



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE

Izpostava Maribor

Bezjakova 151, 2341 Limbuš

T: 02 250 69 10

F: 02 250 69 01

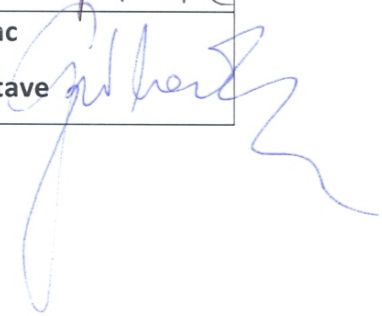
E: gp.mb@urszr.si

www.sos112.si/maribor

Številka: 842-14/2013-69 - DGZR
Datum: 27.08.2014

OCENA POTRESNE OGROŽENOSTI ZA VZHODNOŠTAJERSKO REGIJO

(verzija 2.0)

	Organ	Odgovorna oseba/podpis
OCENO USKLADIL Z DRŽAVNO OCENO/SKRBNIK	Izpostava URSZR Maribor	Darja Adam Pak svetovalec 
SPREJEL	Izpostava URSZR Maribor	Ivana Grilanc vodja izpostave 



KAZALO

1. Uvod	3
1.1 Splošno o potresih	3
1.2 Zakonodaja o potresno odporni gradnji.....	4
2. Splošne značilnosti potresov	6
2.1 Žarišče in nadžarišče potresa	6
2.2 Globina potresnega žarišča	6
2.3 Potresni ali seizmični valovi	6
2.4 Intenziteta potresa (stopnja potresnih učinkov).....	7
2.5 Državna mreža potresnih opazovalnic	9
3 Viri oziroma vzroki nastanka potresa.....	13
3.1 Vzroki za nastanek potresa	13
3.2 Geotektonske enote in tektonski prelomi Slovenije	13
4 Potresna nevarnost	15
4.1 Ocenjevanje potresne nevarnosti	15
4.2 Karta projektnega pospeška tal	15
4.3 Nova karta potresne intenzitete	16
4.4 Potresno nevarna območja po novi karti potresne intenzitete	17
4.5 Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa	18
5 Pogostost pojavljanja potresa	19
5.1 Povratna doba in ponovljivost potresov	19
5.2 Potresi v preteklosti na območju Vzhodnoštajerske regije	20
6 Potresna ogroženost Vzhodnoštajerske regije	23
6.1 Vzhodnoštajerska regija	25
6.2 Gostota in razporeditev naseljenosti	26
6.3 Čas potresa.....	26
6.4 Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja	27
6.4 Ogroženost kulturne dediščine	28
6.5 Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov	28
7 Potresna odpornost	31
7.1 Potresna odpornost objektov na območju VŠR	31
8 Nastanek verižnih nesreč ob potresu	36
8.1 Požari in eksplozije	36
8.2 Nesreče z nevarnimi snovmi	36
8.3 Plazovi, podori in poplave	37
9 Razlaga pojmov in krajšav	40

1. Uvod

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

Ocena potresne ogroženosti za Vzhodnoštajersko regijo (v nadaljevanju tudi VŠR) je usklajena z oceno potresne ogroženosti R Slovenije.

Ocena potresne ogroženosti za VŠR je osnova za izdelavo regijskega načrta ZIR ob potresu na območju Vzhodnoštajerske regije.

S sprejetjem te ocene ogroženosti preneha veljati Ocena potresne ogroženosti Vzhodnoštajerske regije iz leta 2006.

1.1 Splošno o potresih

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

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

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

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

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

Pomembno 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. Karte povedo, kako močne potrese in kakšne učinke je moč pričakovati na nekem območju, ne pa tega, kdaj bo do tako močnega potresa prišlo.

1.2 Zakonodaja o potresno odporni gradnji

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

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

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

Konec leta 2005 je bil v Uradnem listu RS objavljen Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05), s katerim je Slovenija sprejela evropski standard za potresno odporno gradnjo Evrokod 8 oziroma EC8 (SIST EN-1998). Določeno je bilo prehodno obdobje do 1. 1. 2008, v katerem so se uvajale nove zahteve pri projektiranju stavb in je bila hkrati še dopustna

gradnja po starih predpisih, torej na podlagi predpisa iz 1981, s spremembami in dopolnitvami. V prehodnem obdobju sta se lahko v Sloveniji uporabljali dve uradni karti potresne nevarnosti:

- karta potresne intenzitete za povratno dobo 500 let (Seizmološka karta SFR Jugoslavije in tolmač, 1987) skupaj s starimi predpisi ali
- karta 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 izdelalano 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 omejene z debelino seizmično aktivne plasti v skorji. Zanesljivih podatkov o potresih z žarišči na globinah, večjih od debeline skorje, ni. Največja globina potresnih žarišč v Sloveniji je okoli 30 kilometrov. Šibki potresi nastanejo tudi na majhnih globinah zelo blizu površja, žarišča močnejših potresov pa nastajajo v globini med 5 in 15 kilometrov. Žariščna globina je pomemben dejavnik, ki vpliva na velikost učinkov potresa. Enako močan potres z globljim žariščem bo imel sorazmerno manjše učinke na površju, obenem pa bo čuten na širšem območju kot potres s plitvejšim žariščem.

2.3 Potresni ali seizmični valovi

- **Prostorski valovi**

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

- **Površinski valovi**

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

2.4 Intenziteta potresa (stopnja potresnih učinkov)

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

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

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

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 nekonstruktivne 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 postavitve 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**

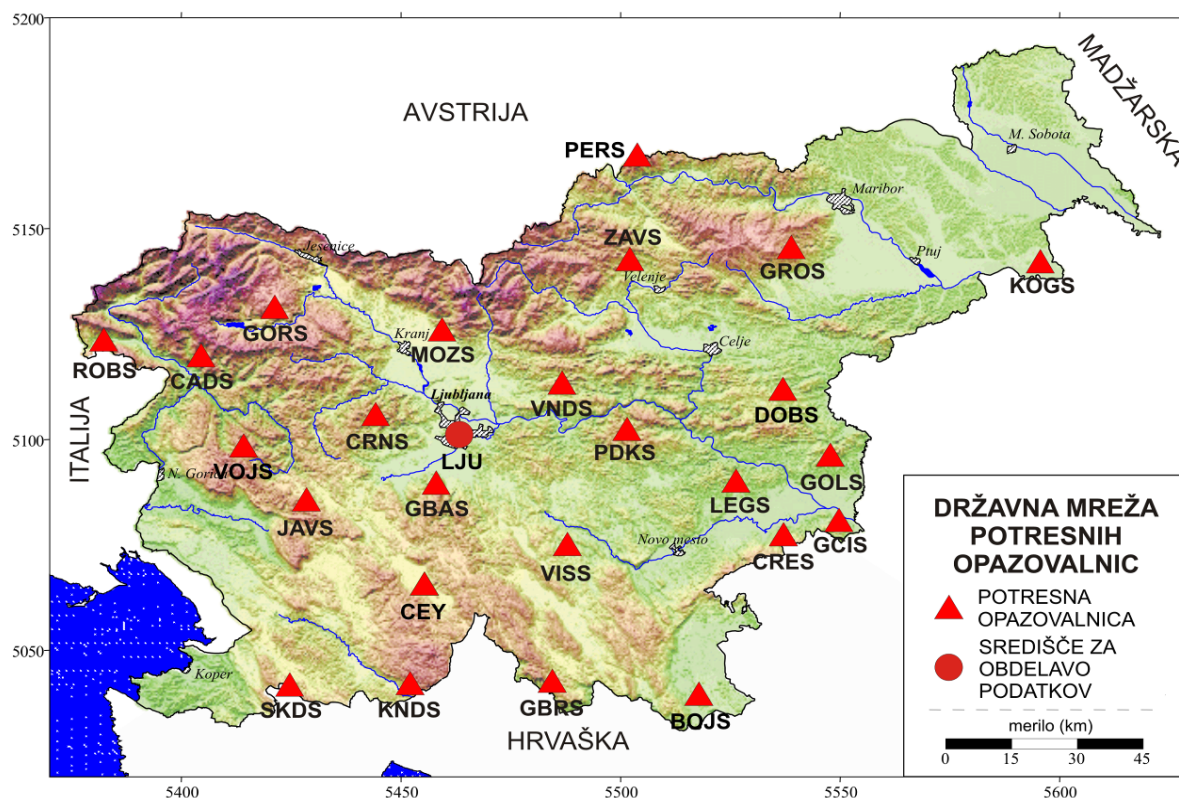
Zahtevam po obveščanju v stvarnem času ter samodejni obdelavi podatkov in njihovo posredovanje ustreznim službam (porabnikom) je možno zadostiti z ustrezno sodobno seizmološko in računalniško opremo ter s primerno organizacijo upravljanja in vodenja mreže potresnih opazovalnic. Mreža potresnih opazovalnic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

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



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

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

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

V konceptualnem smislu je državna mreža potresnih opazovalnic zastavljena tako, da omogoča povezavo treh alarmnih sistemov - Slovenije, Italije in Avstrije. Pri tem ne gre le za izmenjavo

podatkov prek elektronske pošte, ampak za skupen alarmni sistem s sočasnim prenosom podatkov iz državnih računalniških središč v vsa tri državna središča za obdelavo seizmoloških podatkov.

3 Viri oziroma vzroki nastanka potresa

3.1 Vzroki za nastanek potresa

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

Glede na nastanek so potresi lahko posledica:

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

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).

4 Potresna nevarnost

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.

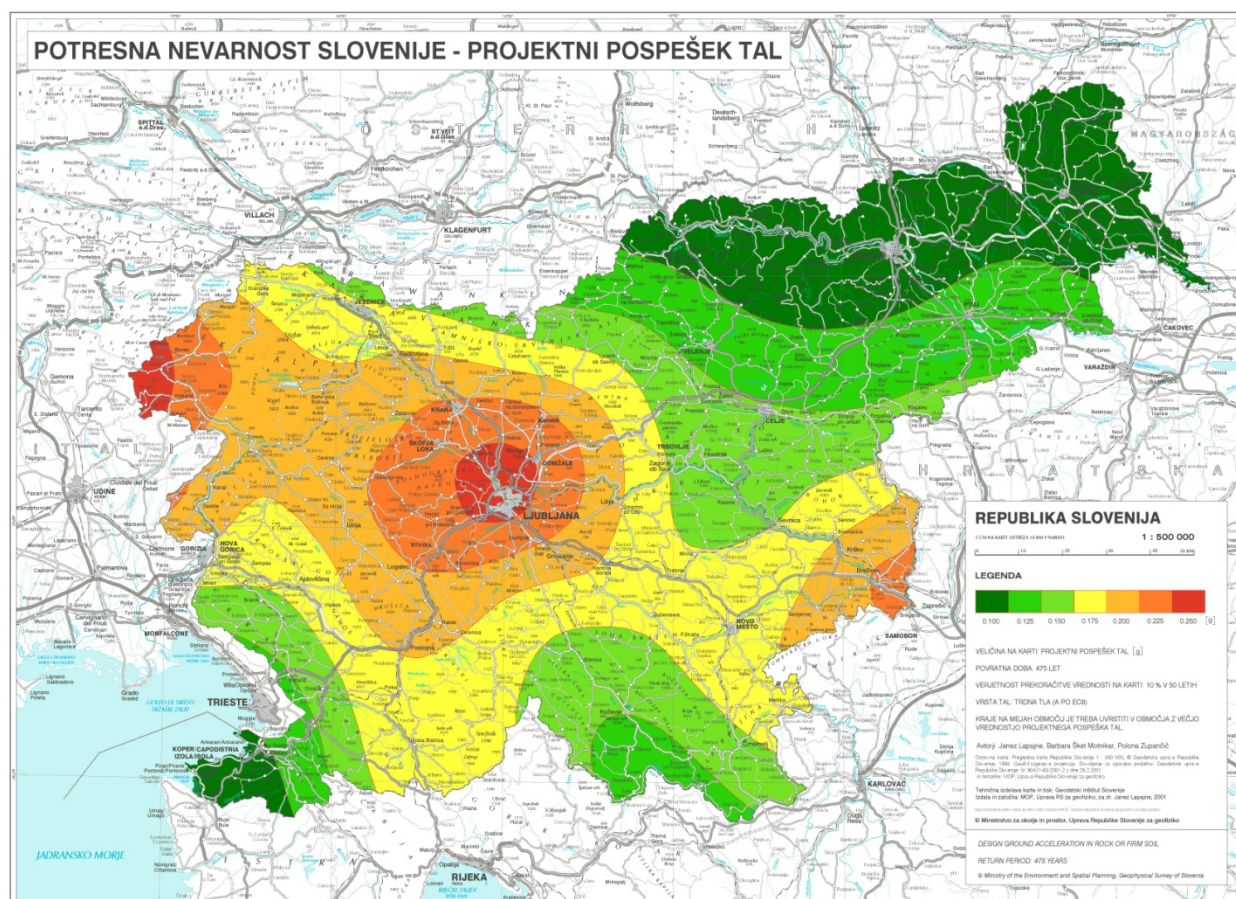
Potresno nevarnost se ocenjuje na podlagi podatkov o potresih v preteklosti, poznavanja seizmotehonike in prelomov ter z uporabo zakonitosti med potresnimi parametri.

V skladu z novo zakonodajo, to je s Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. [101/05](#)), se mora za projektiranje uporabljati karto projektne pospeška tal (Lapajne in drugi, 2001; 2002ab) (slika 2), ter posebej upoštevati faktor tal in pomembnost objektov. Pospešek tal je instrumentalno merljiva fizikalna veličina, ki omogoča neposreden izračun potresnih sil oziroma obremenitev. Za potrebe sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami in za širšo javnost pa je bolj primerna karta intenzitete, saj daje opisno oceno potresnih učinkov na ljudi, predmete, zgradbe in naravo. Delež ogroženih objektov posameznega tipa je določen neposredno z definicijo posamezne stopnje intenzitete. Poleg tega karta intenzitete vsaj grobo že vsebuje značilnosti dejanskih tal, saj ocenjevanje temelji na podatkih o učinkih preteklih potresov.

4.2 Karta projektne pospeška tal

Karta projektne pospeška tal za trdna tla za povratno dobo 475 let (Lapajne in drugi, 2001) je uradna karta potresne nevarnosti Slovenije (slika 2). 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).

Slika 2: Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal (Lapajne in drugi, 2001)



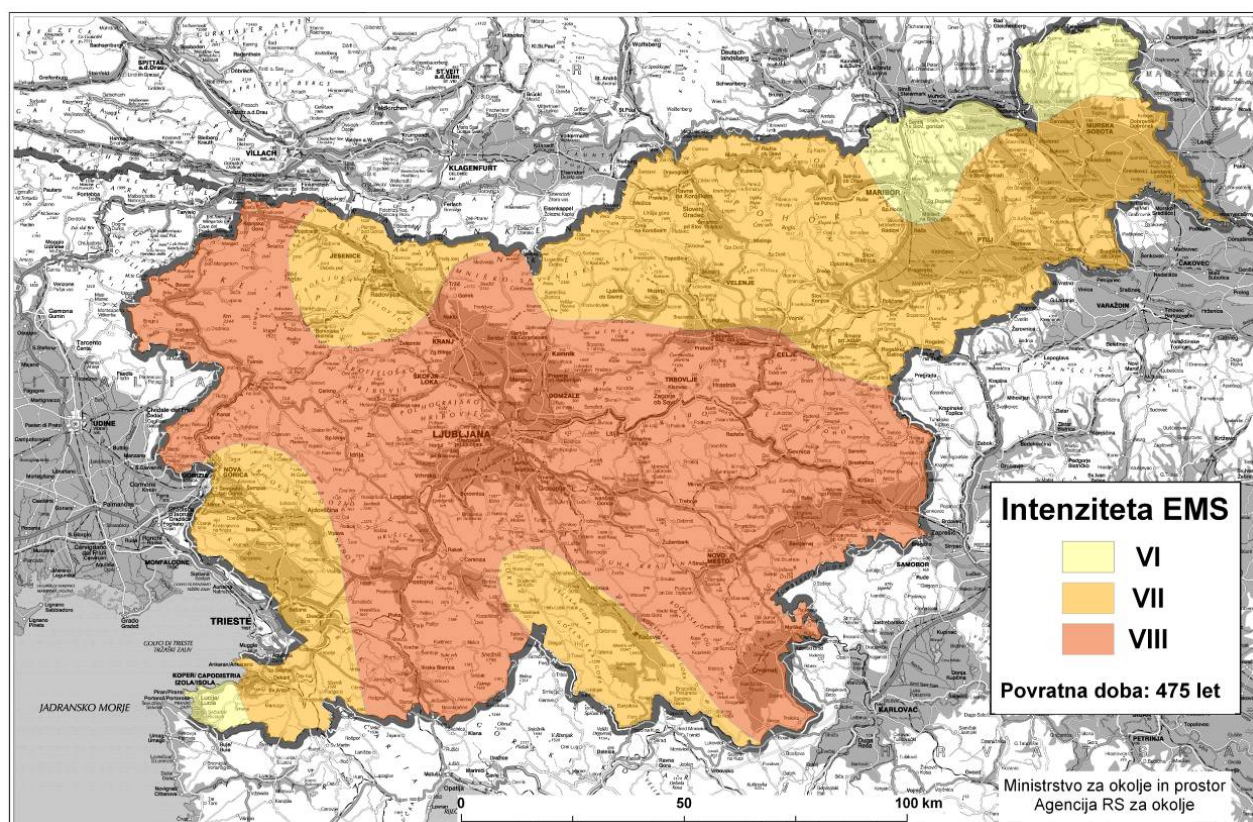
4.3 Nova karta potresne intenzitete

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

Leta 1987 izdelana karta potresne intenzitete Slovenije za povratno dobo 500 let (Ribarič, 1987) je bila do leta 2008 tudi del veljavnih predpisov o potresno odporni gradnji. Izdelana je bila po dopolnjeni metodi ekstremnih vrednosti ob avtorjevem subjektivnem upoštevanju bogatih strokovnih izkušenj in seizmotektonskih značilnosti ozemlja. Ker karta potresne nevarnosti ni bila neposredno uporabna za potrebe sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, je Urad za seizmologijo in geologijo Agencije RS za okolje izdelal novo karto potresne intenzitete (slika 5). Zaradi primerljivosti s karto projektnega pospeška tal je bil uporabljen postopek prostorskega glajenja potresne dejavnosti (Lapajne in drugi, 2003) in prilagojen izračunu intenzitete. Prav tako so bile smiselno uporabljene iste vrednosti vhodnih parametrov kot za karto projektnega pospeška tal. Za

izračun je bil uporabljen računalniški program OHAZ, ki pa ga je bilo zaradi posebne oblike modela pojemanja intenzitete treba dopolniti (Šket Motnikar in drugi, 2007). Verjetno je to v svetu prvič uporabljen postopek prostorskega glajenja potresne dejavnosti za intenziteto. Tako kot karta projektnega pospeška tal, je tudi karta potresne intenzitete izračunana za povratno dobo 475 let, kar ustreza 90 % verjetnosti, da vrednosti na karti v 50 letih ne bodo presežene. Pri izračunu so upoštevana povprečna dejanska tla območja posamezne stopnje intenzitete.

Slika 3: Karta potresne intenzitete s povratno dobo 475 let (vir: ARSO, 2011)



4.4 Potresno nevarna območja po novi karti potresne intenzitete

Kot prikazuje zgornja karta leži območje Vzhodnoštajerske regije v pasu potresne nevarnosti, intenzitete ocenjene na VII in 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.

4.5 Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa

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

- (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).

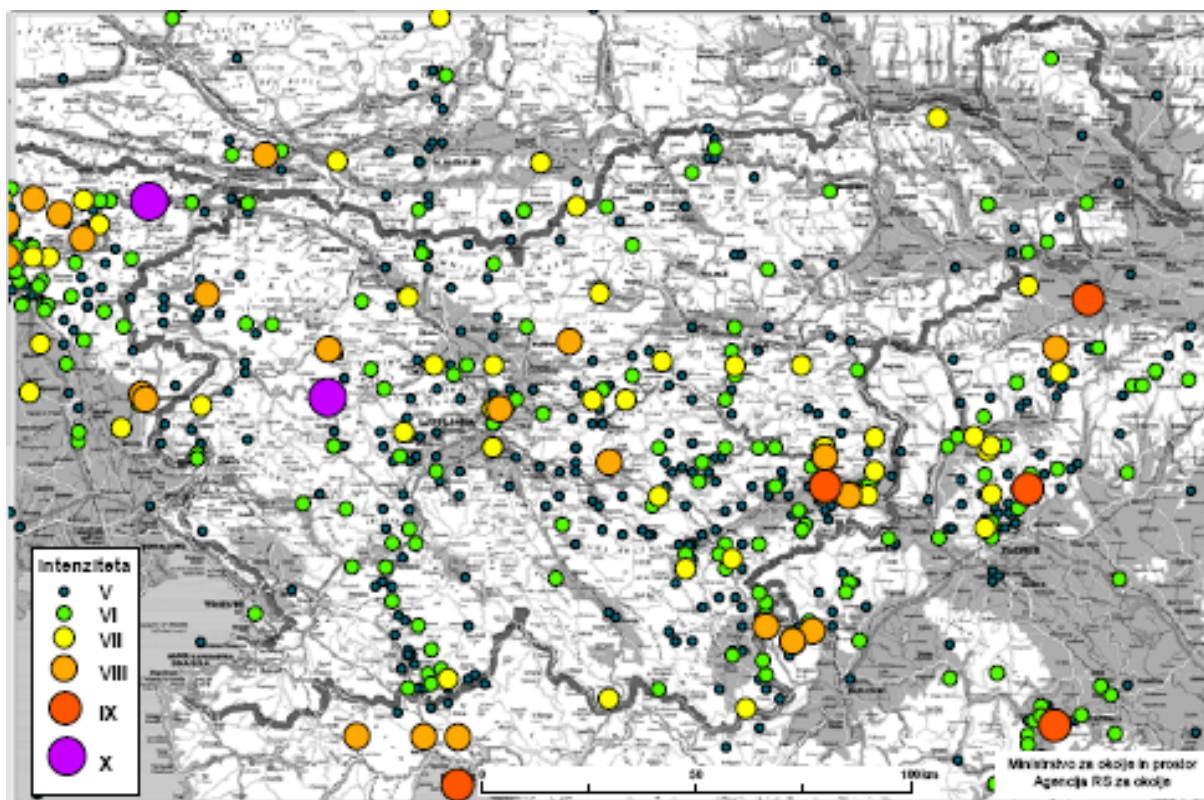
V strokovni literaturi je »vpliv lokalnih tal« znan pod imenom »site effects«. Kakšne bodo posledice potresa na objektu, je seveda odvisno tudi od potresne odpornosti oziroma ranljivosti posameznega objekta.

5 Pogostost pojavljanja potresa

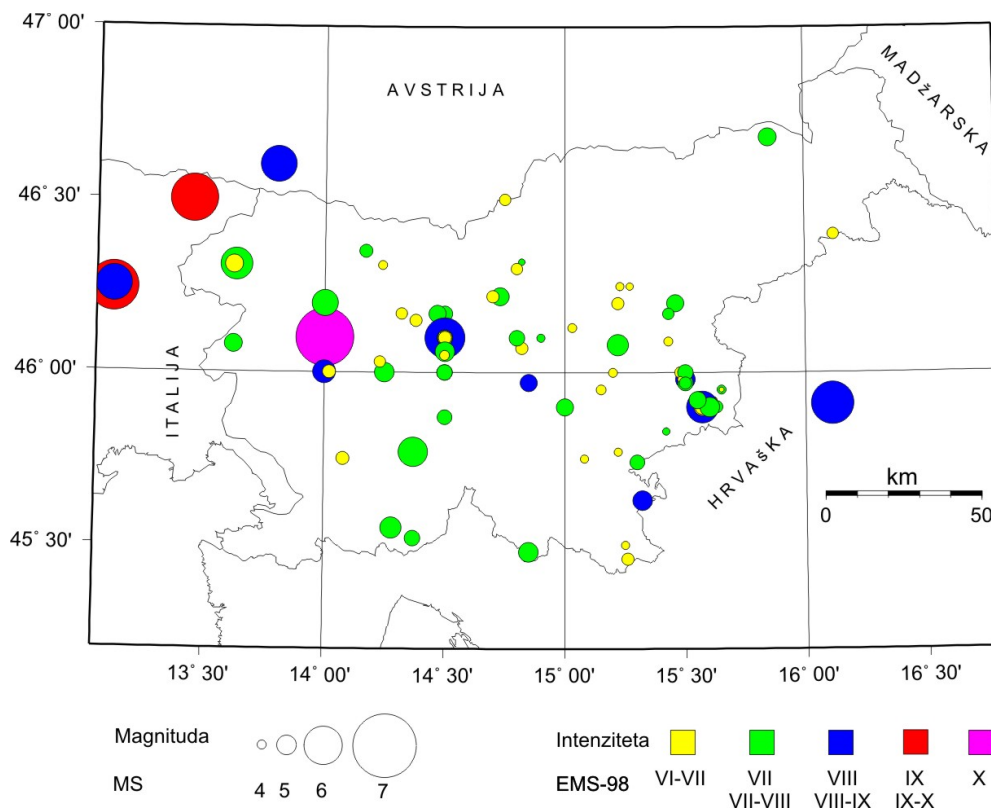
5.1 Povratna doba in ponovljivost potresov

Povratna doba T je povprečen čas med dvema potresoma, ki na nekem mestu povzročita prekoračitev koračitev izbrane vrednosti obravnavane količine (pospeška tal PGA ali intenzitete).

Slika 4: Potresi z nadžariščno intenziteto V EMS ali več (Vir: ARSO, spletna stran)



Slika 5: Potresi, ki so na ozemlju Slovenije presegli intenziteto VI EMS (vir: ARSO)



5.2 Potresi v preteklosti na območju Vzhodnoštajerske regije

Sodeč po podatkih iz zgodovinskih zapisov na območju Maribora oziroma na območju VŠR, ni bilo večjih potresnih dogodkov in aktivnosti povezanih z njimi..

Nakaj Zapisov, ki beležijo potresne dogodke na območju Maribora in okolice, kot so jih navajali predvsem lokalni časniki v naslednjih noticah:

1. Vir: NOVICE GOSPODARSKE, OBRTNIŠKE IN NARODNE 53 (1895) 16, Iz Velikega članka o ljubljanskem potresu, 14. aprila 1895

“V Mariboru se je podrlo več dimnikov in razpokalo več zidov vsled potresa.”

2. Vir: TABOR 7 (1926) 2, 3.1.1926, str.1

Novo leto – v znamenju potresa

Maribor, "Sinoči ob 7. uri in 7 minut je bilo m mestu občutiti dva potresna sunka. Prvi je bil jako rahel. V presledku štirih sekund mu je sledil drugi, znatno močnejši, ki je trajal le nekaj trenutkov. Kolikor se je dalo ugotoviti, po nihanju predmetov je šel sunek v smeri jugovzhod-severozapad."

Okolica " Na Novega leta dan smo občutili zvečer ob 7.uri in 5 minut par minut trajajoče valovanje valovanje potresa od izhoda proti zahodu.Hiše so se tresle, vendar niso trpele škode.. Podzemskega bučanja, ki često spremlja potres, ni bilo čutiti. Ker sledi po preteku 10 minutprvemu potresu navadno drugi, smo čakali z uro v roki in v skrbah na ta trenutek, a ga nismo dočakali. Valovanjeod izhoda proti zahodu, je napovedalo da se je moral nekje na daljnem izhodu vršiti hud, morebiti cello katastrofalen potres."

Še en opazovalec iz okilice nam poroča: "Potresni sunki, ki smo jih čutili na Novega leta točno ob 19. uri so bili trije in so se izvăili v času treh sekund. Občutek je bil podoben zibanju kakega težko obloženega avtomobila na gumujevih kolesih. Okrog mize sedeči smo se začeli molčeč drug drugega ostro meriti, na kar sem takoj spoznal, da gre za lahke potresne sunke."

3. Vir : Mariborski večernik "JUTRA" 10 (1936)6, 9.1.1936,, str.2

Potres smo čutili v Mariboru

" Včeraj ob 17.23 so Mariborčani začutili tresenje, ki je trajalo približno 10 sekund. Obenem se je čutilo tudi rahlo podzemno bobnenje. Ljudje, predvsem oni, ki so bili v stanovanjih, so ob precej močnih potresnih sunkih prestrašeno ostrmeli in so se takoj zavedli, da gre za potres. Omare, stoli, mize in drugi pohištveni predmeti so se zazibali. Tudi v naši redakciji smo izdatno čutili posledice potresnih sunkov. Ljudje so po ulicah živahno komentirali pojav potresa, ki je prišel baš v času napovedanega luninega mrka, ki pa ga Mariborčani zaradi oblačenga neba niso mogli opazovati. Potres pa nismo čutili samo v Mariboru. Tudi v Ljubljani so ga čutili in na Gomilskem, kjer sta bila dvakrta po dva potresna sunka , ki sta trajala približno 4 do 5 minut. Pa tudi iz Gradca, Deutschlandberga, stainza, Lipnice in Šilja so prispela poročila o potresnih sunkih, vendar se potresni epicenter še ni točno ugotovil. V Mariboru, Ljubljani in na Gomilskem ni povzročil potres nobene škode."

4. Vir: Mariborski večernik "JUTRA" 10 (1936) 227, 5.10.1936, str.3

Potres v Mariboru

" V soboto popoldne ob 4.48 so se čutili v mariboru precej močni potresni sunki, ki so trajali več sekund. Pohištvo se je majalo in zibalo ter so nekateri v strahu zbežali s stanovanj. Potresni sunki so se čutili tudi v Ptuju, Ljubljani in Gradcu."

5. Vir: JUTRO 20(1939) 218, 19.9. 1939, st.8

Potresni sunki v Mariboru

Včeraj zjutraj so jih čutili dvakrat

Maribor, 18. septembra

" Davi ob 6.30 so se čutili v Mariboru rahli potresni sunki. Čutili so jih predsem stanovalci, ki imajo svoja stanovanja v višjih nadstropjih. Pri tem je bilo slišati bobnenje. Nekateri Mariborčani pa zatjujejo, da so čutili potresne sunke že ponoči okoli 2. Ti sunki so bili tako močni, da so nekateri, ki stanujejo v višjih nadstropjih prebudili iz spanja in začutili kako so se postelje petkrat močno zazibale. Iz tega je sklepati, da so se pojavili potresni sunki najmanj dvakrat in sicer v presledku treh do štirih ur. Pretežna večina Mariborčanov, ki stanujejo v nižjih hišah in ki niso rani vstajalci, pa niso čutili potresnih sunkov, ampak so izvedeli o tem od svojih zancev, šele v teku dopoldneva."

6 Potresna ogroženost Vzhodnoštajerske regije

Državni načrt zaščite in reševanja ob potresu je temeljni načrt. Na osnovi tega je izdelan regijski načrt, v njem se na podlagi izsledkov te ocene ogroženosti določijo tudi obveznosti nosilcev načrtovanja (občin, v določenem obsegu še nekateri drugi deležniki (na primer organizacije, ki opravljajo vzgojno izobraževalno, socialno, zdravstveno ali drugo dejavnost)).

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

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

Preglednica 2: Razredi in stopnje ogroženosti

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

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 po	Vsi prebivalci občine na območju VI po	Vsi prebivalci ali del prebivalcev občine na območju VII po EMS in	Vsi prebivalci ali del prebivalcev občine (vendar manj kot	Vsi prebivalci ali del prebivalcev občine (vendar več kot 9000)

EMS ali manj	EMS	nič prebivalcev na območju VIII po EMS	9000) na območju VIII po EMS ali več	na območju VIII po EMS ali več
--------------	-----	--	--------------------------------------	--------------------------------

Pri razvrščanju občin v razrede ogroženosti ob potresu je bila upoštevana zgolj ena skupina podatkov in sicer število prebivalcev na posameznih potresnih območjih. Natančni kriteriji za uvrstitev posamezne občine v razred ogroženosti ob potresu so podani preglednici 3.

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

Regija	1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti	Skupno število občin	Razred ogroženosti regije
Vzhodnoštajerska	0	5	17	0	0	22	3
SKUPAJ OBČIN	0	5	17	0	0	22	

Preglednica 5 prikazuje razporeditev števila prebivalcev znotraj teritorialnih enot glede na stopnje potresne intenzitete in razvrstitev občine glede na kriterije iz preglednice 3.

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 po EMS	Območje VII po EMS	Območje VIII po EMS	SKUPNO število prebivalcev	OBČINE
VZHODNOŠTAJERSKA	Benedikt	344	1883		2227	3
(22 občin)	Cerkvenjak		1985		1985	3
	Duplek	5037	1389		6426	3
	Hoče - Slivnica	3998	6277		10.275	3
	Kungota	4660			4660	2
	Lenart	1333	5715		7048	3

REGIJA	OBČINA	ŠTEVILO PREBIVALCEV				RAZRED OGROŽENO- STI
		Območje VI po EMS	Območje VII po EMS	Območje VIII po EMS	SKUPNO število prebivalcev	OBČINE
	Lovrenc na Pohorju		3092		3092	3
	Makole		2080		2080	3
	Maribor	101.516	590		102.106	3
	Miklavž na Dravskem polju	5350	647		5997	3
	Oplotnica		3945		3945	3
	Pesnica	7355			7355	2
	Poljčane		4270		4270	3
	Rače - Fram		6358		6358	3
	Ruše		7115		7115	3
	Selnica ob Dravi	24	4439		4463	3
	Slovenska Bistrica		23.674		23.674	3
	Starše	260	3782		4042	3
	Sveti Jurij v Slov. goricah	2085			2085	2
	Sveta Trojica v Slov. goricah		2136		2136	3
	Sveta Ana	2258			2258	2
	Šentilj	8222			8222	2
Vzhodnoštajerska regija	SKUPAJ	142.442	79.377		221.819	

6.1 Vzhodnoštajerska regija

Območje Vzhodno štajerske regije se glede na zgoraj omenjene kriterije uvršča v območje dveh stopenj potresnih intenzitet (v VI in VII EMS).

Preglednica 6: Razvrstitev VŠR regije v razred ogroženosti ob potresu. Vir. GIS_UJME, 2012

REGIJA	ŠTEVILO PREBIVALCEV				RAZRED OGROŽENOSTI REGIJE
	Območje VI po EMS	Območje VII po EMS	Območje VIII po EMS	SKUPNO število prebivalcev	
Vzhodnoštajerska	142.442	79.377		221.819	3

6.2 Gostota in razporeditev naseljenosti

V Vzhodnoštajerski regiji živi na območju intenzitete VII EMS živi 79.377 ljudi ali 35.21% prebivalcev regije, na območju intenzitete VI EMS pa 142.442 ljudi ali 64.21% prebivalcev, Podatki o prebivalcih so privzeti iz aplikacije GIS_UJME.

Večina občin na območju VŠR leži na omočje intezitete VI in VII, kar je razvidno iz preglednice 9.

Občine ki ležijo v celoti na območju intenzitete VI EMS so: Kungota, Pesnica, Sveti Jurij v Slov. Goricah, Sveta Ana in Šentilj

Občine ki ležijo v celoti na območju intenzitete VII EMS so: Cerkevjak, Lovrenc na Pohorju, Makole, Oplotnica, Poljčane, Rače-Fram, Ruše, Slovenska Bistrica in Sveta Trojica v Slov.goricah.

Občine, ki ležijo na območju intezitete VI in VII EMS so: Benedikt, Duplek, Hoče-Slivnica, Lenart, Maribor, Miklavž na Dr. polju, Selnica ob Dravi in Starše.

6.3 Čas potresa

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

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

oddih, počitnice, ...), zaradi tega je predvsem v urbanih območjih število prisotnih stalno prijavljenih ljudi nekoliko manjše kot na primer jeseni.

Vsekakor ne gre zanemariti tudi vpliva dnevne migracije šolske mladine in študentov. Temu pojavu so najbolj izpostavljeni kraji s pomembnejšimi srednje in visokošolskimi ustanovami.

Tudi z vidika dnevne migracije zaposlenih so najbolj izpostavljena največja slovenska mesta z močno industrijo in terciarnimi dejavnostmi.

6.4 Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja

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, da je stavbe še možno obnoviti in da je njihova obnova ekonomsko še upravičena.

Pri posledicah potresa moramo razlikovati med neposredno in posredno škodo. Neposredna škoda nastane zaradi poškodb in porušitev objektov, ki zajema tudi stroške popravil oziroma vzpostavitve v prvotno stanje ter stroške morebitne utrditve objektov. Posredna škoda je posledica prekinitev 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.

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

6.5 Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov

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

Po dostopnih podatkih Ministrstva za infrastrukturo in prostor naj avtocestni križ ne bi bil na noben način prizadet zaradi posledic potresa. Direkcija RS za ceste, ki upravlja z drugimi državnimi cestami v

državi (hitrimi, glavnimi in regionalnimi cestami), pa podatkov o tem, kakšne posledice bi ob potresu utrpeli objekti cestne infrastrukture (mostovi, predori, nadvozi ipd.) in če bi bili morda določeni odseki teh cest ogroženi zaradi trganja zemljin in kamnin, nima. Železniški promet pa bi bil lahko zaradi morebitnih podorov, zemeljskih plazov in trganja skal otežen ali celo prekinjen

Z gotovostjo je moč trditi, da delovanje in operativnost Letališča Edvarda Rusjana Maribor ob potresu, v nobenem primeru ne bi bilo okrnjeno. Za dostavo morebitne mednarodne pomoči ob potresu je na območju VŠR določeno Letališče Edvarda Rusjana Maribor.

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 9 srednješolskih ustanov na območju Vzhodnoštajerske regije in sicer na območju Mestne občine Maribor in občine Ruše. Poročilo ugotavlja, da so objekti srednjih šol grajeni na najrazličnejše načine.

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

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

strižnih porušitev stebrov. Za strižno nosilnost je najpomembnejša gostota stremenske armature v stebrih, ki pa naj bi bila na podlagi izkušenj pri sondiranju tovrstnih zgradb razmeroma nizka.

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

V poročilu so prikazali tudi rezultate potresne ranljivosti teh objektov, ki predstavlja predvsem oceno verjetnosti nastanka poškodb ali porušitve objektov pri potresu največje predvidene intenzitete, poleg tega pa še rezultate potresne ogroženosti, kjer so upoštevali tudi število uporabnikov objekta (srednješolcev in šolskega osebja) in velikost tlorisne površine objektov. Iz rezultatov potresne ranljivosti srednješolskih objektov izhaja, da bi bilo smiselno vsaj za 2 srednji šoli na območju Maribora, izvesti natančno statično in protipotresno analizo in izvedbo protipotresne utrditve objektov.

Ministrstvo za zdravje razpolaga z nekaterimi podatki o stanju potresne odpornosti javnih zdravstvenih zavodov, predvsem nekaterih bolnišnic, katerih ustanovitelj je država. Razpoložljivi natančnejši podatki Ministrstva za zdravje o stanju potresne varnosti bolnišničnih objektov, ki jih je URSZR pridobila za potrebe državne vaje zaščite in reševanje POTRES 2012.

7 Potresna odpornost

7.1 Potresna odpornost objektov na območju VŠR

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

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

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

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

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 oslajljeno na primer z garažo ali drugimi večjimi prostori, tako da je v pritličju premalo nosilnih navpičnih elementov konstrukcije. Tudi pri normalni stanovanjski razporeditvi prostorov v pritličju, se včasih le-to poruši, če ni močnejše zgrajeno, kot višje etaže.

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

Prihodnjo potresno odpornost gradnje določajo veljavni predpisi, ki jih morajo graditelji dosledno izvajati pod nadzorom države. Težji problem je, kako zagotoviti potresno odpornost že zgrajenih stavb, zlasti, če so zgrajene v času, ko še niso veljali predpisi za potresno odporno gradnjo. Zato je treba najprej ugotoviti potresno odpornost teh stavb in jo primerjati z ocenjeno intenziteto lokacije po karti potresne intenzitete (slika 3), na kateri se nahajajo. Prednost pri tem preverjanju odpornosti bi morale imeti naslednje zgradbe:

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

Preglednica 7 prikazuje starostno strukturo stanovanj po občinah s stanjem v letu 2010 (31. 12. 2010).

Preglednica 7: Pregled števila stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb po občinah znotraj Vzhodnoštajerske regije (vir: Statistični urad RS, 2012)

občina	Stano- vanja, zgraje- na do 1918	Stano- vanja iz časa 1919–1945	Stano- vanja iz časa 1946– 1960	Stano- vanja iz časa 1961– 1970	Stano- vanja iz časa 1971–1980	Stano- vanja iz časa 1981–1990	Stano- vanja iz časa 1991– 2000	Stano- vanja iz časa 2001– 2010	SKUPAJ
Benedikt	158	38	51	63	101	159	111	279	960
Cerkvenjak	195	37	67	87	148	138	106	106	884
Duplek	338	109	251	353	449	399	208	493	2600
Hoče - Slivnica	483	221	513	736	910	542	252	648	4305
Kungota	473	88	121	147	319	299	218	348	2013
Lenart	493	115	140	232	624	553	321	581	3059

Lovrenc na Pohorju	311	62	144	263	233	123	64	85	1285
Makole	182	61	145	100	184	175	63	52	962
Maribor	6506	4862	5729	10.919	10.607	6397	2447	5108	52.575
Miklavž na Dravskem polju	130	100	253	473	610	413	180	359	2518
Oplotnica	249	57	135	187	296	244	138	146	1452
Pesnica	638	147	211	352	528	389	302	331	2898
Poljčane	335	92	193	247	353	338	122	145	1825
Rače - Fram	369	156	301	361	531	375	231	409	2733
Ruše	389	254	325	390	699	597	136	408	3198
Selnica ob Dravi	330	103	176	245	334	320	128	129	1765
Slovenska Bistrica	1385	468	910	1417	2120	1546	824	1469	10.139
Starše	141	110	270	231	336	232	104	142	1566
Sveti Jurij v Sl. goricah	225	26	27	53	86	117	114	91	739
Sveta Trojica v Sl. goricah	210	31	37	66	144	120	105	70	783
Sveta Ana	178	32	51	78	121	141	108	86	795
Šentilj	547	131	275	443	627	557	296	377	3253
SKUPAJ	14.265	7300	10.325	17.443	20.360	14.174	6578	11.862	102.307

V preglednici 8 so vrednosti iz preglednice 7 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 9 pa podaja zelo pomembne podatke o tem, koliko ljudi živi v različno starih stanovanjih glede na veljavo predpisov o potresno varni gradnji. Na osnovi tega je moč razmeroma natančno oceniti, koliko ljudi tako na nivoju občine kot regije in države biva v različno potresno odpornih oziroma ranljivih stavbah.

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

Preglednica 8: Prikaz ocene števila stanovanj po starosti oziroma po obdobjih veljave predpisov o potresno varni gradnji (vir: Statistični urad RS, 2012, GIS_UJME, 2012)

Občina	Stano- vanja, zgrajena do 1948	Stano- vanja iz časa 1949– 1963	Stano- vanja iz časa 1964– 1981	Stano- vanja iz časa 1982– 2007	Stano- vanja iz časa 2008– 2010	SKUPAJ	Število ljudi v občini/regiji	Povprečno število ljudi na stanovanjsko enoto
Benedikt	206	60	161	449	84	960	2227	2,32
Cerkvenjak	245	80	223	304	32	884	1985	2,25
Duplek	497	307	736	912	148	2600	6426	2,47
Hoče - Slivnica	807	631	1479	1193	194	4305	10.275	2,39
Kungota	585	141	452	731	104	2013	4660	2,31
Lenart	636	182	842	1225	174	3059	7048	2,30
Lovrenc na Pohorju	402	194	429	234	26	1285	3092	2,41
Makole	272	146	272	257	16	962	2080	2,16
Maribor	12.514	7859	18.890	11.780	1532	52.575	102.106	1,94
Miklavž na Dravskem polju	281	344	982	803	108	2518	5997	2,38
Oploznica	333	164	451	460	44	1452	3945	2,72
Pesnica	827	274	813	884	99	2898	7355	2,54
Poljčane	466	229	560	528	44	1825	4270	2,34
Rače - Fram	585	349	821	855	123	2733	6358	2,33
Ruše	708	377	1032	959	122	3198	7115	2,22
Selnica ob Dravi	468	214	538	506	39	1765	4463	2,53
Slovenska Bistrica	2035	1153	3267	3244	441	10.139	23.674	2,33
Starše	305	285	521	412	43	1566	4042	2,58
Sveti Jurij v Slov. goricah	256	38	135	283	27	739	2085	2,82
Sveta Trojica v Slov. goricah	248	49	202	262	21	783	2.136	2,73
Sveta Ana	220	64	190	295	26	795	2.258	2,84
Šentilj	733	353	993	1061	113	3253	8222	2,53
SKUPAJ	23.630	13.493	33.988	27.638	3559	102.307	221.819	2,17

Preglednica 9 Prikaz ocene števila ljudi, ki živijo v stanovanjih glede na obdobja veljave predpisov o potresno varni gradnji (Vir: Statistični urad, 2012, GIS_UJME 2012)

Občina	Povprečno število ljudi na stano- vanjsko enoto	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih do leta 1948	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih v letih 1949–1963	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
Benedikt	2,32	478	138	373	1043	194	2227
Cerkvenjak	2,25	551	179	500	684	71	1985
Duplek	2,47	1229	758	1819	2255	366	6426
Hoče - Slivnica	2,39	1925	1507	3531	2848	464	10.275
Kungota	2,31	1355	326	1046	1692	242	4660
Lenart	2,30	1465	418	1939	2823	402	7048
Lovrenc na Pohorju	2,41	967	467	1033	564	61	3092
Makole	2,16	588	316	587	555	34	2080
Maribor	1,94	24.303	15.263	36.686	22.878	2976	102.106
Miklavž na Dravskem polju	2,38	668	820	2340	1912	257	5997
Oplotnica	2,72	905	446	1226	1249	119	3945
Pesnica	2,54	2099	696	2064	2243	252	7355
Poljčane	2,34	1089	535	1310	1235	102	4270
Rače - Fram	2,33	1361	812	1910	1989	285	6358
Ruše	2,22	1575	839	2295	2133	272	7115
Selnica ob Dravi	2,53	1184	542	1359	1280	98	4463
Slovenska Bistrica	2,33	4752	2692	7627	7574	1029	23.674
Starše	2,58	787	736	1344	1064	110	4042
Sveti Jurij v Slov. goricah	2,82	723	106	380	798	77	2085
Sveta Trojica v Slov. goricah	2,73	678	135	552	715	57	2136
Sveta Ana	2,84	625	182	539	838	73	2258
Šentilj	2,53	1853	892	2509	2682	286	8222
SKUPAJ	2,17	51.234	29.255	73.691	59.924	7716	221.819

8 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;
- jedrske nesreče.

8.1 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.

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

8.2 Nesreče z nevarnimi snovmi

Ob potresu obstaja tudi možnost nesreč z nevarnimi snovmi.

Po podatkih iz septembra 2013 virov tveganja se spreminja večkrat letno) (vir: <http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register>) je v VŠR stacionarnih virov tveganja, od tega virov večjega tveganja in virov manjšega tveganja.

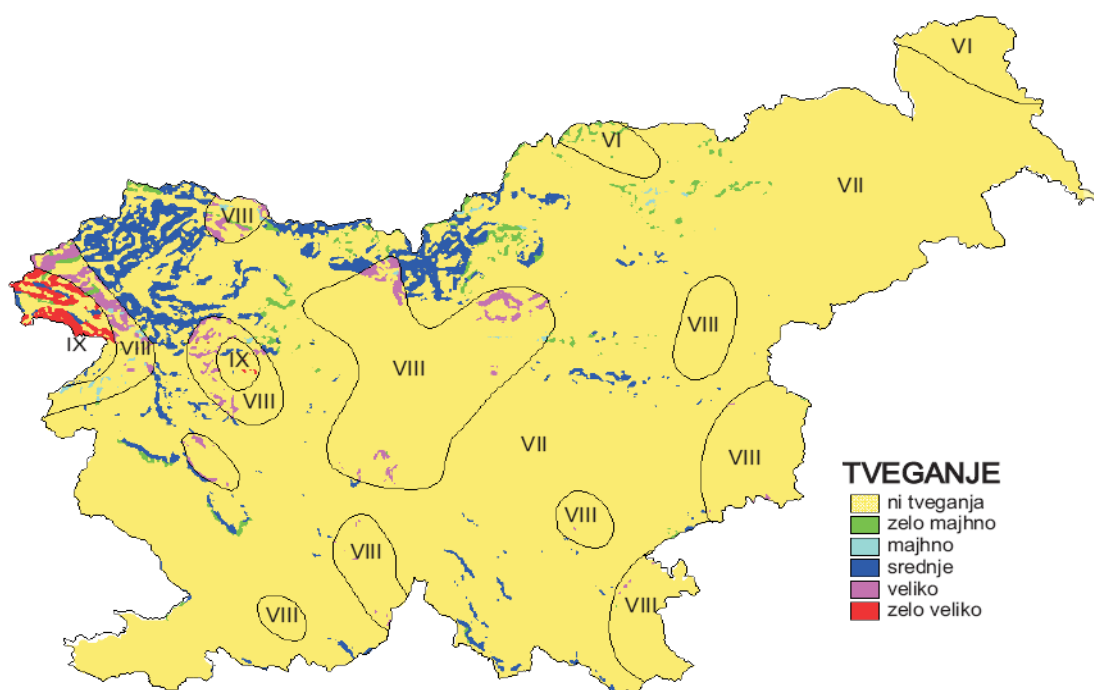
Preglednica 10: Število stacionarnih virov nevarnih snovi manjšega in večjega tveganja na območju VŠR (vir: <http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/seveso-register>)

Regija/občina	Število virov manjšega tveganja	Število virov večjega tveganja	Skupno število virov večjega in manjšega tveganja
Vzhodnoštajerska	7	3	10

8.3 Plazovi, podori in poplave

Zdrsi zemljin se začnejo pojavljati pri potresih intenzitete VII EMS. To so posamezni manjši zdrsi zemljin z najslabšimi geotehničnimi lastnostmi. V skalnatih predelih padajo posamezni kamni in skale.

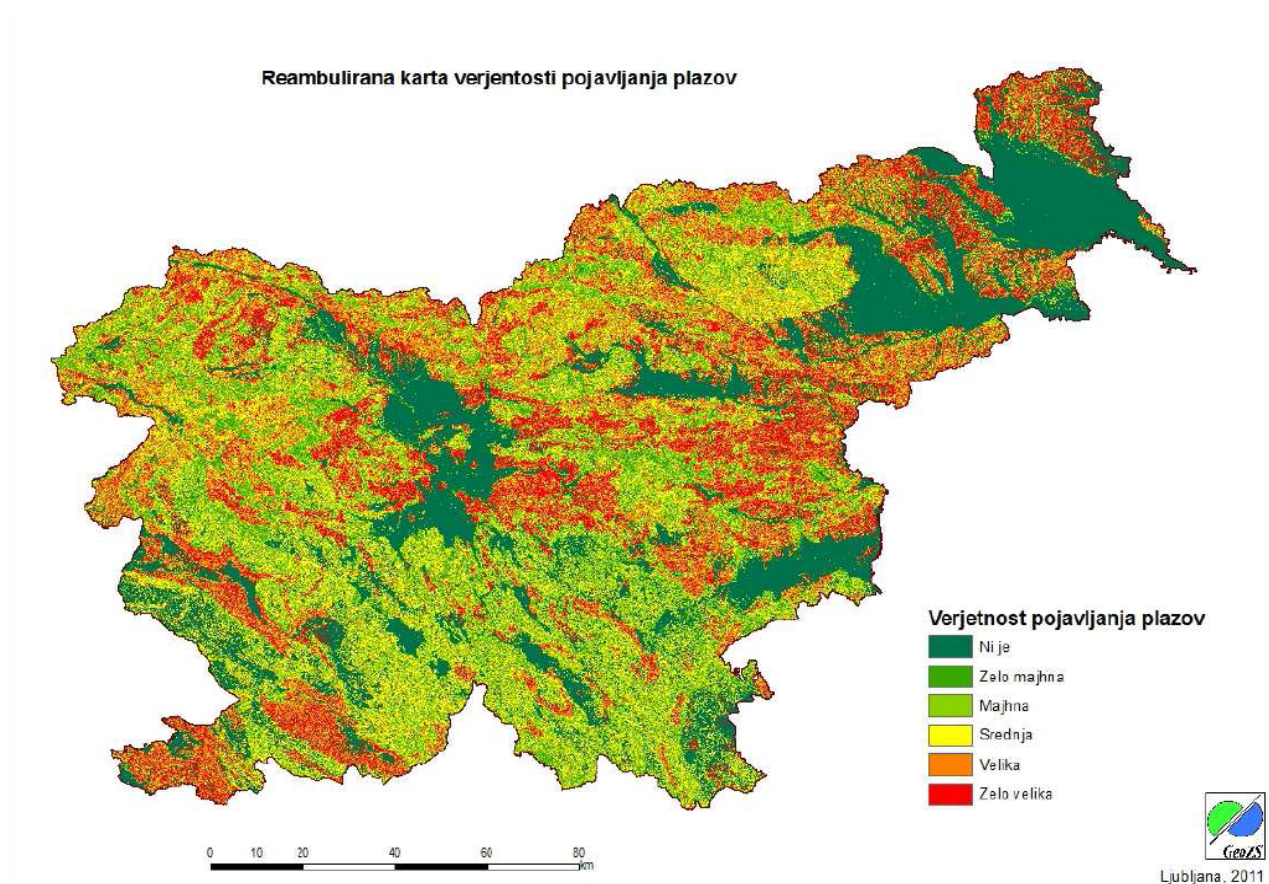
Slika 6: Karta tveganja nastanka podorov zaradi potresov. Avtorja: M. Ribičič, R. Vidrih (Vir: ARSO, spletna stran). Na karti je upoštevana še stara karta seizmične intenzitete Slovenije iz leta 1987.



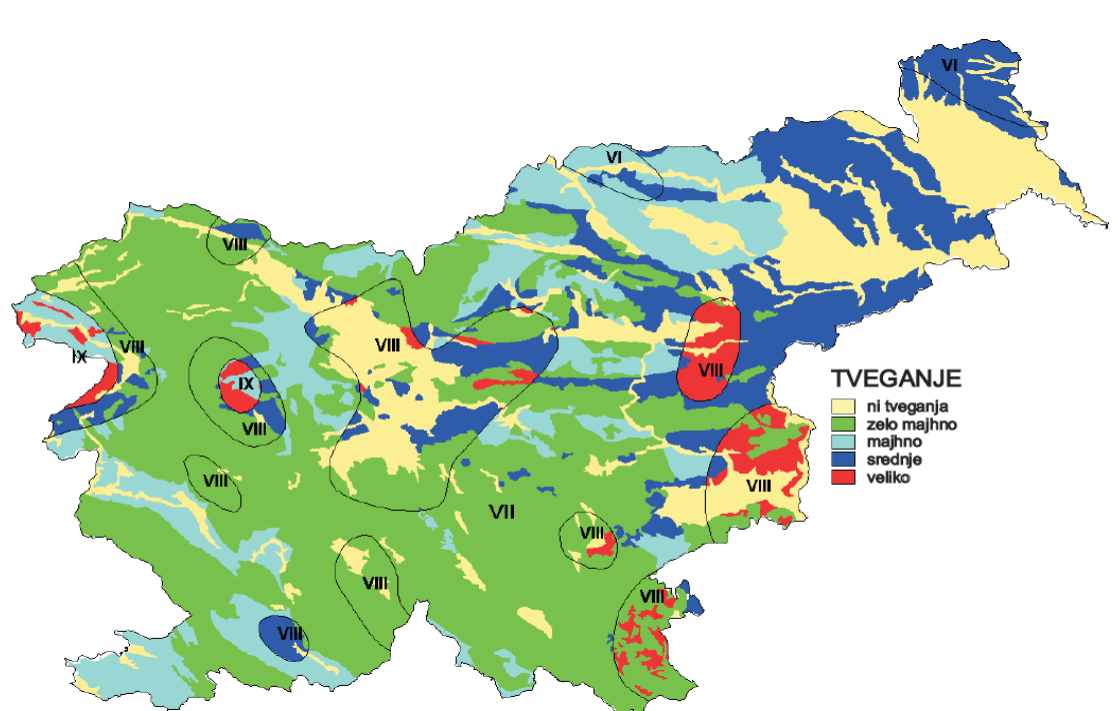
Osnova za ugotavljanje možnosti nastajanja zemeljskih plazov so geološke osnove ozemlja, to pomeni geološka sestava tal. Iz tega razloga znaten del Vzhodnoštajerske regije le malo ogrožen zaradi plazov, gre pa predvsem za območja, kjer prevladujejo zelo trdne kamnine (magmatske

kamnine, predvsem na višjih predelih Pohorja) in trdne hribine. Prav tako je ogroženost neznatna na območjih velikih prodnih zasipov na ravninah ob Muri, Dravi. Najbolj ogrožena pa so območja, ki ga gradijo polhribine (zbiti peski, meljevci, glinovci, laporji). To so predvsem območja Slovenskih Goric, in Halož. Nekoliko manj so ogrožena območja, ki jih gradijo srednje trdne kamnine (peščenjaki, laporji, skrilavci, metamorfne klastične kamnine, andezitske, kratofirske in tufske kamnine) – gre predvsem za nižje predele Pohorja, Kobansko, in drugje.

Slika 7: Karta verjetnosti pojavljanja plazov (Vir: Geološki zavod, 2012)



Slika 8: 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.



Tudi poplava je lahko ena od nesreč, ki nastane zaradi potresa.

9 Razlaga pojmov in krajšav

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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