

# POTRES 26. DECEMBRA 2003 V IRANU

## The 26 December 2003 Earthquake in Iran

Renato Vidrih \*, Matjaž Godec \*\* UDK 550.34(65)“2003”

### Povzetek Abstract

Potres je nastal 26. decembra 2003 ob 01. uri 56 minut po UTC (svetovni čas) oziroma ob 05. uri 26 minut po lokalnem času v bližini mesta Bam, ki leži na jugovzhodnem delu Irana (Eshghi in Zare, 2003).

Koordinati epicentra sta bili 28,99N in 58,29E, kar je 10 km jugozahodno od mesta Bam (USGS).

Glede na učinke potresa na površini strokovnjaki domnevajo, da je bilo žarišče potresa pod mestom Bam. Po prvih podatkih je umrlo 41.000 oseb, vsaj 30.000 oseb pa je bilo ranjenih. V mestu Bam je bilo uničenih ali močno poškodovanih 85 % vseh zgradb. Med številnimi popotresnimi sunki je bil najmočnejši istega dne ob 3. uri 6 minut po UTC z magnitudo 5,1. Momentna magnituda je bila 6,5, globina pa je bila na osnovi ocene valov S-P po glavnem sunku ocenjena na 8 km (Eshghi in Zare, 2003). Makroseizmična intenziteta potresa je bila ocenjena na IX. stopnjo po EMS (12-stopenjska evropska potresna lestvica). Glede na površinske dokaze je opazno naglo pojevanje intenzitete v smeri pravokotno na prelom Bam (slika 2). Po podatkih Ameriške geološke službe (United State Geological Survey – USGS) naj bi bil ta prelom zmičen z majhno komponento vertikalnega premika, toda izmerjeni sunki kažejo na izrazito premikanje ob vertikalni komponenti. Maksimalni talni pospešek (PGA) za horizontalno komponento je bil med 0,7 in 0,8 g, za vertikalno komponento pa celo 1,01 g (Ambraseys in Melville, 1982). Potres je poleg velike grotne škode povzročil tudi številne pojave v naravi, kot so zemeljski udori, likvefakcija in zemeljski posedki. Med Bamom in Beravatom je nastala razpoka na površini.

An earthquake occurred on December 26th, 2003 at 01:56 UTC (05:26 local time), near the city of Bam in the southeastern part of Iran (2). The earthquake's coordinates were 28.99N and 58.29E, 10 km southeast of Bam (4). From the earthquake's effects on the surface, experts presumed the epicenter to be directly under the city of Bam. According to the first information available, 41,000 people lost their lives and more than 30,000 people were injured. In Bam, 85% of all the buildings were destroyed or heavily damaged. The strongest aftershock, with a magnitude of  $M=5.1$ , occurred on the same day at 03:06 UTC. The magnitude of the earthquake was 6.5; scientists used the S-P waves after the first shock to estimate the depth which was 8 km (2). The macroseismic intensity was estimated at  $IX$  EMS (12-degree European macroseismic scale). The intensities rapidly decreased in a direction perpendicular to the fault (Figure 2). According to USGS data, this was estimated to be a shear fault with only a slightly vertical movement. Nevertheless, measured shocks show distinctive movement along the vertical component. The peak ground accelerations (PGA) for the horizontal component and the vertical component were between 0.7 to 0.8 g and 1.01 gs respectively (1). Besides the great amount of damage, the earthquake also caused several natural phenomena: landslides, liquefaction and sinkholes in the earth. A crack appeared between Bam and Beravat.

## Geografske značilnosti ozemlja

Mesto Bam leži jugovzhodno od Kermana (slika 1). Razprostira se na 5400 hektarjev velikem območju in ima izravnano topografijo in morfologijo. Njegova nadmorska

višina je približno 1050 m. Glavna topografska značilnost mesta so vulkanski hribi, ki se dvigujejo proti severu in jugozahodu. Območje ima aridno podnebje, letnih padavin je bolj malo, še posebej v zadnjih letih. Reka Posht-e-Rood, ki teče skozi mesto, ima večino leta suho strugo.

Zaradi majhne količine dežja in površinske vode so glavni vir pitne vode in vode za kmetijstvo podzemni viri. Podzemno vodo izkoriščajo s pomočjo globokih vodnjakov in podzemnih napajalnih kanalov, ki jih imenujejo »qanats«. V zadnjih desetletjih je bilo na tem območju izkopanih veliko kanalov. Pred potresom jih je delovalo 126, kar je zadostovalo za 50-odstotno pokritje potreb po vodi. Preostalo vodo so črpali iz globokih vodnjakov.

\* mag., Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Renato.Vidrih@gov.si

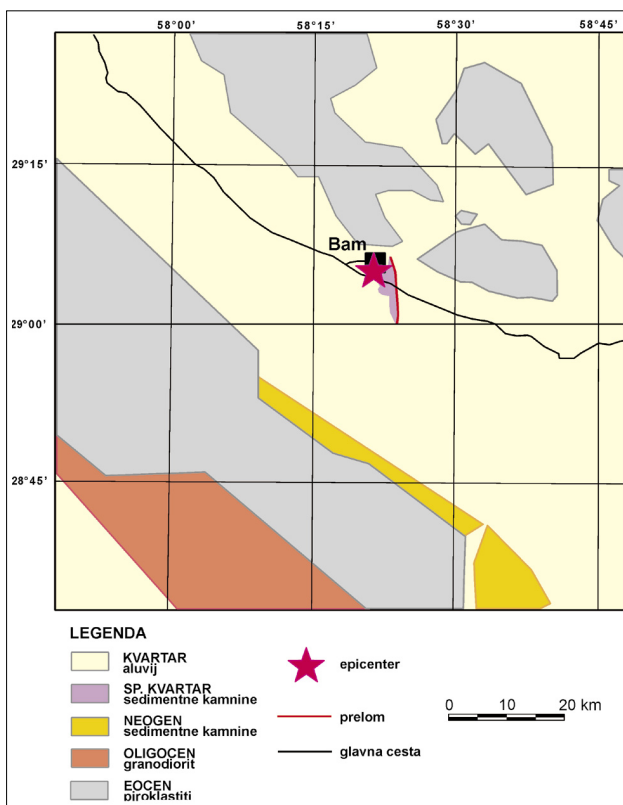
\*\* Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Matjaz.Godec@gov.si



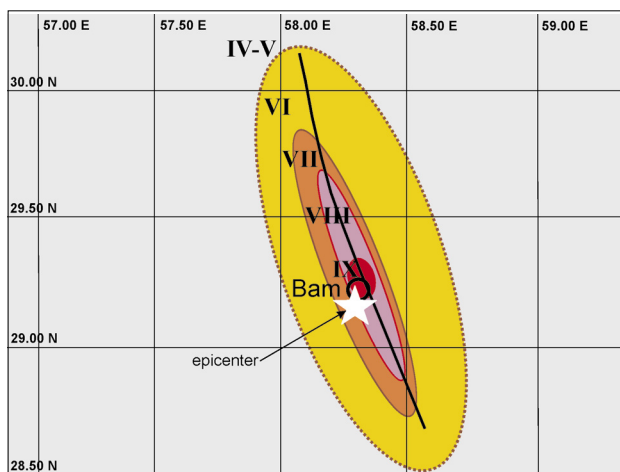
Slika 1. Geografski položaj epicentra potresa  
Figure 1. Geographic site of the earthquake's epicenter

## Geološke značilnosti

Poenostavljena geološka karta je predstavljena na sliki 3. Osnova zanjo je geološka karta v merilu 1 : 250.000, ki jo je izdal iranski geološki zavod.



Slika 3. Poenostavljena geološka karta ozemlja  
Figure 3. Simplified geological map of the area

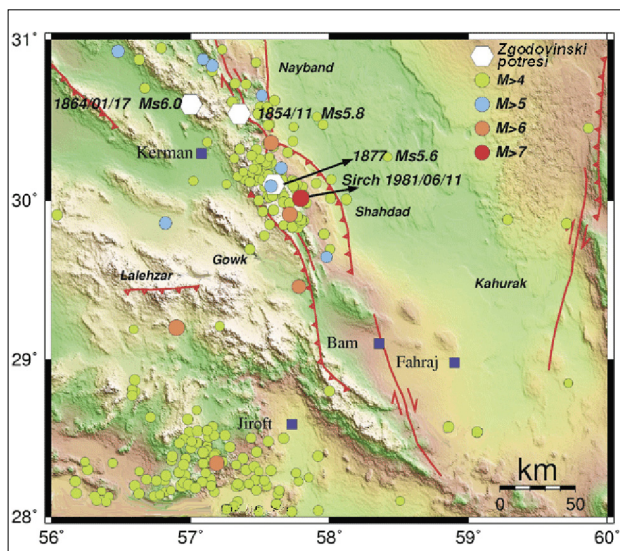


Slika 2. Karta intenzitet na obravnavanem območju (Eshghi in Zare, 2003)

Figure 2. Map of the area showing the intensity [2]

Ozemlje sestavlja pet različnih litoloških enot. Te so kvartarni aluvialni nanosi, poznokvartarni peščenjaki in muljevci, paleogenske sedimentne kamnine, eocenske vulkanske kamnine in intruzije magmatskih kamnin (granodiorit). Drobnozrnati kvartarni peski in mulji aluvialnega izvora se pojavljajo v okolici mesta Bam. Ti sedimenti so rumeno rjave barve, njihova debelina pa je približno 50 metrov. So srednje sprijeti in v njih lahko opazujemo učinke globoke erozije.

Glavni tektonski element v okolici je Bamski prelom (slika 4). Okolica je prekrita s starejšimi kvartarnimi sedimenti, na katerih ležijo vzhodno od Bama mlajši kvartarni sedimenti. Rezultat tega je, da starejši kvartarni sedimenti oblikujejo rahlo gričevnato morfolologijo pokrajine. V to je bilo z drenažnimi sistemi urezanih več globljih kanalov, ob katerih je ob potresu prišlo do zemeljskih zdrsov.



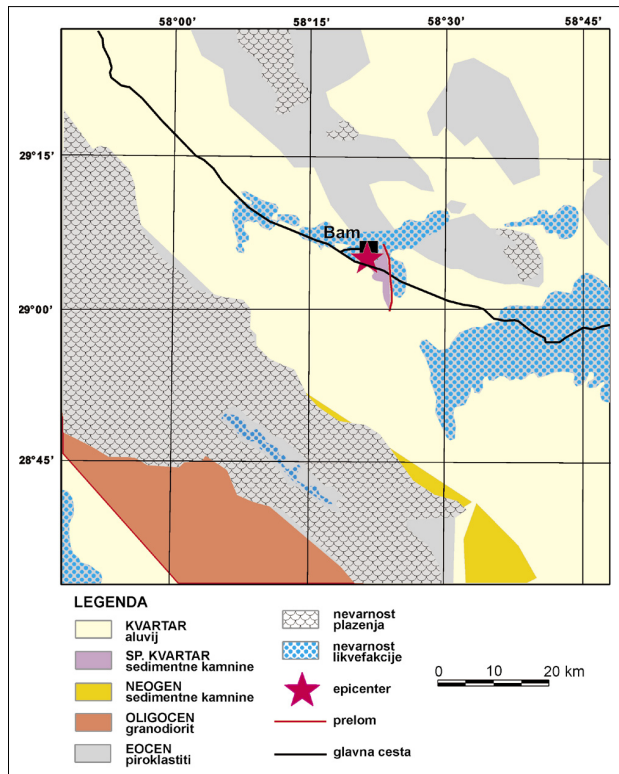
Slika 4. Pregled najmočnejših zgodovinskih in instrumentalno določenih epicentrov potresov na epicentralnem območju

Figure 4. Historical and Instrumental Seismicity of the epicentral area

# Inženirskogeološke in geotehnične značilnosti potresa v Bamu

## Zemeljski plazovi in udori

Kot je razvidno s slike 5, je večina kamnin (razen kvar-tarnih in granodioritov) podvržena plazenju, toda zaradi majhnega naklona terena so ti zdrsi omejeni na gorske predele in bregove kanalov. Na posnetkih iz zraka, ki so



Slika 5. Poenostavljena karta geotehničnega hazarda na epicentralnem območju

Figure 5. Geotechnical hazard map of the Bam area



Slika 6. Identifikacija nekaterih zemeljskih plazov z uporabo zračne fotografije

Figure 6. Some of the landslides located using one of the aerial photos

bili posneti nekaj dni po potresu, so vidna velika porušena območja, zdrsi zemeljskih blokov in številni zemeljski plazovi, ki so nastali ob naravnih kanalih na jugovzhodnem delu Bama (slika 6).

Posledica sprostitve velike energije ob potresu v mestu Bam in njegovi okolici ter visoke vrednosti vertikalne komponente potresa je v tem, da se je stabilnost naravnih kanalov zelo zmanjšala, zaradi česar je prišlo na tem območju do številnih podorov in zdrsov (slike 7, 8 in 9). Poleg tega lahko opazimo še številne napetostne razpoke in razpadanje večjih kamninskih blokov v manjše.

Slika 10 prikazuje območja, kjer je nastalo največ poškodb v naravi. Število zdrsov je veliko na bregovih kanalov vzhodno in jugovzhodno od Bama. Tudi na območju severozahodno od Bama se pojavi večje število zdrsov. Nestabilnosti na bregovih kanalov v primerjavi s hribovitim območjem so lahko posledica:

- rahlo gričevnate morfologije terena, ki je nastala zaradi premikanja kvartarnih sedimentov ob prelomih,
- večjega števila globljih kanalov, ki so bili narejeni v sedimentih zaradi urejanja drenažnega sistema, in



Slika 7. Primer zemeljskega udara vzhodno od Bama

Figure 7. Landslide caused by the earthquake (east of Bam)



Slika 8. Nekaj zemeljskih udorov vzhodno od Bama

Figure 8. Landslides east of Bam



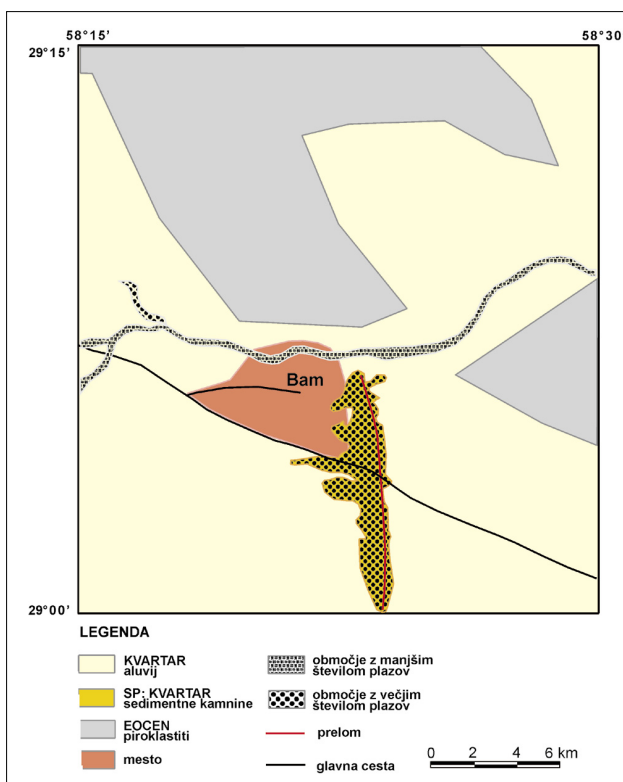
- seizmogeološko slabših kamnin, v katerih poteka večina kanalov (slabo vezani peščenjaki in muljevci).

Strokovnjaki še vedno raziskujejo vzroke za nastanek velikega števila podorov in zdrsov severozahodno od



Slika 9. Zdrs posameznih kamninskih blokov zaradi potresa (severno od vasi Rahmani)

Figure 9. The earthquake caused several rock slides (north of Rahmani Village)



Slika 10. Območje, kjer je prišlo do zemeljskih zdrsov zaradi potresa:

- območje z majhnim številom podorov in zdrsov (med 10 in 50/km<sup>2</sup>) in
- območje z velikim številom podorov in zdrsov (več kot 150/km<sup>2</sup>).

Figure 10. Landslide Map of the Bam Area

- An area with a small number of rock falls and slides (between 10 - 50/km<sup>2</sup>) and
- An area with large numbers of rock falls and slides (more than 150/km<sup>2</sup>)

mesta Bam. Tudi karta maksimalnih intenzitet potresnih učinkov tega pojava ne pojasni dovolj natančno (Eshghi in Zare, 2003).

Po statističnih ocenah bi lahko število različnih porušitev naravnega ravnovesja, ki so nastale ob potresu, razdelili na:

- podore (okoli 6000 primerov),
- zdrse zemeljskih blokov (55 primerov) in
- zemeljske zdrse (15 primerov).

## Utekočinjenje

Likvefakcijski potencial okolice Bama lahko ocenimo na osnovi geoloških podatkov, nivoja podtalnice in stanje zemljine. Zemljine imajo na večjem delu mesta Bam in v njegovi okolici velik odstotek drobno zrnatega materiala (pesek in mulj). Toda zaradi nizkega nivoja podtalne vode je nevarnost utekočinjenja na večjem delu mesta majhna, zato tudi ni bilo poročil o škodi zaradi utekočinjenja.

Severno in severovzhodno od mesta, v bližini rek Posht-e-Rood, Esfikana in Chehel Tokhma, pa lahko dokaze o likvefakciji opazujemo na fotografijah, slikanih iz zraka dva dni po potresu. Na tem območju je namreč nivo podtalnice višji, sedimenti pa so podvrženi likvefakciji.

## Učinki potresa na namakalne sisteme («qanats»)

Kot smo že omenili, je eden glavnih virov pitne vode in vode za namakanje na tem območju podvodni namakalni sistem, imenovan «qanats». Pred potresom je 126 aktivnih podzemnih namakalnih kanalov zagotavljalo 50 % potrebne vode. Poleg teh je še veliko kanalov, ki so



Slika 11. Koncentracija ponorov zaradi porušitve kanalov («qanats») in vodnjakov (južno od Bama)

Figure 11. Concentration of sinkholes caused by Qanat tunnels and wells collapsing (South of Bam)

## Učinki pogrezanij na zgradbe



Slika 12. Ponor zaradi porušenja kanala v sistemu »qanats« zahodno od Baravata  
Figure 12. Sinkhole caused by a Qanat tunnel collapse west of Baravat

ostanki iz prejšnjih desetletij in stoletij, a njihovih lokacij ne poznamo. Večina je sedaj suhih in deloma podrtih. Potres je poškodoval ali porušil večino kanalov v okolici Bama. V nekaterih primerih je porušitev kanalov povzročila veliko škodo na zgradbah in poteh. Po uvodnih raziskavah je bilo ocenjeno, da je bilo v potresu porušeni ali močno poškodovanih skoraj 40 % kanalov. Ponekod je porušitev izvira v kanalu popolnoma ustavila oskrbo in pretok vode (sliki 11 in 12).

Potres lahko poškoduje ali celo uniči kanale in poti, po katerih ima voda dostop do starih in novih podzemnih namakalnih kanalov. Zaradi delnega ali popolnega podrtja kanalov je prizadet tok vode na različnih nivojih, na površini pa se zaradi usedanja zemlje pojavijo ponori.

O poškodbah kanalov so poročali tudi ob drugih večjih seizmičnih dogodkih v Iranu. Večina močnih potresov v Iranu, ki so se zgodili na suhih območjih, je povzročilo škodo na kanalih.

Po izkušnjah naj bi bile podzemne odprtine bolj odporne proti seizmičnim obremenitvam. Toda poškodbe na sistemu »qanats« na območju Bama so bile precejšnje. Največja škoda je bila na dostopnih vodnjakih. Tudi vodnjaki blizu preloma Bam so izgubili trdnost in so se porušili. Povedati je treba, da je bila večina »qanats« na tem območju podprta z ročno izdelanimi oboki. Ti podporni elementi pa niso dosti pripomogli k stabilnosti sistema »qanats«, ko so bili podvrženi dinamičnemu bremenu.

V okolici preloma Bam so opazovali veliko ponorov. Večina izmed njih je bila v neposredni bližini preloma. V bližini preloma so se pojavljale tudi druge strukturne poškodbe. Bolj kot je bil sistem »qanats« oddaljen od preloma, manjše so bile posledice potresa. Pojavljale so se le posamezne razpoke ob kanalih in vodnjakih.

Ponori, ki so nastali ob potresu, so poleg poškodb v naravi povzročali škodo tudi na urbanih območjih, predvsem na zgradbah. Ta škoda je bila občutnejša v Baravatu in južno od Bama. Večina poškodb je nastala zato, ker so bile zgradbe zgrajene na starih kanalih in vodnjakih. Površinski znaki starih sistemov »qanats« namreč sčasoma izginejo, podzemne odprtine pa ostanejo brez večjih sprememb kritično stabilne. Do porušitve tako lahko pride zaradi dinamične obremenitve med potresom. Take porušitve vplivajo na strukture na površju, na njihovo stabilnost in s tem na poškodbe.

Slika 13 prikazuje poškodbe na cestah zaradi porušenja sistema »qanats«. Na sliki 14 pa vidimo poškodbe nekaterih hiš in zgradb zaradi ponorov, ki so nastali kot posledica porušitve podzemnih kanalov.



Slika 13. Ponor v bližini glavne ceste v Baravatu; nekateri ponori so nastali pod glavno cesto  
Figure 13. Sinkhole close to the main road in Baravat; several sinkholes occurred under the main road that has since been repaired



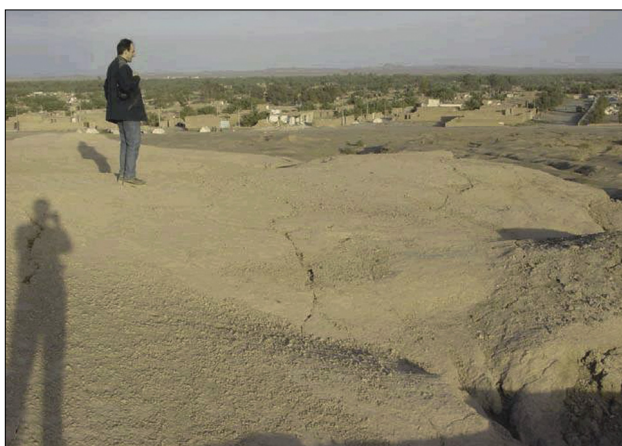
Slika 14. Poškodba znaka zaradi porušenja sistema »qanats« v Baravatu  
Figure 14. Damage to a sign due to the collapse of a Qanat (Baravat)





Slika 15. Pretrg na površini vzdolž preloma Bam (blizu Baravata) kaže moč potresa

Figure 15. Surface fissures along the Bam fault (near Baravat)



Slika 16. Pretrg je nastal med mestoma Bam in Baravat

Figure 16. Crack between Bam and Baravat

Sliki 15 in 16 kažeta pretrg na Zemljini površini, ki je nastal na območju mesta Bam in se širi do mesta Baravat.

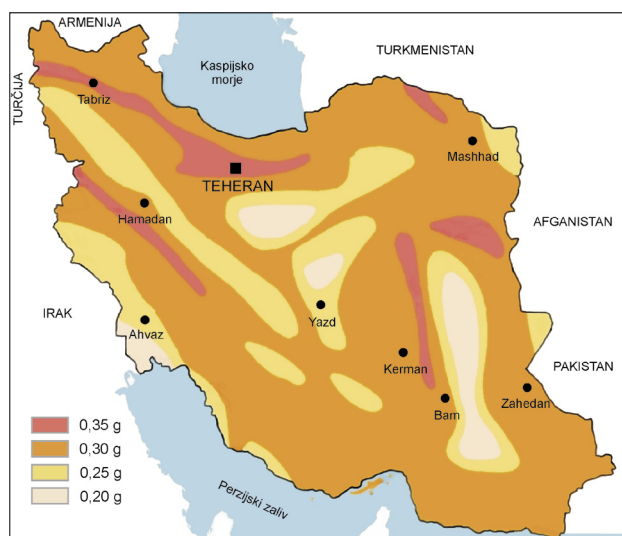
## Potresna dejavnost Irana

Iran je zaradi lege znan po močnih potresih, leži namreč na stičišču najmanj treh tektonskih plošč: arabske, indijske in azijske. Plošče se med seboj premikajo in podrivajo druga pod drugo, kar povzroča napetosti, ki se večinoma sprostitjo v obliki potresov. Prav tako se območje, kjer leži Iran, neprestano spreminja, kar ima za posledico nastanek visokih gorskih verig.

V 20. stoletju je v Iranu nastalo veliko močnih in uničujočih potresov. 14 potresov z magnitudo 7,0 ali več (približno en potres vsakih sedem let) in 51 potresov z magnitudo od 6,0 do 6,9 (približno en vsaki dve leti), je terjalo več kot 126.000 žrtev. V tem času je bilo popolnoma uničenih devet mest (približno eno mesto vsakih deset let). Potresi so prizadeli tako mestna kot podeželjska območja, učinki pa so bili povsod isti. Žal točni podatki

o človeških žrtvah in gmotni škodi za večino iranskih potresov niso dostopni.

Raziskave in izkušnje kažejo, da kljub uničujočemu potresu v Iranu leta 1962, predpisi, razprave in številne konference ne morejo ublažiti potresne nevarnosti v nerazviti državi. Ob vsakem močnem potresu je iz tujine prispela pomoč, a to ni zmanjšalo števila žrtev in finančne izgube. Še več, priča smo stopnjevanemu naraščanju, in zavedati se je treba, da je splet nesrečnih okoliščin težko pretrgati. Ob potresu zelo poškodovano območje Bama je podobno ozemlju po jedrski eksploziji, z nesprijemljivo velikim številom žrtev. Tako opustošenje je v nasprotju z dosežki znanosti in tehnologije v začetku 21. stoletja. Potres s podobno močjo 22. decembra 2003 v Kaliforniji ni pustil tako dramatičnih posledic. Če Iran primerjamo s Kalifornijo, kjer je približno enaka potresna nevarnost, ugotovimo, da je bilo žrtev potresov v 20. stoletju v Kaliforniji približno 1600, žrtev v Iranu pa več kot 126.000. Glavni vzrok za tako razliko je kakovost gradnje.



Slika 17. Karta potresne nevarnosti Irana

Figure 17. Seismic hazard map of Iran.



Slika 18. Bam. Značilen pogled na popolnoma uničene dele mesta, kjer je vse grajeno iz na zraku sušene opeke.

Figure 18. Bam. Parts of the city were completely destroyed because structures were made of sun-dried brick (adobe).



Slika 19. Bam. Tudi sodobneje zasnovani in grajeni objekti so bili med potresom uničeni. Na slikah a, b, c in d so poškodbe zgradbe, ki je okvir s polnili. Čeprav se zdi, da je zgradba nosilna, saj so polnila ojačana z diagonalami, je lahko do porušitve prišlo zaradi lokalnih geoloških razmer.

Figures 19. Bam. Even contemporarily designed and built structures were destroyed in the earthquake. Pictures a, b, c and d show damage to a framework building with plasterboard walls. Although the building had diagonal reinforcements and looked to have load-bearing walls, the reason for the collapse could have been due to local geological conditions.

Primerjava pokaže, da so prizadevanja v nerazvitih državah zaman, zato je treba najti druge načine, s katerimi bodo vlade postale odgovorne za svoja dejanja.

V podeželskih predelih Irana je kakovost gradnje zelo slaba. V Iranu so sicer v veljavi predpisi o potresno varni gradnji (slika 17), ki jih neprestano dopolnjujejo in izboljšujejo, vendar jih pri gradnji stanovanjskih stavb ne upoštevajo. Pomembno vlogo ima tudi tradicija. Iran je država z več kot dvatisočletno tradicijo in po tradiciji si Iranci sami gradijo stanovanjske hiše.

Ne glede na dobre predpise o potresno varni gradnji stanovanjski objekti niso klasificirani kot inženirski objekti, zato predpisi zanje ne veljajo. Potres je porušil okoli 60 % zgradb v mestu Bam. Skupna značilnost vseh zgradb je, da so grajene iz opek iz blata (ročno oblikovane, sušene na soncu). Konstrukcije so zelo enostavne, sam material pa težak, tudi zidovi nikoli niso med seboj povezani. Vse to pomeni velike mase objektov, ki ob potresu ne morejo prenesti potresnih obremenitev. Uporaba gradbenega materiala je vedno pogojena s tem, kar je na voljo, ali pa z denarjem, ki je na voljo. Prizadeta regija je z ekonomskega vidika revna, naravne danosti pa tudi ne omogočajo uporabe drugih materialov (npr. lesa), ker pač po sprejemljivi ceni niso na voljo.

Mesto Bam, ki ga je potres najbolj prizadel, je dragulj z bogato zgodovinsko preteklostjo. Ustanovljeno je bilo na tako imenovani »svileni poti« iz Kitajske proti zahodu in je obkroženo s puščavo. Mesto so v davni preteklosti opisovali kot smaragd sredi puščave, saj ima zadostne zaloge pitne vode in je tudi gosto poraščeno s palmami. Središče mesta je trdnjava, zgrajena iz opek iz blata (na soncu sušena, nežgana opeka). Stara je več kot dvatisoč let in je verjetno najstarejša taka stavba na svetu. Na nekaterih delih ima pet nadstropij, v potresu pa naj bi bila večinoma zelo poškodovana in skoraj porušena. Z uničenjem tega zgodovinskega objekta je potres povzročil Iranu poleg velike gmotne škode tudi veliko kulturno in zgodovinsko škodo.

V Bamu so uničene ali močno poškodovane skoraj vse javne in trgovske stavbe, prekinjene so poti za oskrbo prizadetih krajev. Zato je vlada pozvala druge države (prijateljske in sovražne), naj pomagajo finančno, s hrano, zdravili in opremo. Na žalost sta bili obe bolnišnici v Bamu porušeni, zato so poškodovane ljudi prepeljali v približno 100 km oddaljene bolnišnice večjih mest v provinci (slike od 18 do 22).

Zaradi pogostih močnih potresov so strokovnjaki izdelali karto prelomov, ocenili potresno nevarnost in na podlagi





Slika 20. Bam. Tanki vitki stebri niso mogli prenesti velikih potresnih sil, ki so posledica masivnega strešnega dela.

Figure 20. Bam. Thin, slender columns couldn't stand up to the strong earthquake forces because of the heavy timber roofs



Slika 21. Bam. Značilna porušitev zgradbe s tako imenovanim mehkim pritličjem. Pritlični odprti del je služil za garažo, nad njim pa je masivna konstrukcija.

Figure 21. Bam. Typical damage to a building with a soft ground floor. A massive construction was built above an open ground floor which was used as a garage.

ugotovitev pripravili predpise o potresno varni gradnji. Že več kot tri desetletja je namreč znano, da leži mesto Bam v bližini Bamskega preloma, vendar bolnišnici v mestu nista bili potresno ojačani. Ravno stavbe, ki so namenjene za nudenje pomoči poškodovancem (na primer bolnišnice in zdravstveni domovi), bi morale biti grajene tako, da ob potresu ne bi utrepele večjih poškodb. Čeprav je to dejstvo jasno zapisano tudi v iranskih predpisih o potresno varni gradnji, so vlade skozi desetletja različno upoštevale ukrepe za pripravo na potres.

Posledice močnih potresov v Iranu so vedno podobne. V potresu 20. junija 1990 na območju Rudbar-Tarom, z magnitudo 7,3, je več kot 40.000 prebivalcev izgubilo življenje, več kot 500.000 jih je ostalo brez strehe nad glavo, skoraj 100.000 stavb je bilo popolnoma uničenih in z zemljo je bilo zravnanih 700 vasi. Posledice potresa niso

bile tako strašne samo zaradi velike magnitude, ampak tudi zaradi slabe gradnje in na take dogodke slabo pripravljenega prebivalstva. Predvideni okvirni stroški za obnovo so bili 2,8 milijarde dolarjev (gospodarska izguba zaradi potresa je bila ocenjena na 7,2 milijarde dolarjev). Dolgotrajne posledice tega katastrofalnega dogodka bodo zajele tudi gospodarstvo v vsaj treh velikih provincah. Problem pa bo tudi ponovna naselitev vsaj treh velikih mest in 700 vasi. Obnova v skladu z novimi standardi je trajala desetletje in je izčrpala večji del državnega proračuna.

Število mrtvih<sup>1</sup>: 41.000

Število poškodovanih: najmanj 30.000

Število hiš, katerih sanacija ni možna (mesto Bam in okoliške vasi): 25.000 (od 29.500)

Število prizadetih oseb (zaradi uničenja gospodarstva, lastnine in infrastrukture): 200.000

Število prebivalcev na najbolj prizadetih območjih:

- mesto Bam 90.000
- mesto Baravat 15.000
- okoliške vasi 10.000
- skupaj 115.000

Število brezdomcev<sup>2</sup>: 45.000 ljudi, poleg tega jih 20.000 stanuje pri sorodnikih, 10.000 pa jih je še vedno v bolnišnicah

Število uničenih oziroma neuporabnih šol<sup>3</sup>:

- mesto Bam: 93
- okoliške vasi: 38

Število delno oziroma popolnoma uničenih zdravstvenih ustanov:

- okrožne bolnišnice: 3 (skupno število postelj: 255)
- mestni zdravstveni domovi: 10
- podeželski zdravstveni domovi: 14
- vaške ordinacije: 95

## Sklepne misli

Če primerjamo učinke potresov s podobnimi magnitudami v različno gospodarsko razvitih državah, pridemo do osupljivih rezultatov. V potresu 17. 10. 1989 z epicentrom v Loma Prieta v Kaliforniji je bilo glede na njegovo magnitudo ( $M_s=7,1$ ) izredno malo človeških žrtev – 62. V potresu 1. 9. 1962 v Buyin Zahri (Iran) z magnitudo 7,2 pa je bilo mrtvih 12.200. Državi sta različno pripravljene na naravne nesreče in zmanjšanje njihovih učinkov. Na območju San Francisca so se v zadnjih 30 letih dosledno držali predpisov o potresno varni gradnji, kar je glavni

<sup>1</sup> V času nastajanja tega poročila so reševalne enote nadaljevale z iskanjem pogrešanih in s čiščenjem ruševin. Uradno število žrtev z dne 6. 1. 2004 je bilo okoli 30.000, danes pa je mrtvih okoli 41.000.

<sup>2</sup> podatki z dne 6. 1. 2004

<sup>3</sup> Ministrstvo za izobraževanje je sporočilo, da je bilo na območju mesta Bam in njegove okolice skupno uničenih oziroma zelo poškodovanih 131 šol, v katerih se je izobraževalo 32.843 učencev. 64 šol je bilo sicer samo poškodovanih, vendar pa so neuporabne za izvajanje pouka.





Slika 22. Bam. Polnila lahko bistveno spremenijo obnašanje konstrukcij. Pri zgradbi na sliki je prišlo do hudih poškod (lom stebra) na mestih tik nad parapetom.

Figure 22. Bam. Fillings can essentially change structural behavior. This structure suffered heavy damage just above the apron (column rupture).

razlog za tako malo žrtev in majhno gospodarsko škodo. V Iranu niso ukrenili ničesar, kar bi pripomoglo k uveljavljanju predpisov. V Kaliforniji so gradbene predpise in izsledke geoloških raziskav upoštevali povsod, medtem ko se v Iranu preprosto prebivalstvo za predpise ni zanimalo in je gradilo hiše brez ojačitev. Čeprav so potresi v zahodnem delu ZDA vsakdanji pojav, je v primerjavi z Iranom v zadnjih petdesetih letih število žrtev v ZDA veliko manjše.

Glede na pridobljeno znanje in izkušnje z naravnimi nesrečami je tako veliko število žrtev nesprijemljivo. Čeprav živi na potresno zelo ogroženih območjih več kot 60 milijonov Irancev, je bilo za zmanjšanje potresne nevarnosti na naseljenih območjih narejenega zelo malo. Dejavniki, ki v nerazvitih državah najbolj vplivajo na potresno tveganje, so:

- a) naglo povečevanje prebivalstva na naseljenih območjih,
- b) šibko gospodarstvo,
- c) pomanjkanje proračunskih sredstev za razvoj in uveljavljanje programov za zmanjševanje potresne ogroženosti,
- č) pomanjkanje sredstev za sanacijo javnih in večstanovanjskih zgradb,
- d) cenena gradnja zasebnih stanovanjskih zgradb, ki so dostikrat tako slabo grajene, da se porušijo same od sebe,
- e) gradnja je namenjena le zadovoljevanju trenutnih potreb in ne upošteva potresne ogroženosti,
- f) neobveščенost o stopnji potresne nevarnosti,
- g) pomanjkljivo izvajanje obstoječih gradbenih predpisov.

Osnovne težave v razvoju nerazvitih držav v veliki meri prispevajo k uničujočim učinkom naravnih nesreč. Glavni vzroki za visoko potresno ranljivost tega območja so:

- a) hitra in nenadzorovana urbanizacija,
- b) dolgotrajna mestna in podeželska revščina,
- c) uničevanje okolja (slabo gospodarjenje z naravnimi bogastvi),
- č) neučinkovito državno gospodarjenje in
- d) zgrešene naložbe v zastarelo infrastrukturo.

Razvojna politika in ukrepi ob naravnih nesrečah so se osredotočili le na ukrepe med izrednim stanjem, ne pa tudi na preprečenje in blažitev učinkov naravnih nesreč.

Za zmanjšanje davka, ki ga zahtevajo naravne nesreče, je treba ukrepati že pred nastankom, poskušati zmanjšati učinke ter povečati obseg sanacije po nesreči. Za dosego zelenega učinka je treba narediti nove raziskave in tako pridobiti podatke za pripravo in uzakonjenje novih predpisov. Potrebni podatki so:

- a) ocena tveganja, ki grozi prebivalcem in razvojnemu vlaganju,
- b) možnost preprečitve in ublažitve ranljivosti stavb,
- c) možnost prerazporeditve finančne obremenitve ob nesrečah,
- č) pripravljenost na izredne razmere in zmožnost njihovega obvladovanja,
- d) ocena učinkovitosti po sanaciji in obnovi poškodovanih objektov ter ocena odpornosti teh objektov ob novih naravnih nesrečah.

## Viri in literatura

1. Ambraseys, N. N., Melville, C. P., 1982. A history of Persian Earthquake. Cambridge University Press, Britain [prevod A. Radeh], Agah Publishers, Teheran, 1991.
2. Eshghi, S, Zare, M., 2003. Bam (SE Iran) earthquake of 26 December 2003, A Preliminary Reconnaissance Report, [http://www.iiees.ac.ir/English/bam\\_report\\_english\\_recc.html](http://www.iiees.ac.ir/English/bam_report_english_recc.html)
3. Geological Survey of Iran (GSI), Geological quadrangles of Bam, Sabzevaran, Allah Abad, Jahan Abad, Scale 1 : 250000.
4. United State Geological Survey (USGS), <http://earthquake.usgs.gov/recenteqsww/Quakes/uscvad.htm> [http://neic.usgs.gov/neis/eq\\_depot/2003/eq\\_031226/neic\\_cvad\\_q.html](http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2003/eq_031226/neic_cvad_q.html)
5. [http://www.bhrc.gov.ir/Bhrc/2800\\_web/2800/Pages/2nd\\_p4.jpg](http://www.bhrc.gov.ir/Bhrc/2800_web/2800/Pages/2nd_p4.jpg)
6. <http://www.bhrc.ac.ir/Bhrc/Reports/bam/bam2/pages/p1.htm>
7. <http://www.iiees.ac.ir/Bam%20Photo/Ground%20Fissure/index.htm>

Opomba:

Vse slike so povzete s spletnih strani, zato avtorji posameznih fotografij niso znani.

All photos were found on the world wide web; therefore the photographers are unknown.