REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO
UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE

Podpisnik: Albert Trobec
Izdajatelj: sigov-ca
Številka certifikata: 00AC982453
Potek veljavnosti: 11. 11. 2020
Čas podpisa: 25. 02. 2020 09:29

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE

URAD ZA OPERATIVO

Izpostava Postojna

Kolodvorska 5, 6230 Postojna

T: 05 728 02 00
F: 05 726 45 90
E: izpostava.po@urszr.si
www.sos112.si/postojna

Številka: 842-4/2020-3 - DGZR
Datum: 25. 02. 2020

OCENA OGROŽENOSTI NOTRANJSKE REGIJE ZARADI POTRESOV

Verzija 3.0

	ORGAN	ODGOVORNA OSEBA/PODPIS
IZDELAL	URSZR POSTOJNA	Uroš Frol
SPREJEL	URSZR POSTOJNA	Albert Trobec Vodja izpostave

Kazalo

Kazalo **2**
1. UVOD **3**
1.1. Splošno o potresih 3
1.2. Zakonodaja o potresno odporni gradnji 4
2. SPLOŠNE ZNAČILNOSTI POTRESOV **4**
2.1. Žarišče in nadžarišče potresa 4
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 6
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 NOTRANJSKE REGIJE **12**
4.1. Ocenjevanje potresne nevarnosti 12
4.2. Karta projektnega pospeška tal 12
4.3. Zemljevid potresne intenzitete 13
4.4. Potresno najbolj nevarna območja po novi karti potresne intenzitete 14
4.5. Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa 15
5. POGOSTOST POJAVLJANJA POTRESA **15**
5.1. Povratna doba in ponovljivost potresov 15
5.2. Močni potresi v preteklosti 16
6. POTRESNA OGROŽENOST NOTRANJSKE REGIJE **19**
6.1. Gostota in razporeditev naseljenosti 19
6.2. Čas potresa 21
6.3. Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja 21
6.4. Ogroženost kulturne dediščine 22
6.5. Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov 23
7. POTRESNA OGROŽENOST OBČIN NOTRANJSKE REGIJE IN IZPOSTAVE URSZR POSTOJNA **24**
7.1. Razvrščanje občin 25
7.2. Razvrščanje regije 27
8. POTRESNA ODPORNOST **29**
8.1. Potresna odpornost objektov 29
9. POTRESNI SCENARIJI **32**
9.1. Potresni scenariji epicenter Postojna, intenziteta VIII EMS-98 33
9.2. Potresni scenariji epicenter Ilirska Bistrica, intenziteta VIII EMS-98 36
9.3. Potresni scenariji epicenter Cerknica, intenziteta VIII EMS-98 39
10. NASTANEK VERIŽNIH NESREČ OB POTRESU **42**
10.1. Požari in eksplozije 42
10.2. Nesreče z nevarnimi snovmi 42
10.3. Plazovi, podori in poplave 43
10.4. Bolezni ljudi in živali 45
11. ZAKLJUČEK REGIJSKE OCENE POTRESNE OGROŽENOSTI **45**
12. RAZLAGA POJMOV IN OKRAJŠAV **47**
13. VIRI: **48**

1. UVOD

Oceno potresne ogroženosti za Notranjsko regijo (verzija 3.0) je izdelala Izpostava Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje Postojna na podlagi Ocene ogroženosti Republike Slovenije zaradi potresov, Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 51/06 – UPB1, 95/07 – ZSPJS in 97/10), Navodila o pripravi ocen ogroženosti (Uradni list RS, št. 39/95) in Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12, 78/16).

Ocena potresne ogroženosti Notranjske regije je usklajena z Oceno potresne ogroženosti Republike Slovenije.

Ocena potresne ogroženosti Notranjske regije je podlaga za izdelavo regijskega načrta zaščite in reševanja ob potresu.

S sprejetjem te ocene ogroženosti preneha veljati Ocena potresne ogroženosti Notranjske regije iz leta 2014.

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 in obenem tudi najmočnejših potresov 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 dejansko 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 neki lokaciji lahko povzročil.

V Republiki Sloveniji in v večini drugih držav je pomembno 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 pod dimenzionirani 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, t.j. 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 projektnega pospeška tal (Lapajne in drugi, 2001) skupaj s slovenskim oziroma evropskim standardom EC8.

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

Leta 2011 je ARSO izdelala novo 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 drugotnih (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 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 porušitvah 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). Kratek opis EMS 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).

Preglednica 1: Kratka oblika Evropske potresne lestvice 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**

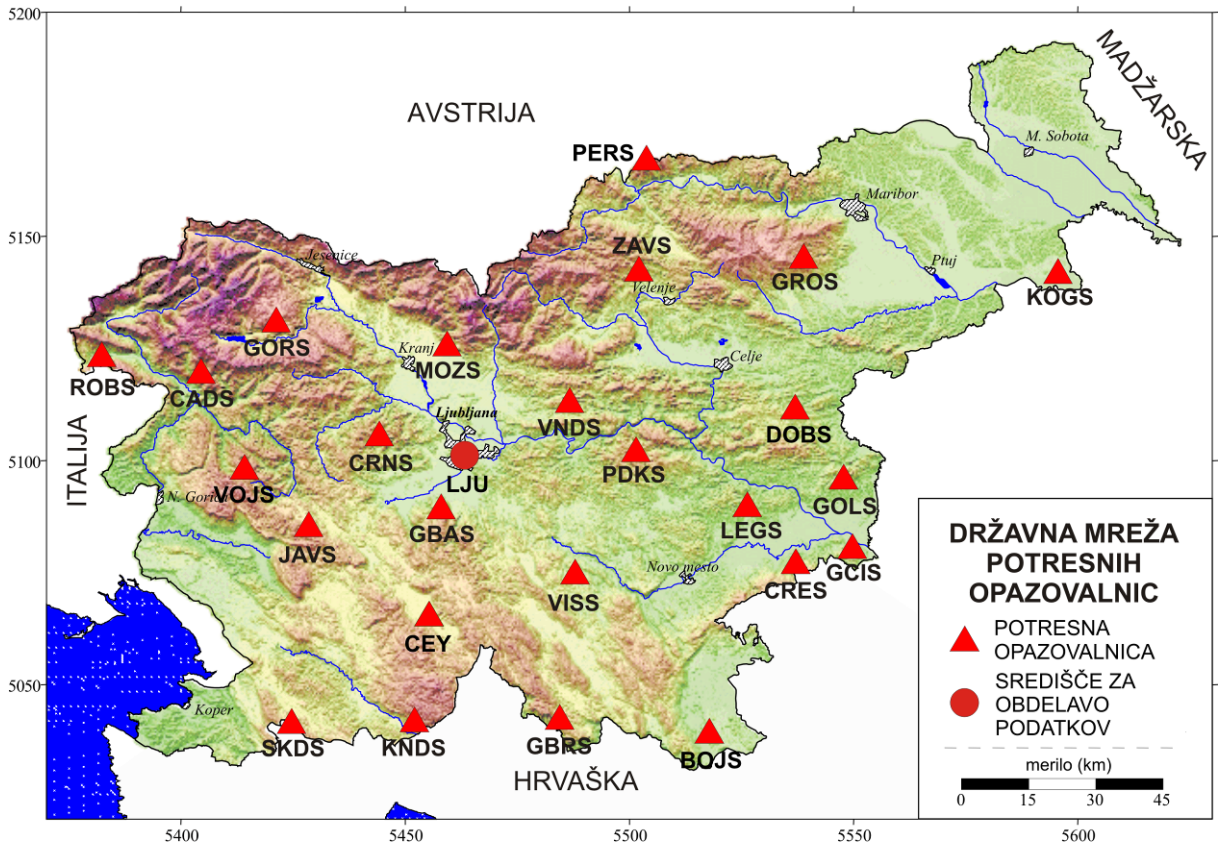
Zahtevam po obveščanju v stvarnem času ter samodejni obdelavi podatkov in njihovo posredovanje ustreznim službam (porabnikom) je možno zadostiti z ustrezno sodobno seizmološko in računalniško opremo ter s primerno organizacijo upravljanja in vodenja mreže potresnih opazovalnic. Mreža potresnih opazovalnic 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 nujni zapisi najmanj treh opazovalnic, za opredelitev globine žarišča pa še zapis vsaj ene opazovalnice, ki od nadžarišča ni oddaljena več kot znaša 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.

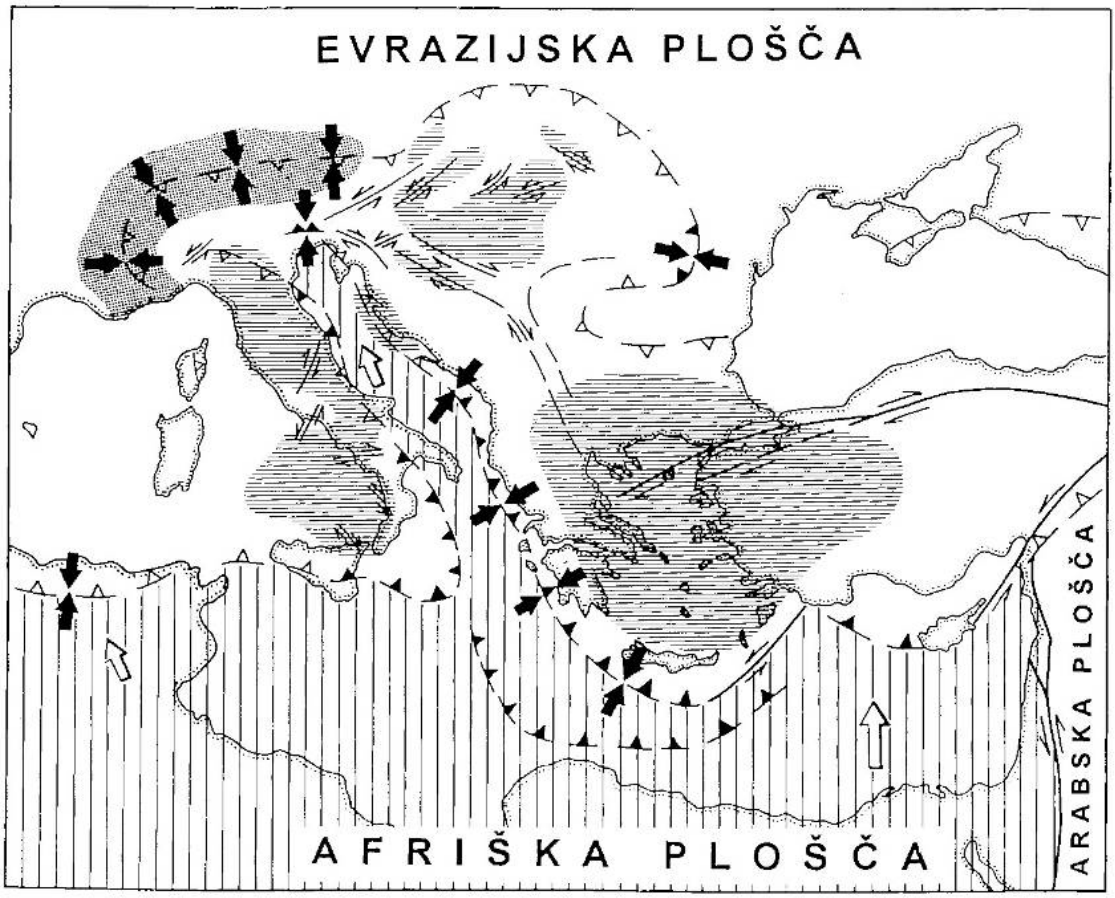
3.2. Geotektonske enote in tektonski prelomi Slovenije

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).

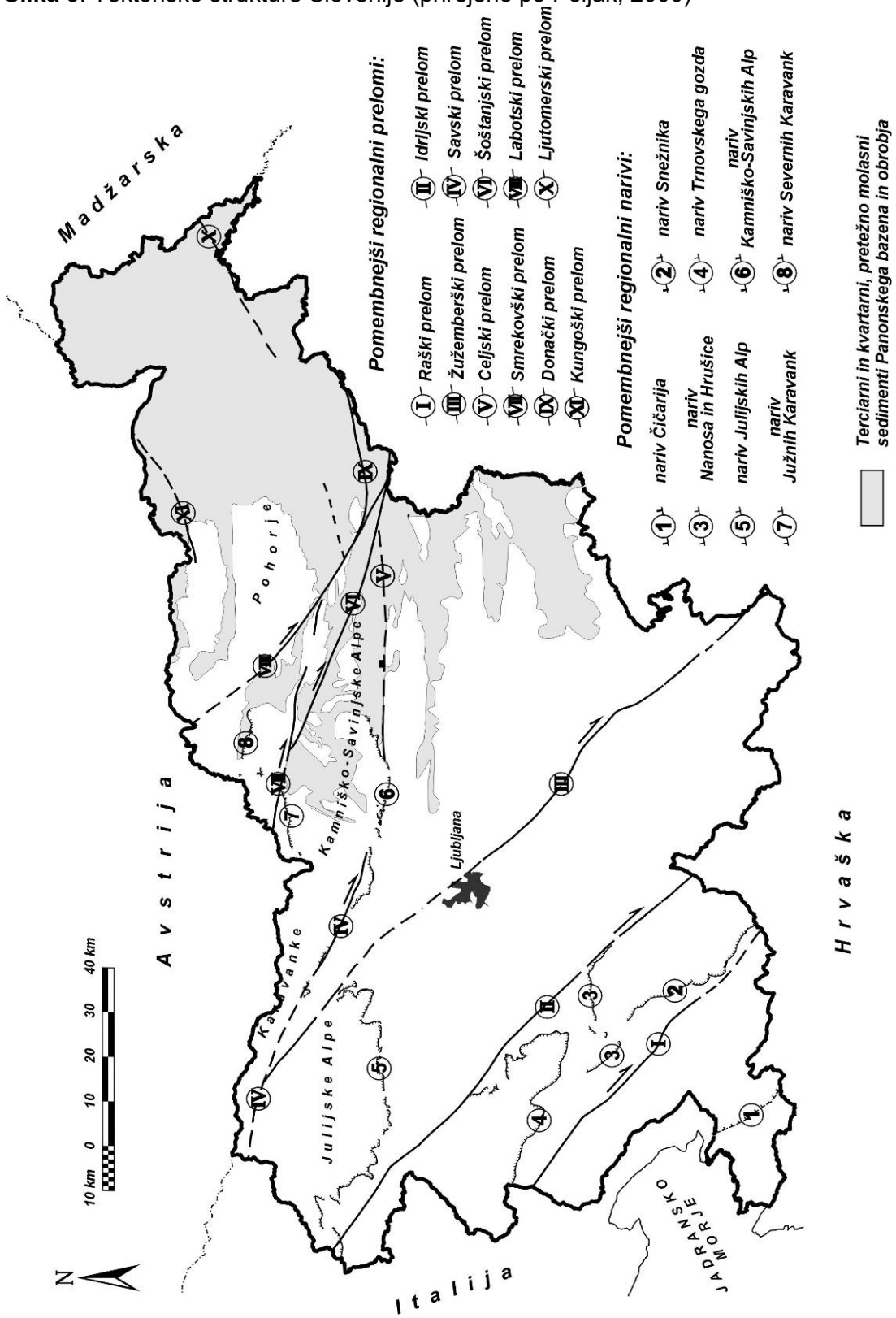
Ozemlje Slovenije lahko razdelimo na Alpe, Dinaride in Jadransko predgorje. Dinaridi so nadalje sestavljeni iz Južnih Alp ter Notranjih in Zunanjih Dinaridov. Panonski bazen

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, nekdaj aktivnega stika med Jadransko in Evrazijsko ploščo.

Slika 2: Splošen geotektonski položaj



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



Slika 2: Tektonska struktura Slovenije

4. POTRESNA NEVARNOST NOTRANJSKE REGIJE

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 projektnega 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 civilne zaščite 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 projektnega pospeška tal

Karta projektnega 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 (angl. 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.

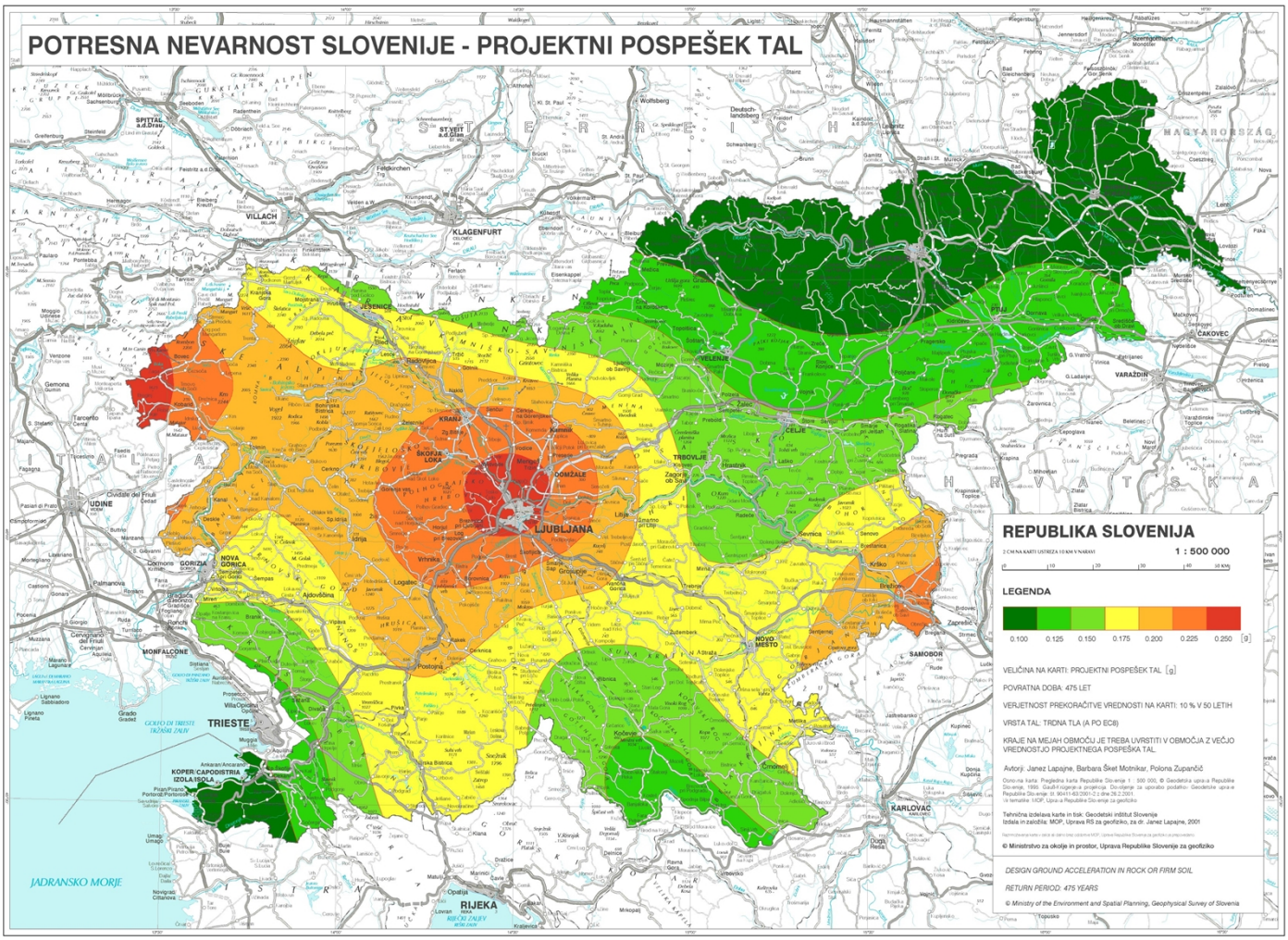
Referenčni povratni dobi 475 let ustreza faktor pomembnosti 1, ki označuje običajne stanovanjske stavbe. Za pomembne stavbe (šole, vrtci, bolnišnice, …) je projektni pospešek enak zmnožku referenčnega pospeška tal in faktorja pomembnosti. To pomeni, da je za pomembnejše stavbe posredno upoštevana večja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

Vrednosti projektnega 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 projektnega 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)

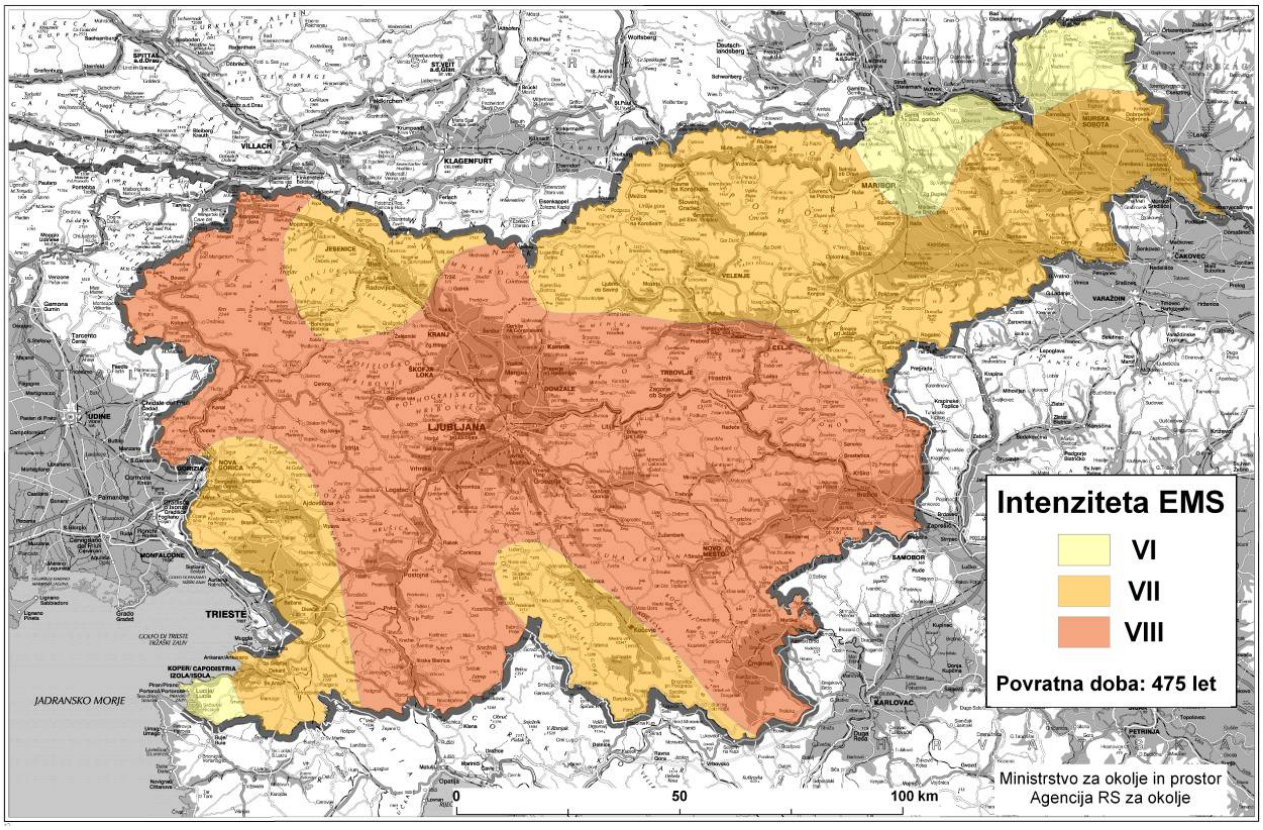


4.3. Zemljevid potresne intenzitete

Karta potresne intenzitete za povratno dobo 475 let iz leta 2011 je nova informacija javnosti in namenjena predvsem sistemu varstva pred naravnimi in drugimi 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 civilne zaščite oziroma sistem 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.

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. 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 lokaciji so odvisni od:

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

V strokovni literaturi je »vpliv lokalnih tal« znan pod imenom »site effects«. Kakšne bodo posledice potresa na objektu, je seveda odvisno tudi od potresne odpornosti oziroma ranljivosti posameznega objekta. Vpliv lokalne geološke zgradbe se lahko kvalitativno oceni na več načinov. Načini izdelave ocene so navedeni v Oceni ogroženosti RS zaradi potresov v poglavju 4.5. Pri takšnih izračunih je podtalnica pomemben dejavnik povečanja potresnih učinkov. Medvedev navaja povečanje intenzitete za eno stopnjo, če je globina podtalnice do enega metra pod površjem, pol stopnje, če je globina podtalnice 4 metre in nič, če je podtalnica globlje od 10 metrov.

5. POGOSTOST POJAVLJANJA POTRESA

5.1. Povratna doba in ponovljivost potresov

Poglavje 5.1 je v primerjavi s prejšnjo verzijo ocene spremenjeno, saj je ARSO za potrebe izdelave Ocene tveganja za potres na novo izračunal verjetnost potresov z intenziteto 7 EMS ali več na območju Slovenije.

Najmočnejši zabeležen potres na ozemlju Slovenije je bil Idrijski potres iz leta 1511 z ocenjeno magnitudo 6,8 (ARSO, 2011). Kolikšna je povratna doba pojavljanja tako močnih in tudi manj močnih potresov pri nas?

Povratna doba *T* je povprečen čas med dvema potresoma, ki na opazovani lokaciji povzročita prekoračitev izbrane vrednosti obravnavane količine (npr. pospeška tal PGA ali intenzitete). Zato je po uradni karti potresne nevarnosti povprečen čas med dvema potresoma, ki bi v Ljubljani povzročila projektni pospešek tal vsaj 0,25 g, enak 475 let.

Ponovljivost potresov se lahko izraža tudi z verjetnostjo H_t, da bo izbrana vrednost (pospeška tal ali intenzitete) prekoračena v izbranem opazovanem obdobju *t* let. Ob predpostavki, da se potresi dogajajo po Poissonovem zakonu, se verjetnost prekoračitve izračuna po formuli: $H_t = 1 - e_{(-t/T)}$. Če je opazovano obdobje enako kar povratni dobi ($t = T$), je verjetnost prekoračitve enaka $H_t = 1 - e_{(-1)} = 0{,}63$. Torej je verjetnost, da bodo na karti prikazane vrednosti presežene v dani povratni dobi, enaka 63 %.

Če je opazovano obdobje enako življenjski dobi običajnih stavb (t = 50 let) in če je referenčna povratna doba 475 let, je verjetnost prekoračitve enaka $H_t = 1 - e_{(-50/475)} = 0{,}1$. Enakovredno to pomeni, da vrednosti na karti z verjetnostjo 90 % ne bodo presežene v 50 letih.

Človek, ki živi 80 let, lahko v svojem življenju pričakuje, da bodo vrednosti na karti presežene z verjetnostjo $H_{80} = 1 - e_{(-80/475)} = 0{,}44$.

Verjetnost, da bodo vrednosti na karti prekoračene v enem letu, pa je zanemarljiva (t = 1, T = 475): $H_1 = 1 - e_{(-1/475)} = 0{,}0021$.

Kadar nas zanima potresna nevarnost nekega mesta ali lokacije pomembnega objekta, je potrebno izračunati tudi krivuljo potresne nevarnosti, ki podaja odvisnost med PGA (oziroma Intenziteto) in med povratno dobo. Na krivulji potresne nevarnosti se lahko odčita povratno dobo za vnaprej izbrano vrednost PGA (oziroma posredno intenzitete). S pomočjo slike 13 se tako lahko za Ljubljano določijo povratne dobe, ki ustrezajo danemu pospešku ali intenziteti:

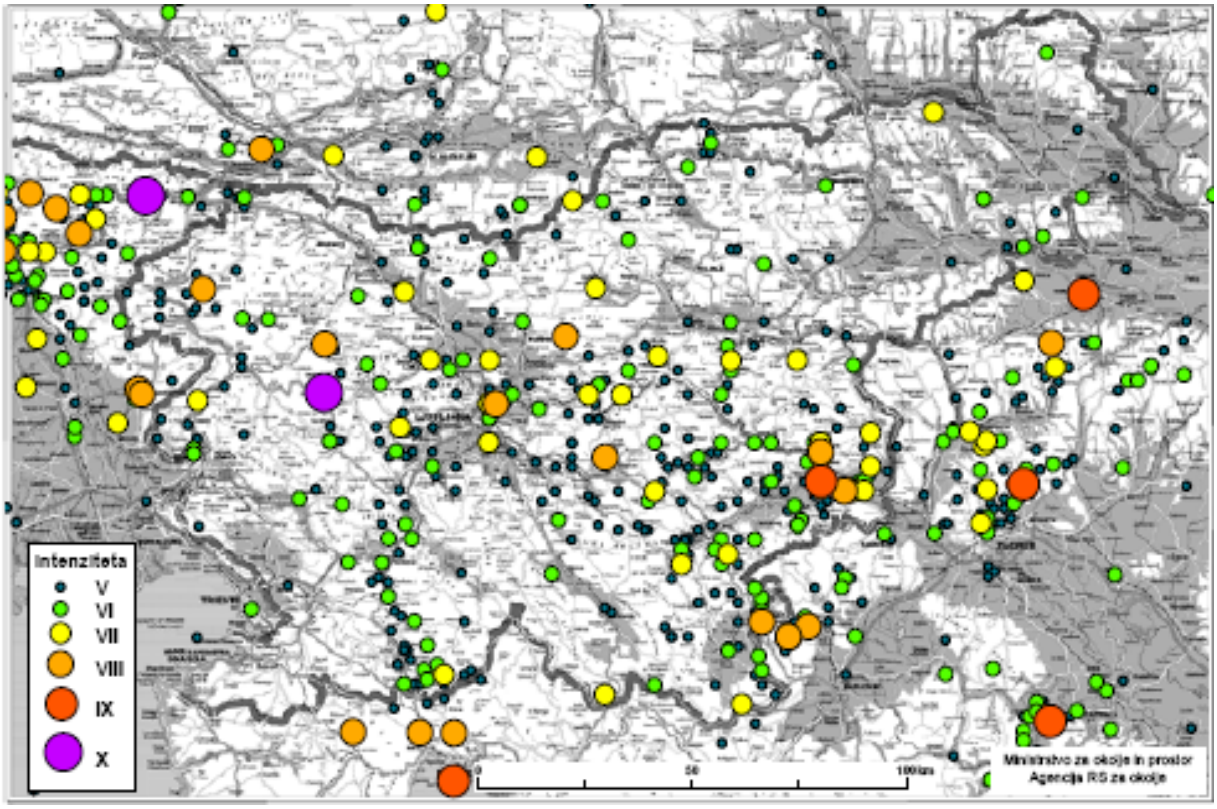
- za PGA = 0,1 g (približno intenziteta VII EMS): 85 let,
- za PGA = 0,2 g (približno intenziteta VIII EMS): 450 let,
- za PGA = 0,4 g (približno intenziteta IX EMS): 3333 let.

Iz tega izhaja, da se v osrednji Sloveniji potresi intenzitete vsaj VII EMS pojavljajo povprečno vsakih 85 let, potresi intenzitete vsaj VIII EMS približno na 450 let, potresi intenzitete vsaj IX EMS pa približno na 3333 let.

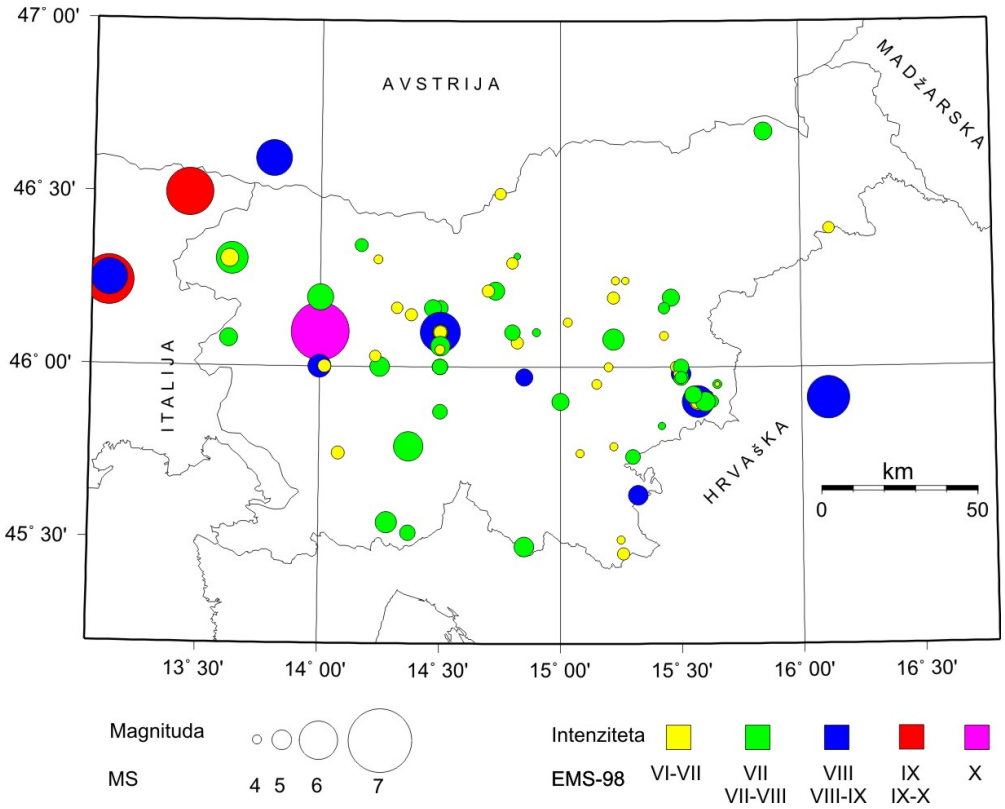
5.2. Močni potresi v preteklosti

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)



Najmočnejši potres na ozemlju današnje Slovenije je nastal 26. marca 1511 ob 14. uri po svetovnem času. Nekateri menijo, da sta bila v kratkem časovnem razmiku dva močna sunka. Prvi naj bi ob omenjenem času nastal na Idrijskem, drugi pa okoli 21. ure v Furlaniji. Analize poškodb so kazale, da so bila huda rušenja popoldan v zahodni in osrednji Sloveniji, zvečer pa v Furlaniji, Julijski krajini, Karniji in Benečiji. Prvi naj bi imel magnitudo 6,8, za drugega pa nekateri avtorji ocenjujejo vrednost 7—7,2. Globina prvega je bila 15 kilometrov pod površjem, drugega pa okoli 20 kilometrov pod površjem kilometrov. Na obsežnem širšem nadžariščnem območju, ki je segalo od Čedada do Humina pa tja do Idrije, so največji učinki dosegli med IX in X EMS. Po nekaterih avtorjih so ponekod lokalni učinki dosegli X EMS. Novejše raziskave ugotavljajo, da je šlo nedvomno za en sam - popoldanski potres, ki je podrl ali močno poškodoval vse kamnite objekte v oddaljenosti do 150 kilometrov od nadžariščnega območja. Lokacija nadžariščnega območja še vedno ni natančno ugotovljena. Polmer potresnih učinkov je bil podoben kot pri beljaškem potresu, okoli 750 kilometrov, kar pomeni skoraj 1,8 milijona km2 veliko območje. O njegovih učinkih dovolj zgovorno priča podatek o 12.000 mrtvih (nekateri avtorji menijo, da je bilo na Tolminskem in Idrijskem 3000 mrtvih, v Furlaniji pa še 12.000). Med najbolj poškodovanimi so bila naselja Videm (Udine), Tolmeč (Tolmezzo), Čenta (Tarcento), Čedad (Cividale), samo v tem kraju naj bi bilo 3000 mrtvih, Pušja vas (Venzone), Humin (Gemona) in še številni kraji na tem območju. Manjše poškodbe so nastale celo na Dunaju in v Benetkah. Novejše domneve število žrtev sicer bistveno zmanjšujejo. V Škofji Loki je potres porušil vse kamnite objekte, vključno z gradom, podrl je smledniški grad in Novi grad pri Preddvoru, gradove v okolici Tržiča, poškodovan je bil grad Kamen pri Begunjah, podrl je blejski grad, močno je poškodoval gradove v okolici Radovljice in Kamnika. Poškodovan je bil Ljubljanski grad, na Dolenjskem pa turjaški grad in grad Prežek pod Gorjanci. Na Notranjskem je podrl gradove v Postojni, Polhovem Gradcu in Planini pri Rakeku. V Idriji so vzdržali le leseni objekti. Plazovi so zasuli strugo reke Idrijce. Za enim od podorov je nastalo 65 hektarov obsežno zajezitveno jezero z več kot štirimi milijoni m3 vode, ki je preplavila celotno naselbino, vdrla tudi v rudnik in onemogočila nadaljnje izkoriščanje rude. V rudniku je bilo zaradi potresa in poplave uničeno vse, kar je bilo zgrajeno pod površino terena. Za nadaljnje delo so rudnik usposobili šele leta 1517. Posočje je bilo v tistem času le malo naseljeno, zato niso znane večje poškodbe, uničeni pa so bili vsi gradovi na Tolminskem. V Posočju so se utrgali številni skalni podori, balvani in zemeljski plazovi.

Ljubljanski ali velikonočni potres je nastal 14. aprila 1895 ob 20.17 po svetovnem času. Žarišče je nastalo v globini 16 kilometrov, njegova magnituda (ML) je bila 6,1 (Ribarič, 1982). Največje učinke, med VIII in IX EMS, je dosegel na območju mesta Ljubljane, Ljubljanskega barja in do Vodic na severu. Potresni sunek je zajel območje s polmerom približno 350 km, kar pomeni približno 385.000 km2. Največje poškodbe so nastale v premeru 18 km, od Iga do Vodic. Manjše poškodbe so nastale v polmeru okoli 50 kilometrov. Njegovo moč ponazarjajo tudi podatki, da so potres čutili prebivalci Dunaja, Splita ter v italijanskih mestih Assisi, Firence in Alessandria. Ljubljana je takrat imela okoli 31.000 prebivalcev, ki so živeli v približno 1400 zgradbah. Potres je poškodoval okoli 10 % zgradb, ki so jih kasneje večinoma porušili. Na srečo mrtvih ni bilo veliko. V Ljubljani naj bi pod ruševinami umrlo sedem ljudi, v Vodicah pa je zasulo tri otroke. Smrtne poškodbe so večinoma povzročili odpadli deli dimnikov in strešnikov, nekatere pa so zasuli podrti stropi. Nekaj ljudi je umrlo med reševanjem. Glavnemu sunku je v naslednjih desetih dneh sledilo več kot 100 popotresov.

Med najmočnejšimi potresi v 20. stoletju je bil potres 29. januarja 1917 ob 8.22 po svetovnem času v Brežicah. Globina žarišča je bila 13 kilometrov. Magnituda potresa je bila 5,7, dosegel pa je največje učinke VIII EMS. Potresni sunek je najbolj prizadel območje Krško-Brežiškega polja in Gorjancev. Najbolj so bile poškodovane zgradbe v Brežicah, Krški vasi, Globokem in Stojdragi. Potres so čutili prebivalci celotne današnje Slovenije, njegov vpliv pa je segal tudi v Avstrijo, Italijo in na Hrvaško.

Ostali večji potresi na območju Slovenije in v sosednjih pokrajinah so bili :

- Kozjansko (1974) magnitude 4,8 ter učinek VII EMS;
- Furlanija (1976) magnitude 6,5 in 5,9, učinek X in IX EMS;
- Posočje (1998) magnituda 5,7 ter učunek VII in VIII;
- Posočje (2004) magnituda 4,9, učinek VI in VII.

Med močnejše potrese v 20. stoletju na območju Slovenije spada tudi potres, ki je nastal 31. januarja 1956 ob 2.25 po svetovnem času na ilirskobistriškem območju. Njegova magnituda je bila 5,1, največja intenziteta pa VII EMS. Žarišče je nastalo v globini okoli 7 kilometrov. Poškodbe so nastale v krajih Ilirska Bistrica, Koseze, Trnovo in okolici. Večje poškodbe so bile predvsem v Ilirski Bistrici, kjer je bilo poškodovanih 60 % zgradb, od tega 30 % huje. Potres so čutili na ozemlju s polmerom približno 135 km, kar pomeni skoraj 60.000 km^2 veliko območje.

6. POTRESNA OGROŽENOST NOTRANJSKE REGIJE

6.1. Gostota in razporeditev naseljenosti

Na območju intenzitete VIII EMS živi okoli 49.000 ljudi ali 68 % prebivalcev, na območju intenzitete VII okoli 22350 ljudi ali 32% prebivalcev. Celotno območje regije je zajeto v območjih intenzitet VIII in VII.

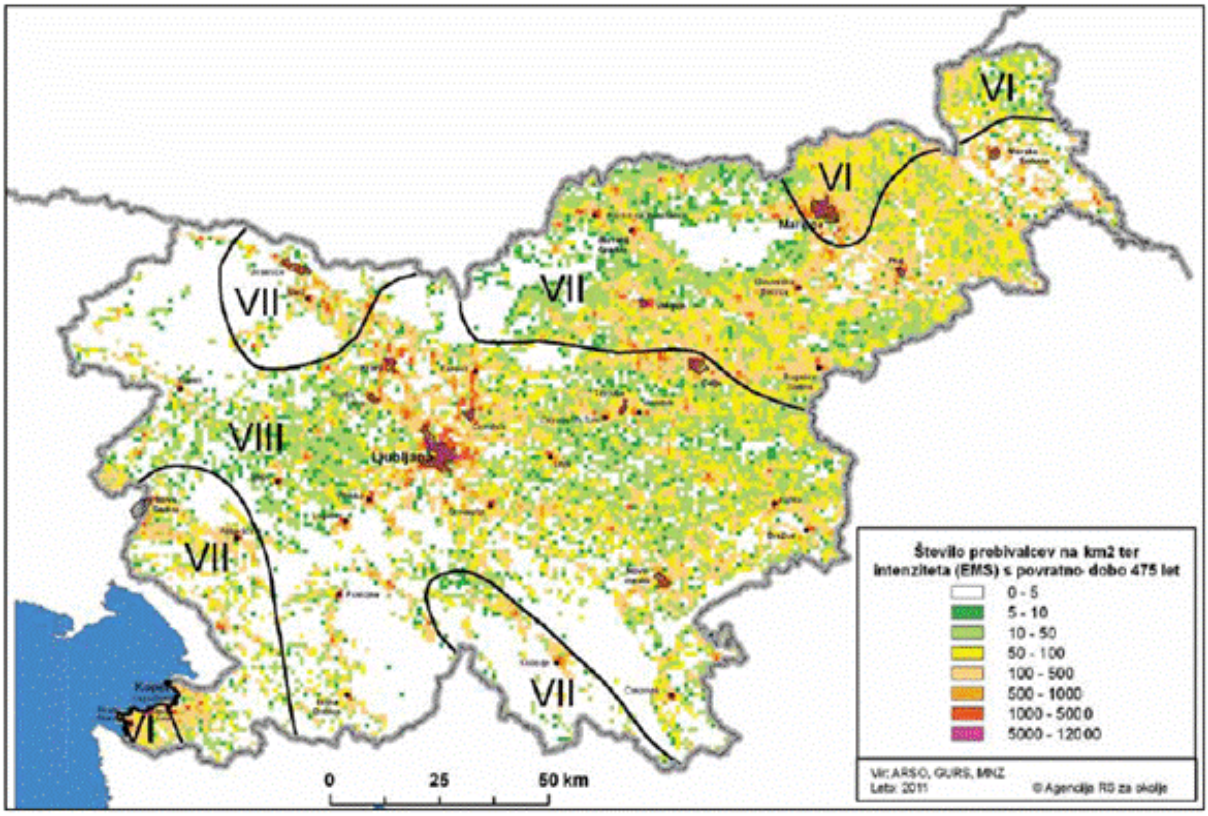
Preglednica 2: Število, delež in gostota prebivalstva po območjih posameznih intenzitet EMS (Vir: GIS_UJME, 2012)

Območje intenzitete EMS	Površina		Število prebivalcev leta 2011		Število prebivalcev na km^2
	km^2	%		%	
VIII	10.900	53,8	1.019.497	52,9	93,5
VII	8.295	40,9	698.118	36,2	84,2
VI	1.077	5,3	209.869	10,9	194,9
Skupaj	20.272	100,00	1.927.484	100,00	95,1

V območju intenzitete VIII EMS se med drugimi nahajajo naselja Postojna, Rakek, Cerknica in Ilirska Bistrica.

V območju intenzitete VII EMS se med drugim nahaja naselje Sežana.

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



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.

94,7 % površine Slovenije leži v območju, na katerem so za povratno dobo 475 let pričakovani potresi z učinki VII ali več po EMS. Tak potres poškoduje stavbe, ki niso bile grajene potresno odporno ter lahko povzroči pomembno motnjo v gospodarstvu oziroma na prizadetem območju.

Na nekaterih območjih Slovenije pa je potresna nevarnost še večja. Gre za širok pas območja intenzitete VIII EMS, ki se razteza od zahodne meje (Posočje, severna Primorska), ob Idrijskem prelomu, čez Ljubljano z okolico in na vzhod do meje s Hrvaško (Dolenjska, Zasavje, Posavje, Bela Krajina).

Med najbolj ogrožena mesta v Sloveniji spada tudi Ilirska Bistrica. Na širšem območju Ilirske Bistrice so v preteklosti že nastajali potresi z magnitudo okoli 5 ali višjo.

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 pa 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 v določenem mestu 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 ipd…), 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. Temu pojavu so najbolj izpostavljeni kraji s pomembnejšimi srednješolskimi ustanovami. Tudi z vidika dnevne migracije zaposlenih so najbolj izpostavljena največja slovenska mesta z močno industrijo in terciarnimi dejavnostmi (Postojna). Lahko bi bilo več mrtvih v Postojnski jami.

6.3. Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja

Iz zgodovine potresne dejavnosti je znano, da so na območju Slovenije možni potresi, ki poleg gmotne 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, poči 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.

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 detajlno pregledani še nekateri pomembnejši objekti na potresno najbolj nevarnih območjih Slovenije.

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 vzpostavitev 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 razglašenih enotah dediščine.

6.5. Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov

V Notranjski regiji ni celovitih podatkov (razen izjem) 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 enegijo 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 bi bili morda določeni odseki teh cest ogroženi zaradi trganja zemljin in kamnin, nima. Sam pomorski promet in dejavnost Luke Koper ob potresu intenzitete VIII EMS na območju Slovenije najverjetneje ne bi utrpela posledic. Železniški promet pa bi bil lahko zaradi morebitnih podorov, zemeljskih plazov in trganja skal otežen ali celo prekinjen.

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 drugim so pregledali tudi dokumentacijo v Sežani. 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 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 intentzitete, 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 26 srednjih šol smiselno, pri nekaterih celo nujno, izvesti natančno statično in protipotresno analizo in izvedbo protipotresne utrditve objektov. V okviru projekta POTROG, kjer bo s stališča potresne ranljivosti in odpornosti detajlno 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. Za nekatere bolnišnice ni podatkov (od večjih na primer za celjsko, izolsko, jeseniško, ptujsko, murskosoboško in novomeško). Stanje bolnišnic oziroma posameznih bolnišničnih objektov na tem področju je različno, pogojeno pa je predvsem s starostjo objektov. Nekateri bolnišnični objekti so celo iz 18. stoletja. Razpoložljivi natančnejši podatki o stanju potresne varnosti bolnišničnih objektov so v prilogi te ocene.

Ob potresu VIII. EMS, zlasti, če bi se zgodil na širšem notranjskem območju, obstaja verjetnost, da bi moral objekt bolnice Postojna prenest take obremenitve, saj spada med novejše zgradbe.

Celovitega pregleda stanja potresne odpornosti zdravstvenih domov v Republiki Sloveniji žal ni.

7. POTRESNA OGROŽENOST OBČIN NOTRANJSKE REGIJE IN IZPOSTAVE URSZR POSTOJNA

To poglavje potresne ogroženosti je namenjeno razvrstitvi občin in Izpostave URSZR Postojna (regije) v razrede potresne ogroženosti. Pri analizi je upoštevano 10 občin.

Potres sodi med nesreče, ki Notranjsko regijo najbolj ogrožajo. Pogostost potresov z močnimi poškodbami velja za Notranjsko regijo, kot Slovenijo, ki pa vseeno ni zelo velika, glede na podatke iz približno zadnjih 300 let se takšen potres bodisi z nadžariščnim območjem v Sloveniji ali v bližnjih območjih sosednjih držav pojavi enkrat do štirikrat na 100 let.

V regijskem načrtu se na podlagi izsledkov te ocene ogroženosti določijo tudi obveznosti nosilcev načrtovanja (občin, v določenem obsegu še nekateri drugi deležniki (npr. 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, skladno s smernicami Evropske komisije s področja izdelave ocen ogroženosti.

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 6: 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 Postojna. Regija je ozemeljsko in glede vključenosti občin vanjo identična izpostavi URSZR.

7.1. Razvrščanje občin

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 7.

Preglednica 3: 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 EMS ali manj	Vsi prebivalci občine na območju VI EMS	Vsi ali del prebivalcev občine na območju VII EMS in nič prebivalcev na območju VIII EMS	Vsi ali del prebivalcev občine (vendar manj kot 9000) na območju VIII EMS ali več	Vsi ali del prebivalcev občine (vendar več kot 9000) na območju VIII EMS ali več

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.

Preglednica 4: Število občin, razvrščenih po razredih ogroženosti ob potresu

Regija	1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti	Skupaj število občin	Razred ogroženosti regije
Notranjska	0	0	2	5	3	10	4
SKUPAJ OBČIN	**0**	**0**	**2**	**5**	**3**	**10**	

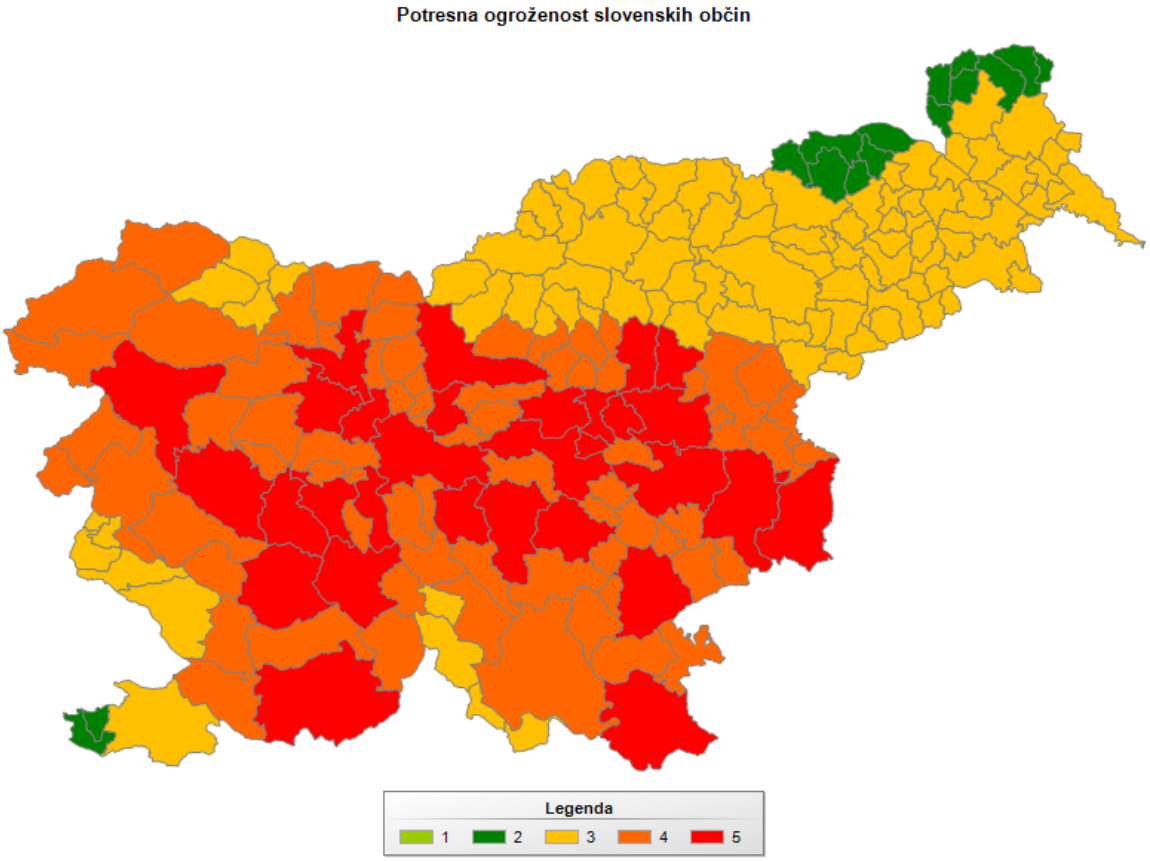
Iz preglednic 8 in 9 je razvidno, da je po tej oceni ogroženosti v Notranjski regiji 8 občin, ki so razvrščene v 4. in 5. razred ogroženosti ob potresu. To so občine, ki delno ali v celoti ležijo na območju intenzitete VIII EMS in glede na določbo 5. člena Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12) posledično zavezane k izdelavi celotnega načrta zaščite in reševanja ob potresu. Občini, ki delno ali v celoti ležijo na območju intenzitete VII EMS, in ki so razvrščene v 3. razred ogroženosti, sta 2.

Preglednica 9 prikazuje razporeditev števila prebivalcev znotraj teritorialnih enot glede na stopnje potresne intenzitete in razvrstitev občine glede na kriterije iz preglednice 7.

Preglednica 5: Razvrstitev občin v razred ogroženosti ob potresu in število prebivalcev občin, ki živijo na območjih posamezne potresne intenzitete.

REGIJA	**OBČINA**	**ŠTEVILO PREBIVALCEV**				**RAZRED OGROŽENO-STI**
		Območje VI EMS	**Območje VII EMS**	**Območje VIII EMS**	**SKUPAJ število prebivalcev**	OBČINE
Koroška regija	SKUPAJ		**70.784**		**70.784**	
NOTRANJSKA	Bloke		1284	265	1549	4
(10 občin)	Cerknica		13	10.378	10.391	5
	Divača		2669	895	3564	4
	Hrpelje-Kozina		3367	468	3835	4
	Ilirska Bistrica			13.518	13.518	5
	Komen		3468		3468	3
	Loška dolina		208	3455	3663	4
	Pivka			5738	5738	4
	Postojna			14.179	14.179	5
	Sežana		11.325		11.325	3
Notranjska regija	SKUPAJ		**22.334**	**48.896**	**71.230**	

Slika 9: Potresna ogroženost slovenskih občin



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

7.2. Razvrščanje regije

Razvrščanje regije v posamezne razrede ogroženosti je prvenstveno izvedeno glede na število prebivalcev, na območjih posameznih možnih intenzitet potresa v določeni regiji. Podatke o številu prebivalcev v posamezni regiji in v posameznem območju intenzitet (VI, VII in VIII EMS) smo pridobili iz aplikacije GIS_UJME s stanjem na dan 1. 12. 2011. Notranjska regija zajema območje izpostave URSZR Postojna.

Preglednica 6: 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 EMS ali manj	Vsi prebivalci regije na območju VI EMS	Vsi ali del prebivalcev regije na območju VII EMS in nič prebivalcev na območju VIII EMS	Vsi ali del prebivalcev regije na območju VIII EMS ali več	Vsi ali del prebivalcev regije na območju VIII EMS ali več + dodatni kriteriji*

*Dodatni kriteriji:

- če je v regiji več kot 1/3 vseh prebivalcev Slovenije, ki živijo na območju intenztite 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

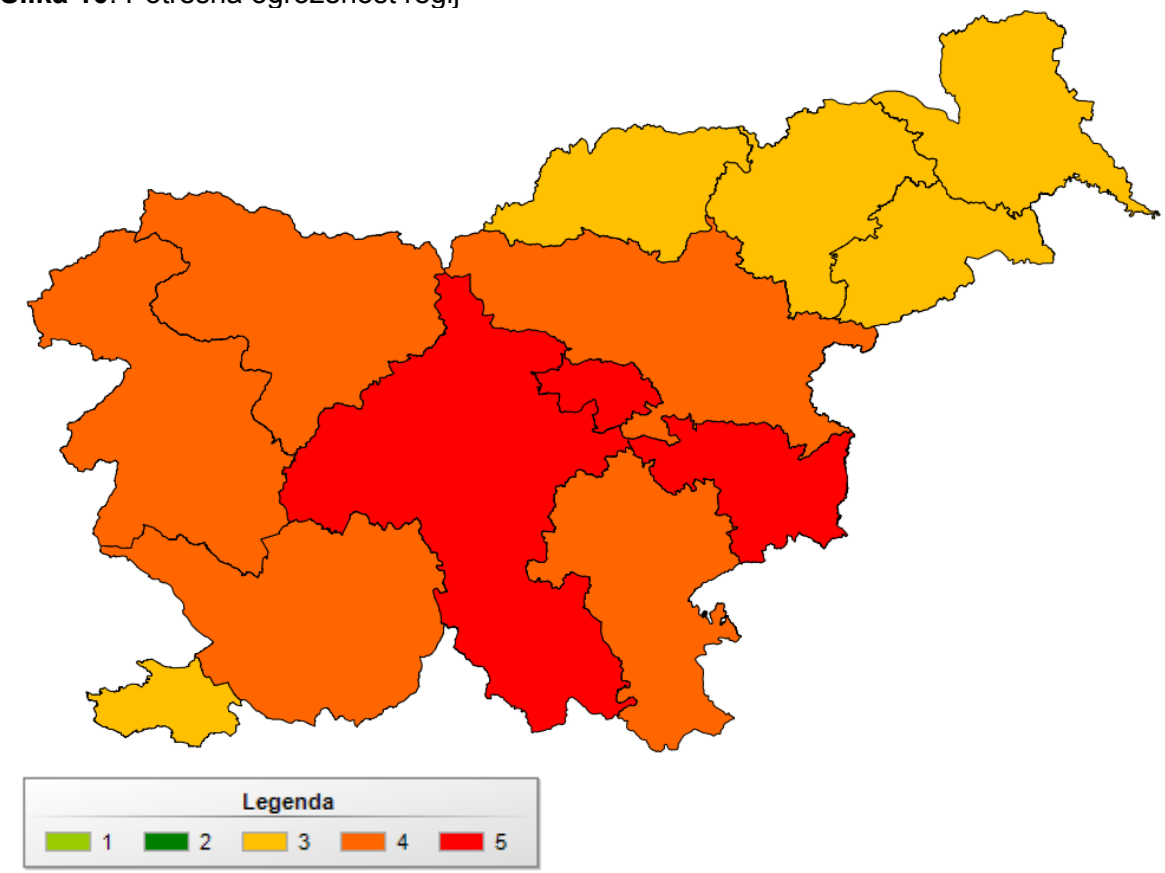
Preglednica 7: Število regij po razredih ogroženosti

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

Preglednica 8: Razvrstitev regij v razrede ogroženosti ob potresu. Vir. GIS_UJME, 2012

REGIJA	ŠTEVILO PREBIVALCEV				**RAZRED OGROŽENOSTI REGIJE**
	Območje VI EMS	Območje VII EMS	Območje VIII EMS	SKUPAJ število prebivalcev	
Notranjska		22.334	48.896	71.230	**4**
SKUPAJ		**22.334**	**48.896**	**71.230**	

Slika 10: Potresna ogroženost regij



1-majhna, 2- srednja, 3- velika, 4- zelo velika 1, 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 obrementve močno podcenjeval, objekti iz tega območja so bili praviloma grajeni le za prenos vertikalne obtežbe. Prvi resnejši standardi potresno odporne gradnje iz šestdesetih let so pomemben dejavnik oziroma premik naprej na tem področju. Razvoj stroke in nove izkušnje so narekovale 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 Sloveniji 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 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 oslabljeno 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 močneje 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. Prioriteto 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 9 so predstavljeni podatki o starosti stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb po statističnih regijah. Najprej je treba pripomniti, da statistične regije, ki so uporabljene v tej preglednici, niso v celoti primerljive z regijsko organiziranostjo Uprave RS za zaščito in reševanje, 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 in po posameznih območjih. Iz preglednice je opazno, kar velja za večino slovenskega ozemlja, da je razmah novogradenj, predvsem v obdobju med letoma 1961 in 1980. V tem času je bilo v državi letno zgrajenih skoraj 16.000 novih stanovanj (v sedemdesetih letih celo več kot 18.000 letno), kar je mnogo več kot v vseh ostalih obdobjih (med 1981 in 2007 manj kot 14.000 letno, v obdobju 2008–2010 manj kot 10.000 letno in v obdobju 1946 do 1960 celo manj kot 6.000 letno).

Preglednica 9: Pregled števila stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb po statističnih regijah (vir: Statistični urad RS, 2012)

Regije	do leta 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2007	2008 - 2010	Skupaj
Notranjsko-kraška	6660	2173	6758	5450	715	21.756

Preglednica 10: Pregled števila stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb po občinah znotraj regij (vir: Statistični urad RS, 2012)

	Regija/občina	do 1918	1919 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971-1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	SKUPAJ
NOTRANJSKA	Bloke	265	46	92	42	100	145	61	52	803
	Cerknica	1047	269	342	591	918	630	290	316	4403
	Divača	449	150	144	143	350	226	121	205	1788
	Hrpelje - Kozina	572	179	123	200	302	282	132	401	2191
	Ilirska Bistrica	1404	571	877	576	1100	820	314	250	5912
	Komen	639	132	257	59	167	197	79	125	1655
	Loška dolina	455	93	151	213	338	194	78	46	1568
	Pivka	693	258	187	206	466	397	143	207	2557
	Postojna	1034	525	524	1017	1191	1038	302	882	6513
	Sežana	1240	250	354	612	1340	696	409	534	5435
	SKUPAJ	**7798**	**2473**	**3051**	**3659**	**6272**	**4625**	**1929**	**3018**	**32.825**

V preglednici 10 so vrednosti iz prejšnje preglednice 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, regije kot države. 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 11: 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	do 1948	1949 - 1963	1964 - 1981	1982-2007	2008 -2010	SKUPAJ	število ljudi v občini/regiji	povprečno število ljudi na stanovanjsko enoto
NOTRANJSKA	Bloke	329	86	144	228	16	803	1549	1,93
	Cerknica	1384	451	1395	1078	95	4403	10.391	2,36
	Divača	628	158	473	468	62	1788	3564	1,99
	Hrpelje - Kozina	776	158	470	667	120	2191	3835	1,75
	Ilirska Bistrica	2150	874	1585	1227	75	5912	13.518	2,29
	Komen	822	223	228	344	38	1655	3468	2,10
	Loška dolina	578	185	507	285	14	1568	3663	2,34
	Pivka	988	211	650	645	62	2557	5738	2,24
	Postojna	1664	724	2007	1854	265	6513	14.179	2,18
	Sežana	1561	467	1838	1409	160	5435	11.325	2,08
	SKUPAJ	**10.881**	**3539**	**9296**	**8204**	**905**	**32.825**	**71.230**	**2,17**

Preglednica 12 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 in države biva v različno potresno odpornih oziroma ranljivih objektih.

Preglednica 12: 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 leta1948	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 1949-1963	Število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 1964-1981	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 1982-2007	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 2008-2010	število ljudi v občini/ regiji
NOTRANJSKA	Bloke	1,93	635	166	278	440	30	1549
	Cerknica	2,36	3267	1064	3291	2545	224	10.391
	Divača	1,99	1251	315	942	933	123	3564
	Hrpelje - Kozina	1,75	1358	277	823	1167	211	3835
	Ilirska Bistrica	2,29	4917	1999	3625	2806	171	13.518
	Komen	2,10	1723	468	478	720	79	3468
	Loška dolina	2,34	1351	431	1183	665	32	3663
	Pivka	2,24	2218	474	1458	1448	139	5738

Regija/občina	povprečno število ljudi na stano-vanjsko enoto	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih do leta1948	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 1949-1963	Število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 1964-1981	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 1982-2007	število ljudi, živečih v stano-vanjih, zgrajenih v letih 2008-2010	število ljudi v občini/ regiji
Postojna	2,18	3622	1577	4369	4035	576	14.179
Sežana	2,08	3252	973	3830	2936	334	11.325
SKUPAJ	**2,17**	**23.612**	**7679**	**20.172**	**17.803**	**1965**	**71.230**

Na podlagi podatkov iz preglednice 12 je torej možno približno oceniti, koliko ljudi biva v stavbah oziroma stanovanjih glede na njihovo potresno ranljivost oziroma odpornost. 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. Ugotovitve so še zlasti pomembne za tista območja, kjer je možen potres intenzitete VIII EMS. Iz preglednice 12 je moč ugotoviti oziroma oceniti, da po kriteriju starosti stanovanja nekaj manj kot 20.000 ljudi v Notranjski 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 stavbah, zgrajenih do leta 1963), zaskrbljujoče visoko, približno **31.000**. Dobrih 20.000 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. POTRESNI SCENARIJI

Poglavje o potresnih scenarijih je najbolj spremenjen del ocene v primerjavi z verzijo ocene 2.0. V regijsko oceno so uvrščeni trije scenariji potresa z epicentrom v najbolj naseljenem kraju občin, ki so razvrščene v območje s petim (5.) razredom ogroženosti.

Aplikacija Ocena posledic potresa v okviru projekta POTROG omogoča izračun posledic različno močnih potresov z nadžariščnim območjem tako na območju Slovenije kot v njeni bližji okolici, kjer so v preteklosti že nastajali potresi, ki so povzročali škodo tudi na območju ozemlja današnje Republike Slovenije. Dostop do aplikacije Ocena posledic potresa je mogoč prek povezave http://potrog2.vokas.si/.

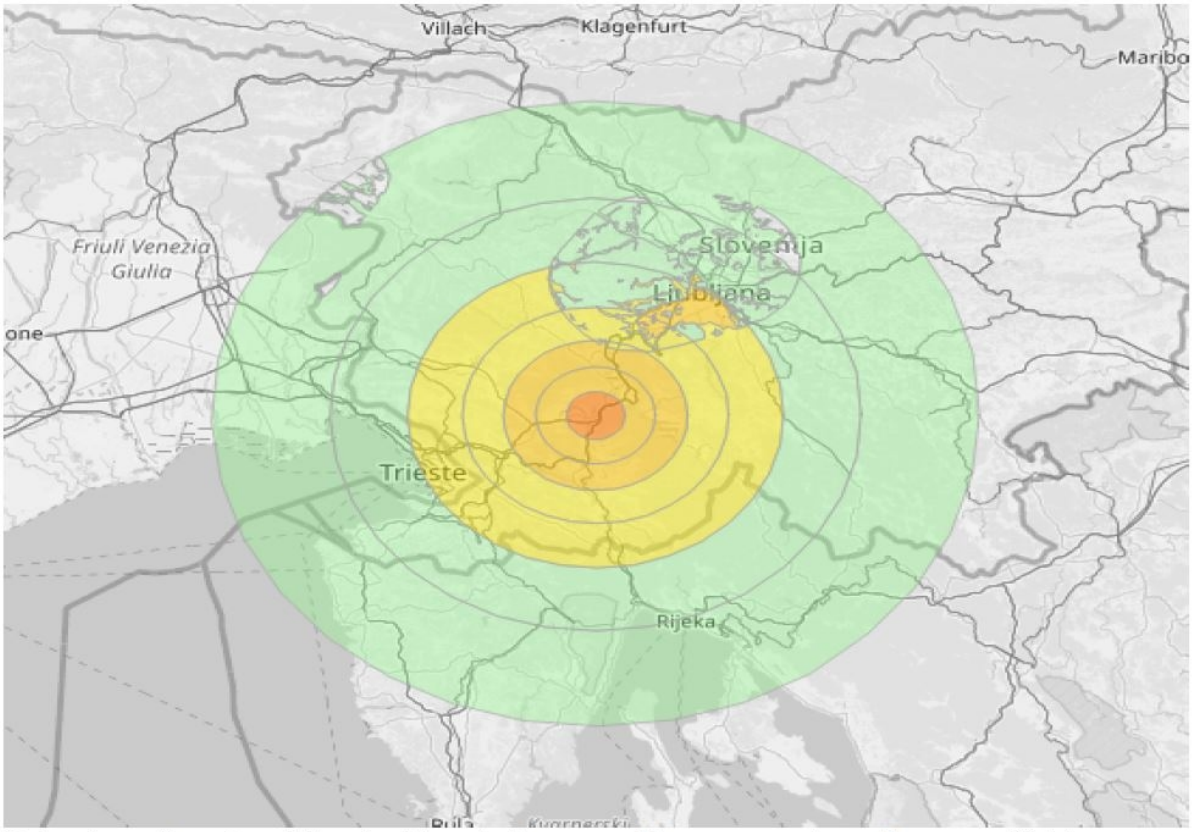
Prikazani podatki se v določenih preglednicah razlikujejo glede na nočni ali dnevni scenarij. Gre za predpostavko, da se v trenutku nočnega potresa večina ljudi nahaja na naslovu svojega stalnega prebivališča. V času dneva pa na delovnih mestih, šolah, javnih ustanovah, nakupovalnih centrih itd. V aplikaciji je namreč mogoče pridobiti tudi zelo splošen opis posledic potresa v primeru dnevnega tedenskega scenarija in dnevnega scenarija ob koncu tedna. V nobenem primeru pa ni upoštevana dnevna migracija zaposlenih, šolarjev, dijakov in študentov ter npr. dodatno število ljudi, ki se v državi nahajajo bodisi kot domači ali tuji turisti.

9.1. Potresni scenariji epicenter Postojna, intenziteta VIII EMS-98

Na karti so prikazani modelirani vplivi posledic potresa, ki se v vse smeri praviloma zmanjšujejo enakomerno glede na oddaljenost od nadžariščnega območja potresa. Za nekatere dele Slovenije je upoštevana mikrorajonizacija, ki upošteva učinek geološke podlage (npr. barjanska tla, prod, skala ali druga skali podobna geološka formacija ipd.) na učinke potresa. Na karti prikazani modelirani učinki potresa lahko odstopajo od dejanskih zaradi različnih dejavnikov, povezanih predvsem z lokalnimi geološkimi razmerami. Aplikacija ne prikazuje intenzitet, večjih od 9 EMS, ne glede na to, da so zaradi geoloških razmer lokalno mogoče.

Slika 11:

Karta ocenjene intenzitete za izbrani potres.



Legenda:

Tresenje	brez	šibko	zmerno	močno	močnejše	zelo močno	nasilno
Poškodbe	brez	brez	manjše	manjše	zmerne	močne	rušilne
Intenziteta	I	II-IV	V	VI	VII	VIII	IX

Preglednica 13: Število stavb in prebivalcev glede na možnost bivanja v stanovanjskih stavbah pri predvideni intenziteti potresa VIII EMS za nočni scenarij(Vir: POTROG, aplikacija Ocena posledic potresa)

	Stavbe po uporabnosti				Ljudje v stavbah po uporabnosti			
Notranjska regija/ Občine	Neup	Zač neup	Upor	Neocen	Neup	Zač neup	Upor	Neocen
Izpostava POSTOJNA *	34 (0%)	1.428 (3%)	30.624 (61%)	18.063 (36%)	428 (1%)	3.989 (6%)	52.597 (74%)	14.169 (20%
BLOKE *	0 (0%)	16 (1%)	1.408 (69%)	605 (30%)	0 (0%)	20 (1%)	1.225 (83%)	224 (15%)
CERKNICA *	2 (0%)	134 (2%)	5.125 (67%)	2.373 (31%)	9 (0%)	351 (3%)	8.584 (79%)	1.952 (18%)
DIVAČA *	0 (0%)	30 (1%)	1.729 (59%)	1.183 (40%)	0 (0%)	129 (3%)	2.571 (69%)	1.048 (28%)
HRPELJE-KOZINA *	0 (0%)	4 (0%)	2.115 (58%)	1.528 (42%)	0 (0%)	12 (0%)	3.025 (73%)	1.128 (27%)
ILIRSKA BISTRICA *	0 (0%)	56 (1%)	5.827 (64%)	3.257 (36%)	0 (0%)	130 (1%)	10.463 (83%)	2.001 (16%)
KOMEN *	0 (0%)	13 (1%)	1.354 (55%)	1.105 (45%)	0 (0%)	49 (2%)	1.681 (74%)	540 (24%)
LOŠKA DOLINA *	0 (0%)	27 (1%)	1.933 (66%)	947 (33%)	0 (0%)	38 (1%)	2.866 (83%)	531 (15%)
PIVKA *	5 (0%)	157 (4%)	2.609 (62%)	1.407 (34%)	46 (1%)	516 (9%)	4.343 (74%)	969 (16%)
POSTOJNA *	27 (0%)	946 (14%)	3.237 (47%)	2.617 (38%)	373 (2%)	2.603 (17%)	9.126 (61%)	2.883 (19%)
SEŽANA *	0 (0%)	45 (1%)	5.287 (63%)	3.043 (36%)	0 (0%)	141 (1%)	8.713 (74%)	2.893 (25%)

Tabela prikazuje podatke za potres z epicentrom v središču mesta Postojna intenzitete VII EMS.

Ocenjeno število zasutih ljudi

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

življenjsko ogroženi dnevni	9
poškodbeno ogroženi dnevni	34
življenjsko ogroženi nočni	20
poškodbeno ogroženi nočni	72

Ocenjena količina ruševin, ki nastanejo takoj po potresu

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Št. kupov	34
ruševinski kup s prazninami in opremo m^3	8.836
ruševinski kup konstrukcije brez praznin m^3	2.746
št prevozov z 12m^3 tovornjaki	457

Verižne nesreče - plin

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

V kolikor obstaja možnost nesreče s plinom (v obravnavanem območju je prisotno plinovodno omrežje), so v spodnji tabeli navedeni upravljalci plinovodnega omrežja. Podatki se črpajo iz registra gospodarske javne infrastrukture.

upravljalec

ADRIAPLIN, PODJETJE ZA DISTRIBUCIJO ZEMELJSKEGA PLINA D.O.O. LJUBLJANA
PLINOVODI, DRUŽBA ZA UPRAVLJANJE S PRENOSNIM SISTEMOM, D.O.O.
GEOGRAD PODJETJE ZA GEODETSKE STORITVE, D.O.O., LJUBLJANA
JAVNO PODJETJE KOMUNALNO PODJETJE VRHNIKA, D.O.O.
JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA D.O.O.
PETROL, SLOVENSKA ENERGETSKA DRUŽBA, D.D., LJUBLJANA
DRUŽBA ZA AVTOCESTE V REPUBLIKI SLOVENIJI D.D.

Verižne nesreče - visokovodne pregrade

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Prikazane so lokacije visokovodnih pregrad, ki se nahajajo znotraj območja potresa. V analizi ni zajetih hidroenergetskih visokovodnih pregrad.

EMS	pregrada	Kategorija tveganja	občina
VI	Pregrada Klivnlk	KATEGORIJA I	ILIRSKA BISTRICA
VI - VII	Pregrada Mola	KATEGORIJA I	ILIRSKA BISTRICA

Verižne nesreče - SEVESO

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Prikazane so lokacije SEVESO, ki se nahajajo znotraj območja potresa. Podatki so zajeti novembra 2019.

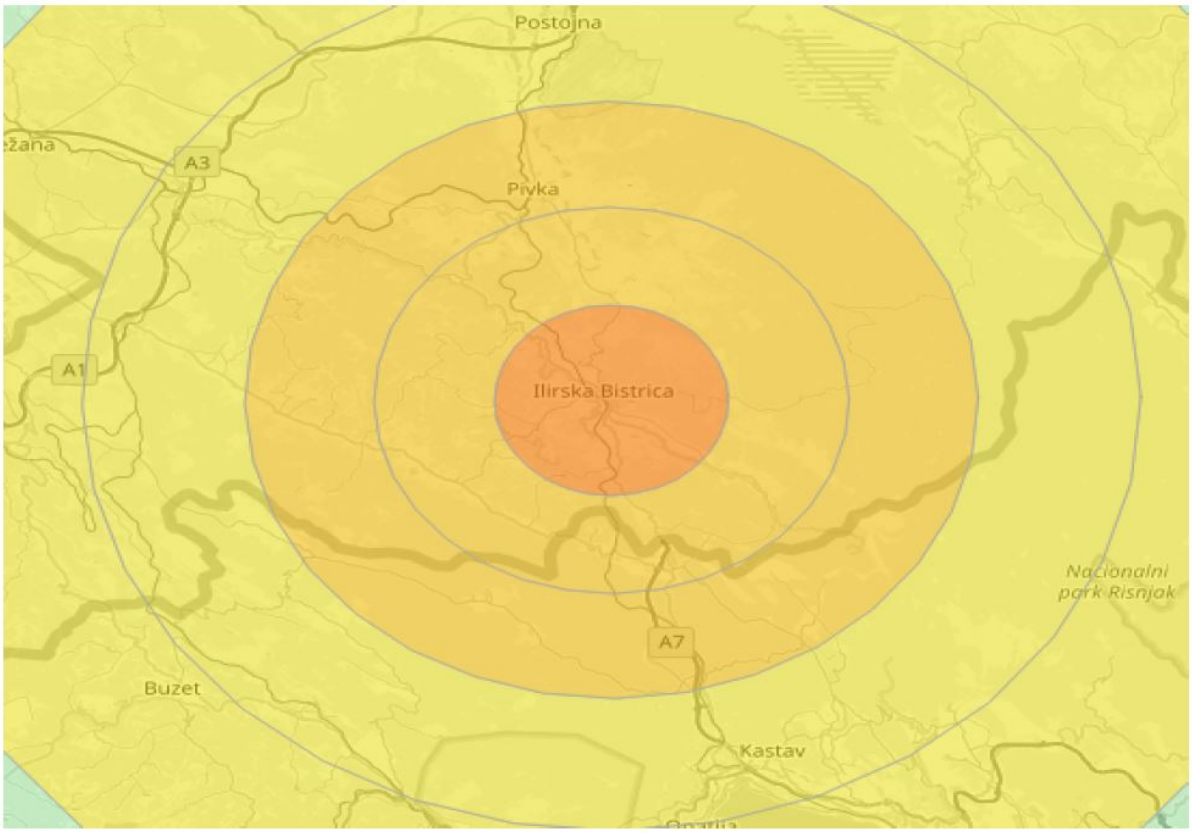
ems	objekt	Vrsta tveganja	kraj	občina
VI	PETROL PLINI, d.o.o. Proizvodnja, polnjenje in distribucija utekočinjenega naftnega plina	Manjše tveganje	DANE PRI SEŽANI	SEŽAN
VI	INTERINA, d.o.o., Ljubljana Proizvodnja, polnjenje in distribucija utekočinjenega naftnega plina	večje tveganje	KOZINA	HRPELJEKOZINA

9.2. Potresni scenariji epicenter Ilirska Bistrica, intenziteta VIII EMS-98

Na karti so prikazani modelirani vplivi posledic potresa, ki se v vse smeri praviloma zmanjšujejo enakomerno glede na oddaljenost od nadžariščnega območja potresa. Za nekatere dele Slovenije je upoštevana mikrorajonizacija, ki upošteva učinek geološke podlage (npr. barjanska tla, prod, skala ali druga skali podobna geološka formacija ipd.) na učinke potresa. Na karti prikazani modelirani učinki potresa lahko odstopajo od dejanskih zaradi različnih dejavnikov, povezanih predvsem z lokalnimi geološkimi razmerami. Aplikacija ne prikazuje intenzitet, večjih od 9 EMS, ne glede na to, da so zaradi geoloških razmer lokalno mogoče.

Slika 12:

Karta ocenjene intenzitete za izbrani potres.



Legenda:

Tresenje	brez	šibko	zmerno	močno	močnejše	zelo močno	nasilno
Poškodbe	brez	brez	manjše	manjše	zmerne	močne	rušilne
Intenziteta	I	II-IV	V	VI	VII	VIII	IX

Preglednica 14: Število stavb in prebivalcev glede na možnost bivanja v stanovanjskih stavbah pri predvideni intenziteti potresa VIII EMS za nočni scenarij(Vir: POTROG, aplikacija Ocena posledic potresa)

	Stavbe po uporabnosti				Ljudje v stavbah po uporabnosti			
Notranjska regija/ Občine	Neup	Začneup	Upor	Neocen	Neup	Začneup	Upor	Neocen
Izpostava POSTOJNA *	11 (0%)	2.256 (5%)	26.679 (59%)	16.074 (36%)	51 (0%)	3.975 (6%)	49.291 (74%)	13.247 (20%)
BLOKE *	0 (0%)	0 (0%)	1.424(70%)	605 (30%)	0 (0%)	0 (0%)	1.245 (85%)	224 (15%)
CERKNICA *	0 (0%)	10 (0%)	5.203 (69%)	2.354 (31%)	0 (0%)	16 (0%)	8.893 (82%)	1.937 (18%)
DIVAČA *	0 (0%)	25 (1%)	1.734 (59%)	1.183 (40%)	0 (0%)	123 (3%)	2.577 (69%)	1.048 (28%)
HRPELJE-KOZINA *	0 (0%)	24 (1%)	2.095 (57%)	1.528 (42%)	0 (0%)	51 (1%)	2.986 (72%)	1.128 (27%)
ILIRSKA BISTRICA *	9 (0%)	1.867 (20%)	3.915 (43%)	3.349 (37%)	51 (0%)	2.512 (20%)	8.013 (64%)	2.018 (16%)
KOMEN *	Intenziteta manj kot VI EMS							
LOŠKA DOLINA *	0 (0%)	28 (1%)	1.932 (66%)	947 (33%)	0 (0%)	38 (1%)	2.866 (83%)	531 (15%)
PIVKA *	2 (0%)	194 (5%)	2.575 (62%)	1.407 (34%)	0 (0%)	448 (8%)	4.457 (76%)	969 (16%)
POSTOJNA *	0 (0%)	93 (1%)	4.195 (61%)	2.539 (37%)	0 (0%)	684 (5%)	11.431 (76%)	2.870 (19%)
SEŽANA *	0 (0%)	15 (0%)	3.606 (62%)	2.164 (37%)	0 (0%)	103 (1%)	6.823 (72%)	2.522 (27%)

Tabela prikazuje podatke za potres z epicentrom v središču mesta Ilirska Bistrica intenzitete VII EMS.

Ocenjeno število zasutih ljudi

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

življenjsko ogroženi dnevni	1
poškodbeno ogroženi dnevni	6
življenjsko ogroženi nočni	2
poškodbeno ogroženi nočni	8

Ocenjena količina ruševin, ki nastanejo takoj po potresu

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Št. kupov	11
ruševinski kup s prazninami in opremo m^3	2.812
ruševinski kup konstrukcije brez praznin m^3	845

št prevozov z 12m^3 tovornjaki	140

Verižne nesreče - plin

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

V kolikor obstaja možnost nesreče s plinom (v obravnavanem območju je prisotno plinovodno omrežje), so v spodnji tabeli navedeni upravljalci plinovodnega omrežja. Podatki se črpajo iz registra gospodarske javne infrastrukture.

upravljalec

PLINOVODI, DRUŽBA ZA UPRAVLJANJE S PRENOSNIM SISTEMOM, D.O.O.
GEOGRAD PODJETJE ZA GEODETSKE STORITVE, D.O.O., LJUBLJANA
PETROL, SLOVENSKA ENERGETSKA DRUŽBA, D.D., LJUBLJANA
DRUŽBA ZA AVTOCESTE V REPUBLIKI SLOVENIJI D.D.

Verižne nesreče - visokovodne pregrade

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Prikazane so lokacije visokovodnih pregrad, ki se nahajajo znotraj območja potresa. V analizi ni zajetih hidroenergetskih visokovodnih pregrad.

EMS	pregrada	Kategorija tveganja	občina
VI	Pregrada Klivnlk	KATEGORIJA I	ILIRSKA BISTRICA
VI - VII	Pregrada Mola	KATEGORIJA I	ILIRSKA BISTRICA

Verižne nesreče - SEVESO

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Prikazane so lokacije SEVESO, ki se nahajajo znotraj območja potresa. Podatki so zajeti novembra 2019.

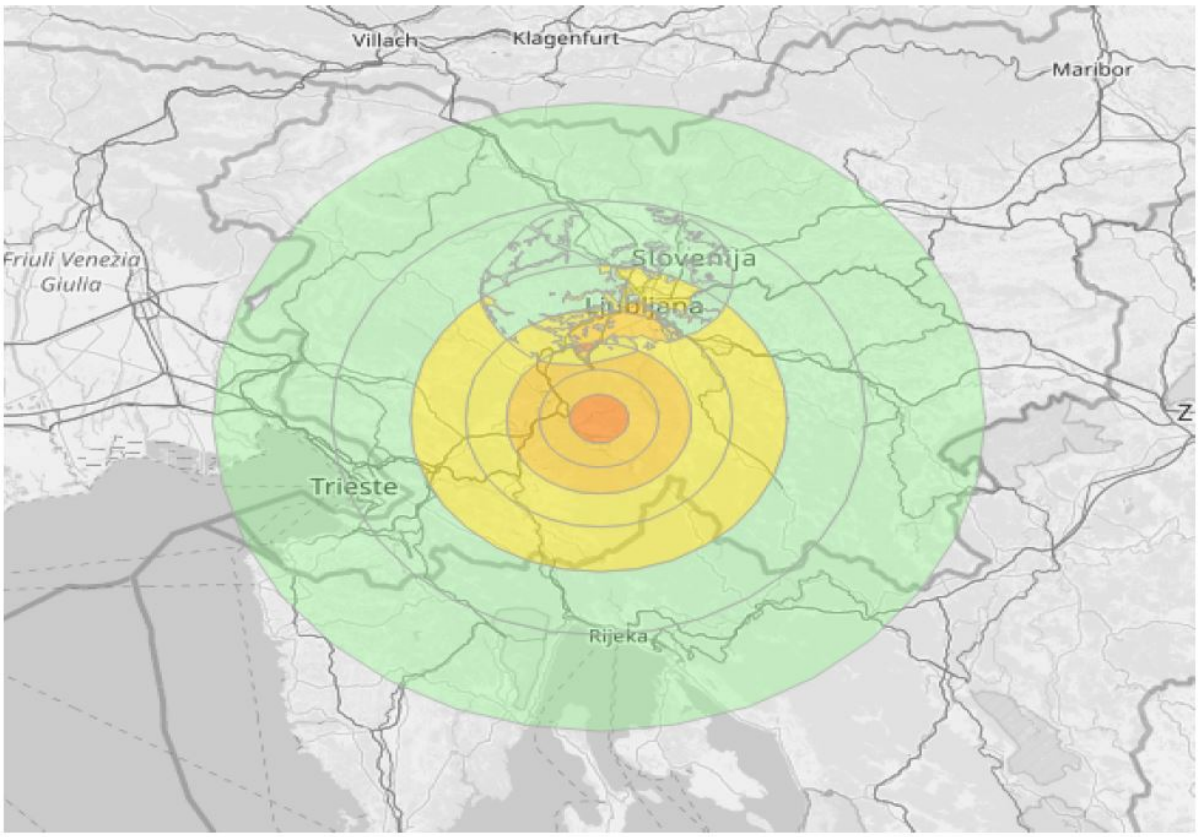
ems	objekt	Vrsta tveganja	kraj	občina
VI	PETROL PLINI, d.o.o. Proizvodnja, polnjenje in distribucija utekočinjenega naftnega plina	Manjše tveganje	DANE PRI SEŽANI	SEŽAN
VI	INTERINA, d.o.o., Ljubljana Proizvodnja, polnjenje in distribucija utekočinjenega naftnega plina	Večje tveganje	KOZINA	HRPELJEKOZINA

9.3. Potresni scenariji epicenter Cerknica, intenziteta VIII EMS-98

Na karti so prikazani modelirani vplivi posledic potresa, ki se v vse smeri praviloma zmanjšujejo enakomerno glede na oddaljenost od nadžariščnega območja potresa. Za nekatere dele Slovenije je upoštevana mikrorajonizacija, ki upošteva učinek geološke podlage (npr. barjanska tla, prod, skala ali druga skali podobna geološka formacija ipd.) na učinke potresa. Na karti prikazani modelirani učinki potresa lahko odstopajo od dejanskih zaradi različnih dejavnikov, povezanih predvsem z lokalnimi geološkimi razmerami. Aplikacija ne prikazuje intenzitet, večjih od 9 EMS, ne glede na to, da so zaradi geoloških razmer lokalno mogoče.

Slika 13:

Karta ocenjene intenzitete za izbrani potres.



Legenda:

Tresenje	brez	šibko	zmerno	močno	močnejše	zelo močno	nasilno
Poškodbe	brez	brez	manjše	manjše	zmerne	močne	rušilne
Intenziteta	I	II-IV	V	VI	VII	VIII	IX

Preglednica 15*:* Število stavb in prebivalcev glede na možnost bivanja v stanovanjskih stavbah pri predvideni intenziteti potresa VIII EMS za nočni scenarij(Vir: POTROG, aplikacija Ocena posledic potresa)

	Stavbe po uporabnosti				Ljudje v stavbah po uporabnosti			
Notranjska regija/ Občine	Neup	Zač neup	Upor	Neocen	Neup	Zač neup	Upor	Neocen
Izpostava POSTOJNA *	10 (0%)	1.312 (3%)	23.158 (62%)	13.022 (35%)	23 (0%)	2.720 (5%)	41.952 (77%)	9.900 (18%)
BLOKE *	0 (0%)	159 (8%)	1.265 (62%)	605 (30%)	0 (0%)	157 (11%)	1.088 (74%)	224 (15%)
CERKNICA *	6 (0%)	808 (11%)	4.408 (58%)	2.412 (32%)	14 (0%)	1.175 (11%)	7.745 (71%)	1.962 (18%)
DIVAČA *	0 (0%)	5 (0%)	1.728 (59%)	1.172 (40%)	0 (0%)	51 (1%)	2.590 (71%)	1.032 (28%)
HRPELJE-KOZINA *	0 (0%)	0 (0%)	514 (62%)	314 (38%)	0 (0%)	0 (0%)	573 (77%)	175 (23%)
ILIRSKA BISTRICA *	0 (0%)	15 (0%)	5.864 (64%)	3.257 (36%)	0 (0%)	51 (0%)	10.542 (84%)	2.001 (16%)
KOMEN *	Intenziteta manj kot VI EMS							
LOŠKA DOLINA *	2 (0%)	116 (4%)	1.842 (63%)	947 (33%)	5 (0%)	191 (6%)	2.708 (79%)	531 (15%)
PIVKA *	1 (0%)	40 (1%)	2.730 (65%)	1.407 (34%)	0 (0%)	267 (5%)	4.638 (79%)	969 (16%)
POSTOJNA *	1 (0%)	169 (2%)	4.118 (60%)	2.539 (37%)	4 (0%)	828 (6%)	11.283 (75%)	2.870 (19%)
SEŽANA *	0 (0%)	0 (0%)	689 (65%)	371 (35%)	0 (0%)	0 (0%)	785 (85%)	136 (15%)

Tabela prikazuje podatke za potres z epicentrom v središču mesta Ilirska Bistrica intenzitete VII EMS.

Ocenjeno število zasutih ljudi

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

življenjsko ogroženi dnevni	0
poškodbeno ogroženi dnevni	2
življenjsko ogroženi nočni	1
poškodbeno ogroženi nočni	5

Ocenjena količina ruševin, ki nastanejo takoj po potresu

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Št. kupov	11
ruševinski kup s prazninami in opremo m^3	1.971
ruševinski kup konstrukcije brez praznin m^3	576
št prevozov z 12m^3 tovornjaki	96

Verižne nesreče - plin

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

V kolikor obstaja možnost nesreče s plinom (v obravnavanem območju je prisotno plinovodno omrežje), so v spodnji tabeli navedeni upravljalci plinovodnega omrežja. Podatki se črpajo iz registra gospodarske javne infrastrukture.

upravljalec

PLINOVODI, DRUŽBA ZA UPRAVLJANJE S PRENOSNIM SISTEMOM, D.O.O.
ADRIAPLIN, PODJETJE ZA DISTRIBUCIJO ZEMELJSKEGA PLINA D.O.O. LJUBLJANA
PETROL, SLOVENSKA ENERGETSKA DRUŽBA, D.D., LJUBLJANA
GEOGRAD PODJETJE ZA GEODETSKE STORITVE, D.O.O., LJUBLJANA
PETROL, SLOVENSKA ENERGETSKA DRUŽBA, D.D., LJUBLJANA
DRUŽBA ZA AVTOCESTE V REPUBLIKI SLOVENIJI D.D.

Verižne nesreče - visokovodne pregrade

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Prikazane so lokacije visokovodnih pregrad, ki se nahajajo znotraj območja potresa. V analizi ni zajetih hidroenergetskih visokovodnih pregrad.

EMS	pregrada	Kategorija tveganja	občina
VI	Pregrada Klivnlk	KATEGORIJA I	ILIRSKA BISTRICA
VI - VII	Pregrada Mola	KATEGORIJA I	ILIRSKA BISTRICA

Verižne nesreče - SEVESO

Podatki so prikazani za: VPLIVNO OBMOČJE POTRESA (EMS VI IN VEČ).

Prikazane so lokacije SEVESO, ki se nahajajo znotraj območja potresa. Podatki so zajeti novembra 2019.

ems	objekt	Vrsta tveganja	kraj	občina
VI	PETROL PLINI, d.o.o. Proizvodnja, polnjenje in distribucija utekočinjenega naftnega plina	Manjše tveganje	DANE PRI SEŽANI	SEŽAN
VI	INTERINA, d.o.o., Ljubljana Proizvodnja, polnjenje in distribucija utekočinjenega naftnega plina	Večje tveganje	KOZINA	HRPELJEKOZINA

10. 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;
- bolezni ljudi in živali.

10.1. 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 energetski in industrijski objektih. V njih lahko bodisi zaradi poškodb zaradi potresa bodisi zaradi izpada eklektrične 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).

10.2. Nesreče z nevarnimi snovmi

Ob potresu obstaja tudi možnost nesreč z nevarnimi snovmi. Še posebno nevarnost predstavljajo stacionarni viri nevarnih snovi, ki so locirani na območjih potresne intenzitete VIII EMS.

Po podatkih iz aprila 2013 (število virov tveganja se spreminja večkrat letno) (vir: http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register) je v Sloveniji 69 stacionarnih virov tveganja, od tega 31 virov večjega tveganja in 38 virov manjšega tveganja.

Preglednica 16: Število stacionarnih virov nevarnih snovi v Sloveniji po območjih potresne intenzitete (vir: http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register)

Območja intenzitete	Število virov manjšega tveganja	Število virov večjega tveganja	Skupno število virov večjega in manjšega tveganja
VI	5	1	6
VII	18	13	31
VIII	15	17	32
RS	38	31	69

Preglednica 17: Število stacionarnih virov nevarnih snovi manjšega in večjega tveganja po regijah (vir:http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register)

regija	Število virov manjšega tveganja	Število virov večjega tveganja	Skupno število virov večjega in manjšega tveganja
Notranjska	1	2	3

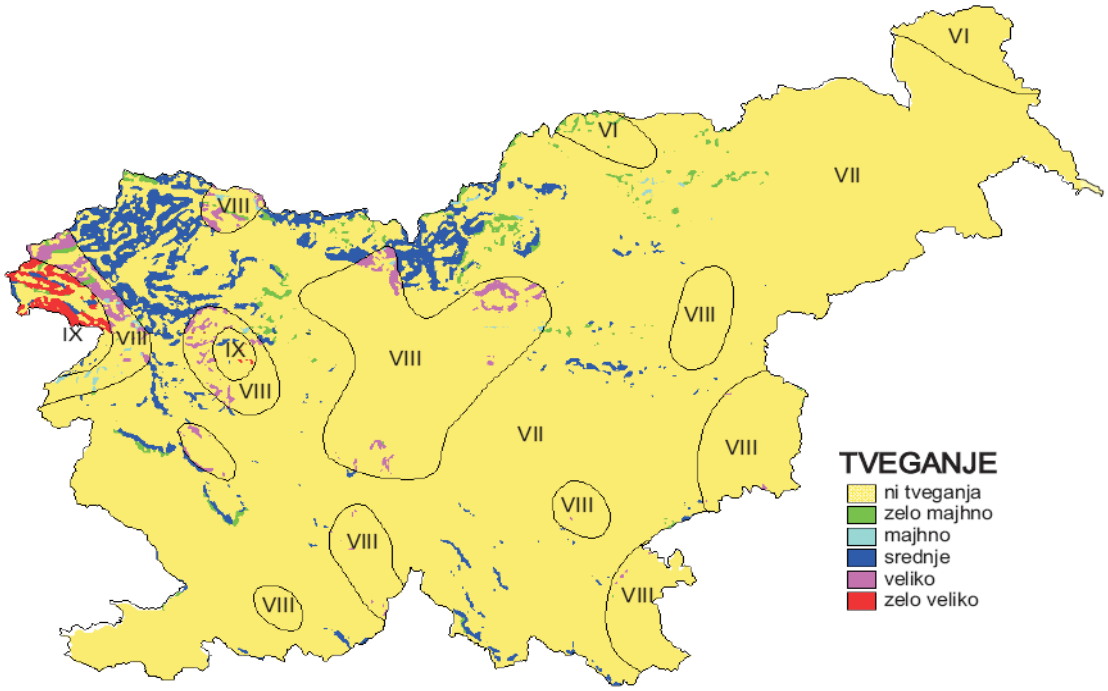
10.3.Plazovi, podori in poplave

Nekateri močnejši potresi, ki so v preteklosti nastali v Sloveniji oziroma na slovenskem narodnostnem ozemlju, so povzročili nastanek zemeljskih plazov, podorov in sorodnih pojavov. Za njihovo sprožitev so poleg intenzitete potresa pomembne predvsem inženirsko geološke lastnosti terena in njegove morfološke značilnosti. Kakšna bo možnost pojava plazenja in podorov, je odvisno tudi od nagiba terena. Velja, da čim bolj strm je teren, večja je možnost nastanka plazu ali podora.

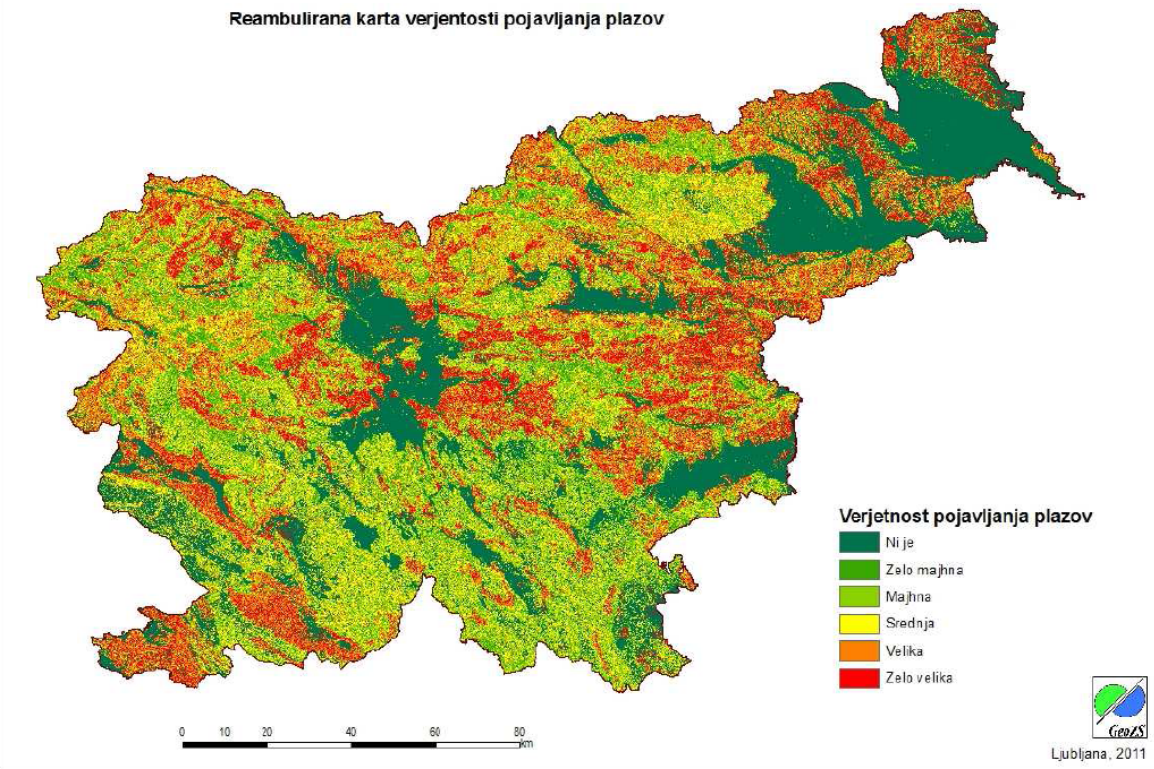
Zdrsi zemljin se začnejo pojavljati pri potresih intenzitete VII EMS. To so posamezni manjši zdrsi zemljin z najslabšimi geotehničnimi lastnostmi. V skalnatih predelih padajo posamezni kamni in skale. Ob potresu intenzitete VIII EMS so zdrsi že pogostejši in nastajajo že tudi na gričevnatem in hribovitem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

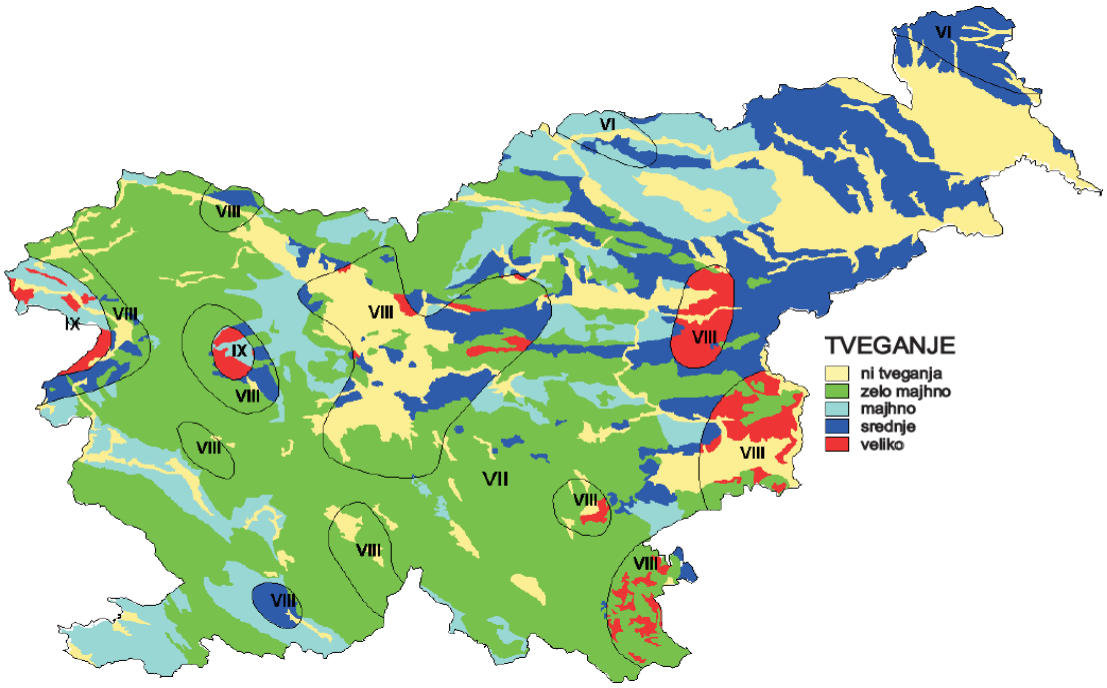
Slika 14: Karta tveganja nastanka podorov zaradi potresov. Avtorja: M. Ribičič, R. Vidrih (Vir: ARSO, spletna stran). Na karti je upoštevana še stara karta seizmične intenzitete Slovenije iz leta 1987



Slika 15: Karta verjetnosti pojavljanja plazov (Vir: Geološki zavod, 2012).



Slika 16: 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.



10.4. Bolezni ljudi in živali

V Sloveniji je ob potresu intenzitete VIII EMS na gosteje naseljenem nadžariščnem območju lokalno moč pričakovati izbruh nalezljivih bolezni pri ljudeh, kot so na primer tetanus, plinska gangrena, gnojni meningitis, ošpice, norice, oslovski kašelj, črevesne in respiratorne nalezljive bolezni, hemoragična ali mišja mrzlica ter borelioza.

Nevarni 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.

11. ZAKLJUČEK REGIJSKE OCENE POTRESNE OGROŽENOSTI

Notranjska regija je regija z večjo potresno nevarnostjo. Potres je ena tistih nesreč, ki regijo najbolj ogrožajo. Čeprav potresi v Sloveniji 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 na večjem območju regije.

Razlogi za nastajanje potresov v Sloveniji 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.

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 preseneti. 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 regija, najbolj pa so ogroženi ljudje, živali, premoženje in kulturna dediščina na območjih potresne intenzitete VIII EMS. Relativno najbolj ogrožene so občine Cerknica, Ilirska Bistrica in Postojna.

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 Slovenije možni še bolj močni potresi. Tako je na podlagi krivulje potresne nevarnosti ocenjeno, da je povratna doba potresa intenzitete IX EMS v Ljubljani okoli 2400 let, v Idriji pa okoli 4000 let, povratna doba potresa intenzitete X EMS pa je bistveno daljša. Pri oceni učinkov potresov je potrebno upoštevati tudi krajevne mikroseizmične razmere oziroma lastnosti tal, ki lahko znatno povečajo učinke potresa. Tak primer je značilen za nekatere predele Ljubljane in Ljubljanskega barja, iz izkušenj pa je znano, da so krajevne razmere vplivale na učinke tudi ob furlanskih in bovških potresih.

V tej oceni ogroženosti je bilo izvedeno tudi razvrščanje nosilcev načrtovanja, poleg države in regije so tu še občine, ki so razvrščene v pet razredov ogroženosti. Iz razvrstitve v razrede ogroženosti je odvisna obveznost nosilcev načrtovanja s področja potresa, kar bo podrobneje določeno z državnim načrtom zaščite in reševanja ob potresu.

Na podlagi nekoliko drugačnih kriterijev so v razrede ogroženosti razvrščene tudi izpostave URSZR/regije glede na potresno ogroženost. Med zelo ogrožene regije spada tudi Notranjska regija.

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 predpisih.

Na osnovi izdelane regijske ocene ogroženosti se izdela 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 3 občine v regiji. Za preostale občine in ostale nosilce načrtovanja bo obseg obveznosti iz naslova načrtovanja določen z regijskim načrtom zaščite in reševanja ob potresu, ob upoštevanju rezultatov te ocene ogroženosti.

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

12. RAZLAGA POJMOV IN OKRAJŠAV

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 veliičine (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 celoštevilska, 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 npr. 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 npr. 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 številska 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 (angl. seismic hazard) je naravna danost za pojav potresa. Je verjetnostni pojem in se jo opredeljuje z verjetnostjo prekoračitve izbrane vrednosti parametra potresnega nihanja tal (projektni pospešek tal, intenziteta…).

Potresna ranljivost (angl. seismic vulnerability) je občutljivost ogroženca (ljudi, stavbe, materialne dobrine,...) 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 (angl. 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.

13. VIRI:

1. *Ocena ogroženosti RS zaradi potresov*, št 8420-9/2012-73 z dne 7.6.2018,

2. *POTROG, raziskovalni projekt Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite,* 2011–2017, dostop do rezultatov prek povezave http://potrog2.vokas.si/.

3. *Regijska ocena ogroženosti notranjske regije zaradi potresov*, 842-14/2013-63, z dne 16.7.2014,

4. *Statistični urad RS*