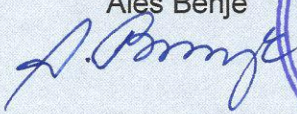





Številka: 842-3/2014 – O113
Datum: 31.03.2015

OCENA OGROŽENOSTI OB POTRESU V OBČINI KRŠKO

Verzija 3.0

	ORGAN	ODGOVORNA OSEBA/PODPIS
SKRBNIK	Občina Krško	Aleš Benje 
SPREJEL	Občina Krško	Mag. Miran Stanko župan 



KAZALO

1	Uvod	4
1.1	Splošno o potresih	4
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)	6
2.5	Državna mreža potresnih opazovalnic	7
3	Viri oziroma vzroki nastanka potresa	10
3.1	Vzroki za nastanek potresa	10
3.2	Geotektonske enote in tektonski prelomi	10
4	Potresna nevarnost	12
4.1	Ocenjevanje potresne nevarnosti	12
4.2	Karta projektnega pospeška tal	12
4.3	Nova karta potresne intenzitete	13
4.4	Potresno najbolj nevarna območja po novi karti potresne intenzitete	14
4.5	Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa	14
5	Pogostost pojavljanja potresa	15
5.1	Povratna doba in ponovljivost potresov	15
5.2	Močni potresi v preteklosti	15
6	Potresna ogroženost	19
6.1	Gostota in razporeditev naseljenosti	19
6.2	Čas potresa	20
6.3	Ogroženost prebivalcev, živali in premoženja	20
6.4	Ogroženost kulturne dediščine	21
6.5	Ogroženost infrastrukturnih in drugih objektov in sistemov	21
6.6	Razvrščanje občin	23
7	Potresna odpornost	24
7.1	Potresna odpornost objektov	24
8	Potresni scenariji	26
8.1	Potresni scenariji	26
9	Nastanek verižnih nesreč ob potresu	27
9.1	Požari in eksplozije	27
9.2	Nesreče z nevarnimi snovmi	27
9.3	Plazovi, podori in poplave	27

9.4 Bolezni ljudi in živali _____	29
9.5 Jedrske nesreče _____	29
10 Zaključek ocene ogroženosti _____	30
11 Razlaga pojmov in okrajšav _____	32
12 Viri podatkov in vsebin za izdelavo ocene ogroženosti _____	33
13 Priloge _____	34

1 Uvod

Oceno ogroženosti ob potresu v občini Krško je izdelala Občina Krško na osnovi ocene potresne ogroženosti za Republiko Slovenijo in Ocene potresne ogroženosti za Posavje. Pri določanju ocene ogroženosti občine Krško ob potresu so uporabljeni podatki, ki veljajo za Republiko Slovenijo in so povzeti iz Ocene potresne ogroženosti Republike Slovenije, ki jo je izdelala Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR), saj je ogroženost zaradi potresa širša od meja posamezne občine.

Ocena ogroženosti ob potresu v občini Krško je podlaga za izdelavo občinskega načrta zaščite in reševanja ob potresu.

1.1 Splošno o potresih

Potres je naravni pojav, ko v notranjosti Zemlje 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 narivanj ter 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.

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 je z določeno verjetnostjo moč pričakovati in oceni obseg škode, ki bi jo potres na nekem območju lahko povzročil.

Pomembno je predvsem ocenjevanje potresne nevarnosti, ki je podlaga za potresno odporno gradnjo stavb. Potresna nevarnost se oceni s pomočjo podatkov o potresih iz preteklosti in geoloških značilnosti ozemlja. Na osnovi tega se pripravijo karte potresne nevarnosti, iz katerih pa je razvidno, da je celotna Slovenija na potresno nevarnem območju, vendar so nekateri predeli vseeno bolj potresno varni kot drugi.

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 FLRJ, 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 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, **priloga 1**). 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 projektnege pospeška tal (Lapajne in drugi, 2001) skupaj s slovenskim oziroma evropskim standardom EC8.

Od leta 2008 se za projektiranje uporablja karto projektnege 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 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 ga bodo občutili 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. Razvoj znanosti, predvsem pa tragične izkušnje ob poružitvah armirano betonskih konstrukcij, so »krivec« za nastanek 12-stopenjska evropska potresna lestvica EMS-98 (European Macroseismic Scale, EMS). 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.

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

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

Barvna legenda:

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

2.5 Državna mreža potresnih opazovalnic

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

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

1. vzdrževanje državnega potresnega alarmnega sistema z obveščanjem v stvarnem času, ki temelji na samodejni obdelavi podatkov in na samodejnem posredovanju podatkov ustreznim službam;
2. čim natančnejše opredeljevanje osnovnih potresnih parametrov (predvsem koordinat nadžarišča, globine ter velikosti in obsega potresa) na podlagi globinskega geofizikalnega modela ozemlja Slovenije, ki je izdelan na podlagi potresnih zapisov državne mreže potresnih opazovalnic;
3. stalno ocenjevanje in izpopolnjevanje državne karte potresne nevarnosti za potrebe potresno odporne gradnje na podlagi natančnejšega poznavanja seizmotektonskih

razmer na ozemlju Slovenije, kar omogočajo zapisi potresov državne mreže potresnih opazovalnic in

4. Povezava slovenskega državnega potresnega alarmnega sistema s potresnimi alarmnimi sistemi sosednjih držav - **predvsem z Avstrijo in Italijo.**

Državna mreža 26-ih potresnih opazovalnic, katerih postavitve je bila zaključena leta 2006, je vključena v računalniško omrežje državnih organov, po katerem se prenašajo podatki v središče za obdelavo v Ljubljani. Takoj, ko podatki prispejo v središče, se prične avtomatska analiza in obveščanje seizmologov o morebitnih dogodkih.

- **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 s preliminarnimi opredelitvami osnovnih značilnosti potresa najkasneje v 10 minutah po potresu.

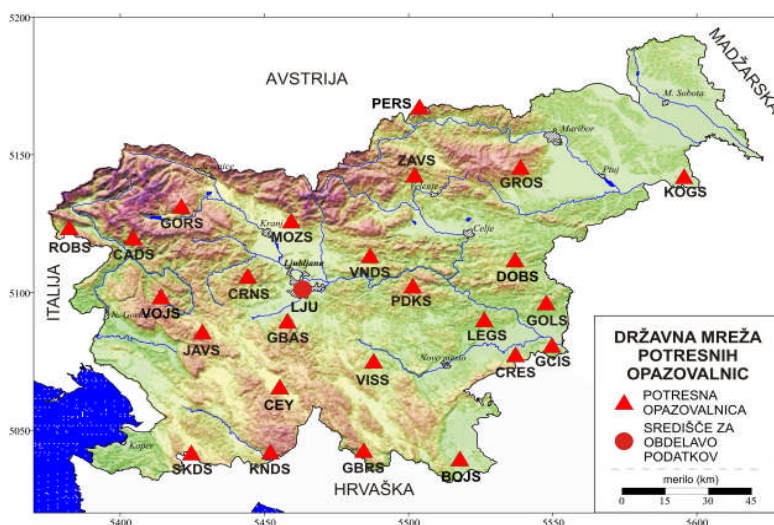
- **Opredeljevanje osnovnih potresnih parametrov**

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.

Potresno aktivnost v Posavju opazujemo s pomočjo potresnih opazovalnic:

- digitalna opazovalnica CESS se nahaja na lokaciji **Cesta nad Krškim**,
- mreža potresnih opazovalnic okoli NEK obsega štiri opazovalnice Goliše, Legarje, Gornji Cirknik, Črešnjevce ter
- akcelero graf in opazovalnica velike ločljivosti na lokaciji same NEK.



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 karta, 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 so podlaga za izdelavo zanesljivejše in natančnejše državne karte potresne nevarnosti.

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).

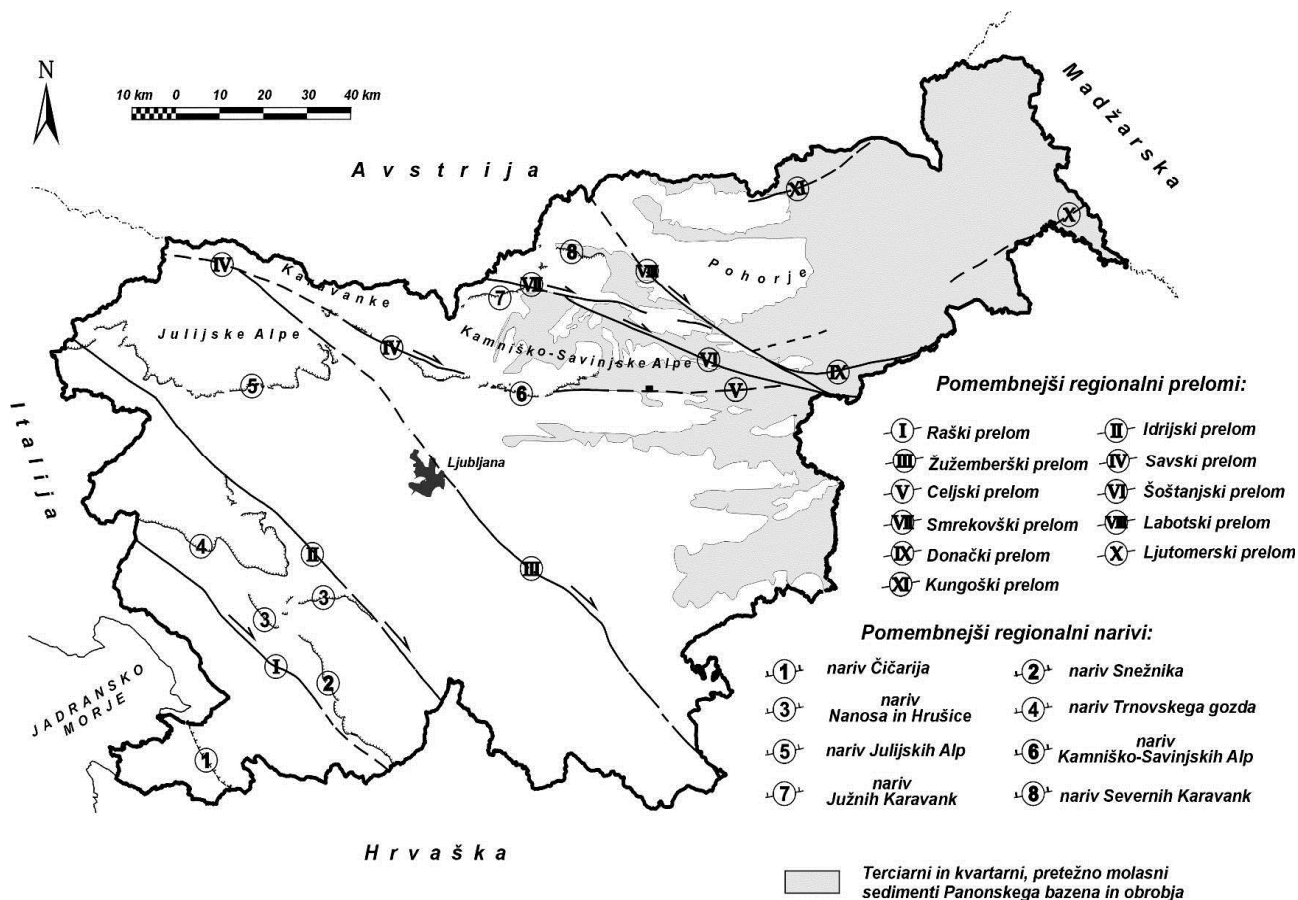
Na ozemlju Slovenije se dogajajo le tektonski in umetni potresi, ki so precej pogosti. Razlogi za nastajanje številnih šibkih pa tudi močnejših potresov so v zapleteni geološki in tektonski zgradbi našega ozemlja. Zaradi premikanj v različnih smereh prihaja med litosferskimi ploščami do napetosti oziroma 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 in uklanjajo 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

Potresno dogajanje v južnem in jugovzhodnem 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.



Slika 2: Splošen geotektonski položaj



Slika 3: Tektomske strukture Slovenije (prirejeno po Poljak, 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.

Potresna 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), 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).

Za projektiranje je potrebno uporabljati karto projektnega pospeška tal (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 sistem 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 z definicijo posamezne stopnje intenzitete. Poleg tega karta intenzitete že vsebuje značilnosti dejanskih tal, saj ocenjevanje temelji na podatkih o učinkih preteklih potresov.

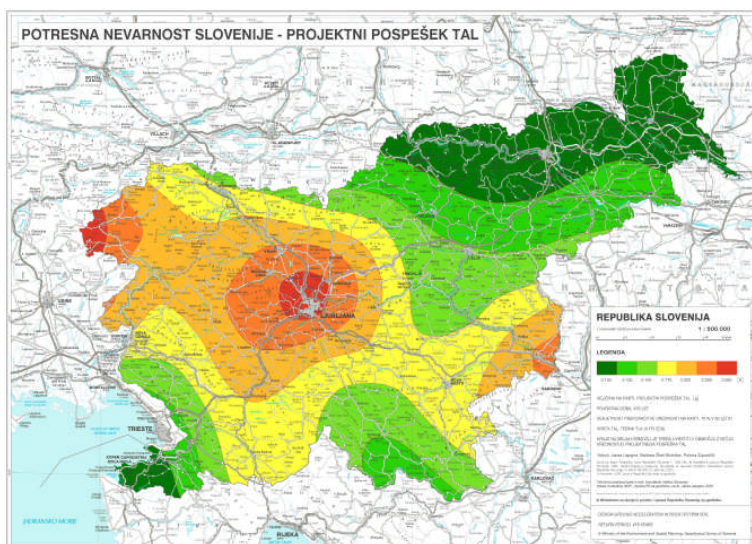
4.2 Karta projektnega pospeška tal

Karta projektnega pospeška tal za trdna tla za povratno dobo 475 let je uradna karta potresne nevarnosti Slovenije (slika 4). Projektni pospešek tal je enak največjemu pospešku tal. 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.

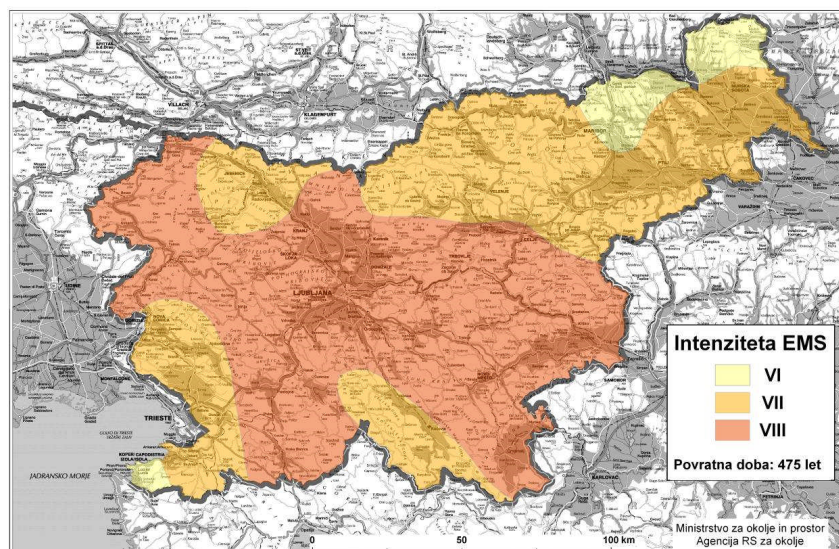


Slika 4: Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal (Lapajne in drugi, 2001)

4.3 Nova karta potresne intenzitete

Karta potresne intenzitete za povratno dobo 475 let iz leta 2011 je nova in namenjena predvsem sistemu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami pri načrtovanju ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje škode ob potresih, ne pa projektiranju.

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 dopoljeni 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 projektne 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 projektne 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 projektne 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. 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.

Navedeno pa še ne pomeni, da določenemu območju ni mogoč potres z učinki, ki so večji od tistih, ki jih predvideva karta potresne intenzitete (bodisi zaradi lokalnih razmer bodisi zaradi same moči potresa).

4.5 Vpliv lokalnih razmer na učinke potresa

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

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

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. S klasičnim pristopom se oceni, za koliko bo intenziteta potresa večja (prirastek intenzitete ali seizmični prirastek) od intenzitete na izbrani referenčni kamnini. Prirastek intenzitete je odvisen od treh glavnih dejavnikov: od razlike v akustični impedanci (produkt hitrosti in gostote) med lokalnimi tlemi in referenčno kamnino, od nivoja podzemne vode in od pojava resonance v tleh.

5 Pogostost pojavljanja potresa

5.1 Povratna doba in ponovljivost potresov

Najmočnejši zabeležen potres na ozemlju Slovenije je bil Idrijski potres leta 1511 z ocenjeno magnitudo 6,8 in najvišjo intenziteto X EMS.

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

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

Kadar nas zanima potresna nevarnost nekega mesta ali lokacije pomembnega objekta, se izračuna krivuljo potresne nevarnosti, ki podaja odvisnost med PGA oziroma intenziteto in med povratno dobo. Na krivulji potresne nevarnosti se lahko razbere povratno dobo za vnaprej izbrano vrednost PGA (oziroma intenzitete).

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.

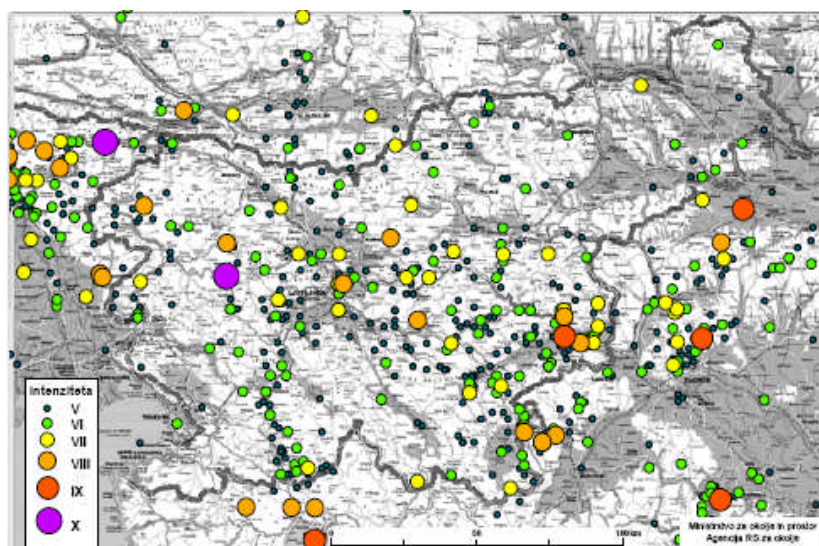
V preglednici 2 ter na slikah 6 in 7 so podani podatki o vseh do sedaj znanih potresih, ki so znotraj slovenskih meja dosegli učinke vsaj VI-VII EMS. Gre za 80 potresov z žarišči v Sloveniji kot tudi za pet pomembnih potresov iz bližnje okolice: trije so bili v Italiji, en v Avstriji in en na Hrvaškem. Le-ti so v preglednici označeni z rumeno barvo. Učinki teh petih potresov so bili v nadžariščnih območjih večji, kot so vrednosti, podane v preglednici, ker so bili za potrebe vrednotenja potresne ogroženosti v Sloveniji upoštevani največji učinki na območju Republike Slovenije.

Preglednica 2: Potresi, ki so na ozemlju Slovenije presegli intenziteto VI EMS (Vir: Ribarič, 1982; ARSO, 2011)

Leto	Mesec	Dan	Območje	Globina žarišča [km]	Magnituda	I _{max} (EMS) v Sloveniji
1348	1	25	Pontebba, Italija	ni podatka	6,4	VIII–IX
1508	1		Ljubljana	10	4,7	VII
1511	3	26	Idrija–Cerkno	15	6,8	X
1511	6	26	Idrija	10	5,2	VIII
1575	11	17	Ljubljana	10	4,7	VII
1590	4	22	Ljubljana	10	4,7	VII
1621			Ljubljana	10	4,7	VII
1622	5	5	Ljubljana	10	4,9	VII–VIII
1625			Ljubljana	10	4,7	VII
1628	6	17	Brestanica–Krško	7	5,0	VIII
1632	11	27	Brestanica–Krško	8	4,7	VII
1640			Gorjanci	ni podatka	4,6	VII
1684	10	21	Ljubljana	9	4,8	VII
1689	3	10	Šentvid pri Stični	5	4,8	VIII
1690	12	4	Villach, Avstrija	ni podatka	5,9	VIII
1691	2	19	Ljubljana	7	4,8	VII–VIII

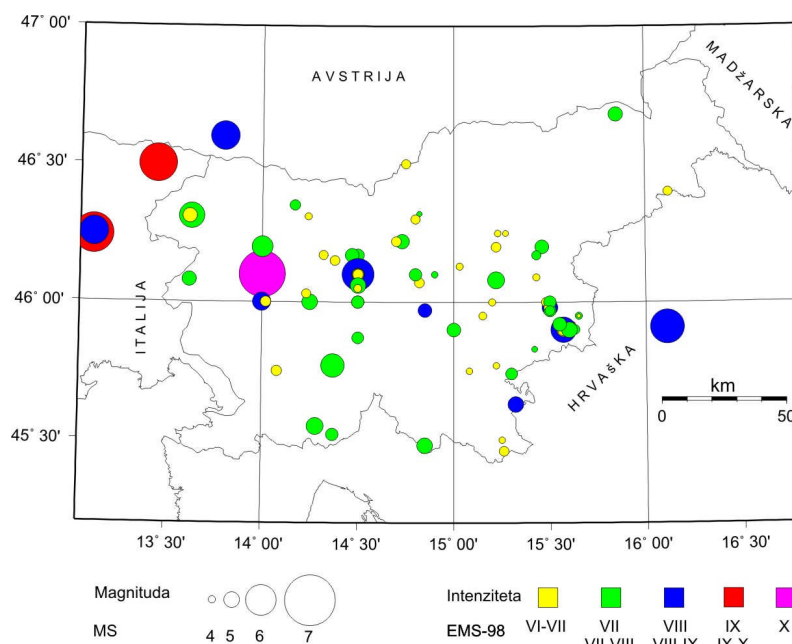
Leto	Mesec	Dan	Območje	Globina žarišča [km]	Magnituda	I _{max} (EMS) v Sloveniji
1695	6	29	Brestanica	8	4,3	VI–VII
1699	2	11	Metlika	6	5,0	VIII
1716	2	3	Kanal	10	4,9	VII
1784	3	24	Ljubljana	10	4,4	VI–VII
1813	8	17	Zgornja Ščavnica	11	4,9	VII
1819	5	2	Idrija	10	4,5	VI–VII
1830	8	2	Brestanica	10	4,7	VII
1839	3	22	Ormož	8	4,3	VI–VII
1840	8	27	Menina	8	4,9	VII–VIII
1840	8	30	Menina	8	4,4	VI–VII
1845	12	21	Ljubljana	7	4,8	VII–VIII
1852	11	17	Trbovlje	6	4,1	VI–VII
1853	1	16	Brežice	5	4,4	VII
1856	11	9	Mokrec	8	4,6	VII
1857	3	7	Davča	19	5,4	VII–VIII
1860	5	8	Brežice	3	3,4	VI–VII
1869	10	13	Radovljica	7	4,5	VII
1870	3	2	Sava	4	3,9	VII
1871	12	2	Trebnje	5	4,8	VII
1877	4	4	Zidani Most–Laško	4	5,1	VII
1877	9	12	Mokronog	6	4,2	VI–VII
1878	8	21	Krmelj	16	4,0	VI–VII
1879	9	12	Škofja Loka	7	4,3	VI–VII
1880	2	12	Bojanci	ni podatka	4,4	VI–VII
1880	11	9	Zagreb, Hrvaška	16	6,2	VII
1881	2	4	Razdrto	10	4,5	VI–VII
1882	7	17	Vrhnika	12	5,0	VII
1895	4	14	Ljubljana	16	6,1	VIII–IX
1895	4	14	Ljubljana	13	4,7	VII
1895	4	14	Ljubljana	10	4,6	VI–VII
1895	4	15	Ljubljana	10	4,5	VI–VII
1897	7	15	Ljubljana	ni podatka	5,0	VII
1898	4	17	Ljubljana	11	4,2	VI–VII
1899	9	18	Škofja Loka	8	4,4	VI–VII
1903	2	16	Polhograjsko hribovje	4	4,3	VI–VII
1905	11	14	Brestanica–Krško	1	2,6	VI–VII
1908	11	20	Celje	7	3,8	VI–VII
1913	5	20	Snežnik	7	4,7	VII
1916	9	18	Globoko	5	4,0	VII
1916	9	24	Globoko	4	3,0	VI–VII
1916	10	28	Gornji Grad	11	3,6	VII
1916	10	30	Gornji Grad	10	4,3	VI–VII
1917	1	29	Brežice	19	4,8	VI–VII
1917	1	29	Brežice	13	5,7	VIII
1917	1	29	Brežice	10	4,8	VI–VII
1917	1	29	Brežice	7	4,6	VI–VII
1917	2	26	Bojanci	7	3,9	VI–VII
1921	1	5	Dolenjske Toplice	7	3,9	VI–VII
1924	9	15	Celje	15	4,4	VI–VII
1924	12	3	Brežice	13	5,0	VI–VII
1925	9	5	dolina Kolpe	10	5,0	VII
1926	1	1	Cerknica	13	5,6	VII–VIII
1928	8	25	Brežice	5	4,8	VII

Leto	Mesec	Dan	Območje	Globina žarišča [km]	Magnituda	I _{max} (EMS) v Sloveniji
1934	12	19	Novo mesto	3	3,9	VI–VII
1939	5	6	Litija	11	4,4	VI–VII
1940	3	9	Kostanjevica na Krki	4	3,8	VII
1953	10	1	Krško	3	4,4	VI–VII
1956	1	31	Ilirska Bistrica	7	5,1	VII
1958	3	19	Peca	15	4,3	VI–VII
1963	5	19	Litija	13	4,7	VII
1974	6	20	Kozjansko	15	4,8	VII
1974	6	20	Kozjansko	7	4,1	VI–VII
1974	6	20	Kozjansko	7	4,3	VII
1976	5	6	Gemona, Italija	10	6,5	VIII–IX
1976	9	15	Gemona, Italija	17	5,9	VIII
1977	7	16	Otoče	8	4,1	VI–VII
1982	7	3	Savinjska dolina	7	3,9	VI–VII
1998	4	12	Krn–Lepena	8	5,7	VII–VIII
2004	7	12	Krn–Lepena	11	4,9	VI–VII



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

Najmočnejši potres na ozemlju današnje Slovenije je nastal 26. marca 1511 ob 14. uri po svetovnem času na območju **Idrije, Tolmina** in Furlanije. Novejše raziskave ugotavljajo, da je šlo za potres, ki je podrl ali močno poškodoval vse kamnite objekte v oddaljenosti do 150 kilometrov od nadžariščnega območja. Polmer potresnih učinkov je bil okoli 750 kilometrov, kar pomeni skoraj 1,8 milijona km² veliko območje, podatki govorijo o 12.000 mrtvih.



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

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. Največje učinke, med VIII in IX EMS, je dosegel na območju mesta Ljubljane, Ljubljanskega barja in do Vodice 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, manjše pa v polmeru okoli 50 kilometrov. Potres je poškodoval okoli 10 % zgradb (od 1400), ki so jih kasneje večinoma porušili.

Med najmočnejšimi 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.

Ob brežiškem najmočnejši potres 20. stoletja z žariščem na ozemlju Slovenije je nastal 12. aprila 1998 v zgornjem **Posočju**. Njegova magnituda je bila 5,7, največji učinki pa so dosegli med VII in VIII EMS. Potres je poleg velike grotne škode na objektih na Bovškem, Kobariškem in Tolminskem povzročil tudi precejšnje spremembe v naravi, saj so nastali številni skalnati podori, ki so ponekod popolnoma uničili planinske poti. **Potres** 12. julija 2004 ob 13.04 po svetovnem času (ob 15.04 po lokalnem) je nastal skoraj na istem mestu kot potres leta 1998. Učinki na zgradbe, naravo, ljudi in predmete so bili ocenjeni z intenziteto med VI in VII EMS, lokalno več (Čezsoča). Potres so najbolj občutili prebivalci na Bovškem, kjer je povzročil tudi grotno škodo.

6 Potresna ogroženost

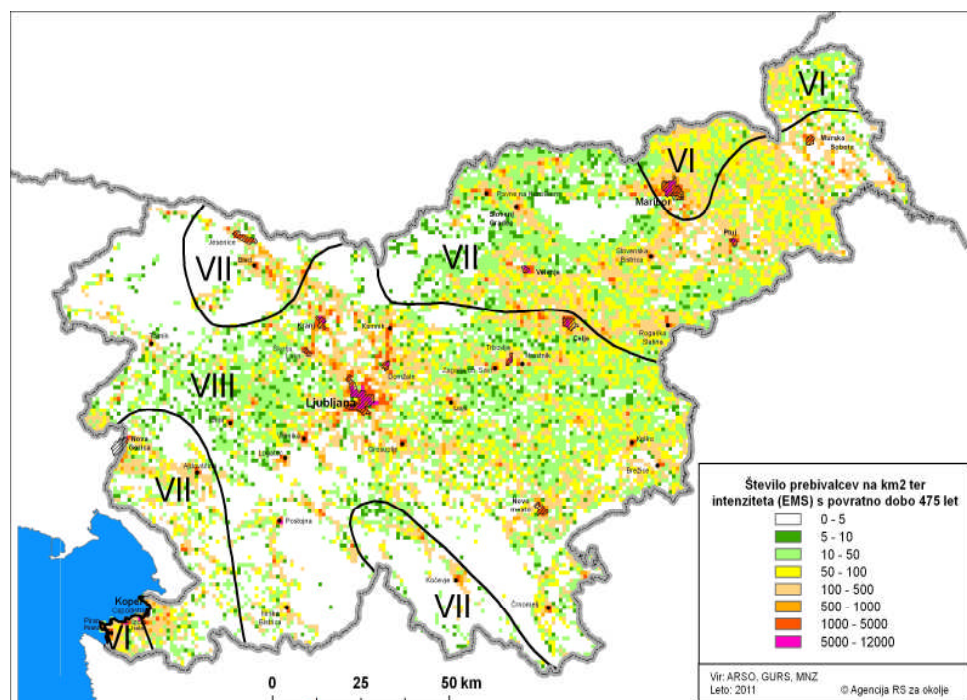
6.1 Gostota in razporeditev naseljenosti

Na območju intenzitete VIII EMS živi v Sloveniji skupno okoli 1.020.000 ljudi ali 53 % prebivalcev.

Preglednica 3: 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	8295	40,9	698.118	36,2	84,2
VI	1077	5,3	209.869	10,9	194,9
Skupaj	20.272	100,00	1.927.484	100,00	95,1

Možnost, da bi ob zelo močnem potresu vsi prebivalci, ki živijo na omenjenih območjih, tudi dejansko občutili tako močan potres, je izredno majhna. Dejansko bi na primer samo del prebivalcev znotraj območja intenzitete VIII EMS občutil tako močan potres (ob potresu v Posavju zahodni deli države verjetno ne bi bili izpostavljeni večjim posledicam). Povsem enako seveda velja za izpostavljenost objektov in drugih dobrin.



Slika 8: Število prebivalcev na km² in ocenjena potresna intenziteta EMS za povratno dobo 475 let (Vir: ARSO, spletna stran)

Občina Krško v celoti 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.

6.2 Čas potresa

Čas potresa je pomemben dejavnik, ki lahko vpliva na število poškodovanih in smrtnih žrtev. Glede na čas in posledice je iz vidika zaščite in reševanja pomembno, če se potres zgodi v dopoldanskem ali popoldanskem času, oziroma ponoči. Največje število poškodovanih in smrtnih žrtev je moč pričakovati ob potresu, ki bi se zgodil ponoči (večina ljudi se nahaja v stanovanjskih stavbah, zato bi bile žrtve ob potresu neizogibne) ali v dopoldanskem času (koncentracija ljudi na zelo majhnem območju (vrtci, šole, podjetja, ustanove) večja kot ponoči). Na območju mesta Krško 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 območjih pa bi bila zaradi vseh naštetih dejavnikov dopoldne drugačna kot na primer ponoči. Svoje pa pridoda še sezonski vpliv. Poleti in deloma pozimi je mobilnost ljudi višja kot jeseni in spomladi (odhod na oddih, počitnice, ...), zaradi tega je predvsem v urbanih območjih število prisotnih stalno prijavljenih ljudi nekoliko manjše kot na primer jeseni.

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

Vsekakor ne gre zanemariti tudi vpliva dnevne migracije šolske mladine in študentov. Tudi z vidika dnevne migracije zaposlenih je najbolj izpostavljeno mesto Krško in večji kraji v občini.

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 pohišstvo;
- 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 .

V okviru rezultatov raziskovalnega projekta POTROG so na voljo celovitejši podatki o značilnostih posameznih tipov objektov in o njihovi potresni ranljivosti oziroma odpornosti. Na območju občine Krško so bili pregledani posamezni objekti.

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

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

6.4 Ogroženost kulturne dediščine

Natančnejše analize in raziskave potresne ranljivosti objektov kulturnozgodovinske dediščine, med katere se poleg posameznih spomeniških stavb uvrščajo celotno staro mestno jedro Krškega 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 in mestne hiše, v katerih so danes muzeji, galerije ter arhivi in ki hranijo pomembne muzejske zbirke, likovna dela in arhivsko gradivo. V občini Krško so ti objekti na primer: Grad Rajhenburg, Valvazorjev kompleks v Krškem, Valvazorjeva knjižnica Krško, Mencingerjeva hiša v Krškem, Šrajbarski turn, staro mestno jedro mesta Krško, staro trško jedro Brestanice in druga jedra večjih krajev v občini.

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

Ni točnih podatkov o potresni ranljivosti in ogroženosti industrijskih in infrastrukturnih objektov.

Obseg posledic potresa intenzitete VIII EMS na komunalni, prometni in drugi infrastrukturi je težko predvideti, ocenimo lahko, da bi bile zelo hude. Zato morajo za infrastrukturo veljati vsaj enaki ukrepi za zmanjšanje potresnega tveganja kot za druge potresno ogrožene objekte.

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

Prišlo bi do motenj in prekinitve oskrbe z električno energijo ter do motenj v delovanju komunikacijskih sistemov. Potresi bolj kot daljnovode ogrožajo transformatorske postaje in upravne stavbe.

Avtocesta, katere del je spremljan na območju občine Krško naj ne bi bil prizadet zaradi posledic potresa intenzitete VIII EMS. Podatkov o tem, kakšne posledice bi ob potresu utrpeli glavne, regionalne in lokalne ceste, objekti cestne infrastrukture (mostovi, nadvozi ipd.) ter morebitna ogroženost delov cest zaradi trganja zemljin in kamnin, ni.

Železniški promet bi lahko bil zaradi morebitnih podorov, zemeljskih plazov in trganja skal otežen ali celo prekinjen.

V Posavju se nahaja letališče Cerklje ob Krki. Letališče Cerklje ob Krki leži na območju, kjer je možen potres intenzitete VIII EMS, zato je možno, da ob potresu intenzitete VIII EMS ali več z nadzariščem v bližini letališča, nekaj časa delno ali v celoti ne bi mogel delovati.

Sprejem mednarodne pomoči bi se izvajal na drugih letališčih.

Prav tako ni celovitega pregleda stanja potresne odpornosti osnovnih šol, visokošolskih ustanov in vzgojnovarstvenih objektov.

Potres sodi med nesreče, ki občino Krško najbolj ogroža. Slovenija je glede na karto potresne intenzitete razdeljena na tri območja in sicer na območja, ki jih lahko prizadene potres intenzitete VI, VII in VIII EMS, pri čemer sodi občina Krško v območje intenzitete VIII stopnje. Pogostost potresov z močnimi poškodbami pa vseeno ni zelo velika.

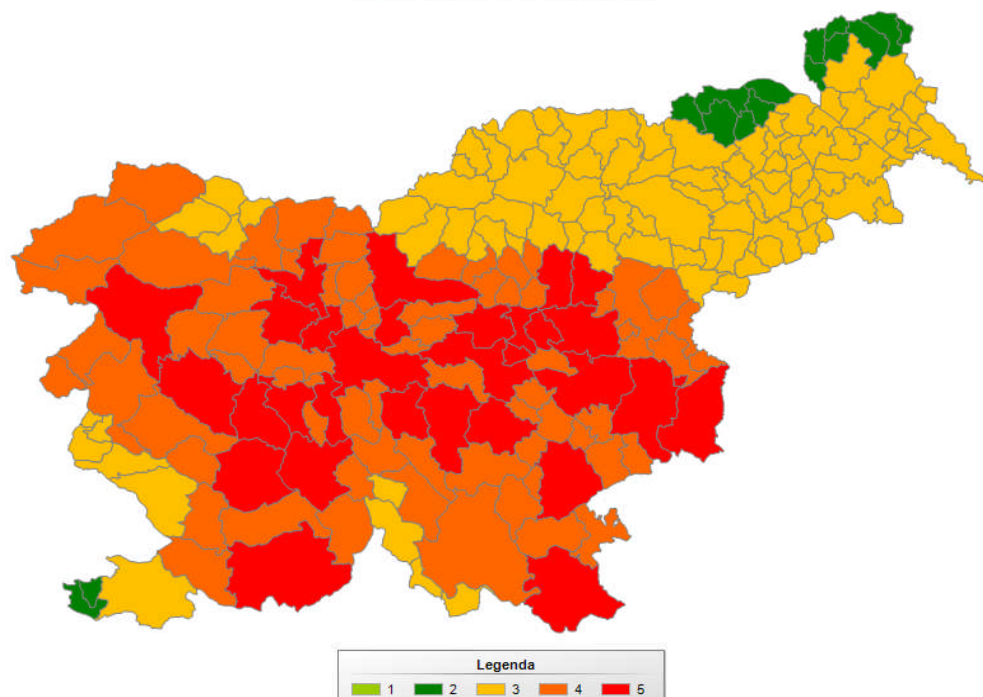
Občina Krško mora zaradi tega izdelati Občinski načrt zaščite in reševanja ob potresu, ker je ocenjeno, da je na območju občine možen potres VIII ali višje stopnje po evropski potresni lestvici (EMS).

Pri razvrščanju občin v razrede ogroženosti je bilo poleg karte potresne intenzitete upoštevano tudi število prebivalcev na posameznih potresnih območjih.

Preglednica 4: Razredi in stopnje ogroženosti

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

Potresna ogroženost slovenskih občin



Slika 9: Potresna ogroženost slovenskih občin (1-majhna, 2- srednja, 3- velika, 4- zelo velika 1, 5- zelo velika 2)

6.6 Razvrščanje občin

Preglednica 5: Kriteriji za uvrstitev občin v razrede ogroženosti ob potresu

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

Pri razvrščanju občin v razrede ogroženosti ob potresu je bilo upoštevano zgolj število prebivalcev na posameznih potresnih območjih, kar je razvidno iz prejšnje tabele.

Preglednica 6: Razvrstitev občine Krško v razred ogroženosti ob potresu in število prebivalcev občine, ki živijo na območjih posamezne potresne intenzitete (aplikacija GIS_UJME s stanjem na dan 1. 12. 2011)

REGIJA	OBČINA	ŠTEVILO PREBIVALCEV				RAZRED OGROŽENOSTI
		Območje VI po EMS	Območje VII po EMS	Območje VIII po EMS	SKUPNO število prebivalcev	OBČINE
POSAVSKA	Krško			24.086	24.086	5

Območje občine Krško v celoti sodi v 5. razred ogroženosti, saj vsi prebivalci živijo znotraj območja intenzitete VIII EMS.

7 Potresna odpornost

7.1 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. Kljub temu je ob potresu treba predvidevati 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 tega 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.

Poleg same starosti stanovanjskih objektov je potrebno upoštevati tudi značilnosti posameznih naselij in stopnjo potresne nevarnosti območja, na katerem se naselja nahajajo.

Obnašanje stavbe med potresom je odvisno od potresne odpornosti stavbe. Pri večstanovanjskih zgradbah običajne tlorisne zasnove (stanovanjski bloki) največje poškodbe nastanejo v pritličju, če je le-to oslabiljeno na primer z garažo ali drugimi večjimi prostori, tako da je v pritličju premalo nosilnih navpičnih elementov konstrukcije.

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 že po 10 sekundah.

Potresno odpornost gradnje določajo veljavni predpisi, ki jih morajo graditelji dosledno izvajati pod nadzorom državnih ustanov. Večja težava je, kako zagotoviti potresno odpornost že zgrajenih stavb, zlasti, če so zgrajene v času, ko še niso veljali predpisi za potresno odporno gradnjo.

Prednost pri tem preverjanju odpornosti bi morale imeti naslednje zgradbe:

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

V preglednici 7 so predstavljeni podatki o starosti stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb v občini Krško. Opaziti je tudi razmah novogradenj predvsem v obdobju med letoma 1961 in 1980.

Preglednica 7: Pregled števila stanovanj glede na starost stanovanjskih stavb (vir: Statistični urad RS, 2012)

POSavska	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
	Krško		1172	788	1371	1434	2402	1765	722	572

V preglednici 8 so vrednosti iz preglednice 14 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. Dodani so še podatki o številu prebivalcev, s čemer je bilo možno izračunati povprečno število ljudi, ki biva v posamezni stanovanjski enoti, pri čemer gre za ocene, ki so v večini dovolj blizu realnosti, zlasti v nočnih razmerah.

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)

POSavska	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	Povprečno število ljudi na stanovanjsko enoto
	Krško		2234	1527	3582	2711	172	10.226	24.086

Starost stavbe ni edina kategorija, ki vpliva na potresno ranljivost oziroma odpornost (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 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)

POSavska	Občina	Povprečno število ljudi na stano- vanjsko enoto	Število ljudi, živečih v stano- vanjih, zgrajenih do leta 1948	Št. 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
	Krško		2,36	5262	3597	8438	6385	404

Preglednica 9 podaja podatke o tem, koliko ljudi živi v različno starih stanovanjih glede na veljavo predpisov o potresno varni gradnji. Oceniti je mogoče, da po kriteriju starosti stanovanja nekaj manj kot 6.800 ljudi v občini Krško 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), približno 8.900. Dobrih 8.400 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.

8 Potresni scenariji

8.1 Potresni scenariji

Na osnovi podatkov je moč oblikovati tudi prve grobe podatke ob morebitnem potresnem dogajanju, torej oblikovanje nekih začetnih podatkov za tako imenovane **potresne scenarije**.

Scenarij hipotetičnega potresa intenzitete VIII EMS za območje občine Krško.

Ob hipotetičnem potresu, ki bi z intenziteto VIII EMS prizadel občino Krško, bi bilo potresu izpostavljenih 24.086 ljudi in 10.226 stanovanj.

Število stanovanj, ki so potresno najbolj odporna (to so stanovanja, zgrajena po letu 1981), je 2.883, v njih živi 6.789 ljudi. V stanovanjih, ki so potresno najbolj ranljiva (to so stanovanja, zgrajena pred letom 1964), na tem območju živi 8.859 ljudi, takih stanovanj pa je 3.761.

Na tem območju je tudi NE Krško, ki pa jo potres intenzitete VIII EMS ne bi smel bistveno prizadeti. Prav tako je na tem območju tudi stacionarni vir nevarnih snovi manjšega tveganja in sicer Termoelektrarna Brestanica d.o.o..

Preglednica 10: Nekateri podatki, pomembni za oceno posledic potresa intenzitete VIII EMS v občini Krško

Število izpostavljenih ljudi	24.086
Število izpostavljenih stanovanj	10.226
Število stanovanj, zgrajenih do leta 1948	2.234
Število stanovanj, zgrajenih med letoma 1949 in 1963	1.527
Število stanovanj, zgrajenih med letoma 1964 in 1981	3.582
Število stanovanj, zgrajenih med letoma 1982 in 2007	2.711
Število stanovanj, zgrajenih med letoma 2008 in 2010	172
Število prebivalcev, ki živijo v stanovanjih zgrajenih do leta 1948	5.262
Število prebivalcev, ki živijo v stanovanjih zgrajenih med letoma 1949 in 1963	3.597
Število prebivalcev, ki živijo v stanovanjih zgrajenih med letoma 1964 in 1981	8.438
Število prebivalcev, ki živijo v stanovanjih zgrajenih med letoma 1982 in 2007	6.385
Število prebivalcev, ki živijo v stanovanjih zgrajenih med letoma 2008 in 2010	404
Število stacionarnih virov nevarnih snovi manjšega/večjega tveganja (stanje maj 2013)	1/0

Ob tem je treba poudariti, da pri oblikovanju scenarijev ni upoštevana dnevna migracija, morebitnega večjega števila ljudi na tem območju zaradi sezonskih vplivov na število prisotnih ljudi, različno razporeditev ljudi preko dneva niti morebitnih verižnih nesreč in njihovih učinkov.

Scenarij je najbližje razmeram v primeru, da bi se potres zgodil v nočnem času. Za celovito presojo razmer in posledic ob takšnih potresih bi potrebovali dodatne podatke.

V okviru projekta POTROG je bil izdelan tudi obrazec za prebivalce in organizacije, s pomočjo katerega si lahko vsak oceni, kako potresno ranljiva oziroma kako potresno odporna je stavba, v kateri biva oziroma se zadržuje dlje časa.

9 Nastanek verižnih nesreč ob potresu

Potres pogosto spremljajo številne verižne nesreče, katerih škoda lahko presega neposredno škodo zaradi potresa.

Gre predvsem za naslednje verižne nesreče:

- požari in eksplozije;
- nesreče z nevarnimi snovmi;
- plazovi, podori in poplave;
- bolezni ljudi in živali;
- jedrske ali radiološke nesreče.

9.1 Požari in eksplozije

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

Glavni vir nastanka požarov po potresu v sodobnem času je izpad električne energije oziroma kratek stik na električnih napeljavah. Preostali viri nastanka požarov in eksplozij so predvsem poškodbe kurilnih, zlasti plinskih naprav ter razlitja vnetljivih tekočin.

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

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

9.2 Nesreče z nevarnimi snovmi

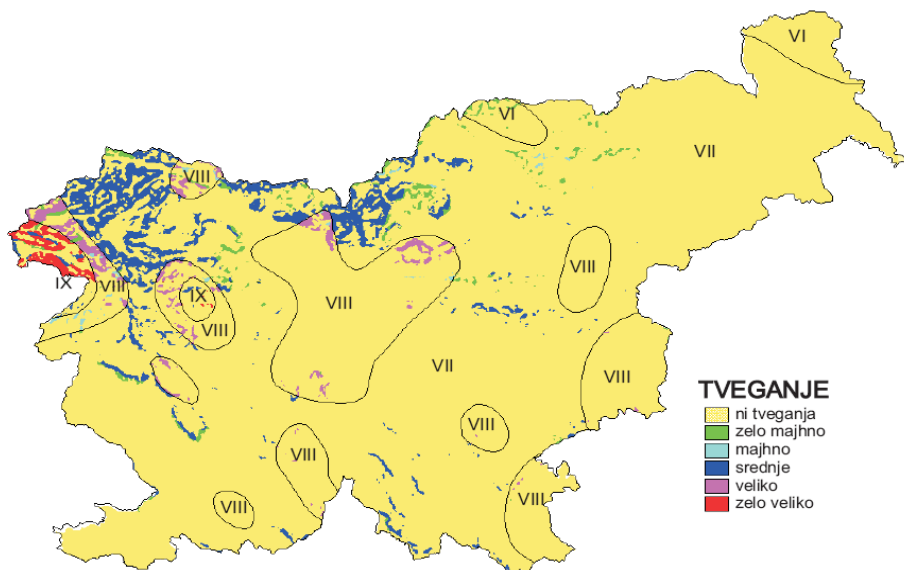
Ob potresu obstaja tudi možnost nesreč z nevarnimi snovmi. Največjo nevarnost predstavljajo stacionarni viri nevarnih snovi na območjih potresne intenzitete VIII EMS.

V **občini Krško**, je kot potencialni vir manjšega tveganja na območju VIII EMS, umeščena Termoelektrarna Brestanica d.o.o..

9.3 Plazovi, podori in poplave

Močnejši potresi lahko povzročijo nastanek zemeljskih plazov, podorov in sorodnih pojavov. Za njihovo sprožitev so poleg intenzitete potresa pomembne predvsem geološke lastnosti terena in njegove morfološke značilnosti. Kakšna bo možnost pojava plazenja in podorov, je odvisno tudi od nagiba terena (čim bolj strm je teren, večja je možnost nastanka plazu ali podora).

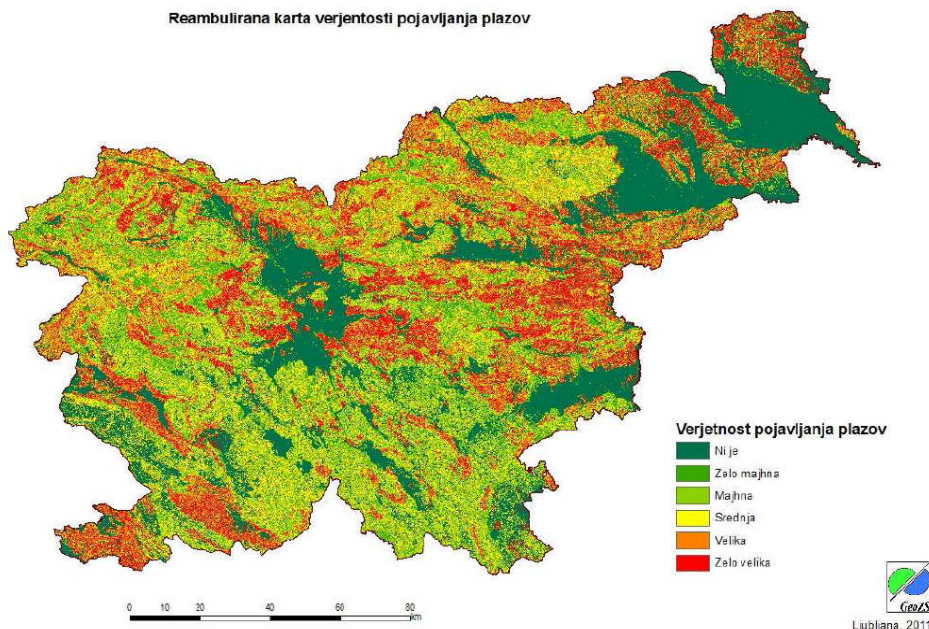
Posamezni zdrsi zemljin se začnejo pojavljati pri potresih intenzitete VII EMS. V skalnatih predelih padajo posamezni kamni in skale. Ob potresu intenzitete VIII EMS so zdrsi že pogostejši in nastajajo že tudi na gričevnatem in hribovitem terenu.



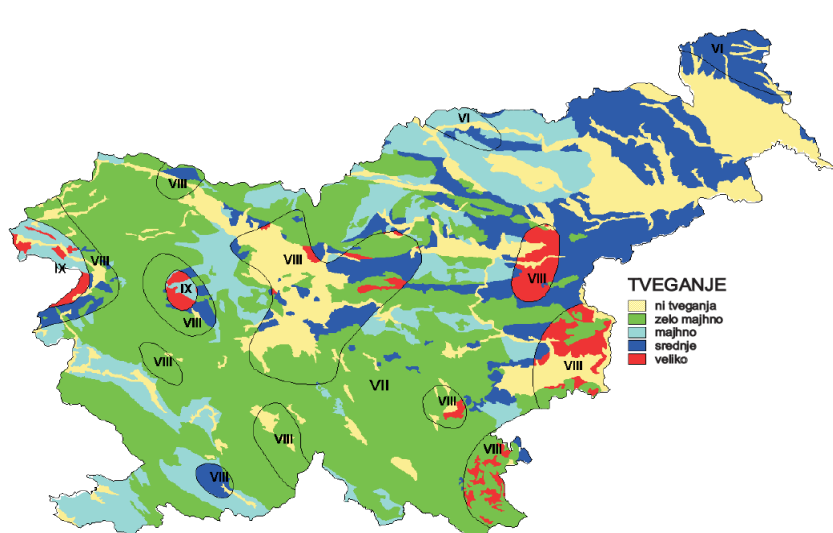
Slika 10: Karta tveganja nastanka podorov zaradi potresov. Avtorja: M. Ribičič, R. Vidrih (Vir: ARSO, spletna stran). (Na karti je upoštevana še stara karta seizmične intenzitete Slovenije iz leta 1987)

Osnova za ugotavljanje možnosti nastajanja zemeljskih plazov je geološka sestava tal. Iz tega razloga znaten del države ni ali pa je le malo ogrožen zaradi plazov.

Najbolj ogrožena so območja, ki ga gradijo polhribine (zbiti peski, meljevci, glinovci, laporji), kamor sodi tudi severni obod Krško-brežiške kotline. Nekoliko manj so ogrožena območja, ki jih gradijo srednje trdne kamnine (peščenjaki, laporji, skrilavci, metamorfne klastične kamnine, andezitske, kratofirske in tufske kamnine), kamor sodi Posavsko hribovje. Glede na karto potresne intenzitete (VIII EMS) gre sklepati, da je med najbolj ogroženimi severni obod Krško-brežiške kotline ter še vedno močno ogroženo Posavsko hribovje.



Slika 11: Karta verjetnosti pojavljanja plazov (Vir: Geološki zavod, 2012)



Slika 12: 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.

Ob večini najmočnejših potresov so se prožili tudi zemeljski plazovi in podori. Ljubljanski potres leta 1895 je povzročil več zemeljskih plazov in manjših podorov predvsem v Posavskem hribovju.

Tudi poplava je lahko ena od nesreč, ki nastane zaradi potresa, saj zemeljski plaz, ki ga sproži potres lahko zajezi vodotok, v ekstremnem primeru pa bi lahko prišlo tudi do poškodb jezovnih naprav na hidroelektrarnah na spodnji Savi.

9.4 Bolezni ljudi in živali

Ob potresu intenzitete VIII EMS je na gosteje naseljenem območju občine Krško možno pričakovati izbruhe nalezljivih bolezni pri ljudeh.

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.

9.5 Jedrske nesreče

Potres lahko teoretično povzroči tudi jedrsko nesrečo. Jedrska elektrarna Krško leži na območju potresne intenzitete VIII EMS, projektirana in zgrajena pa je tako, da bi brez večjih poškodb morala prestatati tudi potres intenzitete IX EMS. Z nadgradnjo zaščitnih ukrepov pa lahko prenese tudi potres intenzitete X EMS (pospešek tal iz 0,3 na 0,6 PGA).

10 Zaključek ocene ogroženosti

Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Potres sodi med nesreče, ki močno ogroža občino Krško.

Razlogi za nastajanje potresov 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.

Karta potresne intenzitete s povratno dobo 475 let kaže, da poteka pas večje nevarnosti (intenziteta VIII EMS) po osrednjem delu Slovenije od SZ proti JV države, kjer leži tudi občina Krško.

Posavje tako sodi med tri potresno najbolj ogrožena območja, zlasti je ogroženo območje sosednje občine Brežice. K dokaj veliki vrednosti projektnega pospeška tal na tem območju prispevajo številni razmeroma šibki in redki močnejši potresi. Najmočnejši znan potres je bil leta 1917 pri Brežicah, ki je bil eden od dveh najmočnejših potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. K potresni nevarnosti območja je potrebno prištevati tudi morebitne potrese v širši okolici, tudi potrese na Hrvaškem, v bližini državne meje.

Po karti potresne intenzitete za povratno dobo 475 let občina Krško v celoti leži v območju intenzitete VIII EMS. Ob takem potresu bi bili prizadeti prebivalci celotne občine.

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, ko so ljudje večinoma doma, na delovnih mestih in v vzgojno-izobraževalnih objektih.

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, boleznimi ljudi in živali in drugo.

V oceni ogroženosti je tudi razvrščanje občin v pet razredov ogroženosti. Na podlagi kriterijev je občina Krško uvrščena v peti razred ogroženosti. Občina uvrščena v peti razred ogroženosti mora izdelati občinski načrt zaščite in reševanja ob potresu v celoti.

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

Poleg tega je potrebno veliko pozornosti nameniti usposabljanju in pripravi vseh subjektov zaščite in reševanja za delovanje v primeru potresa ter organizirati priprave za vodenje in izvajanje reševalnih aktivnosti po potresu, zagotavljanje materialnih rezerv, predvsem pa nastanitvenih kapacitet za začasno nastanitev v primeru potresa. Večinoma so organizacije, ki so ključnega pomena za izvajanje ukrepov zaščite in reševanja (zdravstveni domovi, elektro podjetja, cestna podjetja) pripravljene ukrepati v tistem obsegu redne dejavnosti, niso pa posebej usposobljeni in pripravljene za delovanje v primeru velikih nesreč.

Za odlaganje materiala iz ruševin, pokop kadavrov in trupel je na območju občine Krško dovolj kapacitet.

Nastanitev občanov brez strehe nad glavo bi se začasno izvajala v nepoškodovanih zidanih objektih (šole, vrtci, športne dvorane, počitniške hišice, prikolice) ter pri sorodnikih, znancih in sosedih (čim bližje doma). V načrtih zaščite in reševanja je potrebno predvideti območja začasne nastanitve.

Občina Krško mora seznaniti prebivalstvo na ogroženem območju o pravilnih načinih ravnanja pred, med in po potresu. Na potresnem območju mora biti pozornost usmerjena k preišljenemu prostorskemu načrtovanju ter celovitemu urejanju potresno varne gradnje.

11 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 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 ogroženecv, ne za posameznega ogroženca.

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

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

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

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

Potresna nevarnost 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 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 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.

Razlaga okrajšav

CZ	Civilna zaščita
EU	Evropska unija
RS	Republika Slovenija
URSZR	Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje
POTROG	Projekt Potresne ogroženost Slovenije za potrebe CZ
EMS	Evropska potresna lestvica (European Macroseismic Scale)
NEK	Nuklearna elektrarna Krško
CESS	Potresna opazovalnica Cesta (pri Krškem)
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
PGA	Največji pospešek tal (Peak Ground Acceleration)

12 Viri podatkov in vsebin za izdelavo ocene ogroženosti

- Podatki in spletna stran ARSO: <http://www.arso.si/>.
- Podatki in spletna stran URSZR: <http://www.sos112.si>.
- Ocena potresne ogroženosti Republike Slovenije, verzija 2.0 (URSZR, štev. 842-9/2012-59-DGZR, z dne 17.6.2013).
- Ocena potresne ogroženosti Posavja (URSZR, Izpostava Brežice, štev. 842-11/2014-6-DGZR, z dne 31.01.2014).

13 Priloge

Evrokod 8 oziroma EC8 (SIST EN-1998)

Vpliv lokalnih tal na potresne učinke je v dokumentu Evrokod 8 ([SIST EN 1998-1:2005](#)) oziroma EC8 na splošno zajet tako, da upošteva sedem tipov temeljnih tal: A, B, C, D, E, S₁ in S₂, ki so opisani s stratigrafskim profilom in tremi parametri: hitrostjo strižnega valovanja v zgornjih 30 metrih $v_{s,30}$, standardnim penetracijskim preizkusom in strižno trdnostjo tal (preglednica 1). Tip tal na lokaciji je določen glede na vrednost $v_{s,30}$, če to ni mogoče, se uporabi vrednost standardnega penetracijskega preizkusa.

EC8 predpisuje za različne tipe tal (B, C, D in E) koeficient tal S glede na tla tipa A (preglednica 2). Za posebna tipa tal S₁ in S₂ pa koeficient ni podan in ga je potrebno določiti z natančnejšimi raziskavami.

Tudi strm relief poveča učinke potresa. Za pobočja in grebene z nagibom nad 15° predvideva EC8 povečanje s faktorjem najmanj 1,2 (20 %), oziroma za pobočja, strmejša od 30°, faktor 1,4 (40 %). Nagibi pa so pomembni tudi zaradi možne sprožitve plazov.

Preglednica 1: Tipi tal po Evrokod 8

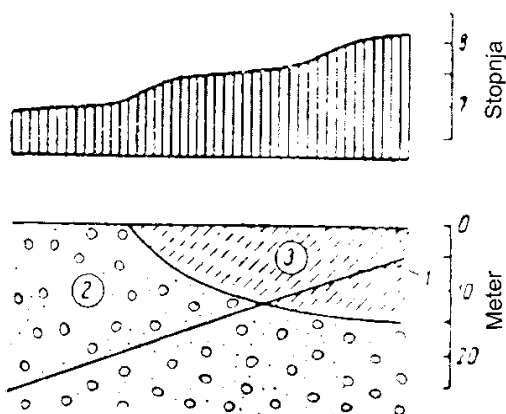
Vrste tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$v_{s,30}$ (m/s) (hitrost strižnega valovanja)	N_{SPT} (standardni penetracijski preizkus) (udarcev/30 cm)	c_u (strižna trdnost tal) (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	–	–
B	Zelo gost pesek, prod ali zelo toga glina, debeline vsaj nekaj deset metrov, pri katerih se mehanske lastnosti postopoma večajo z globino.	360–800	> 50	> 250
C	Globoki sedimenti gostega ali srednje gostega peska, proda ali toge gline, globine nekaj deset do več sto metrov.	180–360	15–50	70–250
D	Sedimenti rahlih do srednje gostih nevezljivih zemljin (z nekaj mehкими vezljivimi plastmi ali brez njih) ali pretežno mehkih do trdnih vezljivih zemljin.	< 180	< 15	< 70
E	Profil tal, kjer površinska aluvialna plast debeline med okrog 5 in 20 metri z vrednostmi $v_{s,}$, ki ustrezajo tipoma C ali D, leži na bolj togem materialu z $v_s > 800$ m/s.			
S ₁	Sedimenti, ki so sestavljeni iz (ali vsebujejo) najmanj 10 m debele plasti mehke gline/melja. Z visokim indeksom plastičnosti (PI > 40) in visoko vsebnostjo vode.	< 100 (indikativno)	–	10–20
S ₂	Tla, podvržena likvefakciji, občutljive gline ali drugi profili tal, ki niso vključeni v tipe A-E ali S1.			

Preglednica 2: Vrednosti koeficienta tal S za različne vrste tal

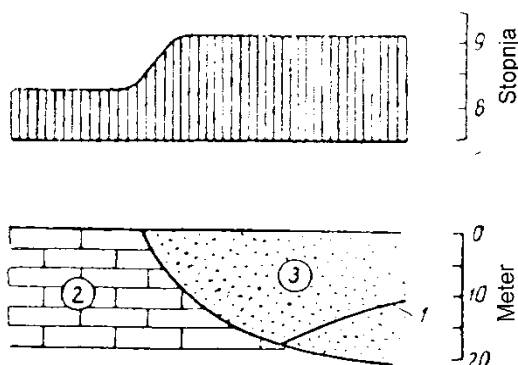
Vrsta tal	S
A	1,0
B	1,2
C	1,15
D	1,35
E	1,7

Ker karta potresne intenzitete upošteva povprečna tla na danem območju, je potrebno za slabše seizmogeološke razmere od povprečnih določiti prirastek intenzitete. Prirastek je lahko tudi negativen, če so dejanske razmere boljše. Ocene prirastkov se tudi za podobne vrste tal zelo razlikujejo, ker so v prirastku intenzitete zajeti vsi faktorji, ki vplivajo na prirastek intenzitete na dani lokaciji in ne samo vpliv lokalne vrste tal.

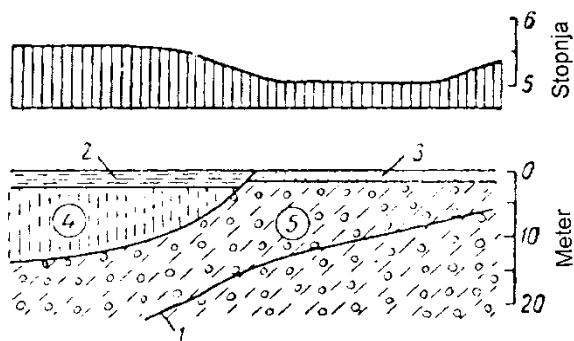
Medvedev (1965) je zbral opazovanja prirastkov intenzitete za različne potrese in različne vrste tal in globine podtalnice. Na podlagi tega je izdelal enačbe za izračun prirastka intenzitete, ki upoštevajo razlike v akustični impedanci sedimentov in referenčne podlage (podatke se pridobi iz meritev refrakcijskih seizmičnih profilov z registracijo vzdolžnih valov v_p). Pri takšnih izračunih je podtalnica pomemben dejavnik povečanja potresnih učinkov. Medvedev (1965) 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. Različni primeri so prikazani na slikah od 6 do 12 in so povzeti po Medvedevu (1965).



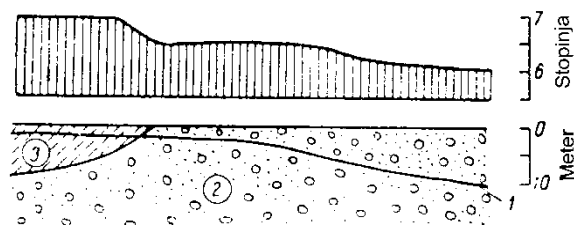
Slika 1: Sprememba stopnje intenzitete na prodnatih in glinastih tleh (1 – nivo podzemne vode, 2 – srednjezrnat in grobozrnat prod, 3- peščena glina)



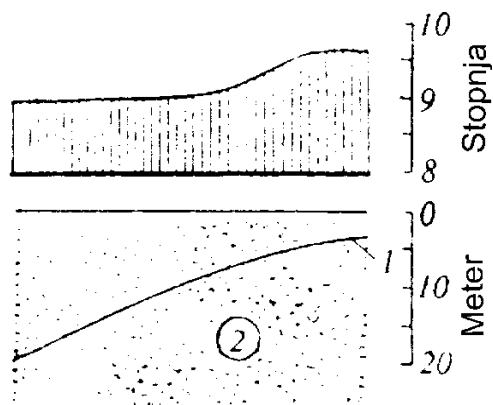
Slika 2: Sprememba stopnje intenzitete na prehodu iz apnencev v prodno-peščena tla (1 – nivo podzemne vode, 2 – apnenec, 3 – pesek in prod)



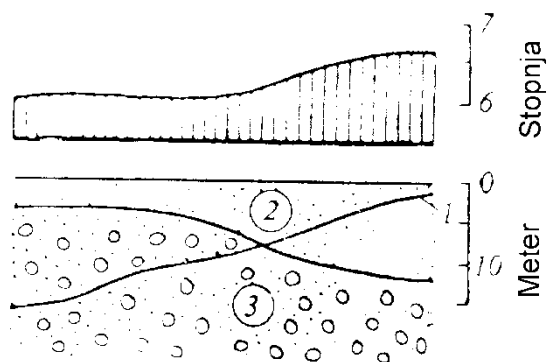
Slika 3: Sprememba stopnje intenzitete v sedimentih (1 – nivo podzemne vode, 2 – glina, 3 – pesek, 4 – peščena glina, 5 – srednjezrnat in grobozrnat prod zapolnjen s peščeno glino)



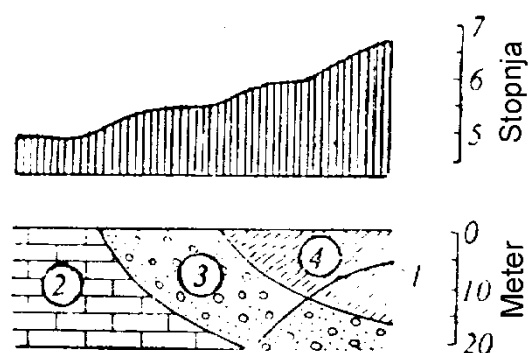
Slika 4: Sprememba stopnje intenzitete v odvisnosti od vrste tal in globine podtalnice (1 – nivo podzemne vode, 2 – prod, 3 – peščena glina)



Slika 5: Sprememba stopnje intenzitete v odvisnosti od globine podtalnice v glinasto-peščenih sedimentih (1 – nivo podzemne vode, 2 – peščena glina)



Slika 6: Sprememba stopnje intenzitete v odvisnosti od globine podtalnice v peščeno-prodnih sedimentih (1 – nivo podzemne vode, 2 – srednjezrnat in grobozrnat prod, 3 – drobozrnat prod z glinastim peskom)



Slika 7: Sprememba stopnje intenzitete v odvisnosti od vrste tal (1 – nivo podzemne vode, 2 – apnenec, 3 – nesortiran prod, 4 – peščena glina)