



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE  
ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE

Izpostava Trbovlje

Ulica 1. Junija 19, 1420 Trbovlje

T: 03 563 15 35

F: 03 562 66 73

E: gp.tr@urszr.si

www.sos112.si/trbovlje

Številka: 842-28/2014-1 - DGZR

Datum: 23.12.2014

# OCENA POTRESNE OGROŽENOSTI V ZASAVSKI REGIJI

Verzija 2.0

	Organ	Podpis odgovorne osebe
Izdelal	Izpostava URSZR Trbovlje	Boštjan Breznikar Vodja Izpostave
Sprejel	Izpostava URSZR Trbovlje	Boštjan Breznikar Vodja Izpostave

## KAZALO

1	UVOD	3
1.1	Splošno o potresih	3
1.2	Zakonodaja o potresno odporni gradnji	4
2	SPLOŠNE ZNAČILNOSTI POTRESOV	5
2.1	Žarišče in nadžarišče potresa	5
2.2	Globina potresnega žarišča	5
2.3	Potresni ali seizmični valovi	5
2.4	Intenziteta potresa (stopnja potresnih učinkov)	5
2.5	Državna mreža potresnih opazovalnic	7
3	VIRI OZIROMA VZROKI NASTANKA POTRESA	9
3.1	Vzroki za nastanek potresa	9
3.2	Geotektonske enote in tektonski prelomi Slovenije	9
4	POTRESNA NEVARNOST SLOVENIJE	12
4.1	Ocenjevanje potresne nevarnosti	12
4.2	Karta projektnega pospeška tal	12
4.3	Nova karta potresne intenzitete	13
4.4	Potresno najbolj nevarna območja po novi karti potresne intenzitete	14
4.5	Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa	14
5	POGOSTOST POJAVLJANJA POTRESA	15
5.1	Povratna doba in ponovljivost potresov	15
5.2	Močni potresi v preteklosti	15
6	POTRESNA OGROŽENOST	17
6.1	Gostota in razporeditev naseljenosti	17
6.2	Čas potresa	18
6.3	Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja	18
6.4	Ogroženost kulturne dediščine	19
6.5	Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov	20
7	POTRESNA OGROŽENOST OBČIN ZASAVSKE REGIJE IN IZPOSTAVE URSZR TRBOVLJE	22
7.1	Razvrščanje občin	22
7.2	Razvrstitev regije	24
8	POTRESNA ODPORNOST	26
8.1	Potresna odpornost objektov	26
9	NASTANEK VERIŽNIH NESREČ OB POTRESU	29
9.1	Požari in eksplozije	29
9.2	Nesreče z nevarnimi snovmi	29
9.3	Plazovi, podori in poplave	30
9.4	Bolezni ljudi in živali	32
10	ZAKLJUČEK REGIJSKE OCENE POTRESNE OGROŽENOSTI	33
11	RAZLAGA POJMOV IN KRAJŠAV	34
12	PRILOGE	36

## 1 UVOD

Oceno potresne ogroženosti za zasavsko regijo (verzijo 2.0) je izdelala Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR), Izpostava Trbovlje na podlagi Ocene potresne ogroženosti Republike Slovenije, Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 51/06 – uradno prečiščeno besedilo, s spremembami in dopolnitvami), Navodila o izdelavi ocene ogroženosti (Uradni list RS, št. 39/95) in Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12).

Ocena potresne ogroženosti za zasavsko regijo je usklajena z Oceno potresne ogroženosti Republike Slovenije.

Oceno potresne ogroženosti za zasavsko regijo je podlaga za izdelavo regijskega načrta zaščite in reševanja ob potresu v zasavski regiji.

S sprejetjem te ocene ogroženosti preneha veljati Ocena potresne ogroženosti za zasavsko regijo iz leta 2006.

### 1.1 Splošno o potresih

Potres je naravni pojav, ko v Zemljini notranjosti pride do nenadne sprostitve nakopičenih elastičnih napetosti, pri katerem se sproščena energija razširja v obliki seizmičnega valovanja. Ko potresno valovanje doseže površje z zadostno energijo, da povzroči neželene posledice na ljudi, objekte ali naravo, govorimo o potresu kot o naravni nesreči.

Večina potresov, med njimi tudi najmočnejših, nastaja kot posledica notranje Zemljine dinamike globoko pod površjem (tektonski potresi). Litosferske plošče se počasi premikajo. Pri tem prihaja do medsebojnih trčenj in s tem povezanih deformacij. Posledica je kopičenje napetosti, ki se občasno hipoma sprosti v obliki potresa.

Potresa ni mogoče napovedati. Sodobna znanost nima in zagotovo še dolgo ne bo imela orodij, s katerimi bi lahko določila kraj, velikost in čas nastanka potresa z natančnostjo, ki bi imela praktičen pomen. Vsaka, tudi majhna napaka pri napovedi katerega koli od teh treh elementov bi imela zelo slabe, lahko tudi katastrofalne posledice.

Potres je eden izmed pojavov v naravi, katerega človek ne more nadzorovati oziroma kontrolirati, lahko pa ga zelo dobro meri. Kljub temu ni možno napovedati časa in zaradi tega potres vedno spremlja visoka stopnja presenečenja in negotovosti, saj udari nenadoma in nepredvidljivo.

Razviti so postopki, s katerimi se določi območja, kjer se potres lahko pojavi. Lahko se oceni največjo magnitudo, ki jo z določeno verjetnostjo moč pričakovati in oceni obseg škode, ki bi jo potres na nekem območju lahko povzročil.

Pomembno je predvsem ocenjevanje potresne nevarnosti, ki je podlaga za potresno odporno gradnjo stavb. Potresna nevarnost se oceni s pomočjo podatkov o potresih iz preteklosti in geoloških značilnosti ozemlja. Na osnovi tega se pripravijo karte potresne nevarnosti, iz katerih pa je razvidno, da je vsa Slovenija na potresno nevarnem območju, vendar so nekateri predeli vseeno bolj potresno nevarni kot drugi. Karte povedo, kako močne potrese in kakšne učinke je moč pričakovati na nekem območju, ne pa tega, kdaj bo do tako močnega potresa prišlo.

## 1.2 Zakonodaja o potresno odporni gradnji

Po potresu v Ljubljani leta 1895 so izšli prvi tehnični predpisi – »Stavbinski red za občinsko ozemlje deželnega stolnega mesta Ljubljane« (Deželni zakonik št. 28, XXI. kos, 10. junij 1896, Ljubljana). V tem predpisu so bili zajeti konstruktivni napotki.

Leta 1948 so izšli »Začasni tehnični predpisi za obremenitev zgradb« (UL SFRJ, št. 61/48). Objekti, grajeni po tem predpisu, so bili poddimenzionirani za prevzem ustreznih potresnih obremenitev.

Leta 1963 so bili v Sloveniji (Odredba o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih (Uradni list SRS 18/63) in leto kasneje na celotnem območju tedanje Jugoslavije (Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za gradnjo na seizmičnih področjih, UL SFRJ, št. 39/64) sprejeti tehnični predpisi, ki so zahtevali ustrezno potresno odporno projektiranje. Razvoj stroke je zahteval spremembe in tako je bil leta 1981 sprejet Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih področjih, ki so ga kasneje še dopolnjevali (UL SFRJ, št. 31/81, 49/82, 29/83, 21/88 in 52/90).

Konec leta 2005 je bil v Uradnem listu RS objavljen Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05), s katerim je Slovenija sprejela evropski standard za potresno odporno gradnjo Evrokod 8 oziroma EC8 (SIST EN-1998). Določeno je bilo prehodno obdobje do 1. 1. 2008, v katerem so se uvajale nove zahteve pri projektiranju stavb in je bila hkrati še dopustna gradnja po starih predpisih, torej na podlagi predpisa iz 1981, s spremembami in dopolnitvami. V prehodnem obdobju sta se lahko v Sloveniji uporabljali dve uradni karti potresne nevarnosti:

- karta potresne intenzitete za povratno dobo 500 let (Seizmološka karta SFR Jugoslavije in tolmač, 1987) skupaj s starimi predpisi ali
- karta projektne pospeška tal (Lapajne in drugi, 2001) skupaj s slovenskim oziroma evropskim standardom EC8.
- 

Od leta 2008 se za projektiranje uporablja karto projektne pospeška tal in Evrokod 8.

Leta 2011 je ARSO izdelala izdelalano karto potresne intenzitete s povratno dobo 475 let, uporabno le za potrebe civilne zaščite oziroma za sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (slika 5).

## 2 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI POTRESOV

### 2.1 Žarišče in nadžarišče potresa

Potres nastane v Zemljini notranjosti v prostoru, ki ga imenujemo žarišče potresa. Pri tektonskih potresih je to praviloma ob že obstoječih, vendar ne nujno tudi znanih prelomih. Točka, iz katere se je potresno valovanje začelo razširjati v vseh smereh, se imenuje hipocenter potresa (ali žarišče v ožjem pomenu besede). Nadžarišče ali epicenter potresa je točka na Zemljinem površju, ki je navpično nad hipocentrom.

### 2.2 Globina potresnega žarišča

Globine potresnih žarišč so na področju Slovenije omejene z debelino seizmično aktivne plasti v skorji. Zanesljivih podatkov o potresih z žarišči na globinah, večjih od debeline skorje, ni. Največja globina potresnih žarišč v Sloveniji je okoli 30 kilometrov. Šibki potresi nastanejo tudi na majhnih globinah zelo blizu površja, žarišča močnejših potresov pa nastajajo v globini med 5 in 15 kilometrov. Žariščna globina je pomemben dejavnik, ki vpliva na velikost učinkov potresa. Enako močan potres z globljim žariščem bo imel sorazmerno manjše učinke na površju, obenem pa bo čuten na širšem območju kot potres s plitvejšim žariščem.

### 2.3 Potresni ali seizmični valovi

- **Prostorski valovi**

Prostorski potresni valovi se razširjajo skozi prostor v vseh smereh. Glede na čas prihoda v neko točko se loči primarne in sekundarne, glede na način razširjanja valovanja pa na vzdolžne (longitudinalne) in prečne (transverzalne). Primarni ali vzdolžni valovi se širijo najhitreje (v Zemljini skorji s hitrostjo 4 do 7 km/s) in so prvi, ki jih potresne opazovalnice zabeležijo. Skozi trdne, tekoče ali plinaste snovi se širijo s stiskanjem ali raztezanjem medija, skozi katerega se gibljejo. Hitrost sekundarnih ali prečnih valov znaša navadno le okoli 60 % hitrosti primarnih (v skorji 2 do 5 km/s). Ti povzročajo izmikanje kamnin pravokotno na smer, v kateri se širijo. Potujejo le skozi trdne snovi.

- **Površinski valovi**

Površinski valovi se širijo od nadžarišča ob Zemljinem površju in njihova amplituda z globino hitro upada. So počasnejši kot prostorski valovi. Prostorski valovi na površini povzročajo sunke in tresenje, površinski pa valujoče ali zibajoče gibanje. Ti valovi po navadi povzročijo največ škode. Ločimo več vrst površinskih valov. Eni so počasnejši in se obnašajo kot vodni valovi ter povzročajo valovanje površja, ki se ga lahko ob močnih potresih tudi čuti in vidi. Drugi so strižne narave in povzročajo sunke levo-desno pravokotno na smer potovanja valov. Ti poškodujejo predvsem temelje stavb.

### 2.4 Intenziteta potresa (stopnja potresnih učinkov)

Za prebivalce je zelo pomemben podatek intenziteta potresa. To je mera za učinke potresa, ki so odvisni od njegove energije, žariščne razdalje in geoloških razmer. Ugotavlja se učinke potresa na predmete, ljudi, zgradbe in naravo. To je subjektivna ocena, ki fizikalno ni definirana.

V svetu je v uporabi več intenzitetnih lestvic. Najdlje je bila v uporabi 12-stopenjska lestvica MCS, ki jo je v začetku prejšnjega stoletja predlagal Mercalli, kasneje pa sta jo dopolnila še Cancani in Sieberg. Leta 1964 so Medvedev, Sponheuer in Karnik predstavili novo 12-stopenjsko lestvico MSK, ki je bila kasneje večkrat dopolnjena in je do nedavnega veljala tudi v Sloveniji.

Razvoj znanosti, predvsem pa tragične izkušnje ob poružitvah armirano betonskih konstrukcij, so »krivec« za uveljavitev nove lestvice in tako je v zadnjem času nastala 12-stopenjska evropska potresna lestvica EMS-98 (European Macroseismic Scale, v nadaljevanju besedila: EMS). Kratek opis EMS-98 je podan v preglednici 1.

EMS klasificira zgradbe po načinu gradnje in jih razvršča v šest razredov ranljivosti. V Evropi je največ zidanih in armiranobetonskih stavb, v manjši meri so prisotne tudi tiste z jeklenimi in lesenimi konstrukcijami. Poškodbe so razvrščene v pet razredov. Pojmi, ki se uporabljajo (posamezni, mnogi, večina), so kvantitativno opredeljeni. Besedilu lestvice so priložena obširna navodila za uporabo (Gruenthal ur., 1998).

<http://www.gfz->

[potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98Original\\_englisch\\_pdf?binary=true&status=300&language=de](http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98Original_englisch_pdf?binary=true&status=300&language=de).

Preglednica 1: Kratka oblika Evropske potresne lestvice EMS predstavlja zelo poenostavljen in posplošen pregled lestvice (vir: Gruenthal ur., 1998). Uporablja se jo za izobraževalne namene. Opomba: kratka oblika lestvice ne zadostuje za natančno opredelitev intenzitet.

EMS-98, intenziteta	Naziv	Značilni učinki (povzeto)
I	Nezaznaven	Ljudje ga ne zaznajo.
II	Komaj zaznaven	V hišah ga čutijo redki posamezniki v mirovanju.
III	Šibek	V zaprtih prostorih ga čutijo posamezniki. Mirujoči čutijo zibanje ali rahlo tresenje.
IV	Zmeren	V zaprtih prostorih ga čutijo mnogi, na prostem pa redki posamezniki. Posamezniki se zbudijo. Okna in vrata zaropotajo, posode zažvenketajo.
V	Močan	V zaprtih prostorih ga čuti večina, na prostem pa posamezniki. Mnogi se zbudijo. Posamezniki se prestrašijo. Ljudje čutijo tresenje celotne stavbe. Viseči predmeti vidno zanihajo. Majhni predmeti se premaknejo. Vrata in okna loputajo.
VI	Z manjšimi poškodbami	Mnogi ljudje se prestrašijo in zbežijo na prosto. Nekateri predmeti padejo na tla. Mnoge stavbe utrpijo manjše nekonstrukcijske poškodbe (lasaste razpoke, odpadanje manjših kosov ometa).
VII	Z zmernimi poškodbami	Večina ljudi se prestraši in zbeži na prosto. Stabilno pohištvo se premakne iz svoje lege in številni predmeti padejo s polic. Mnoge dobro grajene navadne stavbe so zmerno poškodovane: majhne razpoke v stenah, odpadanje ometa, odpadanje delov dimnikov; na starejših stavbah se lahko pojavijo velike razpoke v stenah in se porušijo predelne stene.
VIII	Z močnimi poškodbami	Mnogi ljudje s težavo lovijo ravnotežje. Pojavijo se velike razpoke na stenah mnogih stavb. Pri posameznih dobro grajenih navadnih stavbah se porušijo stene, slabo grajene stavbe se lahko porušijo.
IX	Rušilen	Splošna panika. Mnogi slabo grajeni objekti se porušijo. Tudi dobro grajene navadne stavbe so zelo močno poškodovane: porušitve sten in delne porušitve stavb.
X	Zelo rušilen	Mnogo navadnih dobro zgrajenih stavb se poruši.
XI	Uničujoč	Večina navadnih dobro zgrajenih stavb se poruši, uničene so celo nekatere stavbe z dobro potresno odporno konstrukcijo.
XII	Popolnoma uničujoč	Skoraj vse stavbe so uničene.

Barvna legenda:

zelena	ni učinkov
rumena	intenziteta se določa na podlagi učinkov na ljudi in predmete
rdeča	intenziteta se določa na podlagi učinkov na stavbe (poškodbe), ljudi in predmete

## 2.5 Državna mreža potresnih opazovalnic

Hitra in natančna določitev žarišča potresa je pomemben podatek za organiziranje učinkovite pomoči prebivalcem prizadetega območja. Poznavanje natančne lege žarišča potresa je pomembno tudi za ocenjevanje potresne nevarnosti posameznih območij.

**ARSO - Urad za seizmologijo in geologijo** ima v okviru zakonsko opredeljenih nalog ter na osnovi internih analiz o stanju na področju seizmološkega monitoringa ter ocenjevanja potresne dejavnosti v Sloveniji štiri osnovne naloge:

1. vzdrževanje državnega potresnega alarmnega sistema z **obveščanjem v stvarnem času**, ki temelji na samodejni obdelavi podatkov in na samodejnem posredovanju podatkov ustreznim službam;
2. čim natančnejše **opredeljevanje osnovnih potresnih parametrov** (predvsem koordinat nadžarišča, globine ter velikosti in obsega potresa) na podlagi globinskega geofizikalnega modela ozemlja Slovenije, ki je izdelan na podlagi potresnih zapisov državne mreže potresnih opazovalnic;
3. **stalno ocenjevanje in izpopolnjevanje državne karte potresne nevarnosti** za potrebe potresno odporne gradnje na podlagi natančnejšega poznavanja seizmotektonskih razmer na ozemlju Slovenije, kar omogočajo zapisi potresov državne mreže potresnih opazovalnic in
4. **povezava slovenskega državnega potresnega alarmnega sistema s potresnimi alarmnimi sistemi sosednjih držav** - predvsem z Avstrijo in Italijo.

Doseganje zgoraj opredeljenih ciljev je možno s sodobno državno mrežo 26-ih potresnih opazovalnic, katerih postavitev je bila zaključena leta 2006. Potresne opazovalnice so vključene v računalniško omrežje državnih organov, po katerem se prenašajo podatki v središče za obdelavo, ki je v Ljubljani. Takoj, ko podatki prispejo v središče, se prične avtomatska analiza in obveščanje seizmologov o morebitnih dogodkih.

- **Državni potresni alarmni sistem z obveščanjem v stvarnem času**

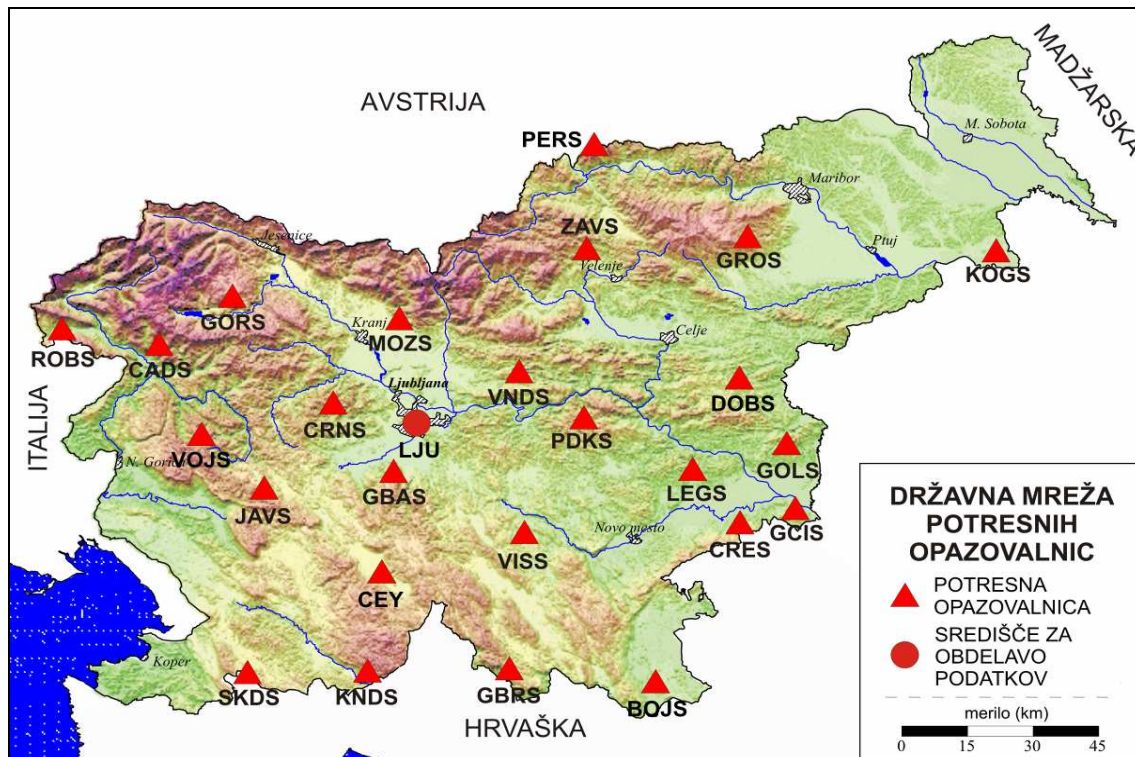
Zahtevam po obveščanju v stvarnem času ter samodejni obdelavi podatkov in njihovo posredovanje ustreznim službam (porabnikom) je možno zadostiti z ustrežno sodobno seizmološko in računalniško opremo ter s primerno organizacijo upravljanja in vodenja mreže potresnih opazovalnic. Mreža potresnih opazovalnic omogoča samodejno obveščanje javnosti z preliminarnimi opredelitvami osnovnih značilnosti potresa najkasneje v 10 minutah po potresu.

- **Opredeljevanje osnovnih potresnih parametrov**

Število in porazdelitev potresnih opazovalnic sta odvisna od ocenjene potresne nevarnosti in ogroženosti, velikosti opazovanega področja in namena zbiranja podatkov. Dokaj natančna opredelitev položaja žarišča temelji na poznavanju časa, ki ga je potresno valovanje potrebovalo za pot od žarišča do potresnih opazovalnic. Natančnost opredelitve potresnih količin (koordinate nadžarišča potresa, žariščna globina, velikost in obseg potresa) je odvisna od kakovosti in števila potresnih zapisov, porazdelitve opazovalnic in oddaljenosti najbližje opazovalnice od žarišča ter poznavanja globinskega geofizikalnega modela ozemlja. Globinski geofizikalni model, ki je potreben za preračun časa v oddaljenost, se lahko opredeli iz zapisov mreže potresnih opazovalnic.

Za opredelitev nadžarišča potresa so potrebni zapisi najmanj treh potresnih opazovalnic, za opredelitev globine žarišča pa še zapis vsaj ene potresne opazovalnice, ki od nadžarišča ne sme biti oddaljena več kot znaša žariščna globina potresa.

Slika 1: Razporeditev potresnih opazovalnic na območju Slovenije konec leta 2010



- Zanesljivejše ocenjevanje in karta potresne nevarnosti za potrebe potresno odporne gradnje

Za potrebe prostorskega načrtovanja in racionalne potresno odporne gradnje se uporablja karto, ki realno ocenjuje potresno nevarnost. Izdelava karte temelji na poznavanju časovno prostorske porazdelitve potresne dejavnosti in določitvi aktivnih prelomnih con, ki so lahko vir močnega potresa v prihodnosti. Državna mreža potresnih opazovalnic zagotavlja potrebne podatke za spoznavanje potresnih in seizmotektonskih razmer na ozemlju Slovenije. To so vhodni podatki in podlaga za izdelavo zanesljivejše in natančnejše državne karte potresne nevarnosti.

- Povezava slovenskega državnega potresnega alarmnega sistema s potresnimi alarmnimi sistemi sosednjih držav

V konceptualnem smislu je državna mreža potresnih opazovalnic zastavljena tako, da omogoča povezavo treh alarmnih sistemov - Slovenije, Italije in Avstrije. Pri tem ne gre le za izmenjavo podatkov prek elektronske pošte, ampak za skupen alarmni sistem s sočasnim prenosom podatkov iz državnih računalniških središč v vsa tri državna središča za obdelavo seizmoloških podatkov.



### 3 VIRI OZIROMA VZROKI NASTANKA POTRESA

#### 3.1 Vzroki za nastanek potresa

Potresi povzročajo vibracije kamnin, ki nastanejo ob nenadnem silovitem premiku v Zemljini skorji, ko pride do elastične sprostitve energije.

Glede na nastanek so potresi lahko posledica:

- a) prelomov in premikov kamnin vzdolž preloma (tektonski potresi, 90 % vseh potresov);
- b) premikov magme v ognjiščih pod površino (magmatski in vulkanski potresi, 7 % vseh potresov);
- c) udorov in podorov (udorni potresi, 2,9 % vseh potresov);
- d) človekove aktivnosti kot so razstreljevanja, jedrski poskusi, rudarska dejavnost, črpanje vode, vtiskanje plina ali tekočine v Zemljino notranjost (umetni potresi, 0,1 % vseh potresov) ter
- e) padca meteoritov (zelo redek pojav).

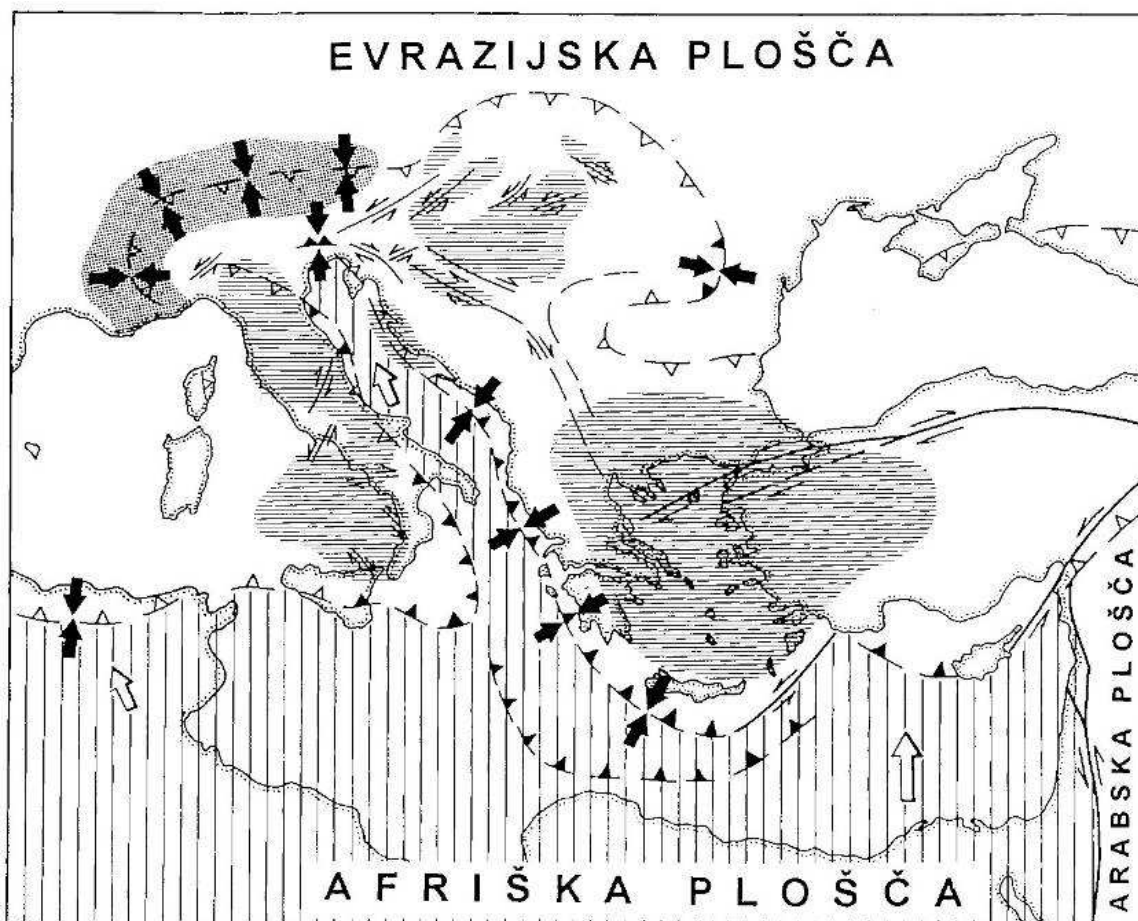
Na ozemlju Slovenije se od naštetih dogajajo le tektonski in umetni potresi, vendar pa so le-ti precej pogosti. Razlogi za nastajanje številnih šibkih pa tudi močnejših potresov so v zapleteni geološki in tektonski zgradbi našega ozemlja. Zaradi premikanj v različnih smereh prihaja med litosferskimi ploščami do napetosti oziroma tektonskih prelomov, ki so lahko vzrok za aktiviranje potresnih žarišč. Tak prostor, kjer se stikajo različne litosferske plošče, je sredozemsko-himalajski pas, ki velja za eno od potresno najbolj aktivnih območij na Zemlji in katerega del je tudi Slovenija. Viri potresne energije so posledica tektonskih napetosti, ki premagujejo trenja na prelomnih površinah. Potres nastane v trenutku, ko se v žarišču kamninske gmote premakneta ena vzdolž druge in se del potencialne energije elastičnih napetosti spremeni v kinetično energijo elastičnih nihajev. To nihanje se širi v obliki primarnih in sekundarnih valov, ki se odbijajo, lomijo, uklanjajo in interferirajo med seboj. Potresni valovi se začnejo širiti z majhnega prostora, v katerem se v zelo kratkem času sprosti ogromna energija. Pretrg ob prelomu se širi in predstavlja izvor vseh vrst prostorskih oziroma površinskih valov.

#### 3.2 Geotektonske enote in tektonski prelomi Slovenije

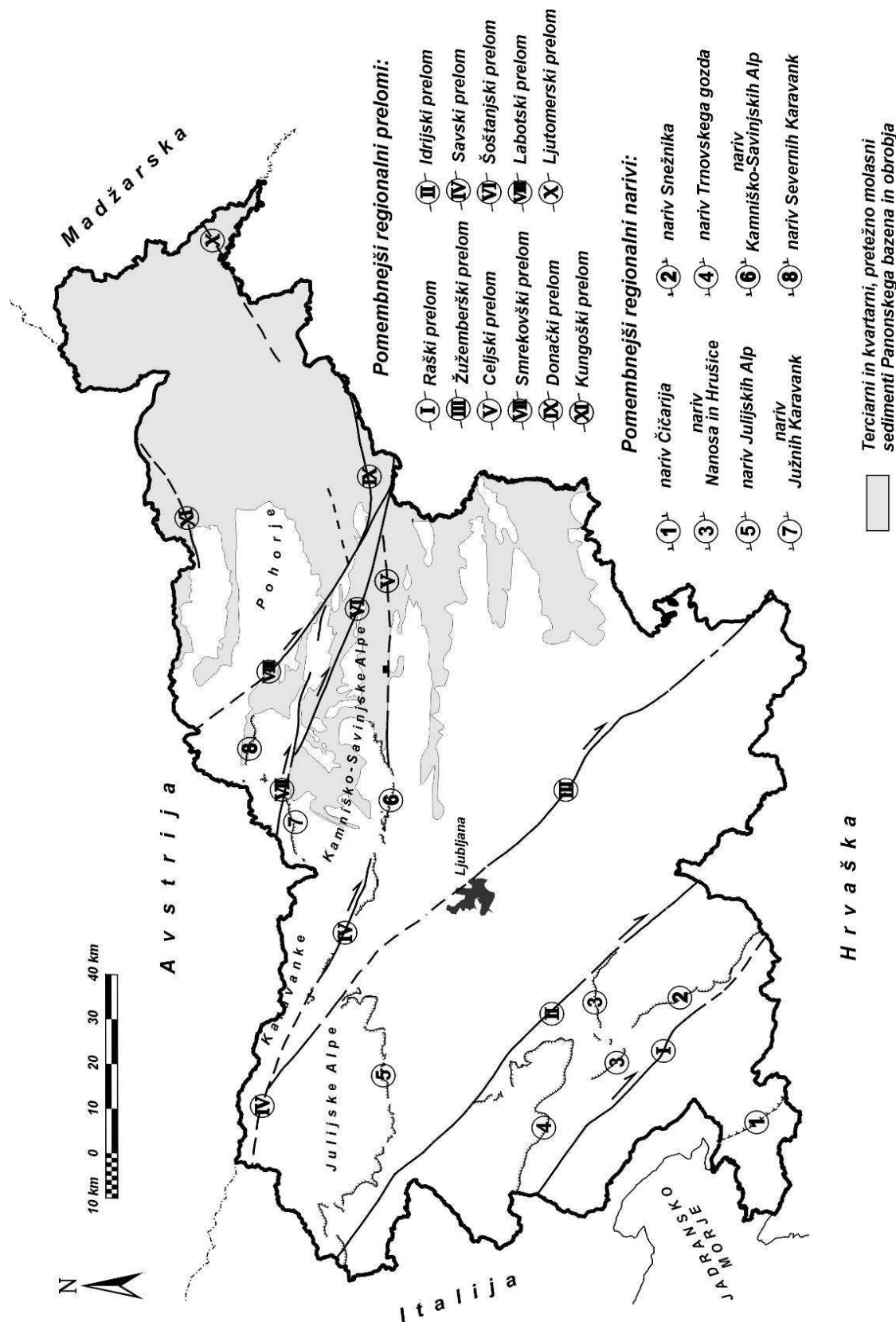
Potresno dogajanje v tem delu Evrope opredeljujeta Afriška in Evropska (Evrazijska) plošča, med njima pa leži še manjša Jadranska plošča. Nedeformiran del Jadranske plošče obsega približno območje celotnega Jadranskega morja, obdajajo pa ga večje gorske verige, ki so vzdignjene zaradi medsebojnega vpliva plošč (Helenidi, Dinaridi, Alpe, Apenini) (slika 2). Raziskave kažejo, da se Jadranska plošča vrti v smeri proti urinemu kazalcu, kar povzroča gubanje in narivanje na vzhodni in severni strani plošče ter deloma na severozahodni strani. Večji del Slovenije (njen južni in zahodni del) predstavlja severni del Jadranske plošče, ki je zelo deformiran in narinjen na osrednji, manj deformiran del Jadranske plošče. Premikanje plošč ustvarja na ozemlju Slovenije napetostno polje, ki kaže kompresijo približno v smeri sever-jug. Napetost se sprošča vzdolž prelomov in tako povzroča potrese. Prelomi imajo v Sloveniji več značilnih smeri. Potresno dejavni so prelomi z dinarsko (severozahod-jugovzhod) in prečnodinarsko smerjo (severovzhod-jugozahod), pa tudi narivi približno v smeri vzhod-zahod (Poljak in sod., 2000).

Ozemlje Slovenije, razen vzhodnega dela, lahko razdelimo na Alpe, Dinaride in Jadransko predgorje. Dinaridi so sestavljeni iz Južnih Alp ter Notranjih in Zunanjih Dinaridov. Panonski bazen predstavlja ozemlje vzhodne Slovenije, ki je prekrito s terciarnimi, pretežno neogenskimi molasnimi sedimenti večjih debelin. Sem spadata Murska in Dravska depresija. Med Alpami in Dinaridi se nahajajo magmatske kamnine, ki so povezane z nastankom Periadriatskega šiva, nekdanj aktivnega stika med Jadransko in Evrazijsko ploščo.

Slika 2: Splošen geotektonski položaj



Slika 3: Tektonske strukture Slovenije (prirejeno po Poljak, 2000)



## 4 POTRESNA NEVARNOST SLOVENIJE

### 4.1 Ocenjevanje potresne nevarnosti

Najboljša preventiva pred potresi je potresno odporna gradnja, ki jo v razvitem svetu zahtevajo predpisi, ki upoštevajo karte potresne nevarnosti. Karta pokaže, kako močne potrese je moč pričakovati na določenem območju, ne pa tega, kdaj bo do tako močnega potresa prišlo. Potresna nevarnost je največkrat podana s pospeškom tal, spektralnim pospeškom ali z intenziteto.

Potresno nevarnost se ocenjuje na podlagi podatkov o potresih v preteklosti, poznavanja seizmotektonike in prelomov ter z uporabo zakonitosti med potresnimi parametri. V Sloveniji se običajno uporablja verjetnostni postopek, pri katerem se izračuna vrednost pospeška tal ali intenzitete, ki z vnaprej izbrano verjetnostjo (npr. 90 %) ne bo presežena v danem obdobju (npr. 50 let). Karta je torej izračunana za neko povratno dobo (v tem primeru 475 let, kot je pojasnjeno v razdelku 5.1). Včasih pa se za pomembne objekte uporablja tudi deterministični postopek, pri katerem se upošteva najslabši scenarij (da se potres zgodi na najbližjem prelomu in da ima največjo možno magnitudo).

V skladu z novo zakonodajo, to je s Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05), se mora za projektiranje uporabljati karto projektne pospeška tal (Lapajne in drugi, 2001; 2002ab) (slika 4), ter posebej upoštevati faktor tal in pomembnost objektov. Pospešek tal je instrumentalno merljiva fizikalna veličina, ki omogoča neposreden izračun potresnih sil oziroma obremenitev. Za potrebe sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami in za širšo javnost pa je bolj primerna karta intenzitete, saj daje opisno oceno potresnih učinkov na ljudi, predmete, zgradbe in naravo. Delež ogroženih objektov posameznega tipa je določen neposredno z definicijo posamezne stopnje intenzitete. Poleg tega karta intenzitete vsaj grobo že vsebuje značilnosti dejanskih tal, saj ocenjevanje temelji na podatkih o učinkih preteklih potresov.

### 4.2 Karta projektne pospeška tal

Karta projektne pospeška tal za trdna tla za povratno dobo 475 let (Lapajne in drugi, 2001) je uradna karta potresne nevarnosti Slovenije (slika 4). Izdelana je v skladu z zahtevami slovenskega (in evropskega) standarda EC8 (SIST EN 1998-1:2005) in Nacionalnega dodatka (SIST EN 1998-1:2005/oA101:2005). Podroben opis in navodila za uporabo karte so podana v Tolmaču (Lapajne in drugi, 2002a).

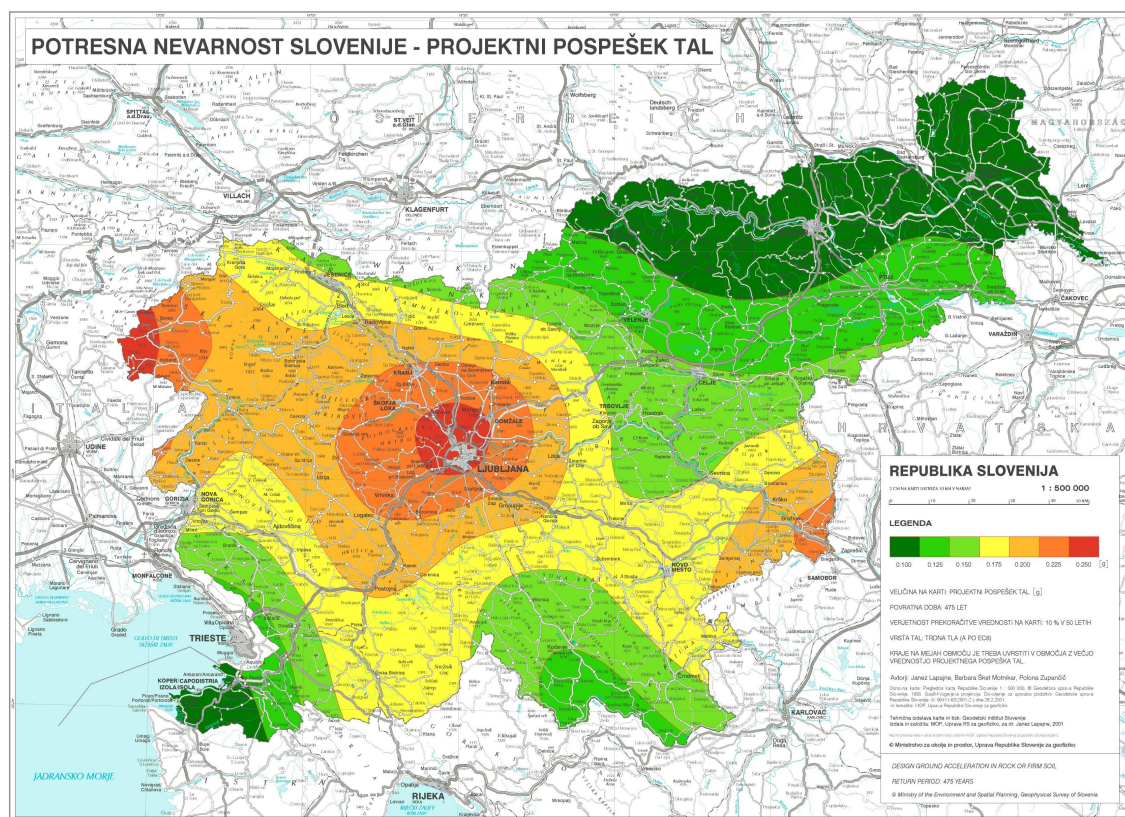
Projektni pospešek tal je enak vršnemu (maksimalnemu, največjemu) pospešku tal (v angleškem jeziku: peak ground acceleration (PGA)). To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Vrednosti na karti veljajo za tla vrste A (trdna tla). Za druge vrste tal je treba pospešek pomnožiti z ustreznim koeficientom tal. Vrednosti koeficienta za različne vrste tal so določene v EC8.

Referenčni povratni dobi 475 let ustreza faktor pomembnosti 1, ki označuje običajne stanovanjske stavbe. Za pomembne stavbe (šole, vrtci, bolnišnice, ...) je projektni pospešek enak zmnožku referenčnega pospeška tal in faktorja pomembnosti. To pomeni, da je za pomembnejše stavbe posredno upoštevana večja povratna doba.

Vrednosti projektne pospeška tal so razvrščene v razrede in zaokrožene navzgor. Območja enake potresne nevarnosti so na karti označena z isto barvo. Kraje na mejah območij je treba uvrstiti v območja z večjo vrednostjo projektne pospeška tal.

Vrednosti pospeškov so izračunane po metodologiji verjetnostnega ocenjevanja potresne nevarnosti. Za izdelavo je bil uporabljen postopek glajenja, ki je primeren za območja, kjer potresnih žarišč ni možno zanesljivo povezati z opredeljenimi prelomi (Lapajne in drugi, 2003). Metodologija izhaja iz ameriškega postopka krožnega Gaussovega glajenja števila preteklih nadžarišč (Frankel, 1995), ki je bil uporabljen pri izdelavi kart potresne nevarnosti ZDA (Frankel in drugi, 2000; Petersen in drugi, 2008). Za potrebe Slovenije je Urad za seizmologijo in geologijo Agencije RS za okolje ameriški pristop izpopolnil in izdelal lasten računalniški program (Zabukovec, 2000; Šket Motnikar in drugi, 2007). Podrobnosti postopka so opisane v Lapajne in drugi, 2001; 2003; Šket Motnikar in drugi, 2000.

Slika 4: Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal (Lapajne in drugi, 2001)



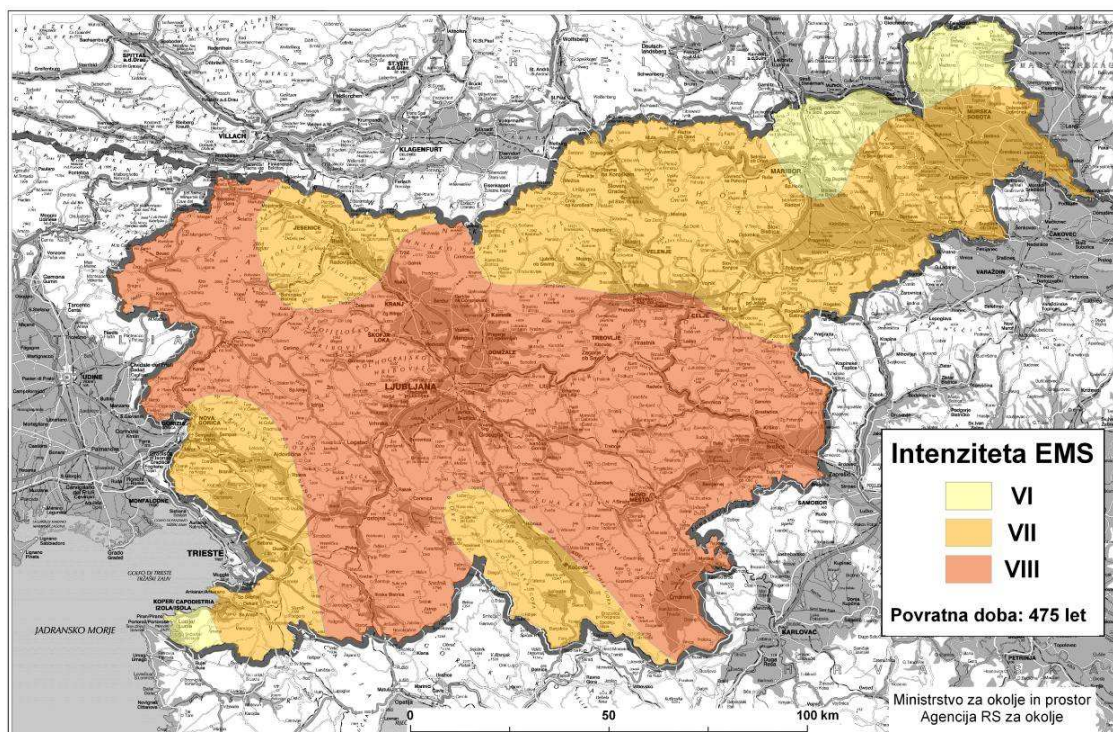
### 4.3 Nova karta potresne intenzitete

Karta potresne intenzitete za povratno dobo 475 let iz leta 2011 je nova in namenjena predvsem sistemu varstva pred naravnimi in indrugimi nesrečami pri načrtovanju ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje škode ob potresih. Ne more in ne sme pa se uporabljati za projektiranje.

Leta 1987 izdelana karta potresne intenzitete Slovenije za povratno dobo 500 let (Ribarič, 1987) je bila do leta 2008 tudi del veljavnih predpisov o potresno odporni gradnji. Izdelana je bila po dopolnjeni metodi ekstremnih vrednosti ob avtorjevem subjektivnem upoštevanju bogatih strokovnih izkušenj in seizmotektonskih značilnosti ozemlja. Ker karta potresne nevarnosti ni bila neposredno uporabna za potrebe sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, je Urad za seizmologijo in geologijo Agencije RS za okolje izdelal novo karto potresne intenzitete (slika 5). Zaradi primerljivosti s karto projektnega pospeška tal je bil uporabljen postopek prostorskega glajenja potresne dejavnosti (Lapajne in drugi, 2003) in prilagojen izračunu intenzitete. Prav tako so bile smiselno uporabljene iste vrednosti vhodnih parametrov kot za karto projektnega pospeška tal. Za izračun je bil uporabljen računalniški program OHAZ, ki pa ga je bilo zaradi posebne oblike modela pojemanja intenzitete treba dopolniti (Šket Motnikar in drugi, 2007). Verjetno je to v svetu prvič uporabljen postopek prostorskega glajenja potresne dejavnosti za intenziteto. Tako kot karta projektnega pospeška tal, je tudi karta potresne intenzitete izračunana za povratno dobo 475 let, kar ustreza 90 % verjetnosti, da vrednosti na karti v 50 letih ne bodo presežene. Pri izračunu so upoštevana povprečna dejanska tla območja posamezne stopnje intenzitete.



Slika 5: Karta potresne intenzitete s povratno dobo 475 let (vir: ARSO, 2011)



#### 4.4 Potresno najbolj nevarna območja po novi karti potresne intenzitete

Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Čeprav magnitude potresov na ozemlju Slovenije ne dosegajo zelo velikih vrednosti, so zaradi razmeroma plitvih žarišč učinki lahko dokaj veliki. Potresna žarišča nastajajo na vsem ozemlju. Pas večje potresne nevarnosti (intenziteta VIII EMS) poteka po osrednjem delu Slovenije od severozahoda proti jugu in jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu se potresna nevarnost zmanjša na VII EMS, na skrajnem severovzhodnem in jugozahodnem delu pa je ocenjena na VI EMS.

Zasavska regija se v celoti nahaja v območju večje potresne nevarnosti (intenziteta VIII EMS).

Navedeno pa še ne pomeni, da določenem območju ni mogoč potres z učinki, ki so večji od tistih, ki jih predvideva karta potresne intenzitete (bodisi zaradi lokalnih razmer (poglavje 4.5) bodisi zaradi same moči potresa (opisano tudi v poglavju 5.1). Možnosti za to so sicer majhne, a idrijski potres iz leta 1511 potrjuje to trditev. Idrijsko območje je na karti uvrščeno v območje z intenziteto VIII EMS, učinki idrijskega potresa pa so ocenjeni na intenziteto X EMS.

#### 4.5 Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa

Vpliv lokalne geološke zgradbe na nihanje tal in na poškodbe zgradb ob potresu je že dolgo znan. Učinki potresa na določenem mestu so odvisni od:

- žariščnih lastnosti potresa (magnituda, globina, oddaljenost, smer preloma in smer premika ob prelomu);
- regionalne geološke zgradbe (hitrost širjenja valovanja, dušenje), ki vpliva na pot potresnega valovanja med žariščem in bližino lokacije;
- lokalne geološke zgradbe (mehanske lastnosti, debelina in oblika sedimentacijskega bazena ter relief površja).

## 5 POGOSTOST POJAVLJANJA POTRESA

### 5.1 Povratna doba in ponovljivost potresov

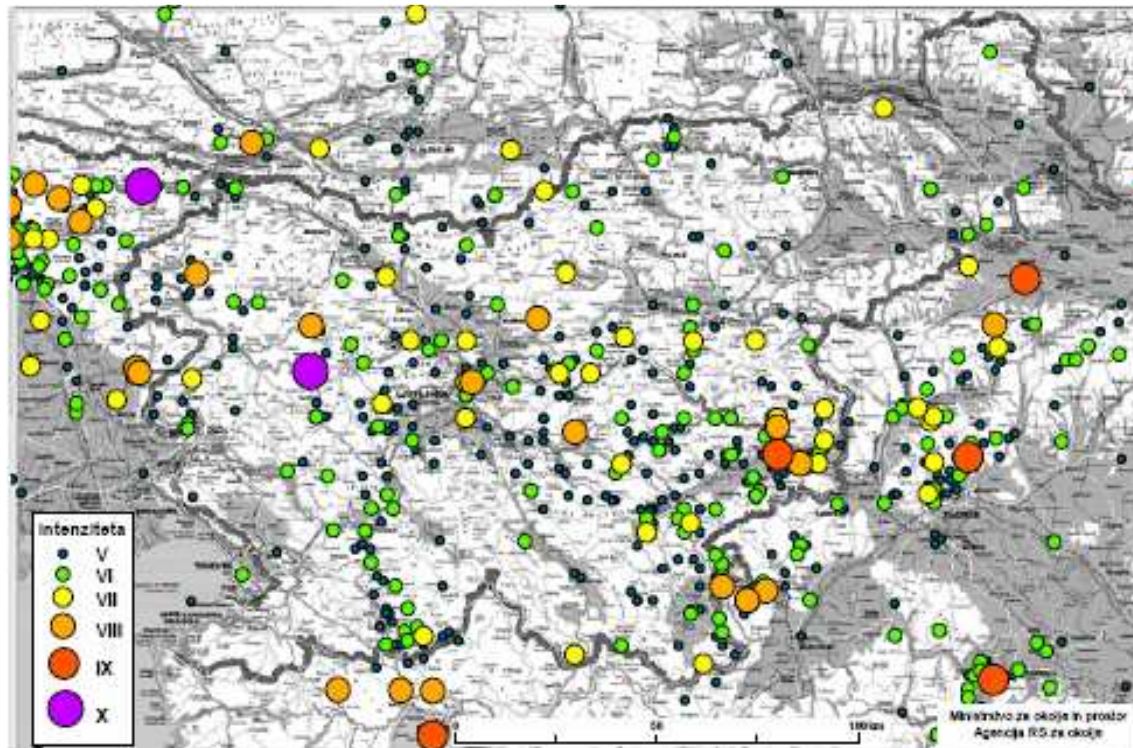
Povratna doba  $T$  je povprečen čas med dvema potresoma, ki na nekem mestu povzročita prekoračitev koračitev izbrane vrednosti obravnavane količine (pospeška tal PGA ali intenzitete). Zato je po uradni karti potresne nevarnosti (slika 4) povprečen čas med dvema potresoma, ki bi v Ljubljani povzročila projektni pospešek tal nad 0,25 g, enak 475 let.

Ponovljivost potresov se lahko izraža tudi z verjetnostjo  $H_t$ , da bo izbrana vrednost (npr. pospeška tal ali intenzitete) prekoračena v poljubnem opazovanem obdobju  $t$  let. Ob predpostavki, da se potresi dogajajo po Poissonovem zakonu, se lahko verjetnost prekoračitve izračuna po formuli:  $H_t = 1 - e^{(-t/T)}$ . Če se za opazovano obdobje vzame kar povratno dobo ( $t = T$ ), iz tega izide verjetnost prekoračitve izračunanih vrednosti na karti v dani povratni dobi:  $H_t = 1 - e^{(-1)} = 0,63$ . Če pa se za opazovano obdobje vzame življenjsko dobo običajnih stavb ( $t = 50$  let) in referenčno povratno dobo 475 let, je verjetnost prekoračitve enaka  $H_t = 1 - e^{(-50/475)} = 0,1$  (oziroma enakovredno: z verjetnostjo 0,9 izračunane vrednosti na karti ne bodo presežene v 50 letih).

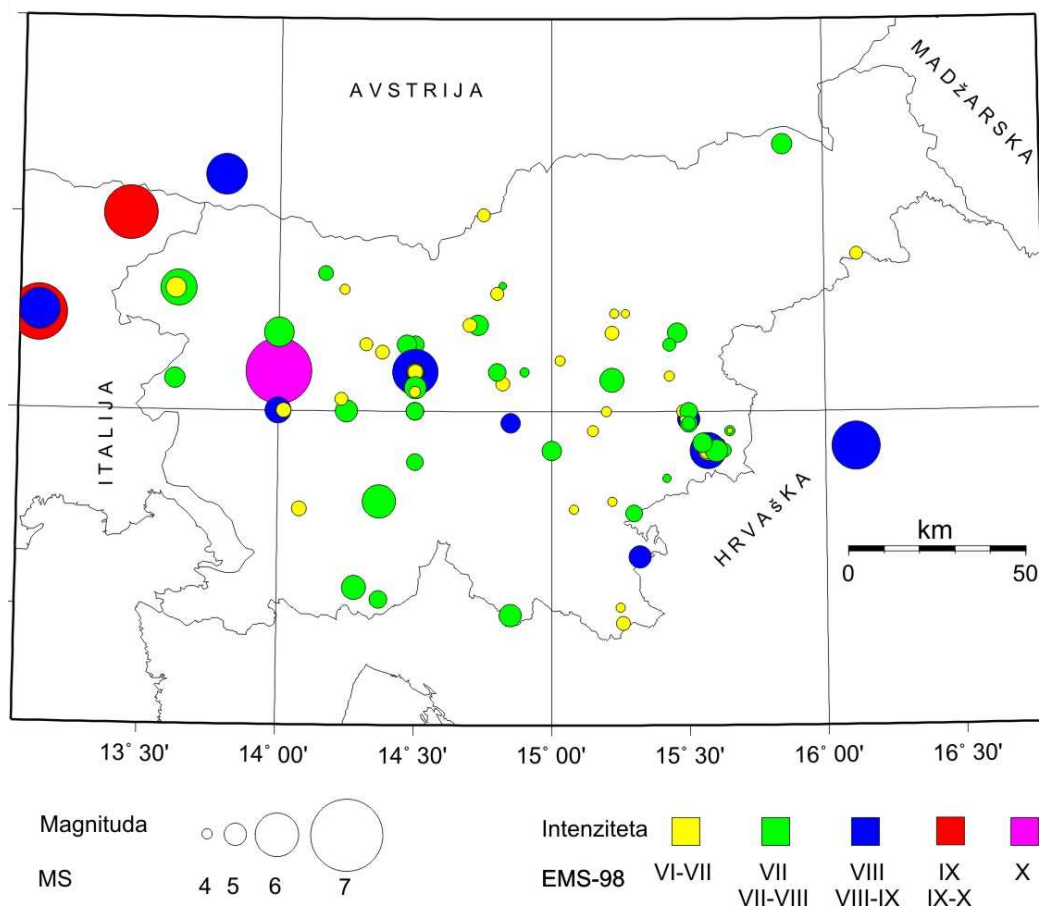
### 5.2 Močni potresi v preteklosti

Samo v 20. stoletju se je v Sloveniji zgodilo 15 potresov, ki so dosegli ali presegli intenziteto VII EMS. Pri intenziteti VII EMS se pojavijo zmerne poškodbe na zgradbah (opisano v poglavju 2.4). V potresni zgodovini območja znotraj današnjih meja Slovenije se je od začetka 16. stoletja tak potres zgodil najmanj 50-krat.

Slika 6: Potresi z nadžariščno intenziteto V EMS ali več (Vir: ARSO, spletna stran)



Slika 7: Potresi, ki so na ozemlju Slovenije presegli intenziteto VI EMS (vir: ARSO)



Podatki o vseh do sedaj znanih potresih, ki so dosegli učinke vsaj VI-VII EMS z žariščem v zasavski regiji in njeni bližnji okolici so razvidni v preglednici 2.

Preglednica 2: Potresi, ki so z žariščem v zasavski regiji in njeni bližnji okolici presegli intenziteto VI EMS (Vir: Ribarič, 1982; ARSO, 2011)

Leto	Mesec	Dan	Območje	Globina žarišča [km]	Magnituda	$I_{max}$ (EMS) v Sloveniji
1852	11	17	Trbovlje	6	4,1	VI-VII
1870	3	2	Sava	4	3,9	VII
1877	4	4	Zidani Most-Laško	4	5,1	VII
1939	5	6	Litija	11	4,4	VI-VII
1963	5	19	Litija	13	4,7	VII



## 6 POTRESNA OGROŽENOST

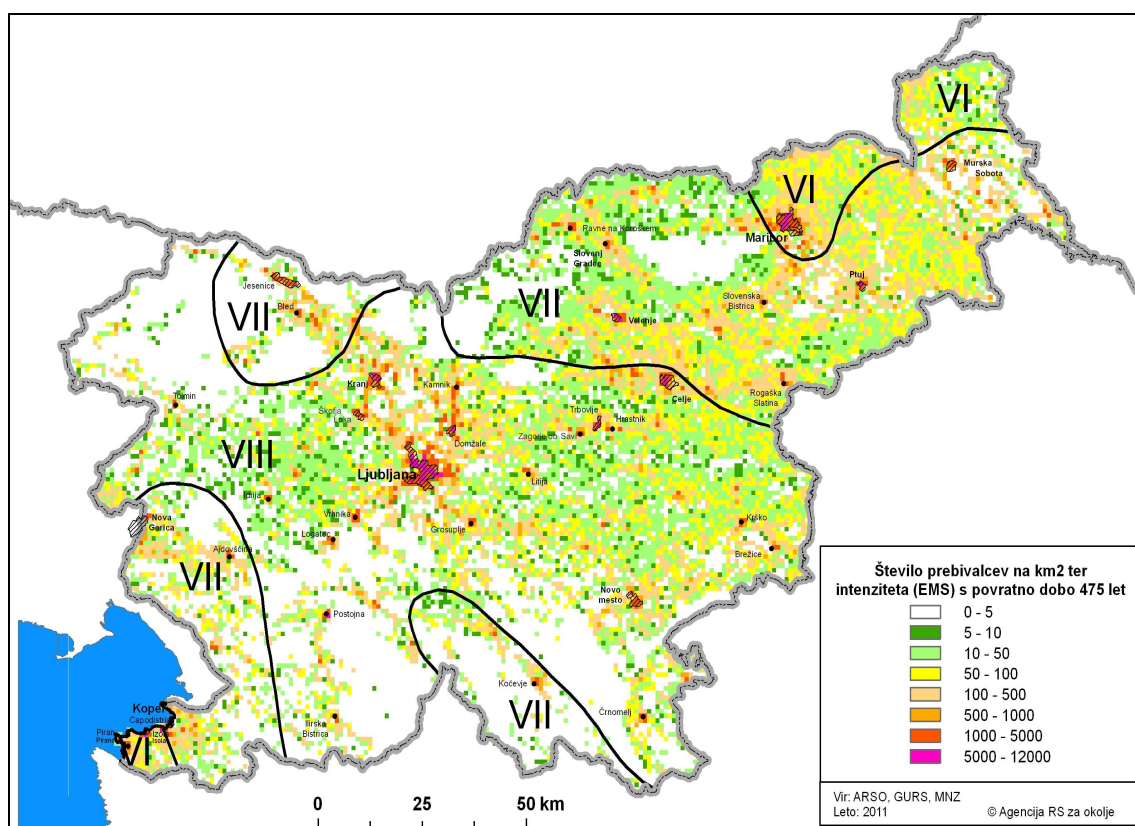
### 6.1 Gostota in razporeditev naseljenosti

Vsi prebivalci v zasavski regiji, ki jih je skupaj več kot 41.000 živijo na območju intenzitete VIII EMS. Podatki o prebivalcih so privzeti iz aplikacije GIS\_UJME s stanjem na dan 1. december 2011.

V območju intenzitete VIII EMS se med drugimi nahajajo naselja Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi.

Ob tem pa je treba tudi poudariti, da je možnost, da bi ob zelo močnem potresu (na primer intenzitete VIII EMS) vsi prebivalci, ki živijo na omenjenih območjih, tudi dejansko občutili tako močan potres, izredno majhna. Dejansko bi na primer samo del prebivalcev znotraj enovitega območja intenzitete VIII EMS občutil tako močan potres. Povsem enako seveda velja za izpostavljenost objektov in drugih dobrin.

Slika 8: Število prebivalcev na km<sup>2</sup> in ocenjena potresna intenziteta EMS za povratno dobo 475 let (Vir: ARSO, spletna stran)



## 6.2 Čas potresa

Čas potresa je pomemben dejavnik, ki lahko vpliva na število poškodovanih in smrtnih žrtev. Glede na čas in posledice je potrese moč ločiti na potrese, ki se zgodijo v dopoldanskem času, v popoldanskem času in ponoči. Na splošno je zaradi pomanjkanja ustreznih podatkov precej težje oceniti posledice potresa pri ljudeh, če bi se potres zgodil preko dneva, kot pa ponoči, ko je večina ljudi tam, kjer so stalno prijavljeni.

Največje število poškodovanih in smrtnih žrtev je moč pričakovati ob potresu, ki bi se zgodil ponoči ali v dopoldanskem času. Ponoči se večina ljudi nahaja v stanovanjskih stavbah, zato bi bile žrtve ob potresu, ki bi prizadel katerokoli bolj ogroženo mestno središče, zaradi verjetnih rušenj objektov neizogibne. V dopoldanskem času se ljudje nekoliko manj zadržujejo v zaprtih prostorih, vendar pa je koncentracija ljudi na zelo majhnem območju (vrtci, šole, podjetja, ustanove) še večja kot ponoči. V večjih mestih je zaradi dnevne migracije šolarjev, dijakov, študentov in delavcev v dopoldanskem času število ljudi največje. Prav zaradi velike koncentracije ljudi na majhnih območjih je moč pričakovati ob potresu, ki bi prizadel takšno območje v dopoldanskem času, vsaj toliko žrtev kot ob potresu, ki bi se zgodil ponoči. Razporeditev poškodovanih in mrtvih po določenih mestnih območjih pa bi bila zaradi vseh naštetih dejavnikov dopoldne drugačna kot na primer ponoči. Svoje pa pridoda še sezonski vpliv. Poleti in deloma pozimi je mobilnost ljudi višja kot jeseni in spomladi (odhod na oddih, počitnice, ...), zaradi tega je predvsem v urbanih območjih število prisotnih stalno prijavljenih ljudi nekoliko manjše kot na primer jeseni.

Še najmanj žrtev bi bilo ob potresu v popoldanskih urah, ko se ljudje praviloma ne zadržujejo v tolikšni meri v zaprtih prostorih, poleg tega pa dnevni migranti še zmanjšujejo skupno število ljudi v večjih mestih, medtem, ko se v neurbanih območjih število ljudi v popoldanskih urah zaradi povratka dnevnih migrantov poveča.

Vsekakor ne gre zanemariti tudi vpliva dnevne migracije šolske mladine in študentov. Temu pojavu so najbolj izpostavljeni kraji s pomembnejšimi srednje in visokošolskimi ustanovami. Pri tem je potrebno poudariti, da se v času šolskega leta v Sloveniji dnevno okoli 10.000 študentov nahaja v vzgojno-izobraževalnih stavbah, med katerimi so tudi starejše in z vidika potresne varnosti potresno bolj izpostavljene. Tudi z vidika dnevne migracije zaposlenih so najbolj izpostavljena največja slovenska mesta z močno industrijo in terciarnimi dejavnostmi.

## 6.3 Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja

Iz zgodovine potresne dejavnosti je znano, da so na območju Slovenije možni potresi, ki poleg grotne škode lahko povzročijo tudi smrtne žrtve. Tragične posledice potresa so splet različnih vplivov, med katerimi so najpomembnejši:

- nadžarišče (epicenter) na območju velike naseljenosti;
- obsežno rušenje objektov;
- hude sekundarne posledice oziroma verižne nesreče (požari, poplave, plazovi, ...);
- ni možnosti samopomoči.

Izhodišče varstva pred potresi je ugotovitev, da potresov ne moremo preprečiti, lahko pa zmanjšamo njihove posledice na sprejemljiv obseg, kar je pomembno predvsem pri novogradnjah. Objekti, ki niso bili projektirani in grajeni z upoštevanjem današnjega znanja o potresno odporni gradnji, so izpostavljeni precej večjemu potresnemu tveganju, saj je njihova potresna ranljivost načeloma večja kot pri objektih, zgrajenih po sedaj veljavnih predpisih.

Ogroženost ljudi in živali, ki se nahajajo v stavbah, se prične pri potresu intenzitete VI EMS, ko:

- se predmeti na policah ali v omarah premaknejo in padejo na nižje ležeča mesta (to se lahko v manjši meri zgodi tudi pri potresu intenzitete V EMS);
- se premakne pohištvo;
- se zdrobi okensko steklo, počni posoda ali steklenina ter
- stavbe utrpijo poškodbe, ki lahko poškodujejo posameznika.

Višje stopnje potresne intenzitete povzročijo še večjo ogroženosti ljudi in živali, saj se na stavbah pojavijo hujše poškodbe.

Izkušnje iz potresov kažejo, da ustrezno projektirane in kakovostno zgrajene konstrukcije niti najmočnejši potresi ne porušijo. Včasih konstrukcija ostane celo nepoškodovana. Če se gradi stavbe, ki bodo preživele pričakovane potrese brez večjih konstrukcijskih poškodb, bodo preprečene tudi človeške žrtve. Sodobna gradbena stroka zastopa načelo, da je treba graditi tako, da so kljub poškodbam stavb življenja še vedno ohranjena, da je stavbe še možno obnoviti in da je njihova obnova ekonomsko še upravičena.

Potresna nevarnost je velika, zaradi velikega števila neustreznih objektov gradbenega fonda pa je velika tudi potresna ogroženost. V okviru rezultatov raziskovalnega projekta POTROG bodo predvidoma v letu 2013 na voljo celovitejši podatki o značilnostih posameznih tipov objektov in o njihovi potresni ranljivosti oziroma odpornosti, poleg tega pa bodo natančno pregledani še nekateri pomembnejši objekti na potresno najbolj nevarnih območjih.

Za Slovenijo je značilno, da ima v naravnih nesrečah malo smrtnih žrtev, toda veliko materialno škodo, ki bo z rastjo ekonomske moči še večja. Ob potresih, ki so v zadnjem stoletju prizadeli območje Slovenije, je bilo le malo smrtnih žrtev.

Pri posledicah potresa moramo razlikovati med neposredno in posredno škodo. Neposredna škoda nastane zaradi poškodb in porušitev objektov, ki zajema tudi stroške popravil oziroma vzpostavitve v prvotno stanje ter stroške morebitne utrditve objektov. Posredna škoda je posledica prekinitve gospodarskih dejavnosti, proizvodnje ali trgovine zaradi potresa. Posredne škode potresa, ki je večinoma precej večja kot neposredna škoda, ni mogoče določiti brez poglobljenih ekonomskih analiz.

### **6.4 Ogroženost kulturne dediščine**

Natančnejše analize in raziskave potresne ranljivosti objektov kulturnozgodovinske dediščine, med katere se poleg posameznih spomeniških stavb uvrščajo celotna stara mestna in podeželska jedra, kažejo, da je potresna odpornost precejšnega dela objektov neustrezna.

Ob potresu, ki lahko povzroči poškodbe, je še posebej ogrožena stavbna dediščina kot so gradovi, palače, stara mestna jedra, stare meščanske in kmečke hiše, sakralni objekti ter starejši industrijski in prometni objekti ter njihova oprema. Najpomembnejši med naštetimi vrstami spomenikov so razglašeni za kulturne spomenike. Ti objekti so še posebno ogroženi v primeru potresa intenzitete VIII EMS ali več. To so več stoletij stare zgradbe, od katerih so bile nekatere v zadnjih dvajsetih letih sicer obnovljene ter statično okrepljene v programu obnove in revitalizacije kulturnih spomenikov. Ob tem pa se treba zavedati, da noben ukrep statične okrepitve objekta ne zagotavlja njegove popolne varnosti oziroma odpornosti na potrese.

Poseben problem predstavljajo tisti kulturni spomeniki, nekdanji gradovi, samostani in palače, v katerih so danes muzeji, galerije ter arhivi in ki hranijo pomembne muzejske zbirke, likovna dela in arhivsko gradivo.

Posebno vlogo pri reševanju v potresu prizadete kulturne dediščine ima dokumentiranje dediščine, kar je ena od osnovnih metod varstva dediščine. Pri dokumentiranju sta pomembni predvsem ažurna evidenca vseh enot dediščine in podrobnejša dokumentacija o posameznih objektih kulturne dediščine. Dokumentacija se vodi v obliki zbirnega registra dediščine in vključuje predvsem podatke o razglašeni enoti dediščine.

## 6.5 Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov

V Zasavski regiji ni celovitih podatkov o potresni ranljivosti in ogroženosti industrijskih in infrastrukturnih objektov.

Obseg posledic potresa intenzitete VIII EMS na komunalni, prometni in drugi infrastrukturi je težko predvideti. Slovenija postaja vedno bolj razvita država, zato so lahko, po izkušnjah nedavnih potresov v razvitem svetu, posledice potresa v tem segmentu gradbenega fonda lahko zelo hude. Za infrastrukturo morajo veljati vsaj enaki ukrepi za zmanjšanje potresnega tveganja kot za druge potresno ogrožene objekte.

V urbanih območjih bi lahko ob potresu intenzitete VIII EMS prišlo do lomov cevi vodovodnega sistema, kar lahko povzroči poplavljenost določenih mestnih ulic, prav tako bi lahko prišlo tudi do lomov cevi in drugih poškodb komunalne infrastrukture.

Prav tako bi ob potresu intenzitete VIII EMS prišlo do motenj in prekinitev oskrbe z električno energijo ter do motenj v delovanju komunikacijskih sistemov. Potresi bolj kot daljnovode (za visokonapetostne skoraj ni nevarnosti zrušitve) ogrožajo transformatorske postaje in upravne stavbe.

Po dostopnih podatkih Ministrstva za infrastrukturo in prostor naj avtocestni križ ne bi bil na noben način prizadet zaradi posledic potresa intenzitete VIII EMS. Direkcija RS za ceste, ki upravlja z drugimi državnimi cestami v državi (hitrimi, glavnimi in regionalnimi cestami), pa podatkov o tem, kakšne posledice bi ob potresu utrpeli objekti cestne infrastrukture (mostovi, predori, nadvozi ipd.) in če bi bili morda določeni odseki teh cest ogroženi zaradi trganja zemljin in kamnin, nima. Železniški promet pa bi bil lahko zaradi morebitnih podorov, zemeljskih plazov in trganja skal otežen ali celo prekinjen predvsem na železniški progi med Ljubljano in Celjem, če upoštevamo samo pomembnejše železniške odseke.

V Sloveniji glede na razpoložljive podatke ne obstaja enovit in celovit pregled stanja potresne odpornosti osnovnih šol, visokošolskih ustanov in vzgojnovarstvenih objektov. Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport je v letu 2004 pridobilo poročilo, ki ga je izdelal Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o (danes ZAG- Zavod za gradbeništvo). ZRMK je na podlagi pregleda in podrobnih opisov obstoječega stanja objektov na terenu, pregleda konstrukcijskih poškodb na objektih, pregleda tehnične in projektne dokumentacije objektov ter fotodokumentacije po izbrani metodi izdelal oceno potresne ranljivosti in potresne ogroženosti za objekte 70 srednješolskih ustanov, med njimi tudi v Trbovljah in v Zagorju ob Savi. Poročilo ugotavlja, da so objekti srednjih šol grajeni na najrazličnejše načine.

Najmanj kvalitetni objekti so zidani objekti brez vertikalnih in horizontalnih protipotresnih vezi. Pri objektih, v katerih prevladuje sistem zidanih zidov, so ugotavljali, da imajo objekti zaradi učilnic dokaj malo zidov v prečnih smereh objektov, da imajo razmeroma visoke etaže (med 3,5 in 4 metri), da ima precejšnje število objektov lesene ali mešane stropove, kar predstavlja neenakomerno togost v horizontalni ravnini in s tem medsebojno nepovezanost zidov, in da je precej teh objektov razmeroma starih. Tovrstni objekti prenašajo potresno obtežbo s pomočjo strižnega mehanizma, ki se vzpostavi v zidovih. Potresna odpornost teh objektov se zmanjšuje z zmanjševanjem tlorisne površine zidov.

Sledijo objekti, pri katerih nosilni sistem predstavljajo armiranobetonski okvirji s polnilom. Ti objekti se delijo na dva tipa konstrukcije, kar je odvisno predvsem od obdobja gradnje. Objekti, grajeni po letu 1981, naj bi bili dovolj armirani, objekti, grajeni pred tem, pa zahtevam predpisov o potresno odporni gradnji, ki veljali v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, niso zadoščali. Ti objekti so sicer večinoma dobro vzdrževani in brez težjih konstrukcijskih poškodb (za razliko od zidanih objektov), a je njihovo potresno varnost težko oceniti brez preiskav vgrajenih materialov in armature. Glede na izkušnje ob potresih v takšnih objektih zaradi premajhne strižne nosilnosti prihaja predvsem do strižnih porušitev stebrov. Za strižno nosilnost je najpomembnejša gostota stremenske armature v stebrih, ki pa naj bi bila na podlagi izkušenj pri sondiranju tovrstnih zgradb razmeroma nizka.

Najbolje so dimenzionirani moderni armiranobetonski stenasti objekti, ki na splošno niso kritični, ter montažni objekti, ki so bolj potresno odporni tudi zaradi razmeroma nizkih višin.

V poročilu so prikazali tudi rezultate potresne ranljivosti teh objektov, ki predstavlja predvsem oceno verjetnosti nastanka poškodb ali porušitve objektov pri potresu največje predvidene intenzitete, poleg tega pa še rezultate potresne ogroženosti, kjer so upoštevali tudi število uporabnikov objekta (srednješolcev in šolskega osebja) in velikost tlorisne površine objektov. Iz rezultatov potresne ranljivosti srednješolskih objektov izhaja, da bi bilo treba za slabo polovico srednjih šol smiselno, pri nekaterih celo nujno, izvesti natančno statično in protipotresno analizo in izvedbo protipotresne utrditve objektov, med njimi tudi za objekte srednjih šol v Trbovljah. Po kriteriju potresne ogroženosti (kjer so upoštevali tudi velikost objektov in število srednješolcev in šolskega osebja) pa med najbolj ogrožene sodijo tudi srednješolske ustanove Trbovljah (povzeto po Gradbeni inštitut ZRMK, 2004). V okviru projekta POTROG, kjer bo s stališča potresne ranljivosti in odpornosti detaljno pregledanih okoli 150 pomembnih objektov v Sloveniji, med njimi tudi nekateri šolski objekti, bodo pridobljeni dodatni tovrstni podatki.

Ministrstvo za zdravje razpolaga z nekaterimi podatki o stanju potresne odpornosti javnih zdravstvenih zavodov, predvsem nekaterih bolnišnic, katerih ustanovitelj je država. Stanje bolnišnic oziroma posameznih bolnišničnih objektov je različno, pogojeno pa je predvsem s starostjo objektov. Razpoložljivi natančnejši podatki Ministrstva za zdravje o stanju potresne varnosti bolnišničnih objektov, ki jih je URSZR pridobila za potrebe državne vaje zaščite in reševanje POTRES 2012, so v prilogi te ocene.

Ob potresu VIII EMS, obstaja verjetnost, da bi morali iz poškodovanih bolnišnic oziroma bolnišničnih objektov v druge bolnišnice in bolnišnične objekte seliti paciente, ter da bi večje število v potresu poškodovanih oseb morale sprejeti tudi zdravstvene ustanove na območjih, ki jih potres ne bo prizadel. Mnenje Ministrstva za zdravje je, da je nemogoče vnaprej načrtovati tako disperzijo pacientov kot tudi sprejem pacientov, saj je to pogojeno s trenutnim številom prostih bolnišničnih postelj ter trenutnimi materialnimi, prostorskimi in kadrovske razmerami v posameznih bolnišnicah.

Celovitega pregleda stanja potresne odpornosti zdravstvenih domov v zasavski regiji žal ni ali pa zanj ne vemo.

## 7 POTRESNA OGROŽENOST OBČIN ZASAVSKE REGIJE IN IZPOSTAVE URSZR TRBOVLJE

Ta del regijske ocene potresne ogroženosti je namenjen razvrstitvi zasavskih občin in Izpostave URSZR Trbovlje (regije) v razrede potresne ogroženosti. Pri analizi so upoštevane 3 občine.

Potres sodi med nesreče, zasavsko regijo najbolj ogrožajo. Pogostost potresov z močnimi poškodbami v zasavski regiji vseeno ni zelo velika. Glede na podatke iz približno zadnjih 300 let se takšen potres bodisi z nadžarišnim območjem v regiji ali v bližnjih območjih sosednjih regij pojavi enkrat do štirikrat na 100 let.

V regijskem načrtu zaščite in reševanja ob potresu se na podlagi izsledkov te ocene ogroženosti določijo tudi obveznosti nosilcev načrtovanja (občin, v določenem obsegu še nekateri drugi deležniki - na primer organizacije, ki opravljajo vzgojno izobraževalno, socialno, zdravstveno ali drugo dejavnost). Ne glede na to pa morajo skladno s 5. členom Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12) občinske načrte zaščite in reševanja ob potresu v celoti izdelati občine na potresnem območju, kjer je možen potres VIII ali višje stopnje po evropski potresni lestvici (EMS).

Občine so v tej oceni ogroženosti razvrščene v pet razredov ogroženosti ob potresu.

Pri razvrščanju občin v razrede ogroženosti je bila poleg osnove – karte potresne intenzitete, upoštevana zgolj še skupina podatkov in sicer število prebivalcev na posameznih potresnih območjih. Podatki o številu prebivalcev po občinah so bili pridobljeni iz aplikacije GIS\_UJME s stanjem na dan 1. 12. 2011. Kriteriji za razvrščanje regij v razrede so temeljili na podobnem načelu. V bistvu je izbira tega kriterija kot osnovo za oceno predvsem na nivoju občin zelo ustrezna, saj praviloma večja koncentracija prebivalstva na nekem območju pomeni tudi povečano koncentracijo stanovanjskih stavb in drugih, zlasti industrijskih in infrastrukturnih objektov.

Preglednica 3: Razredi in stopnje ogroženosti

Razred ogroženosti	Stopnja ogroženosti
1	Majhna
2	Srednja
3	Velika
4	Zelo velika 1
5	Zelo velika 2

Z nazivom "regija" je v tem poglavju ocene ogroženosti mišljena izpostava URSZR Trbovlje. Regija je ozemeljsko in glede vključenosti občin vanje identična Izpostavi URSZR.

### 7.1 Razvrščanje občin

Preglednica 4: Kriteriji za uvrstitev občin v razrede ogroženosti ob potresu

1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti
Vsi prebivalci občine na območju V po EMS ali manj	Vsi prebivalci občine na območju VI po EMS	Vsi prebivalci ali del prebivalcev občine na območju VII po EMS in nič prebivalcev na območju VIII po EMS	Vsi prebivalci ali del prebivalcev občine (vendar manj kot 9000) na območju VIII po EMS ali več	Vsi prebivalci ali del prebivalcev občine (vendar več kot 9000) na območju VIII po EMS ali več

Pri razvrščanju občin v razrede ogroženosti ob potresu je bila upoštevana zgolj ena skupina podatkov in sicer število prebivalcev na posameznih potresnih območjih. Natančni kriteriji za uvrstitev posamezne občine v razred ogroženosti ob potresu so podani v preglednici 4.

Temeljna razlika med občinami, uvrščenimi v 4. ali 5. razred ogroženosti, je v številu prebivalcev določene občine. Pri tem je bilo kot mejnik upoštevano število 9000 ljudi, kar približno predstavlja število prebivalcev »povprečne« občine.

Iz preglednic 5 in 6 je razvidno, da so po tej oceni ogroženosti v zasavski regiji 3 občine, ki so vse razvrščene v 5. razred ogroženosti ob potresu. To so občine, ki v celoti ležijo na območju intenzitete VIII EMS in ki so glede na določbo 5. člena Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12) posledično zavezane k izdelavi celotnega načrta zaščite in reševanja ob potresu.

Preglednica 5: Število občin, razvrščenih po razredih ogroženosti ob potresu

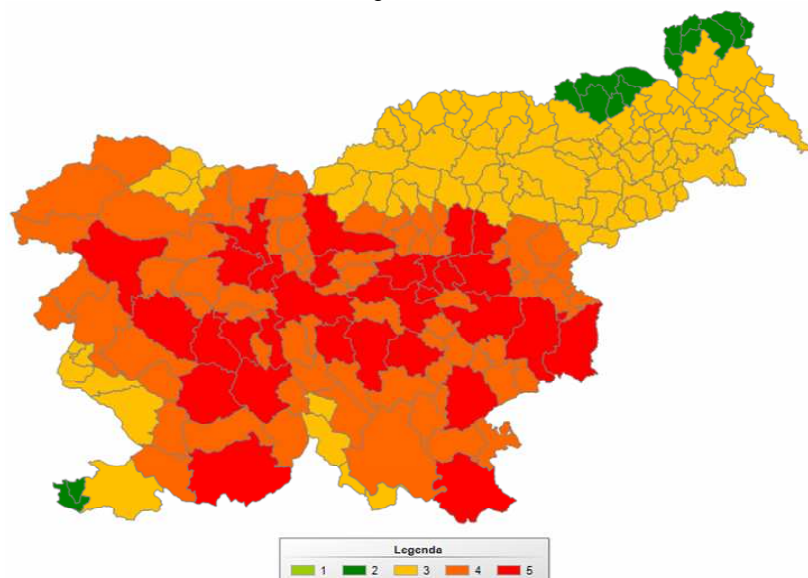
Regija	1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti	Skupno število občin	Razred ogroženosti regije
Zasavska	0	0	0	0	3	3	5
<b>SKUPAJ OBČIN</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

Preglednica 6 prikazuje razporeditev števila prebivalcev znotraj teritorialnih enot glede na stopnje potresne intenzitete in razvrstitev občine glede na kriterije iz preglednice 4.

Preglednica 6: Razvrstitev občin v razred ogroženosti ob potresu in število prebivalcev občin, ki živijo na območjih posamezne potresne intenzitete

REGIJA	OBČINA	ŠTEVILO PREBIVALCEV				RAZRED OGROŽENOSTI
		Območje VI po EMS	Območje VII po EMS	Območje VIII po EMS	SKUPNO število prebivalcev	OBČINE
<b>ZASAVSKA</b>	Hrastnik			9383	9383	5
(3 občine)	Trbovlje			15.920	15.920	5
	Zagorje ob Savi			16.339	16.339	5
	<b>SKUPAJ</b>			<b>41.642</b>	<b>41.642</b>	

Slika 9: Potresna ogroženost slovenskih občin



1- majhna, 2- srednja, 3- velika, 4- zelo velika 1, 5- zelo velika 2

## 7.2 Razvrstitev regije

Razvrstitev regije v razrede ogroženosti je prvenstveno izvedeno glede na število prebivalcev, na območjih posameznih možnih intenzitet potresa v regiji. Podatki o številu prebivalcev v regiji in v posameznem območju intenzitet (VIII EMS) so pridobljeni iz aplikacije GIS\_UJME s stanjem na dan 1. 12. 2011.

Preglednica 7: Kriteriji za razvrstitev regij v razrede ogroženosti ob potresu

1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti
Vsi prebivalci regije na območju V po EMS ali manj	Vsi prebivalci regije na območju VI po EMS	Vsi prebivalci ali del prebivalcev regije na območju VII po EMS in nič prebivalcev na območju VIII po EMS	Vsi prebivalci ali del prebivalcev regije na območju VIII po EMS ali več	Vsi prebivalci ali del prebivalcev regije na območju VIII po EMS ali več + dodatni kriteriji*

\*Dodatni kriteriji:

- če je v regiji več kot 1/3 vseh prebivalcev Slovenije, ki živijo na območju intenzitete VIII EMS, se regija uvrsti v 5. razred ogroženosti
- če je 2/3 ali več občin v regiji v 5. razredu ogroženosti, se regija prav tako uvrsti v 5. razred ogroženosti
- regija ne more imeti nižje stopnje ogroženosti kot občina z najnižjo stopnjo ogroženosti v regiji

Preglednica 8: Število regij po razredih ogroženosti

Razred	Število regij	Regija
1	0	/
2	0	/
3	5	Koroška, Obalna, Vzhodnoštajerska, Podravska, Pomurska
4	5	Gorenjska, Severnoprimska, Notranjska, Zahodnoštajerska, Dolenjska
5	3	Ljubljanska, Posavska, <b>Zasavska</b>
Skupaj	13	

Na območju intenzitete VIII EMS prebivajo v zasavski regiji vsi prebivalci, ki jih je nekaj več kot 41.000.

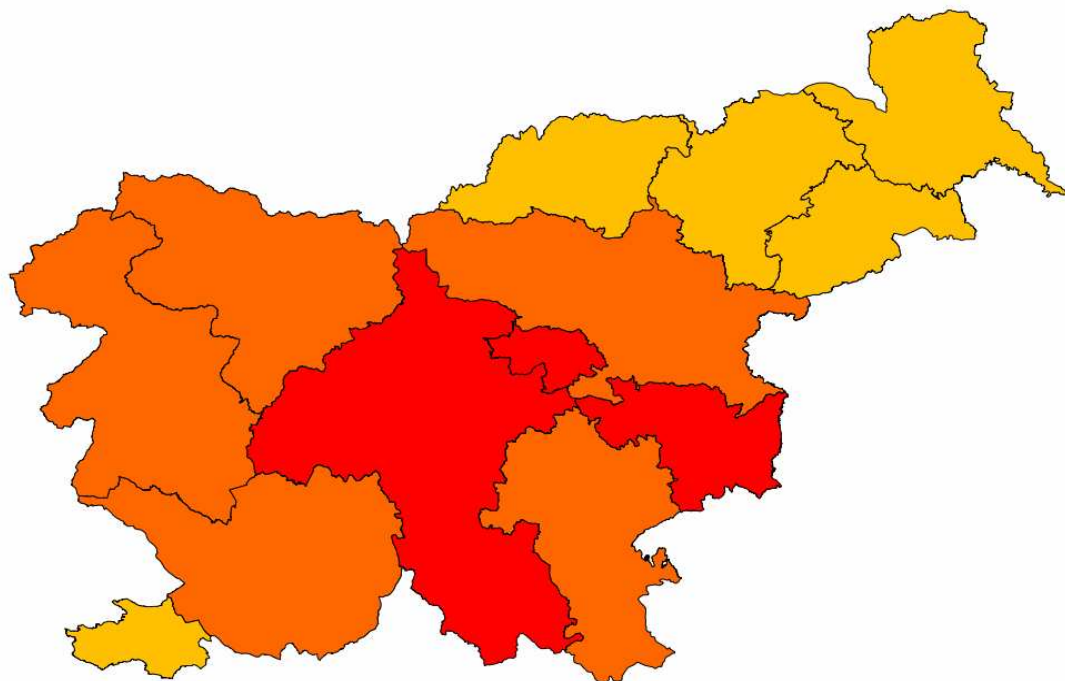
Preglednica 9: Razvrstitev regije v razrede ogroženosti ob potresu. Vir. GIS\_UJME, 2012

REGIJA	ŠTEVILO PREBIVALCEV				RAZRED OGROŽENOSTI REGIJE
	Območje VI po EMS	Območje VII po EMS	Območje VIII po EMS	SKUPNO število prebivalcev	
<b>Zasavska</b>			<b>41.642</b>	<b>41.642</b>	<b>5</b>

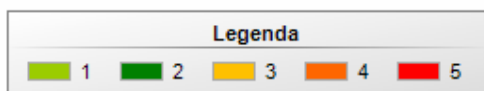
Regija zasavske sodi med potresno najbolj ogrožene regije in je kot taka uvrščena v najvišji, 5. razred ogroženosti.



Slika 10: Potresna ogroženost regij



© QGIS 2013



1- majhna, 2- srednja, 3- velika, 4- zelo velika, 5- zelo velika

## 8 POTRESNA ODPORNOST

### 8.1 Potresna odpornost objektov

Namen predpisov in standardov v primeru potresa je potresna odporna gradnja, omejitev škode, zagotovitev obratovanja pomembnih javnih objektov in posledično zaščita človeških življenj. Potrebno se je zavedati, da namen potresno odporne gradnje ni preprečiti škode, ampak omejitev le-te. Verjetnost, da bo prišlo do potresa, na katerega so konstrukcije izračunane, je razmeroma majhna. Zato ni ekonomično, da bi konstrukcije računali in gradili tako, da bi tudi pri potresu, na katerega so projektirane, ostale nepoškodovane. Ob potresu je treba predvidevati tudi poškodbe in tudi smrtne žrtve zaradi poškodb in porušitev stavb ter požarov in drugih verižnih nesreč, ki jih lahko povzroči potres.

Glede na razvoj potresno odporne gradnje je smiselno stavbe in objekte deliti v 5 skupin:

- stavbe, zgrajene pred letom 1948;
- stavbe, zgrajene med letoma 1948 in 1963;
- stavbe, zgrajene med letoma 1964 in 1981;
- stavbe, zgrajene med letoma 1982 in 2007 ter
- stavbe, zgrajene po letu 2008.

Predpisi o potresno odporni gradnji so se po drugi svetovni vojni večkrat spreminjali in izboljševali. Prvi predpis iz leta 1948 je potresne obremenitve močno podcenjeval, objekti iz iztega obdobja so bili praviloma grajeni le za prenos vertikalne obtežbe. Prvi resnejši standardi potresno odporne gradnje iz šestdesetih let so bili pomemben dejavnik oziroma premik naprej na tem področju. Razvoj stroke in nove izkušnje so prinesle nove standarde, sprejete leta 1981, ki so zagotovili višjo raven potresne odpornosti. Vse skupaj v praksi večinoma pomeni, da so stavbe, grajene v času po uveljavitvi prvih standardov (1948 in 1963), potresno nekoliko bolj odporne kot starejše, obenem pa razmeroma manj kot stavbe, grajene v osemdesetih letih in kasneje. Žal je v zasavski regiji še mnogo stavb, ki z vidika potresno odporne gradnje niso ustrezne.

Poleg same starosti stanovanjskih objektov je potrebno upoštevati tudi značilnosti posameznih naselij in stopnjo potresne nevarnosti območja, na katerem se naselja nahajajo. Pomembno je, ali so v naselju večinoma individualne in bolj ali manj raztresene hiše, ali pa večstanovanjski objekti, v katerih živi bistveno več ljudi in posledično obstaja možnost veliko večjega števila zasutih oziroma večjega števila žrtev.

Obnašanje stavbe med potresom je odvisno od potresne odpornosti stavbe. Pri večstanovanjskih zgradbah običajne tlorisne zasnove (stanovanjski bloki) največje poškodbe nastanejo v pritličju, če je le-to oslabiljeno na primer z garažo ali drugimi večjimi prostori, tako da je v pritličju premalo nosilnih navpičnih elementov konstrukcije. Tudi pri normalni stanovanjski razporeditvi prostorov v pritličju, se včasih le-to poruši, če ni močnejše zgrajeno, kot višje etaže.

Ob potresu je pri odhodu iz stavbe potrebno vedeti, da v naših seizmotektonskih razmerah sunki potresa, ki povzročajo močne ali hujše poškodbe objektov, trajajo le od 15 do 20 sekund. Potres »najavlja« svoj prihod s šibkimi sunki, ki trajajo od 3 do 5 sekund, potem nenadoma pridejo močni sunki, ki lahko povzročijo rušenje dela stavbe (če stavba ni potresno odporna) že po 10 sekundah.

Prihodnjo potresno odpornost gradnje določajo veljavni predpisi, ki jih morajo graditelji dosledno izvajati pod nadzorom države. Težji problem je, kako zagotoviti potresno odpornost že zgrajenih stavb, zlasti, če so zgrajene v času, ko še niso veljali predpisi za potresno odporno gradnjo. Zato je treba najprej ugotoviti potresno odpornost teh stavb in jo primerjati z ocenjeno intenziteto lokacije po karti potresne intenzitete (slika 5), na kateri se nahajajo. Prednost pri tem preverjanju odpornosti bi morale imeti naslednje zgradbe:

- objekti, katerih rušenje bi povzročilo nadaljnje katastrofalne posledice;
- stavbe, katerih uporaba je nujna za takojšnjo odpravo posledic potresa;
- stavbe, v katerih se zbira večje število ljudi;
- izjemno velike stavbe z velikimi razponi in
- pomembnejše upravne stavbe, stavbe z zelo drago opremo in kulturnimi dobrinami.

V preglednici 10 so predstavljeni podatki o starosti stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb v zasavski statistični regiji. Pri tem je treba pripomniti, da statistična regija, ki je uporabljena v tej preglednici, ni v celoti primerljiva z regijsko organiziranostjo Izpostave URSZR Trbovlje, prav tako ne s posameznimi časovnimi obdobji razvoja potresno odporne gradnje. Kljub temu preglednica razmeroma jasno podaja neko predstavo o kakovosti oziroma potresno odporni gradnji po posameznih časovnih obdobjih. Pri tem je treba omeniti, velja pa za večino ozemlja zasavske regije, da se je pojavil razmah novogradenj, predvsem v obdobju med letoma 1961 in 1980.

Preglednica 10: Pregled števila stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb v zasavski statistični regiji (vir: Statistični urad RS, 2012)

Regija	do leta 1945	1946 do 1960	1961 do 1980	1981 do 2007	2008 do 2010	Skupaj
Zasavska	4185	3624	6424	4404	108	18.745

Preglednica 11 prikazuje starostno strukturo stanovanj po občinah s stanjem v letu 2010 (31. 12. 2010).

Preglednica 11: Pregled števila stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb po občinah znotraj regije (vir: Statistični urad RS, 2012)

Regija/ občina	Stano- vanja, zgrajena do 1918	Stano- vanja iz časa 1919 do 1945	Stano- vanja iz časa 1946 do 1960	Stano- vanja iz časa 1961 do 1970	Stano- vanja iz časa 1971 do 1980	Stano- vanja iz časa 1981 do 1990	Stano- vanja iz časa 1991 do 2000	Stano- vanja iz časa 2001 do 2010	SKUPAJ	
<b>ZASAVSKA</b>	Hrastnik	510	363	904	743	677	751	193	161	4302
	Trbovlje	1078	870	1564	1283	1351	1268	171	152	7737
	Zagorje ob Savi	929	435	1156	1124	1246	1130	359	327	6706
	<b>SKUPAJ</b>	<b>2517</b>	<b>1668</b>	<b>3624</b>	<b>3150</b>	<b>3274</b>	<b>3149</b>	<b>723</b>	<b>640</b>	<b>18.745</b>

V preglednici 12 so vrednosti iz preglednice 11 preračunane tako, da so podatki o številu stanovanj preračunani na obdobja, ko so veljali posamezni predpisi o potresno varni gradnji oziroma na obdobja, ko so se ti predpisi spreminjali. V predzadnjem stolpcu so dodani še podatki o prebivalcih po teritorialnih enotah, s čemer je bilo možno izračunati povprečno število ljudi, ki biva v posamezni stanovanjski enoti tako na nivoju občine kot regije. Opozoriti pa je treba, da ti podatki niso več konkretni, ampak dejansko predstavljajo ocene, ki pa so v večini verjetno dovolj blizu realnosti, zlasti za nočne razmere.

Preglednica 13 pa podaja zelo pomembne podatke o tem, koliko ljudi živi v različno starih stanovanjih glede na veljavo predpisov o potresno varni gradnji. Na osnovi tega je moč razmeroma natančno oceniti, koliko ljudi tako na nivoju občine kot regije biva v različno potresno odpornih oziroma ranljivih stavbah.

Dejstvo sicer je, da starost stavbe ni edina kategorija, ki vpliva na potresno ranljivost oziroma odpornost (poleg nje so še vsaj število etaž in tip konstrukcije oziroma vrsta materiala, iz katerega je zgrajen nosilni del konstrukcije), ne glede na to pa je tudi iz teh podatkov že moč izluščiti določene zaključke.

Preglednica 12: Prikaz ocene števila stanovanj po starosti oziroma po obdobjih veljave predpisov o potresno varni gradnji (vir: Statistični urad RS, 2012, GIS\_UJME, 2012)

	Regija/ občina	Stano- vanja, zgrajena do 1948	Stano- vanja iz časa 1949 do 1963	Stano- vanja iz časa 1964 do 1981	Stano- vanja iz časa 1982 do 2007	Stano- vanja iz časa 2008 do 2010	SKUPAJ	Število ljudi v občini/regiji	Povprečno število ljudi na stanovanjsko enoto
<b>ZASAVSKA</b>	Hrastnik	1054	946	1272	982	48	4302	9383	2,18
	Trbovlje	2261	1636	2376	1419	46	7737	15.920	2,06
	Zagorje ob Savi	1595	1262	2146	1605	98	6706	16.339	2,44
	<b>SKUPAJ</b>	<b>4910</b>	<b>3844</b>	<b>5794</b>	<b>4005</b>	<b>192</b>	<b>18.745</b>	<b>41.642</b>	<b>2,22</b>

Preglednica 13: Prikaz ocene števila ljudi, ki živijo v stanovanjih glede na obdobja veljave predpisov o potresno varni gradnji (Vir: Statistični urad, 2012, GIS\_UJME 2012)

	Regija/ občina	Povprečno število ljudi na stano- vanjsko enoto	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih do leta 1948	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih v letih 1949 do 1963	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih v letih 1964 do 1981	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih v letih 1982 do 2007	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih v letih 2008 do 2010	Število ljudi v občini/regiji
<b>ZASAVSKA</b>	Hrastnik	2,18	2298	2064	2775	2141	105	9383
	Trbovlje	2,06	4652	3367	4889	2919	94	15.920
	Zagorje ob Savi	2,44	3887	3075	5228	3910	239	16.339
	<b>SKUPAJ</b>	<b>2,22</b>	<b>10.907</b>	<b>8540</b>	<b>12.871</b>	<b>8897</b>	<b>427</b>	<b>41.642</b>

Ugotovitve iz preglednice 13 so še zlasti pomembne za tista območja, kjer je možen potres intenzitete VIII EMS. Iz preglednice 13 je namreč moč ugotoviti oziroma oceniti, da po kriteriju starosti stanovanja nekaj več kot 9.300 ljudi v zasavski regiji biva v stanovanjih, ki bi potres intenzitete VIII EMS najverjetneje prestali brez bistvenih poškodb, oziroma s takšnimi poškodbami, zaradi katerih stanovalci naj ne bi utrpeli hujših poškodb in bi bila sanacija teh stanovanj oziroma stavb, v katerih so stanovanja, ekonomsko upravičena. To so stanovanja, grajena v obdobju 1982-2010. Na drugi strani pa je ljudi, ki bivajo v potresno najbolj ranljivih stavbah v zasavski regiji (v stavbah, zgrajenih do leta 1963), zaskrbiljujoče visoko, nekaj več kot 19.400. Dobrih 12.800 ljudi pa biva v stanovanjih, zgrajenih v obdobju med letoma 1964 in 1981, torej v času veljave prvih kolikor toliko ustreznih predpisov o potresno odporni gradnji.

## 9 NASTANEK VERIŽNIH NESREČ OB POTRESU

Potres pogosto spremljajo številne verižne nesreče, katerih škoda lahko presega neposredno škodo zaradi potresa. Gre predvsem za naslednje verižne nesreče:

- požari in eksplozije;
- nesreče z nevarnimi snovmi;
- plazovi, podori in poplave;
- boleznimi ljudi in živali.

### 9.1 Požari in eksplozije

Požari in eksplozije so med najpogostejšimi spremljevalci potresov. Izkušnje v svetu kažejo, da se požari in eksplozije pri potresih do intenzitete VII EMS ne pojavljajo v večjem številu, pri intenziteti VIII EMS pa je že treba resno upoštevati možnost nastanka teh dogodkov.

Posebno nevarnost za nastanek požara predstavljajo tudi veliki energetske in industrijski objekti. V njih lahko bodisi zaradi poškodb zaradi potresa bodisi zaradi izpada električne energije pride tudi do neaktiviranja določenih vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite, s čemer je onemogočen ali otežen uspešen začetek gašenja požara takoj po nastanku in s tem povečana možnost, da se požar močno razvije in razširi.

Obenem je treba pri posledicah požara ob oziroma po potresu računati tudi na to, da bodo lahko komunikacijske zveze motene ali celo prekinjene, da zato morda ne bo moč priklicati pristojnega centra za obveščanje, računati je treba na otežen dostop do mesta požarov, na to, da bodo v danem trenutku sile za zaščito, reševanje in pomoč polno angažirane zaradi odpravljanja drugih posledic potresa. Vse to lahko vpliva na hitrost odziva gasilskih enot v času po potresu. Prav tako lahko po močnem potresu pride do tega, da ne bo zadovoljive oskrbe z vodo, kar tudi lahko zmanjša možnosti za uspešno posredovanje (povzeto po Jug, 2012).

### 9.2 Nesreče z nevarnimi snovmi

Ob potresu obstaja tudi možnost nesreč z nevarnimi snovmi. Največjo nevarnost predstavljajo stacionarni viri nevarnih snovi na območjih potresne intenzitete VIII EMS.

Po podatkih iz oktobra 2014 (število virov tveganja se spreminja večkrat letno) (vir: <http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register>) sta v zasavski regiji 2 stacionarna vira tveganja. Oba sta vira večjega tveganja in sta na območju intenzitete VIII EMS.

Preglednica 14: Število stacionarnih virov nevarnih snovi manjšega in večjega tveganja v zasavski regiji (vir: <http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register> stanje na dan 22.10.2014)

Regija	Število virov manjšega tveganja	Število virov večjega tveganja	Skupno število virov večjega in manjšega tveganja
Zasavska	0	2	2

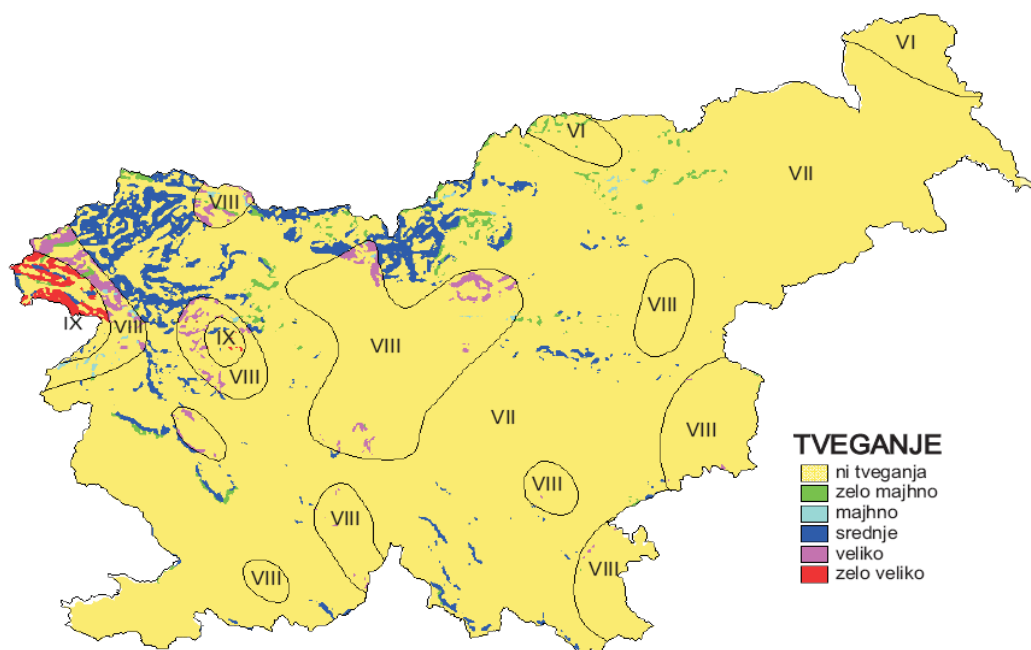
### 9.3 Plazovi, podori in poplave

Zdrsi zemljin se začnejo pojavljati pri potresih intenzitete VII EMS. To so posamezni manjši zdrsi zemljin z najslabšimi geotehničnimi lastnostmi. V skalnatih predelih padajo posamezni kamni in skale. Ob potresu intenzitete VIII EMS so zdrsi že pogostejši in nastajajo že tudi na gričevnatem in hribovitem terenu.

V alpskem svetu in na zelo strmih pobočjih začnejo padati skale, pojavijo se podori. Izredno številni in veliki pojavi nestabilnosti nastanejo pri potresih intenzitete IX EMS ali več, za kar pa je v Sloveniji po najnovejših potresnih kartah zelo majhna verjetnost. Pri tako močnih potresih navadno zdrsnejo tista pobočja, ki so v labilnem stanju.

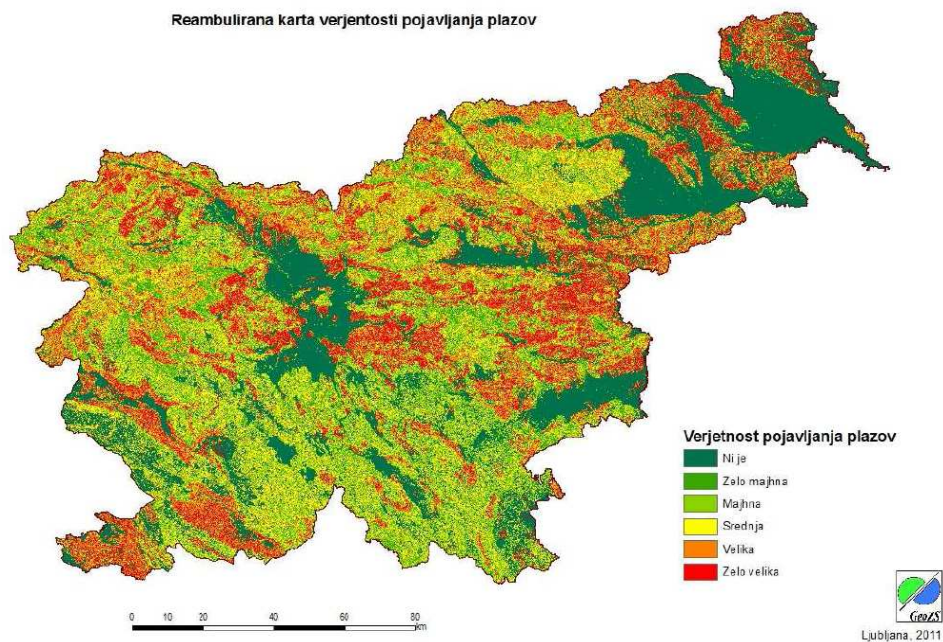
Nevarnost pojavov velikih podorov in hribinskih zdrsov je v Zasavju vseeno zelo velika. Podori, padanje kamnov in skal so značilni za hribovit svet, kjer so pobočja zelo strma ali celo navpična. Območja podorov so večinoma omejena tudi na ožje cone v Zasavju. Najbolj so ogrožena območja, kjer so naselja in infrastrukturni objekti postavljeni ob rekah, ki so urezala ozke doline s skoraj navpičnimi pobočji. Glede na intenziteto potresa tovrstno tveganje obstaja tudi v Zasavju.

Slika 11: Karta tveganja nastanka podorov zaradi potresov. Avtorja: M. Ribičič, R. Vidrih (Vir: ARSO, spletna stran). Na karti je upoštevana še stara karta seizmične intenzitete Slovenije iz leta 1987



Osnova za ugotavljanje možnosti nastajanja zemeljskih plazov so geološke osnove ozemlja, to pomeni geološka sestava tal. Če se ta območja prekrije s karto potresne intenzitete, predvsem s težiščem na območjih, ki jih lahko prizadene potres intenzitete VIII EMS (slika 5), potem gre sklepati, da je s tega vidika še vedno močno ogroženo tudi zasavsko hribovje.

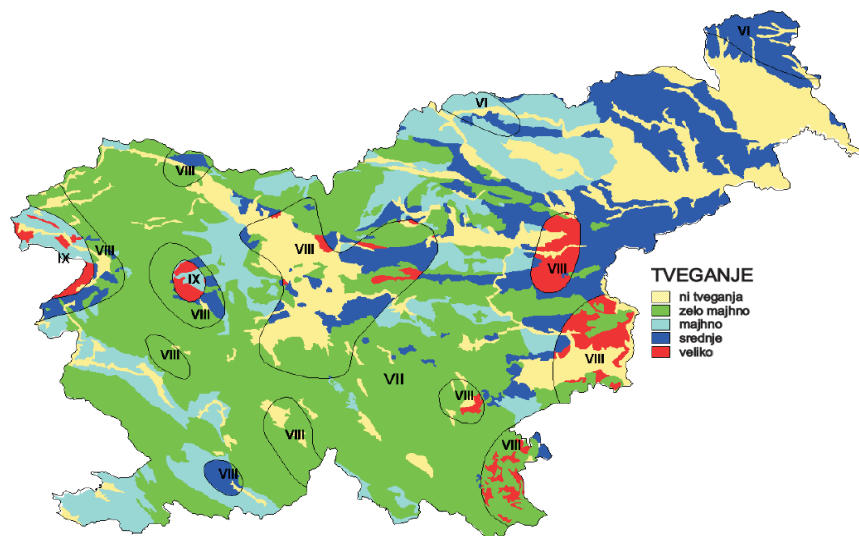
Slika 12: Karta verjetnosti pojavljanja plazov (Vir: Geološki zavod, 2012)



Na tem mestu bi bilo treba omeniti tudi še možnost pojava masnih oziroma drobirskih tokov. Potres sam sicer neposredno običajno ne sproži dogajanj v povezavi z nastankom drobirskega toka, vsekakor pa se ga lahko razume kot enega sprožilnih dejavnikov, zlasti v primerih, kadar se zgodijo pred ali po daljšem obdobju deževnega vremena. Glavni dejavniki za nastanek drobirskih tokov so sicer predvsem krajevne litološke in reliefne razmere.

Specifični primer so t.i. antropogeni plazovi, od katerih je pri nas najbolj znan plaz odpadne rudniške jalovine na Ruardiju v Zagorju ob Savi iz osemdesetih let prejšnjega stoletja. Po načinu »obnašanja« so taki plazovi precej podobni drobirskim tokovom. Na sicer majhno možnost trganja plazov rudniške jalovine ob močnem potresu je v Zasavju treba računati, zlasti v kombinaciji z daljšim obdobjem deževnega vremena ali taljenja debele snežne odeje.

Slika 13: Karta tveganja nastanka plazov zaradi potresov. Avtorja: M. Ribičič, R. Vidrih (Vir: ARSO, spletna stran). Na karti je upoštevana še stara karta seizmične intenzitete Slovenije iz leta 1987.



#### 9.4 Bolezni ljudi in živali

V zasavski regiji je ob potresu intenzitete VIII EMS na gosteje naseljenem nadžariščnem območju lokalno moč pričakovati izbruhe nalezljivih bolezni pri ljudeh, kot so na primer tetanus, plinska gangrena, gnojni meningitis, črevesne in respiratorne nalezljive bolezni, na žariščnih območjih - hemoragična mrzlica z renalnim sindromom, borelioza in klopni meningoencefalitis.

Dejavniki, ki lahko vplivajo na nastanek ali širitev bolezni, so predvsem:

- slabše življenjske razmere (podhranjenost, preskrba z vodo, dostop do sanitarij, ravnanje z odpadki, slaba precepljenost, slaba poučenost,...),
- evakuacija (umik) in nastanitev v začasnih skupnih prostorih, kjer je večje število ljudi ter
- slabša zdravstvena oskrba.

Izbruhe določenih bolezni se lahko ob potresu intenzitete VIII EMS pričakuje tudi pri živalih.



## 10 ZAKLJUČEK REGIJSKE OCENE POTRESNE OGROŽENOSTI

Zasavje je regija z večjo potresno nevarnostjo. Potres je ena tistih nesreč, ki zasavsko regijo najbolj ogroža. Čeprav potresi ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, so lahko njihovi učinki zelo hudi zaradi razmeroma plitvih žarišč (največ potresov ima žariščno globino manjšo od 15 km). Drugi razlog za to, da se potrese upravičeno šteje med nesreče, ki pri nas lahko povzročijo največje nevšečnosti, je v tem, da močni potresi lahko nastanejo tudi na gosto naseljenih mestnih središčih vseh treh zasavskih občin, kjer bi bile posledice potresa intenzitete VIII EMS lahko zelo hude.

Razlogi za nastajanje potresov v zasavski regiji in bližnji okolici so v zapleteni geološki in tektonski zgradbi tega območja, ki večinoma leži na manjši Jadranski plošči, stisnjeni med Afriško ploščo na jugu in Evrazijsko ploščo na severu (slika 2).

Državna mreža potresnih opazovalnic vsako leto na ozemlju Slovenije zabeleži več tisoč šibkih potresov, od katerih jih prebivalci čutijo nekaj deset.

Ker je potres nenaden, sunkovit dogodek, ki se praviloma zgodi brez predhodnih opozoril, ljudi vedno presenetijo. Na obseg posledic potresa vplivajo globina potresnega žarišča, potresna odpornost objektov, gostota naseljenosti, čas potresa in krajevne značilnosti, predvsem lastnosti tal in drugo.

Največje število poškodovanih in smrtnih žrtev je moč pričakovati ob potresu, ki bi se zgodil ponoči ali v dopoldanskem času na delovni dan. Takrat se ljudje večinoma zadržujejo doma, na delovnih mestih in v vzgojno-izobraževalnih objektih.

Potresno ogrožena je vsa zasavska regija, tako ljudje, živali, premoženje in kulturna dediščina saj se v celoti na območju potresne intenzitete VIII EMS.

Poleg neposrednih žrtev in škode lahko ob tako močnih potresih pride tudi do verižnih nesreč, kot so požari, eksplozije, nesreče z nevarnimi snovmi, plazovi in podori, poplave, bolezni ljudi in živali in drugo. Ne glede na to, da so s karto določene potresne intenzitete s povratno dobo 475 let, so na območju zasavske regije verjetno možni še bolj močni potresi.

V tej oceni ogroženosti je bilo izvedeno tudi razvrščanje nosilcev načrtovanja, poleg regije so to še občine, v pet razredov ogroženosti. Iz razvrstitve v razrede ogroženosti je odvisna obveznost nosilcev načrtovanja s področja potresa, kar bo podrobneje določeno z regijskim načrtom zaščite in reševanja ob potresu. Na podlagi kriterijev, opisanih v poglavju 7, so v peti, najvišji razred ogroženosti, uvrščene vse tri zasavske občine. Vse občine skupaj imajo več kot 41.000 prebivalcev, ki živijo na območjih intenzitete VIII EMS. Vse tri občine morajo skladno z Uredbo o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS št. 24/12) izdelati celotni občinski načrt zaščite in reševanja ob potresu.

Na podlagi nekoliko drugačnih kriterijev je v med najbolj potresno ogrožene razvrščena tudi izpostava URSZR Trbovlje oz. zasavska regija (razred ogroženosti 5).

Izhodišče varstva pred potresi je ugotovitev, da potresov ni možno preprečiti, lahko pa se zmanjša njihove posledice na sprejemljiv obseg, kar je pomembno predvsem pri novogradnjah. Objekti, ki niso bili projektirani in grajeni z upoštevanjem današnjega znanja o potresno odporni gradnji, so izpostavljeni precej večjemu potresnemu tveganju, saj je njihova potresna ranljivost načeloma večja kot pri objektih, zgrajenih po novejših oziroma veljavnih predpisih.

Na osnovi izdelane regijske ocene ogroženosti se izdelata regijski načrt zaščite in reševanja ob potresu. Obveznost, da načrt zaščite in reševanja ob potresu izdelajo v celoti, velja skladno z Uredbo o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12) tudi za vse tri občine občin.

Rezultati te ocene ogroženosti so seveda lahko uporabni tudi za vse druge, ki so na kakršenkoli način povezani s potresi in njihovimi učinki.

## 11 RAZLAGA POJMOV IN KRAJŠAV

**Epicenter (nadžarišče potresa)** je območje na površju Zemlje, ki leži navpično nad žariščem potresa (hipocentrom) in je zato tudi najbližje žarišču. V epicentru ponavadi nastane najmočnejši in najbolj uničujoč sunek, z oddaljevanjem od epicentra pa intenziteta potresa slabi.

**Hipocenter (žarišče potresa)** je točka ali območje znotraj Zemlje, kjer se začne potresni pretrg in od koder izhajajo potresni valovi. Opisan je z geografskimi koordinatami in s podatkom o globini.

**Intenziteta (I)** je subjektivna opisna mera, ki fizikalno ni definirana, za učinke potresa na ljudi, živali, predmete, zgradbe in naravo. Odvisna je od magnitude potresa, oddaljenosti od nadžarišča, globine žarišča in lokalnih dejavnikov (lokalne geologije, lokalne topografije, medsebojnega delovanja tal in zgradb, resonance, usmerjenosti prelomnega pretrga, kvalitete gradnje...). To je najpomembnejši podatek za prebivalce, saj z njo opisujemo učinke potresa na ljudi, predmete, zgradbe in naravo. Intenziteto se meri v stopnjah intenzitetnih lestvic brezdimenzionalne veličine (MCS, MSK, EMS, MM, JMA). V Sloveniji se uporablja evropsko potresno lestvico EMS-98. Intenziteta je ponavadi največja v nadžarišču potresa, z oddaljevanjem od nadžarišča pa postopoma slabi. Opredeljena je za omejeno območje, ne za točko, in za skupino ogrožencev, ne za posameznega ogroženca.

**Intenzitetna (makroseizmična, potresna) lestvica** je celoštevilaska, brezdimenzijska, opisna lestvica in deloma količinska mera, ki fizikalno ni definirana. Z intenzitetno lestvico se skuša ovrednotiti vpliv potresa na objekte visoke in nizke gradnje, predmete, človeka in spremembe v naravi. Trenutno se v svetu uporablja naslednje potresne lestvice:

- Mercalli-Cancani-Siebergova lestvica (MCS), ki ima 12 stopenj (uporablja se na primer v Italiji);
- Modificirana Mercallijeva lestvica (MM), ki ima 12 stopenj (uporablja se na primer v ZDA);
- Medvedev-Sponheuer-Karnikova potresna lestvica (MSK), ima 12 stopenj (uporablja se na primer v Rusiji, Indiji);
- Evropska potresna lestvica (EMS), ki ima 12 stopenj (uporablja se v večini evropskih držav, tudi v Sloveniji) in
- Japonska potresna lestvica (JMA Seismic Intensity), ki ima 10 stopenj, razdeljenih v 7 kategorij (uporablja se na Japonskem).

**Magnituda (M)** je instrumentalno določena brezdimenzijska številaska mera velikosti potresa in ocena za sproščeno energijo v žarišču potresa. Vsak potres ima le eno vrednost magnitude (neodvisno od mesta opazovanja) in več vrednosti intenzitete (glede na opazovano naselje). Izračun magnitude temelji večinoma na zapisih različnih vrst potresnega valovanja. Magnituda nima določene zgornje vrednosti, izjemoma preseže vrednost 9. Največja izmerjena magnituda je dosegla vrednost 9,5 pri potresu v Čilu leta 1960, ocenjena magnituda najmočnejšega potresa v Sloveniji pa 6,8 pri potresu na Idrijskem leta 1511.

**Potres** je tresenje tal in sevanje potresne energije (potresno valovanje), ki nastane ob nenadni sprostitvi nakopičenih tektonskih napetosti v Zemljini skorji ali zgornjem delu zemeljskega plašča. Večino potresov povzroči prelomni pretrg in zdrs tektonskih plošč, pogosto pa tudi ognjeniška in magmatska dejavnost ali druge nenadne spremembe mehanske napetosti v Zemlji.

**Potresna nevarnost** (angleško: seismic hazard) je naravna danost za pojav potresa. Je verjetnostni pojem in se jo opredeljuje z verjetnostjo prekoračitve izbrane vrednosti parametra potresnega nihanja tal (projektne pospešek tal, intenziteta...).

**Potresna ranljivost** (angleško: seismic vulnerability) je občutljivost ogroženca (ljudi, stavb, materialnih dobrin...) za potres. Je lastnost stavbe oziroma ogroženca (in ne lokacije) ter je obratnosorazmerna potresni odpornosti. Ranljivost se lahko opiše s pričakovano stopnjo izgub ali poškodb objektov, ki bi nastale ob potresu določene stopnje intenzitete ali pospeška tal.

**Potresna ogroženost** (angleško: seismic risk) so pričakovane družbene in ekonomske posledice potresa. Je verjetnostni pojem in je odvisna od potresne nevarnosti, potresne ranljivosti stavb, gostote naseljenosti in časa izpostavljenosti.

**Prelom** je razpoka (ali sistem razpok), vzdolž katere sta v nasprotnih smereh zdrsnila kamninska bloka.

**Seizmograf** je občutljiva naprava za zapisovanje nihanja tal (podlage seizmografa). Zapise seizmografov uporabljamo za določitev magnitude potresa in lokacije žarišča ter za razne seizmološke analize.

**Seizmologija** je veda o potresih in z njimi povezanimi pojavi. Tesno je povezana s fiziko Zemljine notranjosti, tektoniko in geologijo ter je del geofizike, ki sodi v sklop naravoslovnih znanosti.

**Škoda** obsega ekonomske in druge izgube, ocenjene po nesreči.

## 12 PRILOGE

**Priloga 1:** Vprašalnik za grobo oceno potresne ranljivosti stavb (vir: POTROG)

**Priloga 2:** Potresna varnost/odpornost objektov, katerih ustanovitelj je RS (vir: MZ, 2011)