal razmere v 16 evropskih državah: Albaniji, Avstriji, Bolgariji, Češki republiki, Franciji, Grčiji, Italiji, Nemčiji, Portugalski, Romuniji, Slovaški, Sloveniji, Španiji, Švici, Turčiji in nekdanji Jugoslaviji. Pri zadnjih opredelitvah potresne nevarnosti (leto opredelitve je različno za posamezne države) je izbrana veličina v polovici omenjenih držav makroseizmična intenziteta, v polovici pa vršni (ali maksimalni) pospešek tal. Sedem od naštetih osmih držav, ki uporabljajo pospešek, je sprejela priporočilo Evropskega odbora za standardizacijo (CEN, 1994; 2003) in privzela kot tveganje 10 % verjetnost prekoračitve opredeljenih vrednosti maksimalnega pospeška v 50 letih na trdnih tleh, kar ustreza povratni dobi 475 let. Le Portugalska se je odločila za manjše tveganje – za povratno dobo 1000 let, kar ustreza verjetnosti prekoračitve slabih 5 % v 50 letih. Karte intenzitete (praviloma za neka »povprečna« ali »srednja« tla) so večinoma narejene ali za povratno dobo 500 let (verjetnost prekoračitve približno 9,5 % v 50 letih) ali za največjo pričakovano intenziteto. Albanija se je odločila za verjetnost prekoračitve vrednosti makroseizmične intenzitete 30 % v 100 letih (kar ustreza verjetnosti

prekoračitve dobrih 16 % v 50 letih oz. povratni dobi 281 let) na »srednjih« tleh, Bolgarija pa za povratno dobo 1000 let.

Formalno-pravno bo v Evropi razmere na področju potresno odporne gradnje in s tem tudi na področju obravnavanja potresne nevarnosti uredil skupni evropski standard EC8. Ker precej držav (predvsem vse tiste, katerih predpisi temeljijo na intenzitetnih kartah) še ni uskladilo načina obravnavanja potresne nevarnosti z EC8, bodo to morale storiti, če se bodo odločile za sprejetje EC8 kot svojega nacionalnega standarda. Slovenija je med prvimi evropskimi državami, ki so se odločile za sprejem evropskega standarda kot predpisanega nacionalnega standarda.

V večini primerov uporabe evropskega standarda EC8 (na te se nanaša prispevek) določa potresno nevarnost en sam parameter oz. veličina, in sicer referenčni maksimalni pospešek tal na tleh tipa A. Ta se lahko dobi s karte potresne nevarnosti v nacionalnem dodatku. Vrednost maksimalnega pospeška na karti je vrednost projektnega pospeška na tleh tipa A pri faktorju pomembnosti 1; to je faktor za (običajne) stavbe v II. kategoriji pomembnosti. Pri drugih vrednostih faktorja pomembnosti dobimo projektni pospešek na tleh tipa A tako, da vrednost na karti pomnožimo s faktorjem pomembnosti. Taka vrednost ustreza povratni dobi oz. verjetnosti prekoračitve, ki je večja ali manjša od referenčne povratne dobe.

Slovenija je kot ena prvih evropskih držav sprejela EC8 še kot predstandard (SIST, 2001), ki pa ni bil sprejet s predpisom in je zato njegova uporaba sicer priporočena, vendar prostovoljna Komisija, ki jo sestavljajo priznani slovenski strokovnjaki s področja potresnega inženirstva, je že pripravila strokovni prevod evropskega standarda (CEN, 2003) kot slovenski standard. V priloženem nacionalnem dodatku je med drugim določila 10 % verjetnost prekoračitve referenčnih vrednosti maksimalnega pospeška na tleh tipa A v 50 letih oz. referenčno povratno dobo 475 let kot potresno tveganje na ozemlju Slovenije. Standard (prevod EC8 in nacionalni dodatek) bo začel obvezno veljati s predpisom 1. 1. 2008. Karto potresne nevarnosti za omenjeno tveganje je kot karto projektnega pospeška tal za trdna tla (tla tipa A po opredelitvi EC8) že leta 2001 izdala nekdanja Uprava za geofiziko na Ministrstvu za okolje in prostor kot prilogo k takrat izdanemu in trenutno še vedno veljavnemu slovenskemu predstandardu EC8 (SIS, 2001). Zaradi razlogov, ki so naštetih v nadaljevanju, je treba ugotoviti, ali je ta karta v nespremenjeni obliki še primerna kot priloga k omenjenemu slovenskemu standardu, ki bo s predpisom zamenjal dosedanje akte.

Karte potresne nevarnosti

ZDA in Kanade

Pri ocenjevanju potresne nevarnosti se evropski strokovnjaki večinoma zgledujejo po postopkih, ki so jih razvili v ZDA. Tudi evropski standard EC8 v precejšnji meri upošteva strokovna merila, ki so podlaga ameriškim predpisom za potresno odporno projektiranje. Zato v nadaljevanju opisujem, kako poteka dopolnjevanje in spreminjanje kart v ZDA (Frankel in drugi, 2000; domača spletna stran »United States Geological Survey – USGS«).

Podlaga predpisov za potresno odporno gradnjo v ZDA so strokovna merila, ki jih opredeljujejo NEHRP priporočila za potresne predpise za nove stavbe in druge zgradbe (NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures – FEMA 302) ter spremljajoči komentar (FEMA 303). (Opomba: NEHRP pomeni National Earthquake Hazards Reduction Program, FEMA pa Federal Emergency Management Agency). Dokument NEHRP iz leta 1997 in 2000 je priporočal 10 % verjetnost prekoračitve v 50 letih oziroma povratno dobo 475 let. Geološki zavod ZDA (United States Geological Survey – USGS) je leta 1996 izdelal karto potresne nevarnosti za maksimalni pospešek tal ter karte spektralnega pospeška za nihajne čase 0,2, 0,3 in 1,0 s za 10 % verjetnost prekoračitve v 50 letih na trdnih tleh. Poleg naštetih uradnih kart so za primerjavo in kot možnost izbire izdelali podobne karte še za 5 % in 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih.

Konec leta 2002 je USGS posodobil karte, naslednje leto pa so v novem dokumentu NEHRP za večji del ZDA priporočili 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih. Temeljni karti za projektiranje sta karti spektralnega pospeška za nihajna časa 0,2 s in 1 s. Na območjih z veliko seizmičnostjo, kjer obstajajo razmeroma pogosti značilni (karakteristični) potresi na znanih potresno dejavnih prelomih, npr. v obalni Kaliforniji, pa novi dokument NEHRP priporoča, da se neposredno določijo največja pričakovana potresna gibanja tal. Vse spektralne karte iz leta 1996 in leta 2002 so izdelane za 5 % kritično dušenje. Leta 2008 naj bi izšla nova določila NEHRP, ki bodo temeljila na določilih ASCE 7-05, ki jih je pripravilo Ameriško društvo za gradbeništvo ASCE (American Society of Civil Engineering), v katerih glede opredeljevanja potresne nevarnosti ni bistvenih sprememb.

Zanimiv in poučen je tudi vpogled v razmere v Kanadi (Adams in Halchuk, 2005; domača spletna stran »Earthquakes Canada«), kjer je potresno odporna gradnja v preteklem desetletju temeljila na zakonu o graditvi iz leta 1995 (The National Building Code of Canada), desetletje pred tem pa na zakonu iz leta 1985. K obema sta bili priloženi karta maksimalne hitrosti tal in karta maksimalnega pospeška tal, obe za 10 % verjetnost prekoračitve v 50 letih na trdnih tleh. Karti

nespremenjeni veljata že od leta 1985. Leta 2003 so bile izdelane nove karte potresne nevarnosti Kanade (Adams in Halchuk, 2005) kot priloga k novim določilom za potresno odporno gradnjo, ki so vključena v zakon o graditvi iz leta 2005. Novi zakon bo začel veljati veljavo, ko ga bodo sprejele posamezne province. Nove karte so izdelane za maksimalni pospešek tal in spektralni pospešek (pri 5 % kritičnem dušenju) za dva izbrana nihajna časa (0,2 s in 1 s) za 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih na trdnih tleh.

Primerjava stanja v ZDA in Kanadi pove, da v ZDA razmeroma pogosto dopolnjujejo in spreminjajo določila o potresno odporni gradnji (od 3 do 5 let) ter redno posodabljujejo karte potresne nevarnosti, v Kanadi pa se predpisi spreminjajo vsakih 10 let, karte potresne nevarnosti pa v povprečju še redkeje. Skupno obema državama na področju potresno odporne gradnje je zmanjšanje tveganja na 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih ter uporaba kart spektralnega pospeška za nihajna časa 0,2 s in 1 s.

Izbira potresnega tveganja

Gospodarnost potresno odporne gradnje se pogosto navaja kot glavni dejavnik pri odločanju za večje ali manjše potresno tveganje. Zaradi pomanjkanja podatkov in ker nisem strokovnjak niti na področju gradbeništva niti na področju ekonomije, tu navajam le nekatere splošne ugotovitve. Pri utemeljevanju »prevelikih stroškov« se navadno ne izhaja iz izsledkov ustrezne raziskave, ampak se kvečjemu navaja neke splošne, večinoma zastarele podatke. Zato bi bilo zanimivo vedeti, kolikšne stroške bi zahtevala večja ali manjša potresna odpornost neke načrtovane stavbe glede na njeno celotno gradbeno ceno in (kar se mi zdi še pomembnejše) kolikšen bi bil njen delež v skupni vrednosti stavbe in njene vsebine, ko bi bila v polni uporabi. Menim namreč, da bi bilo treba pri odločanju o višini potresnega tveganja upoštevati celotno vrednost stavbe, njene vsebine in uporabe.

V sedanjem času vrednost nekonstrukcijskega gradbenega dela stavbe in še posebej vrednost raznih vodov in napeljav (električna in vodovodna napeljava, radiatorsko, talno in konvekcijsko ogrevanje, hlajenje, telefonski in računalniški vodi, domofoni itd.) skupaj z vrednostjo pripadajočih naprav, vrednost keramičnih in drugih oblog itd. zelo hitro narašča. Če upoštevamo še vedno bogatejše notranje opremljanje in razno drugo imetje, je ne glede na izboljševanje kakovosti konstrukcije njen delež v celotni vrednosti zgradbe in njene vsebine vedno manjši. Ob dejstvu, da je strošek za zagotavljanje potresne odpornosti le delček cene konstrukcije, je zavračanje prehoda na manjše potresno tveganje tudi ekonomsko vedno manj utemeljeno. Te ugotovitve veljajo za države z razmeroma visokim bivalnim standardom, kamor se Slovenija že prišteva. Čeprav se obravnavanje v prispevku nanaša predvsem na navadne stavbe, bi lahko ob morebitnem potresu k škodi na objektu in njegovi

vsebinski v nekaterih primerih prišteli še izgube zaradi začasne ali stalne nezmožnosti njene uporabe.

Pri izbiri večjega potresnega tveganja je delček krivde morda tudi na nerazumevanju oz. precenjevanju pojma povratna doba. Medtem ko je povratna doba 475 let (10 % verjetnost prekoračitve v 50 letih) v splošnem sprejemljivo »obdobje tveganja«, se zdi povratna doba 2475 let (2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih) pretiravanje. Priznani angleški strokovnjak s področja potresnega inženirstva Bommer je glede pojma povratne dobe zapisal: "...povratna doba ni enako kakor obdobje ponavljanja potresov. Povratna doba je verjetno zavajajoč pojem, ker precenjuje časovno enoto; ni nič več in nič manj kakor obratna vrednost letne pogostosti prekoračitve ..." (Bommer, 2003). V povezavi z novimi določili za potresno odporno gradnjo in novimi kartami potresne nevarnosti se zato v ZDA in Kanadi izogibajo pojmu povratna doba in navajajo samo pogostost oziroma verjetnost prekoračitve.

Večina evropskih držav razmeroma hitro sledi razvoju obravnavanja potresne nevarnosti na severnoameriški celini, precej večji pa je zaostanek Evrope pri formalnopравnem uveljavljanju ustreznih meril za potrebe potresno odporne gradnje, kar potrjujejo tudi dolgoletne priprave evropskega standarda EC8. Kaže, da bo še večji zaostanek zahteval morebitni prihodnji prehod Evrope in Evropske unije z 10 % na manjše, npr. 2 % potresno tveganje. Treba je dodati, da tudi v ZDA in Kanadi do strokovne odločitve za zmanjšanje potresnega tveganja z 10 % na 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih ni prišlo preprosto, zakonska uveljavitev pa bo prav tako zahtevala še nekaj časa.

Razlogi za posodobitev kart(e) potresne nevarnosti

Dejavniki, ki vplivajo na ponovno ovrednotenje potresne nevarnosti in posledično na posodobitev pripadajočih kart, so lahko pravno-formalni, strokovni, gospodarski ali politični. V tem prispevku se bomo omejili na pravno-formalne in strokovne dejavnike s posebnim poudarkom na (trenutnih) razmerah oziroma potrebah v Sloveniji.

Pravno-formalne zahteve

V Sloveniji je treba preveriti državne karte potresne nevarnosti:

- I. najpozneje v roku 5 let po izidu zadnje veljavne karte (ZS SFRJ, 1987; interna zaveza MOP – Agencije RS za okolje),
- II. po močnem potresu na ozemlju Slovenije (ZS SFRJ, 1987; interna zaveza MOP – Agencije RS za okolje),
- III. ob spremembi določil v nacionalnem dodatku slovenskega standarda EC8 (novo),
- IV. ob spremembi evropskega in s tem slovenskega standarda EC8 (novo).

Še vedno veljavna intenzitetna karta je bila izdelana leta 1987 (Ribarič in drugi, 1987), v uradni veljavi pa je od leta 1900 dalje skupaj s pravilnikom iz leta 1981. Karta ni bila posodobljena, ker je evropski predstandard EC8 predvidel karto projektnega pospeška (CEN, 1994). Priprave na izdelavo karte projektnega pospeška so potekale od leta 1995 naprej, karta pa je bila izdelana leta 2001 (Lapajne in drugi, 2002). Od takrat je karta skupaj s slovenskim predstandardom Eurocode 8 (SIST, 2001) v prostovoljni uporabi vzporedno z omenjenim pravilnikom in intenzitetno karto. Ker se letos izteka petletno obdobje uporabe karte, je tako izpolnjena I. zahteva za njeno preverbo. Izpolnjena pa je tudi II. zahteva, saj je bil 12. julija 2004 v Posočju močan potres. S 1. 1. 2008 pričakujemo uveljavitev slovenskega standarda EC8 skupaj z nacionalnim dodatkom, ki bo zamenjal predstandard iz leta 2001 in pravilnik iz leta 1981, saj bo obvezna raba standarda določena s predpisom. Standard bo glede na predstandard EC8 iz leta 1994 prinesel tudi nekatere spremembe v poimenovanjih, ki so povezane s karto potresne nevarnosti. Zato bosta formalno izpolnjeni tudi III. in IV. zahteva.

Strokovni dejavniki

V povezavi s I. in II. formalno-pravno zahtevo odločajo o morebitnih spremembah kart in o njihovem obsegu naslednji strokovni dejavniki:

A. podatkovni:

- novi seizmološki podatki,
- novi geološko tektonski podatki,
- drugi novi podatki (npr. geodetski, geomehanski);

B. modelni:

- nov(-i) seizmotektonski model(i),
- nove uteži modelov porazdelitve nadžarišč,
- novi modeli porazdelitve nadžarišč,
- nov (-i) model(i) pojemanja,
- novi parametri glajenja,
- nov(-i) postopek(-ki) glajenja;

C. metodološki:

- dopolnitev postopka,
- izboljšava postopka,
- nov postopek.

Pri (novih) podatkih je pomembno, ali so regionalni ali lokalni. Prvi omogočajo celovito obravnavanje državne karte potresne nevarnosti, lokalni pa le na določenem območju. Pomemben vir podatkov so zapisi potresnih opazovalnic, pri čemer so še posebej pomembni zapisi v bližini potresnih žarišč večjih potresov. Potres v Posočju leta 1998 je odločilno prispeval k temu, da ima danes Slovenija razmeroma gosto državno mrežo potresnih opazovalnic. Poleg tega je bilo na širšem potresnem območju postavljenih tudi nekaj lokalnih potresnih opazovalnic. Zato je bil potres 12. julija 2004 razmeroma dobro instrumentalno zabeležen in je prispeval nekaj pomembnih novih lokalnih podatkov in spoznanj (Fajfar

in drugi, 2004; Lapajne, 2005; Vidrih, 2005), ki so poleg ugotovitev ob potresu leta 1998 dobra podlaga za ponovno obravnavanje potresne nevarnosti na prizadetem območju. Novi seizmološki podatki so prispevali tudi k boljšemu poznavanju lokalnih geoloških in tektonskih razmer. S tem sta strokovno podprta tudi I. in II. formalno-pravni razlog za preverjanje potrebe po spremembi državne karte potresne nevarnosti vsaj na manjšem območju.

III. in IV. Formalno-pravna zahteva nimata dodatne strokovne utemeljitve, saj je bila karta potresne nevarnosti iz leta 2001 že narejena v skladu s strokovnimi določili novega standarda in sprejetimi vrednostmi v nacionalnem dodatku, ki določajo potresno tveganje.

Možni kratkoročni ukrepi

V prejšnjem poglavju smo ugotovili, da so izpolnjene vse pravno-formalne zahteve za preveritev karte potresne nevarnosti iz leta 2001, na voljo je pa tudi nekaj pomembnih novih, predvsem seizmoloških in geološko tektonskih podatkov. Na podlagi izsledkov celovitega ovrednotenja novih in starih podatkov bo mogoče izbirati med naslednjimi možnostmi ponovnega lokalnega ali regionalnega ovrednotenja potresne nevarnosti:

1. dosedanja državna karta ostaja v veljavi in se skupaj s tolmačem formalno uskladi z novimi določili EC8: 1.1 sedanje karte in tolmač ostanejo nespremenjeni in se spremembe objavijo v uradnem listu, ali 1.2 karte in tolmač se ponovno natisnejo s poimenovanji in besedilom, ki je v skladu z novim standardom;
2. vrednosti na dosedanji državni karti se spremenijo na po potresu prizadetem območju in karta se skupaj s tolmačem formalno uskladi z določili standarda EC8;
3. vrednosti na dosedanji državni karti se v večjem delu ali v celoti spremenijo in karta s tolmačem se formalno uskladi z določili standarda EC8,

Najmanj, kar je treba storiti, je formalna uskladitev karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001 in pripadajočega tolmača (Lapajne in drugi, 2002) s prihodnjim slovenskim standardom EC8. Formalna uskladitev dejansko pomeni le spremembo nekaterih poimenovanj. Tako je treba npr.:

- namesto »projektni pospešek tal« uporabiti »referenčne vrednosti maksimalnega pospeška tal na tleh tipa A«;
- namesto »povratna doba« uporabiti »referenčna povratna doba«;
- namesto »verjetnost prekoračitve v 50 letih« uporabiti »referenčna verjetnost za prekoračitev v 50 letih«;
- namesto »vrsta tal« uporabiti »tip tal«.

Na karti je naveden tudi naslov v angleščini. Zato je treba:

- namesto »design ground acceleration in rock or firm soil« uporabiti »reference peak ground acceleration on type A ground«,
- namesto »return period« uporabiti »reference return period«.

Zaradi nekaterih pomembnih podatkov in spoznanj na območju, ki sta ga prizadela potresa v letih 1998 in 2004 (pa tudi potresi leta 1976 z žarišči v Furlaniji), bi bilo treba neodvisno od odločitve v zvezi z državno karto izdelati karto potresne mikrorajonizacije tega območja oziroma občin Bovec, Kobarid in Tolmin. Na tem območju pridobljene podatke in spoznanja je namreč mogoče upoštevati v državni karti potresne nevarnosti morda le delno. Zato bi bilo treba h gornjim trem naštetim možnostim dodati še:

4. izdelava se karta potresne mikrorajonizacije območja, ki so ga prizadeli potresi v letih 1976, 1998 in 2004, s pripadajočim tolmačem; karta se izdelava v skladu z EC8.

Poleg upoštevanja vrste tal z zvajanjem na ravno površje bi bilo treba raziskati možnost vključitve tudi drugih pomembnih lokalnih dejavnikov (brežin, topografije, položaja potresnega preloma oz. prelomov, usmerjenosti potresnega prelomnega pretrga).

Z razpoložljivim programskim orodjem in podatki bi lahko brez posebnih težav izračunali naslednje informativne državne karte potresne nevarnosti:

5. 5.1 karto maksimalnega pospeška za 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih, ki bi bila na voljo tudi kot možnost prostovoljne izbire investitorju, če bi se želel odločiti za večjo varnost oz. potresno odpornost načrtovane stavbe in 5.2 karti spektralnega pospeška za dva nihajna časa (npr. 0,3 s in 1 s) za 2 % verjetnost prekoračitve v 50 letih.

Primerjava teh kart s pripadajočimi kartami za 10 % verjetnost prekoračitve v 50 letih bi pokazala, kaj pomeni zmanjšanje tveganja z 10 % na 2 %.

Za lažjo primerjavo potresne nevarnosti v Sloveniji s potresno nevarnostjo v državah Evropske unije bi bila koristna:

6. karta maksimalnega pospeška za model pojemanja ASB (Ambraseys, Simpson, Bommer, 1996) in/ali za njegovo zadnjo različico - model ADSS (Ambraseys, Douglas, Sarma, Smit, 2005a; 2005b); ASB je trenutno najpogostje uporabljen model pojemanja v Evropi, pričakujemo pa lahko, da ga bo v prihodnje nadomestil model ADSS (v dosedanjih kartah potresne nevarnosti Slovenije je uporabljen model SP - Sabetta in Pugliese, 1996).

Srednjeročni ukrepi

V naslednjem petletnem obdobju (neobvezen časovni okvir, ki omogoča lažje načrtovanje), se pravi do ponovnega preverjanja kart(e), bi kazalo pripraviti izboljšane temeljne vhodne podatke za ponovni izračun potresne nevarnosti na ozemlju Slovenije in zamenjavo obstoječih kart potresne nevarnosti – karte referenčnih vrednosti maksimalnega pospeška za referenčno povratno dobo 475 let in obstoječih kart informativnega značaja – karti za povratno dobo 1000 in 10.000 let ter spektralni karti za nihajna časa 0,3 s in 1 s z novimi (če ne bo medtem prišlo do sprememb v standardu ali v nacionalnem dodatku). Temeljna vhodna podatka za (do)sedanje izračune in izdelavo obstoječih kart sta katalog potresov (Živčič, 1992 s poznejšimi dopolnitvami) in seizmotektonski model (Poljak, 1998; Poljak in drugi, 2000). Oba vhoda bi morda lahko v naslednjih petih letih bistveno izboljšali, tudi če v tem času ne bo večjega potresa.

Uporabljeni katalog potresov vključuje poleg kataloga slovenskih potresov (Ribarič, 1982, 1992, 1994) še kataloge sosednjih dežel. Avtor skupnega kataloga je sicer nekoliko prečistil podatke različnih virov in poenotil potresno magnitudo in intenziteto (najnovejša prečiščena različica kataloga je iz leta 2006), ni pa preveril količinskih ovrednotenih zgodovinskih opisov potresov v izvornih katalogih, saj bi to zahtevalo večletno skupinsko delo. Večinoma je vsak od teh katalogov večdesetletno delo enega samega avtorja in je zato v količinskih ovrednotenjih zgodovinskih opisov potresov precej subjektivnih predpostavk. Zato je možnost manjših in tudi večjih napak razmeroma velika. Ob današnjem poznavanju seizmičnosti in seizmotektonike bi bilo mogoče zgodovinske opise ustreznejše in objektivnejše količinsko ovrednotiti. Ker temeljijo sedanji verjetnostni postopki ocenjevanja potresne nevarnosti večinoma na naboru zgodovinskih potresov, bi lahko ponovno temeljito ovrednotenje le-teh bistveno prispevalo k izboljšanju ocenjevanja in zmanjšanju negotovosti ocen. Novi geološki in predvsem tektonski podatki in nova spoznanja bi lahko pomembno izboljšala tudi drug vhodni podatek – seizmotektonski model. Nova državna mreža potresnih opazovalnic naj bi skupaj z lokalnimi opazovalnicami v daljšem času prispevala pomembne podatke za povezavo prelomov in potresov, ki bodo omogočili izdelavo boljšega seizmotektonskega modela, koristila pa bodo tudi ponovnemu ovrednotenju zgodovinskih potresov.

Sklepne misli

Formalno-pravne zahteve in nekateri strokovni razlogi utemeljujejo takojšnjo presojo obstoječe karte potresne nevarnosti Slovenije ter ugotovitev potrebe po njeni spremembi ali pa potrditev njene primernosti za uporabo za obdobje naslednjih 5 let ali do izpolnitve kake druge formalne zahteve ali strokovnih razlogov. Vsekakor je treba karto in pripadajoči tolmač vsaj formalno

uskladiti z besedilom novega slovenskega standarda pred njegovim izidom. Ne glede na usodo te karte bi bilo koristno za primerjavo in morebitne ocene povečanja stroškov potresno odporne gradnje pri različnih ravneh tveganja izdelati različne neuradne informativne karte za 2 % verjetnost prekoračitve na tleh tipa A v 50 letih in za lažjo primerjavo z drugimi evropskimi državami neuradno karto maksimalnega pospeška tal na tleh tipa A za model pojemanja ASB. Nujna je čimprejšnja potresna mikrorajonizacija območja, ki so ga prizadeli potresi v letih 1976, 1998 in 2004, ki bo v skladu z EC8. Pri tem bi bilo treba poleg ugotavljanja različnih tipov tal raziskati tudi možnost vključitve drugih pomembnih dejavnikov. Prihodnje petletno obdobje ponuja priložnost za temeljitejšo pripravo seizmološkega in seizmotektonskega vhoda za ponovni izračun potresne nevarnosti na celotnem ozemlju Slovenije.

Viri in literatura

1. Adams, J., Halchuk, S., 2005. Fourth generation seismic hazard maps of Canada: Values for over 650 Canadian localities intended for the 2005 National Building Code of Canada. Geological Survey Open File 4459, 155 str.
2. Ambraseys, N. N., Simpson, K. A., Bommer, J. J., 1996. Prediction of horizontal response spectra in Europe. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 25, 371-400.
3. Ambraseys, N. N., Douglas, J., Sarma, S. K., Smit, P. M., 2005a. Equations for the Estimation of Strong Ground Motions from Shallow Crustal Earthquakes Using Data from Europe and the Middle East: Horizontal Peak Ground Acceleration and Spectral Acceleration. *Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol. 3, 1-53.
4. Ambraseys, N. N., Douglas, J., Sarma, S. K., Smit, P. M., 2005b. Equations for the Estimation of Strong Ground Motions from Shallow Crustal Earthquakes Using Data from Europe and the Middle East: Vertical Peak Ground Acceleration and Spectral Acceleration. *Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol. 3, 55-73.
5. Boomer, J. J., 2003. Uncertainty about the uncertainty in seismic hazard analysis. *Engineering Geology*, 70, 165-168.
6. CEN, 1994. Eurocode 8 – Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-1: General rules - Seismic actions and general requirements for structures, European Prestandard (ENV) 1988-1-1, European Committee for Standardization, pp. 25, Brussels.
7. CEN, 2003. Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, European standard, prEN 1998-1: 2003, Stage 49 draft, European Committee for Standardization, Brussels.
8. Domača spletna stran »Earthquakes Canada«.
9. Domača spletna stran »United States Geological Survey – USGS«.

10. Fajfar, P., Dolšek, P., Fischinger, M., Peruš, I., Poljanšek, K., 2004. Uvajanje standarda Evrokod 8 v Sloveniji, Potresna obtežba, Raziskovalno-razvojna naloga, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo.
11. Frankel, A., C. Mueller, T. Barnhard, E. Leyendecker, R. Wesson, S. Harmsen, F. Klein, D. Perkins, N. Dickamn, S. Hanson and M. Hopper, 2000. USGS national seismic hazard maps. Earthquake spectra 16, 1–20.
12. 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.
13. Lapajne, J., 2005. Potres 12. julija 2004 v Posočju in karta potresne nevarnosti – vpliv zmanjšanja potresne odpornosti in usmerjenosti pretrga. Ujma 19, 74-80.
14. Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2002. Karte potresne nevarnosti Slovenije. V: Ušeničnik, B. (gradivo zbral in uredil), Nesreče in varstvo pred njimi, Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, 241–245.
15. Poljak, M., 1998, Količinski seizmotektonski model Slovenije. Geološki zavod Ljubljana - Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
16. Poljak, M., Zupančič, P., Lapajne, J. K., Šket Motnikar, B., 2000. Seismotectonic input for spatially smoothed seismicity approach. Proceedings of the Workshop Seismicity modeling in seismic hazard mapping, Poljče, Slovenia, May 22-24, 117-124.
17. Ribarič, V., 1982, Seizmičnost Slovenije - Katalog potresov. Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 649 str.
18. Ribarič, V., 1992, Seizmičnost Slovenije - Katalog potresov, Dodatek 1. Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 145 str.
19. Ribarič, V., 1994. Seizmičnost Slovenije - Katalog potresov, Dodatek 2. Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 91 str.
20. 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.
21. Sabetta, F., Pugliese, A., 1996. Estimation of Response Spectra and Simulation of Nonstationary Earthquake Ground Motions. Bull. Seism. Soc. Am. 86, 337–352.
22. SIST, 2001. Slovenski predstandard Eurocode 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij. Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.
23. 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).
24. Vidrih, R., 2005. Potres 12. julija 2004 v zgornjem Posočju. Ujma 19, 60–73.
25. Živčič, M., 1992, Katalog potresov. Dodatek k: Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, Verjetnostna ocena potresne nevarnosti na lokaciji Nuklearne elektrarne Krško, Revizija 1, Končno poročilo, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, 1994 (s poznejšimi dopolnitvami).