

POTRES V LOS ANGELESU V ZDA

Matej Fischinger*

UDK 550.34 (79 Los Angeles)

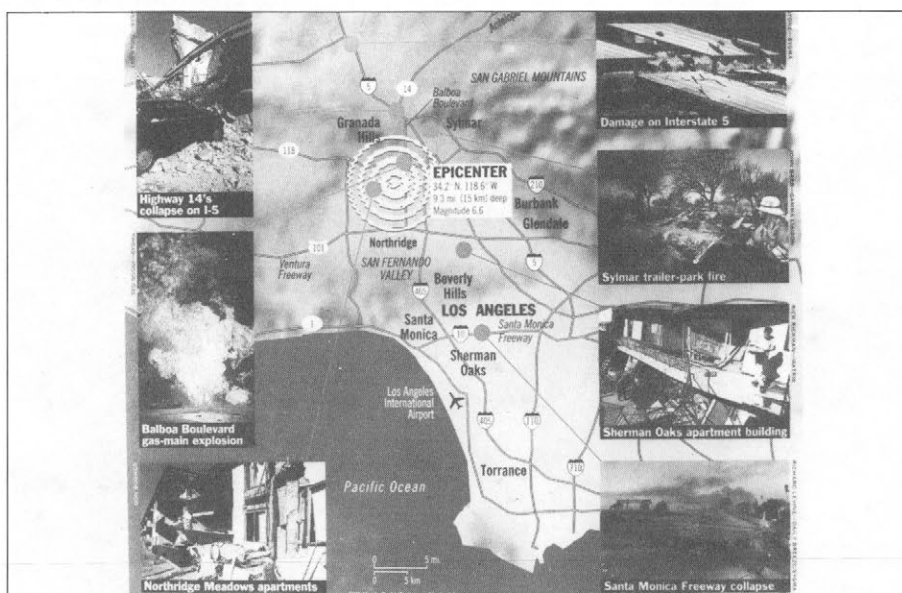
Potres v severozahodnem delu Los Angelesa, v Northridgeu, je 17. januarja 1994 kljub razmeroma majhni sproščeni energiji (magnituda 6,6) vzbudil zelo intenzivno gibanje tal, ki je povzročilo ogromno škodo (okoli 30 milijard dolarjev) in več smrtnih žrtev (60). V članku so na kratko opisane značilnosti potresa in njegove posledice na gradbenih objektih. Posebna pozornost je posvečena analizi učinkovitosti predhodnih priprav na potres (ojačanje objektov, instrumentacija območja, priprava odgovornih služb), akcijam za odpravo posledic potresa in odzivu ljudi nanj. Narejena je tudi primerjava s stanjem v Sloveniji. Zaključki so v glavnem pozitivni, saj je ustrezna organizacijska in tehnična priprava močno omilila možne posledice katastrofe.

Mesto in njegov utrip

Za boljše razumevanje tehničnih, ekonomskih in socialnih posledic potresa se najprej seznanimo z okoljem, v katerem se je potres dogodil. L. A. je primer neplanirane urbanizacije strašljivih razmer. Na območju 1000 km² (slika 1) se razprostira eno samo ogromno predmestje z redkimi otoki visokih stavb (slika 2), in se z okolišnimi mesti zliva v megalopolis, velik za polovico Slovenije. Natančneje pogledano gre za večje število zaključenih primestnih okolij, ki jih povezuje impresiven, čez 1000 km dolg sistem avtocest (slika 3). Dolina San Fernando, kjer je bilo središče potresa v Northridgeu (slika 4), obsega severno polovico mesta in tretjino njegovega prebivalstva. Prevladujejo nizke, pretežno lesene stanovanjske hiše, ki gravitirajo na lokalna središča z ogromnimi nakupovalnimi središči z velikimi garažnimi hišami. Nasploh avtomobil dominira nad družbo in mu je podrejena vsa urbanizacija in celo arhitektura hiš (slika 5), ki je povzročila najbolj tragična rušenja med potresom (glej nadaljevanje). V starejših delih mesta, kot sta Hollywood in Santa Monica, pa z razmeroma redkimi bogataši "deli" življenjski prostor sto tisoče latinskoameriških priseljencev in črnega prebivalstva. Za ta območja so značilne nizke, nearmirane zidane stanovanjske stavbe in trgovine. V širši prostor mesta je vtkana proizvodna dejavnost enega gospodarsko najbolj razvitih območij sveta, ki so ga v milem podnebjju brez letnih časov v zadnjem obdobju prizadeli štirje novi apokaliptični letni časi: suša, socialni nemiri, požari in potres.

Podatki o potresu

Tragika tega vele mesta je v tem, da leži na enem najbolj potresno aktivnih območij



Slika 1. Prizadeto področje in posledice [1].

Figure 1. Affected area and major damage sites[1].



Slika 2. Avtocesta 10 obide poslovno središče Los Angelesa.

Figure 2. Interstate 10 through downtown L. A.

* Izr. prof., dr., FAGG, Oddelek za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, Jamova 2, Ljubljana.



Slika 3. Impresivno izvennivojsko križišče.
Figure 3. Impressive highway overpasses.

sveta, ki mu mogočna 1300 km dolga prelomnica Svetega Andreja grozi s pogubnim potresom magnitude 8 in več. Stalni potresi ob manjših lokalnih prelomih opozarjajo prebivalstvo in oblast na pretečo nevarnost. Posledica tega je razmeroma dobra pripravljenost na potres. Od leta 1920 so zabeležili že 17 zmerno močnih potresov z magnitudami 5 do 7. Najmočnejša potresa tega stoletja (San Fernando, 1971, in Northridge, 1994) so zabeležili v severnem delu mesta. Kljub še vedno relativno majhni magnitudi sta imela oba potresa zaradi majhne globine žarišča neposredno pod mestom katastrofalne posledice. Okoli 20 sekund dolg potres v Northridgeu, ki je nastal ob dosedaj neznanem globinskem prelomu v globini 18 do 3 km, je zabeležilo rekordno število akcelero metrov na vseh mogočih lokacijah (na prostem, v stavbah in na mostovih, na izoliranih in potresno ojačanih konstrukcijah). Vrednost tega fonda podatkov je

neprecenljiva za razvoj potresnega inženirstva. Čeprav še dolgo ne bo povsem obdelan, pa že prvi pogled odkrije ne navadno visoke pospeške na prostih tleh, ki so presenetili tudi strokovnjake (slika 6). Tudi če odštejemo izjemen pospešek 1,8 g, ki je verjetno nastal zaradi lokalno zelo omejenega fokusiranja potresnih valov na območju Tarzane, so se maksimalni horizontalni pospeški tudi na več drugih lokacijah približali pospešku prostega pada 1 g. Še večja posebnost so izjemno veliki vertikalni pospeški. Nadalje so meritve in preliminarne računi pokazali, da so pospeški na nekaterih konstrukcijah močno presegli 2 g, kar pomeni, da so bile konstrukcije na tistih mestih obremenjene z več kot dvojno težo v horizontalni smeri!

Posledice potresa na konstrukcijah in komunalni

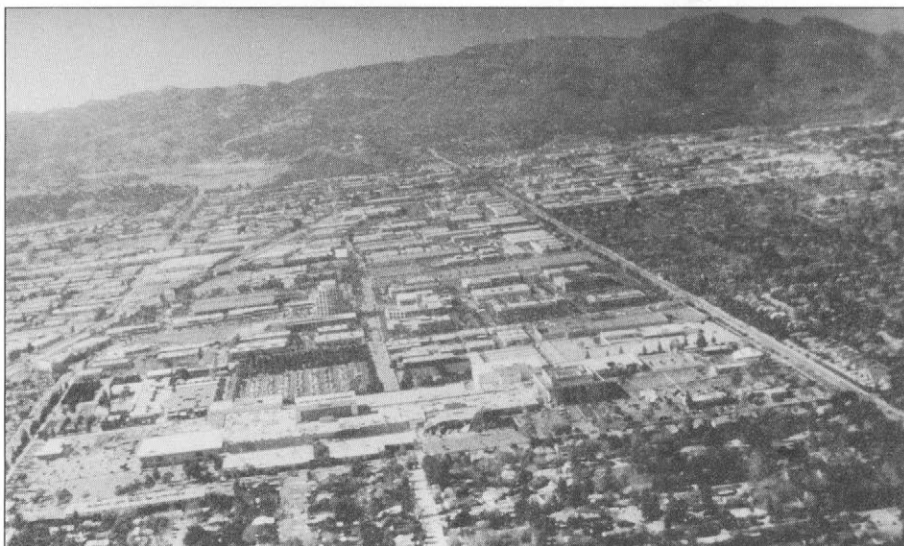
Obseg

Z optimizmom ugotavljamo, da je večina potresno varno grajenih ali ojačanih objektov dobro prestala potres. Kljub vsemu je prišlo do številnih porušitev pomanjkljivo zasnovanih in konstruiranih objektov na velikem prostoru (sliki 1 in 7), kar je povzročilo neposredno in posredno škodo v višini 30 milijard dolarjev. Poglavitni vzroki rušenj in poškodb so analizirani v nadaljevanju. Kot neuporabne so označili z rdečo nalepko (glej tudi [4]) 3000 stavb, ki vključujejo tudi 20 000 stanovanjskih enot. Porušeni je bilo 11 velikih izvennivojskih križišč, številne pa so bile poškodbe komunalnih vodov.

Kljub dolžnemu spoštovanju do tragedij posameznikov lahko ugotovimo, da je bilo število žrtev majhno. Samo za 35 žrtev je dokazana neposredna zveza s potresom, preostali vzroki so posredni (srčni napadi in prometne nesreče). Potres se je namreč zgodil na praznično jutro, ko so bili ljudje v stanovanjskih objektih, ki se, k sreči samo z eno izjemo (16 mrtvih), niso nikjer povsem porušili. Bistveno drugače bi bilo med vrvežem delovnega dne zaradi številnih porušitev montažnih garaž in mostov in celo ene veleblagovnice. Zelo nevarni bi bili tudi padci različnih predmetov na z ljudmi zatrpane pločnike.

Obnašanje mostov

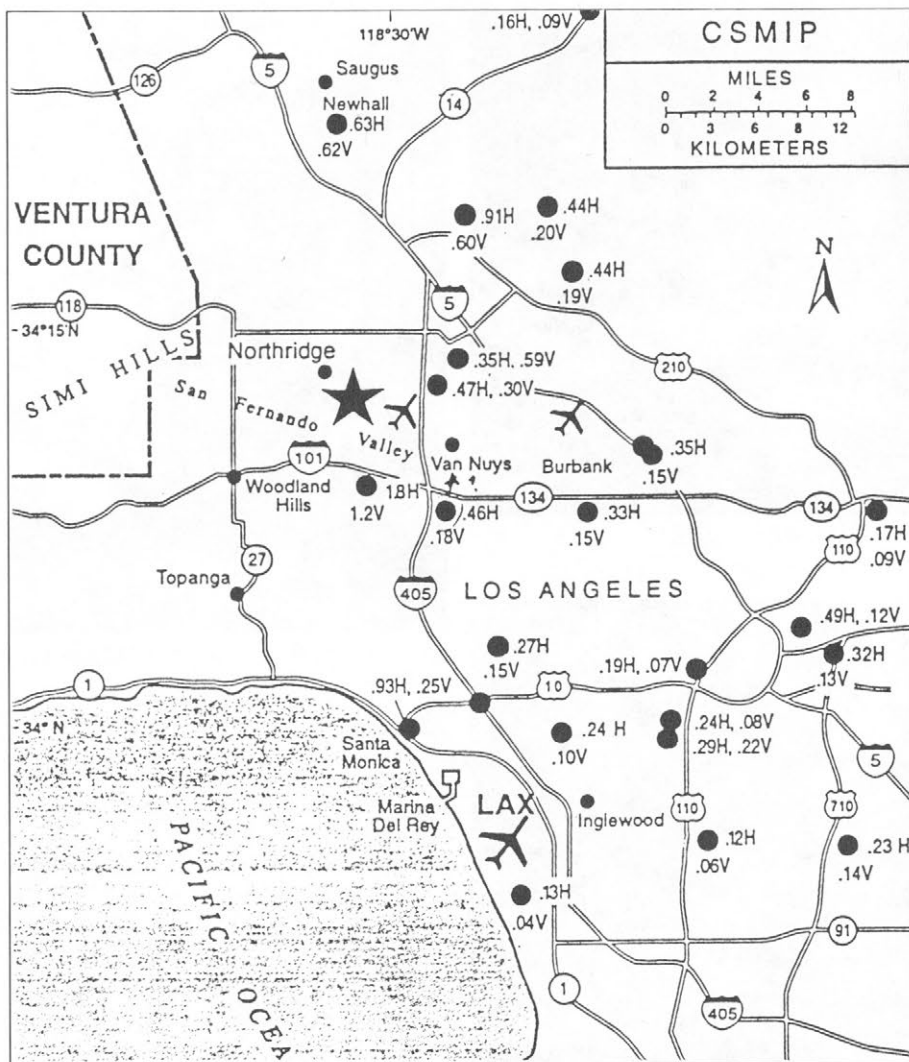
Za družbo, v kateri dominira avtomobil, je bila porušitev 11 ključnih izvennivojskih križišč (slika 11) prava katastrofa. Poglavitni vzroki za porušitev so bili (a) premajhna količina stremen v stebrih (slika 8), strižne porušitve kratkih stebrov (slika 9), prekratka ležišča (slika 10), lokalna koncentracija obremenitve pod



Slika 4. Epicentralno področje v dolini San Fernando (Northridge Fashion Center).
Figure 4. Earthquake's epicentre in the San Fernando Valley (Northridge Fashion Center).

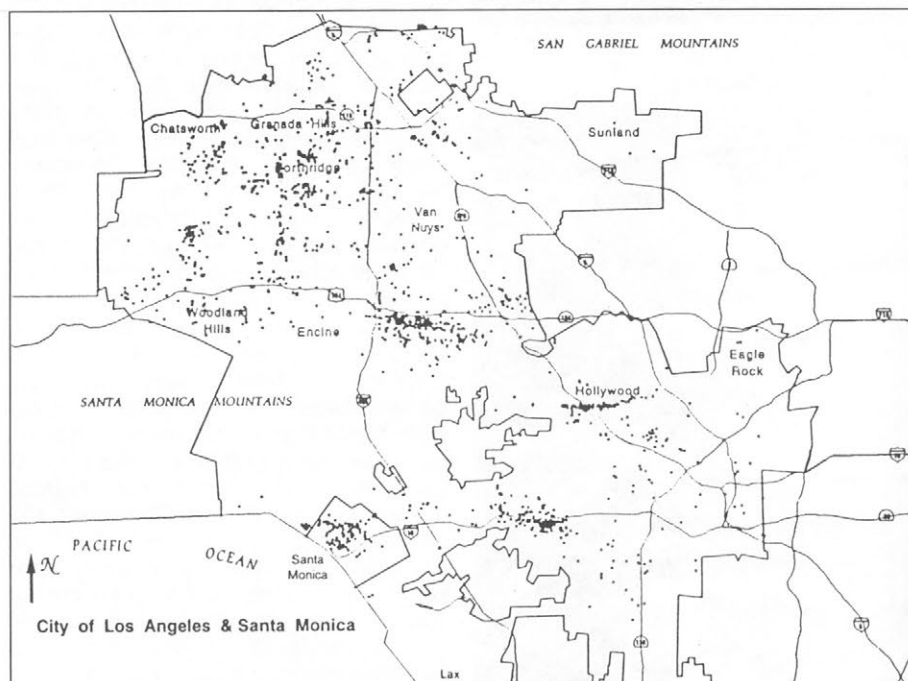


Slika 5. Dvoetažna lesena hiša z "mehko etažo" za garaže (bodite pozorni na plinske napeljavo).
Figure 5. Two-storey building with "soft-story" parking (note the natural gas lines).note the natural gas lines).



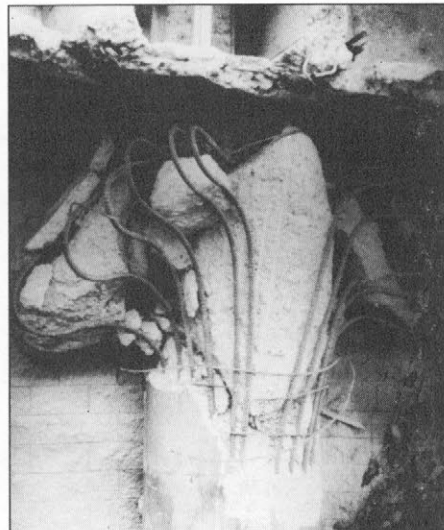
Slika 6. Maksimalni horizontalni (H) in vertikalni (V) pospeški tal v deležih pospeška prostega pada g [2].

Figure 6. Maximum horizontal (H) and vertical (V) ground accelerations in g [2].



Slika 7. Nevarno poškodovane stavbe (označene z rdečo nalepko) v Los Angelesu in Santa Monici [3].

Figure 7. Unsafe (red tagged) buildings in Los Angeles and Santa Monica [3].



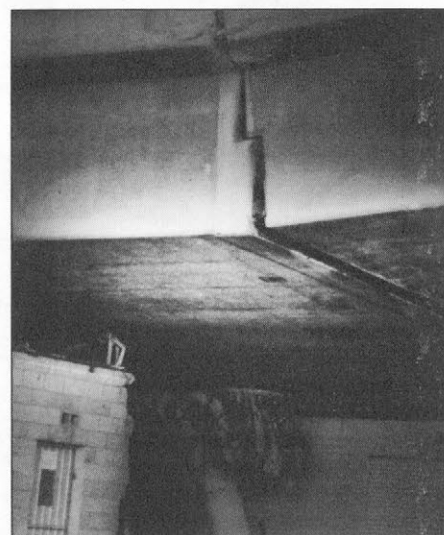
Slika 8. Porušitev stebra zaradi premajhne stremenske armature (I-10).

Figure 8. Collapsed column due to insufficient transverse reinforcement (I-10).



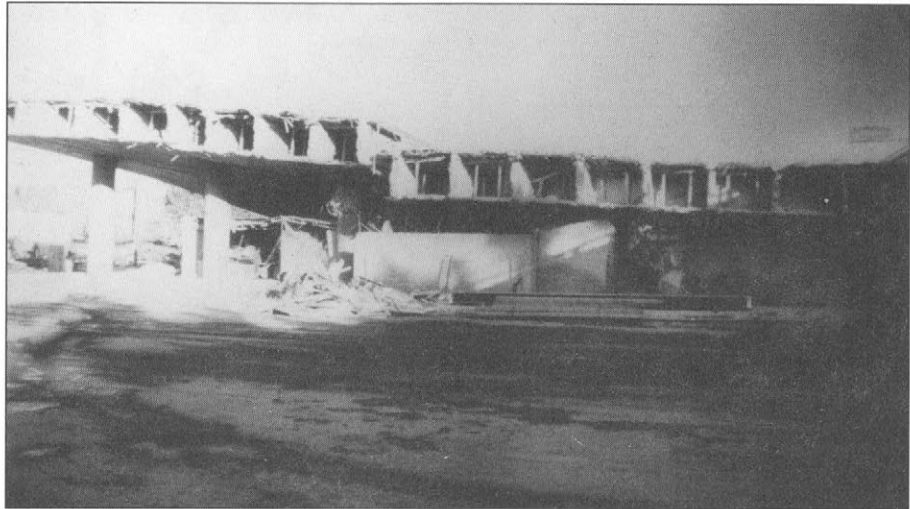
Slika 9. Stržna porušitev kratkega stebra.

Figure 9. Shear failure of a short column.



Slika 10. Kratko ležišče.

Figure 10. Short seat length.



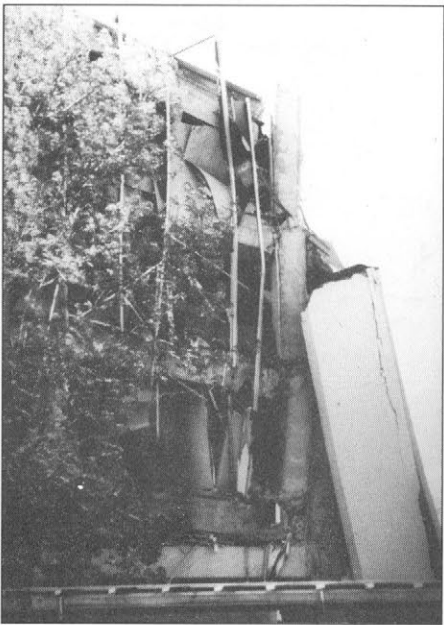
Slika 11. Porušitev avtoceste I-10.
Figure 11. Collapsed portion of the Interstate 10.



Slika 12. Porušitev večetažne lesene stavbe z mehkim pritličjem.
Figure 12. Collapsed wooden multi-story building with a "soft" first storey.



Slika 13. Strižna porušitev stene.
Figure 13. Shear failure of a structural wall.



Slika 14. Porušitev vozlišč neduktilnega armiranobetonskega okvira.
Figure 14. Failure of non-ductile RC frame connections.

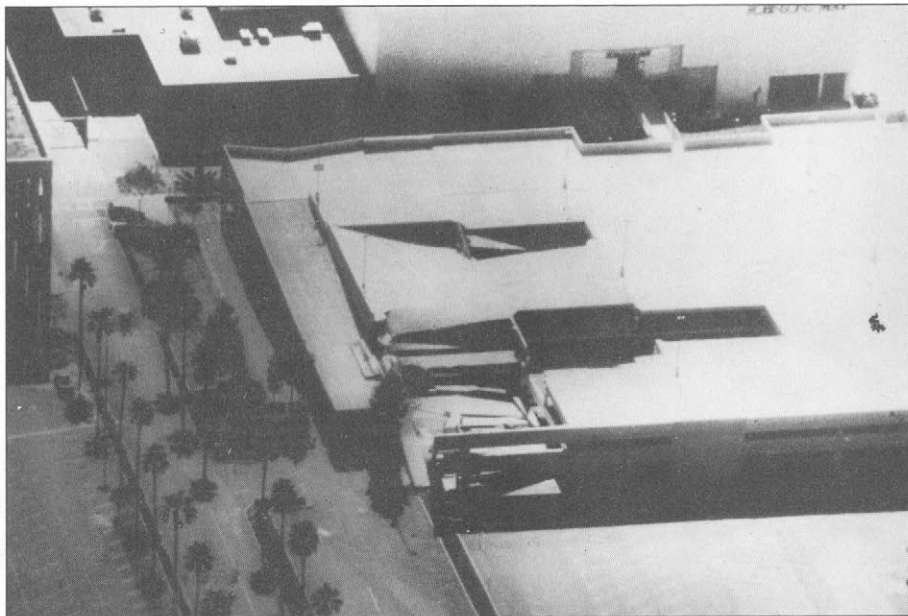
vutami, geotehnični problemi in rotacije poševnih mostov. Pomembno je, da so se kalifornijski inženirji večine teh problemov dobro zavedali in da so 10 od teh 11 križišč (mostov) predvideli za ojačanje, ki pa ga zaradi pomanjkanja časa in denarja ali nepravilno ocenjene prioritete še niso opravili. Obnašanje že ojačanih mostov pa je bilo zelo dobro.

Obnašanje stavb

Večinoma so bile potrjene že znane izkušnje iz prejšnjih potresov (glej tudi [4]). Izjemno nevarne so tipične večnadstropne lesene hiše, katerim pritličje je zaradi garaž oslabiljeno (sliki 5 in 12). Tudi največjo tragedijo med tem potresom (16 smrtnih žrtev) je povzročila delna porušitev takega pritličja v stanovanjskem kompleksu Northridge Meadows. Na sliki 5 lahko opazimo tudi plinsko napeljavo na leseni steni garaže. Težko obvladljiv požar velikih razsežnosti (slika 1) je ključni problem ameriških (in japonskih) mest po potresu. Ponovno so se pokazali problemi pri starejših neduktilnih armiranobetonskih stavbah. Kritični so bili stebri, vozlišča (slika 14) in neduktilne stene (slika 13). Prišlo je do številnih porušitev montažnih armiranobetonskih garažnih hiš (slika 15), ki bi lahko ob bolj neugodnem času potresa povzročile številne žrtve. Obnašanje starih zidanih stavb po pričakovanju ni bilo najboljše (slika 16). Vendar se je z zakonom predpisana ojačitev pokazala kot zelo učinkovita (v zidanih stavbah ni bilo smrtnih žrtev!). Obnašanje jeklenih konstrukcij je bilo razmeroma ugodno.

Nekonstruktivne poškodbe

Večina od okoli 7000 ranjenih, ki so jih sprejele bolnišnice, je dobila poškodbe



Slika 15. Delna porušitev garažne hiše (fotografija R. Žarniča).

Figure 15. Partial collapse of a parking garage (photo R. Žarnič).



Slika 16. Ojačane zidane stavbe so se obnašale še kar dobro.

Figure 16. Retrofitted unreinforced brick buildings held out relatively well.

zaradi rušenja t. i. nekonstruktivnih elementov stavb. Nekonstruktivne vzroke (porušitev visečih stropov, poškodba opreme in poplave zaradi poškodovanega vodovoda) so navedli pri štirih od petih zaprtih velikih bolnišnic. Tri od teh so bile močno (konstrukcijsko) poškodovane že med potresom leta 1971. Pri ponovni gradnji so "pozabili" predvsem na nekonstrukcijski del. Druge nevarne poškodbe vključujejo zdrobitev fasadnih stekel, padce nadstreškov, fasadnih sten (slika 17), visokih zidanih ograj, težkih svetilk (šole!) in padce predmetov s polic. Slednje je povzročilo tragično smrt para, ki so ga zasuli knjige in spominki z visokih polic [3]!

Komunalni vodi

Angleški izraz "lifelines" ("življenjski vodi") dobro ponazarja življenjski pomen pre-

skrbe (vele)mesta po potresu (slika 18). Najpogostejše so bile poškodbe porcelanastih komponent v elektrodistribuciji, okoli 1500 lomov vodovodnih cevi in 1900 lomov na plinskem sistemu. Suhoparna statistika nadalje pove, da je po potresu ostalo brez elektrike in z njo povezanih funkcij (semaforji, dvigala, bolnišnica, kjer je bil poškodovan rezervni agregat!...) 2 milijona odjemnikov, brez plina 150 000 porabnikov, brez vode pa vsi ljudje na severu mesta. Prav nič suhoparna pa ni bila zadrega lastnika konja, ki je šele takrat spoznal, da konj popije okoli 100 l vode na dan! Zaradi 1000-kratnega povečanja števila poskusov telefonskih klicev je bil močno moten telefonski promet. Vse te težave so ustrezne službe odpravile v rekordnem času (glej nadaljevanje).

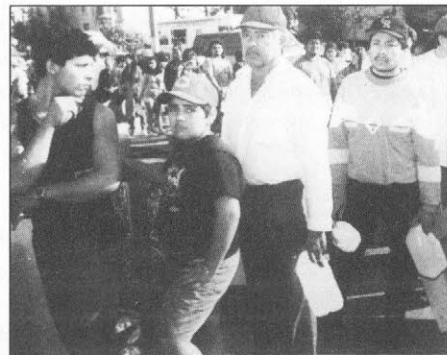
Socialne in ekonomske posledice

Nedvomno so najbolj presunljive osebne tragedije ljudi. V spomin sta se mi najbolj vtisnila zapis pogovora reševalcev z umirajočimi pod ruševinami stavbe Northridge Meadows in dogodek, ko se je mama med močnimi pospeški spotaknila,



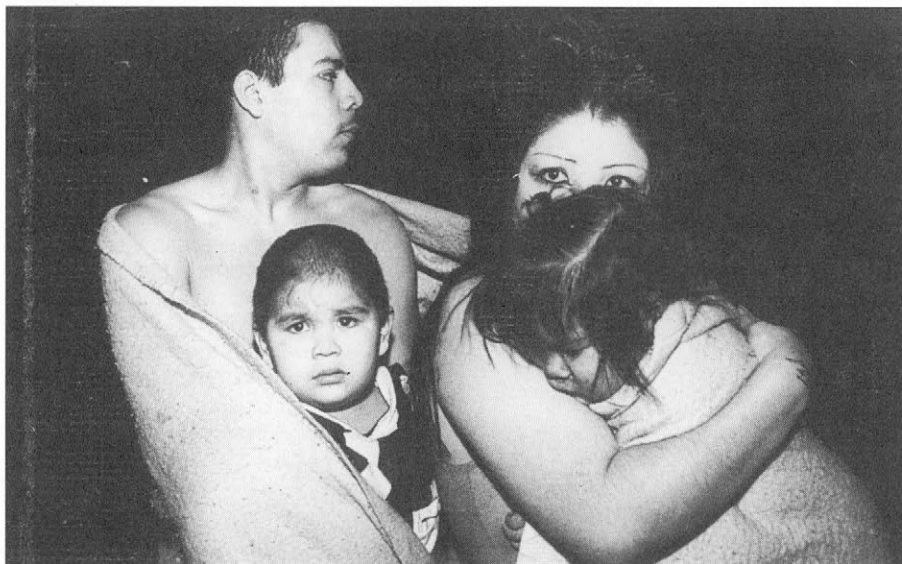
Slika 17. Porušitev povezave med težko fasado in jeklenim okvirom.

Figure 17. Failure of a heavy facade and steel frame connections.



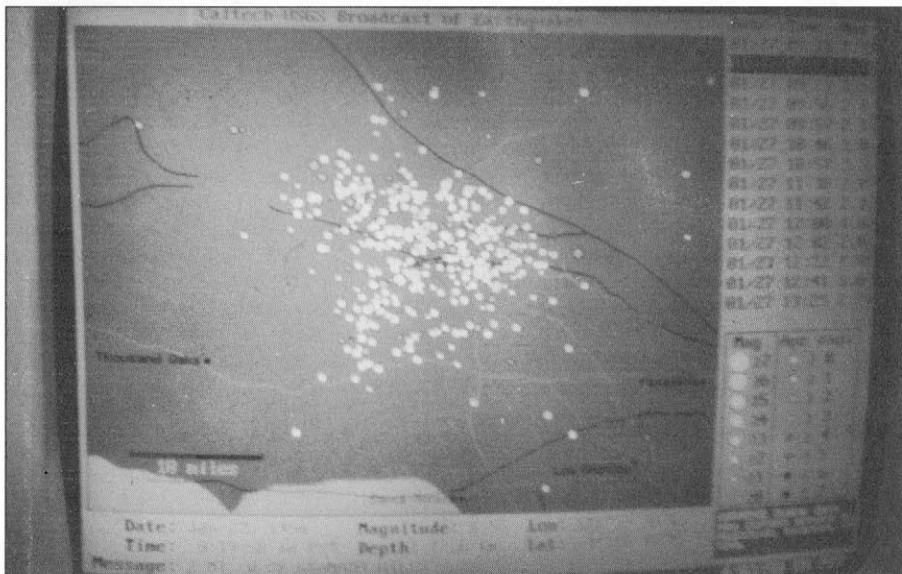
Slika 18. Vrste za vodo na cestah [1].

Figure 18. "Everybody lines up" [1].



Slika 19. Prestrašena družina [1].

Figure 19. Frightened family [1].



Slika 20. "On line" sistem za opazovanje seizmične aktivnosti (posnetki z ekrana na Caltech-u).

Figure 20. On-line system to monitor seismic activity (taken from the PC screen on Caltech).



Slika 21. Reševalna akcija v stanovanjskem kompleksu Northridge Meadows [1].

Figure 21. Rescue operation at the Northridge Meadows Apartments [1].

ko je hitela k svojemu dojenčku, in se ubila na kovinski ograji otroške posteljice [1, 3].

Velika pa je tudi tragedija širše družbe. Potres je najbolj prizadel slabo grajena stanovanja, trgovine in proizvodne obrate revnejšega prebivalstva. Med temi je velik del ilegalnih latinskoameriških priseljen- cev (slika 19). Teden dni po potresu je bilo brez stanovanja 10 000 ljudi, velik del 30-milijardne škode pa lahko pripišemo izpadu proizvodnje.

Nekateri od teh ljudi lahko pričakujejo le nekoliko ugodnejša posojila in (srečnejši) vavčerje za znižano najemnino; čeprav tudi to ni bilo gotovo, ker se je vnela politična debata, če so ilegalni priseljenci sploh upravičeni do pomoči. Konser- vativnejši krogi so namreč menili, da mora Kalifornija dobivati zvezno pomoč "samo zaradi teh ljudi". Kaže (glej na- daljevanje), da je kasneje prevladalo zmernejše stališče.

Številni so bili tudi psihološki problemi. Število ljudi "pod šotori" je bilo precej večje, kot je bilo dejansko potrebno (seveda je to omogočalo tudi relativno milo kalifornijsko vreme). Organizirana je bila služba za psihološko pomoč. Zanimiv je na primer kompleks "krivde" sicer presrečne ženske, ki se je tik pred potresom izselila iz enega od poruše- nih stanovanj v kompleksu Northridge Meadows [1]

Zaščita pred potresom in njegovimi posledicami

Iz knjige D. Keya povzemamo pregled- nico 1 z opisom človekove reakcije na močan potres. Očitno je, da ljudje in oblast hitro pozabijo na nevarnost, če opozorila niso dovolj pogosta. To se je dogajalo v ZDA v sredini 80. let. Zadnji potresi, predvsem v San Franciscu [4], pa so dvignili zaščitno zavest na visoko raven. To se je pokazalo v dobri priprav- ljenosti in reakciji na potres v Los Angelesu. Ker pa so bile nekatere službe polno izkoriščene (šlo je bolj za uspo- sobljene ljudi kot za opremo), menim, da bo v primeru večje katastrofe ("the big one") prišlo do kaotičnega stanja s tra- gičnimi posledicami.

Učinki predhodnih zaščitnih ukrepov

Predhodni zaščitni ukrepi so se odlično izkazali. Tu ne gre le za klasično zaščito novejših konstrukcij z ustreznimi predpisi, ampak za celo vrsto drugih dejavnosti:

1. Uspešnost ojačevanja mostov in zida- nih stavb smo že omenili.

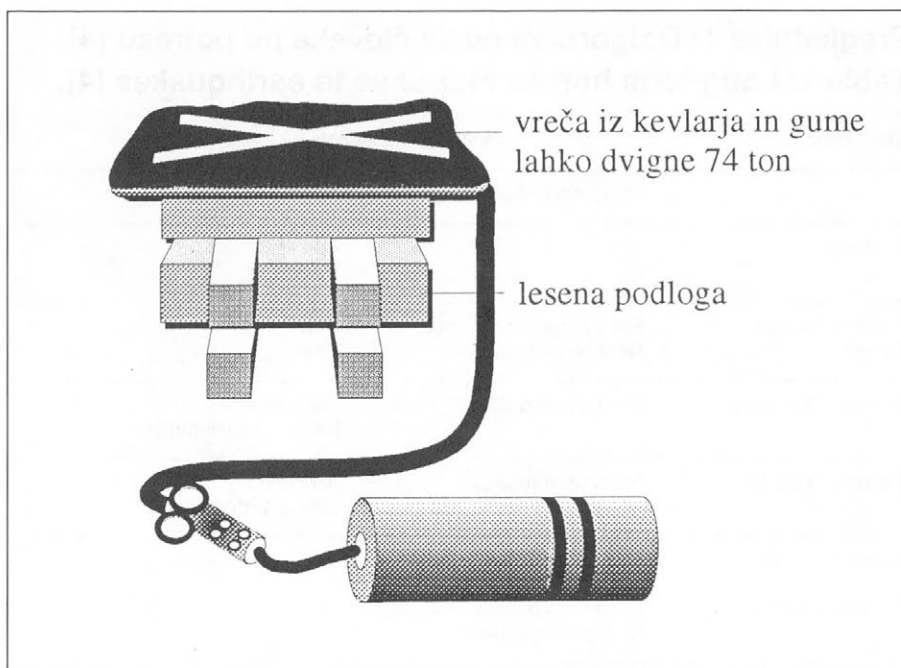
2. Prvi poskusi potresne izolacije stavb so se pretežno dobro izkazali. Na eni od takih stavb so bili instalirani akcelerometri, ki so izmerili pospešek 0,49 g na prosti površini, 0,37 g pod izolatorji, 0,13 g nad izolatorji, 0,11 g v 6. nadstropju in 0,21 g na vrhu sedemnadstropne stavbe. Brez izolacije bi lahko pospeški na vrhu presegli 1 g.
3. Posebej izolirane police so rešile umetnine v muzejih.
4. Odlično so se izkazali varnostni ventili, ki so zaradi močnih tresljajev zaprli plinsko napeljavo.
5. Prva opazovanja so pokazala [3], da je bilo v podjetjih, ki so posebej zaščitila (pritrdila) opremo in druge nekonstrukcijske elemente, precej manj škode kot v podobnih brez zaščite.
6. Čeprav še ni analiz, so bila verjetno podobno učinkovita navodila prebivalstvu za pričvrstitev težkih omar, plinskih bojlerjev in dimnikov.
7. Uporaba posebej obdelanega stekla je močno zmanjšala poškodbe stekel na fasadah.
8. Pritrditev težkih svetilk v učilnicah z dodatnimi varovalnimi kabli se je dobro obnesla.

Reakcija v kritičnem trenutku

Pokazalo se je, da je mesto dobro pripravljeno na potres. Policijske in gasilske/reševalne ekipe, ki so preverile svojo pripravljenost med nedavnimi rasnimi nemiri in požari, so učinkovito ukrepale. Namesto pričakovanih ropov je kriminal v prvih dneh po potresu upadel na komaj 20 % običajnega, dokaj številni požari pa so bili lokalizirani.

Na tako velikem prostoru je ključna lokalizacija kritičnih mest. Za to so uporabili sistem z velikim številom merilnih mest, povezanih s centralnim računalnikom, ki je v 4 minutah sposoben podati informacijo o intenzivnosti potresnega dogajanja na prizadetem območju (slika 20). Na ekranu so vrisane tudi glavne prometnice ali komunalni vodi. Na sistem so direktno vezane ustrezne službe (elektrodistribucija, cestna uprava...), ki lahko identificirajo kritična območja.

Poleg gašenja požarov je seveda prva naloga reševanje zasutih. Primer sicer dokaj uspešne reševalne akcije v kompleksu Northridge Meadows pa kaže, da lahko v realnosti naletimo na številne težave, ki bi bile še mnogo bolj resne, če bi bilo porušanih objektov veliko. Pri tej trinadstropni leseni stavbi se je del "mehkega" pritličja s stanovanji povsem porušil, tako da je ta del stavbe izgledal kot lažje poškodovan dvonadstropni aneks. Tako je prva gasilska/reševalna kontrola (že 10 minut po potresu), ki je v skladu s predpisano proceduro pregledovala celotno območje, spregledala



Slika 22. Reševalci so uporabljali pnevmatske blazine za dvigovanje ruševin.

Figure 22. Rescues operated with air bags to lift wreckage.

resnost poškodb in stavbi dodelila nižjo prioriteto. Tako je bilo reševanje in zaščita pred požarom prvo uro prepuščeno vodstvu prisebnega stanovalca. Prebivalci se sprva niso mogli prebiti iz notranjega atrija. Strokovna pomoč je prišla "še" dobro uro po potresu (slika 21).

Bistveni del uporabljene reševalne opreme so bile pnevmatske vreče za dvigovanje ruševin (slika 22), za odkrivanje ponesrečencev pa so uporabljali klice in trenirane pse (pri večjih objektih je predvidena uporaba teleskopskih kamer in senzorskih naprav). Za odstranjevanje ruševin so lahko uporabljali navadne krožne žage. Zadnjega (mrtvega) ponesrečenca so osvobodili 30 ur po potresu. Mesto so po predpisani proceduri označili z "D(eath) B(ody)", 01/18/94, 10:50.

Odprava posledic potresa

Za učinkovito odpravo posledic so potrebni predvsem štirje dejavniki: denar, načrt delovanja, koordinacija na vseh ravneh in rezerve v sistemu (dodatni viri energije in vode, vzporedni vodi...). Vse to je Los Angeles imel. 7 milijard dolarjev je zagotovila zvezna vlada, preostali denar bo zbrala Kalifornija s povečanim prometnim davkom (1/4 do 1/2 %). Načrt so pripravljali več let in so ga nameravali sprejeti 24. januarja. Takoj po potresu so ga sprejeli na izredni seji kriznega štaba in ga začeli takoj izvajati. Rezultati so bili zelo dobri. Dobavo večine manjkajoče električne energije so na primer uredili v enem dnevu, vso v enem tednu. Več težav je bilo s prometom, pa tudi ta se je normaliziral v 14 dneh. (podrobnejši opis glej pod [3]).

Primerjava s stanjem v Sloveniji

V Sloveniji so možni močni potresi (sicer nekaj manjše intenzitete od opisanega), ki pa se redko pojavljajo. Kot je slednje nedvomno srečna okoliščina, pa slabo vpliva na zaščitno zavest prebivalstva in oblasti (preglednica 1), ki se odraža v relativno slabi pripravljenosti na potres. Še najboljše je s solidno zasnovanimi novimi stavbami, ki bodo najverjetneje preživele potres brez resnejših poškodb. Slabše je z mostovi, za katere sploh nimamo ustreznih predpisov za potresno varno gradnjo. To še zlasti zaskrbljuje pred začetkom gradnje avtocest. Tudi na področjih preventivne zaščite je precej pomanjkljivosti. Zato so glede na nauke potresa v Los Angelesu potrebne naslednje akcije:

1. Nujna je instrumentacija prostora in konstrukcij z akcelerometri.
2. Nujno je izboljšanje predpisov za potresno varno gradnjo, še zlasti pred začetkom gradnje avtocest.
3. Nujno je treba ojačiti objekte, ki niso zadostno potresno varni (zakon, ki je v veljavi že več kot desetletje, se ne izvaja).
4. Izboljšati je treba pripravljenost na potres, tako pri posameznikih (zaloga vode, požarna varnost, pritrditev težkih kosov stanovanjske opreme, ojačitve individualnih hiš) kot v družbi (tu nas lahko skrbi predvsem ustrezna oprema

Preglednica 1: Dolgoročni odziv človeka po potresu [4].

Table 1: Long-term human response to earthquakes [4].

Čas / Time	Reakcija / Reaction	
	Pozitivna / Positive	Negativna / Negative
0 – 1 min.		Panika Panic
1 min. – 1 teden 1 week	Reševanje in preživetje Rescue and survival	Strah Fear
1 teden – 1 mesec	Začasna popravila	Obtoževanje (oblasti, projektantov)
1 week – 1 month	Short term repairs	Allocation of blame (officials, designers)
1 mesec – 1 leto 1 month – 1 year	Trajnejša popravila in akcija za boljše standarde Long term repairs and action for higher standards	
1 leto – 10 let 1 year – 10 years		Pojemajoč interes Diminishing interest
10 let do naslednjega potresa		Zavračanje stroškov za potresno varno gradnjo in izogibanje predpisom Reluctance to meet costs of seismic provisions; increasing non-compliance with regulations
10 years to the next time		

za reševanje ponesrečencev izpod ruševin).

Posamezne akcije so sicer že potekajo, vendar bi jih bilo treba pospešiti.

Zaključek

Potres v Los Angelesu je ponovno dokazal, da lahko sodobni potresno varno grajeni objekti prestanejo močne potrese brez večjih poškodb, čeprav obstoječa protipotresna regulativa seveda še ni idealna. Obstaja pa velik fond starejših objektov, ki so očitno potresno nevarni in jih je nujno treba ojačiti. Takšne ojačitve so se v Los Angelesu izkazale kot zelo učinkovite.

Drugi pomembni dejavniki potresne varnosti so še osveščenost prebivalstva, preventivni zaščitni ukrepi (pritrditev opreme, izolacija vibracij, montaža varnostnih ventilov...) ter organizacija in koordinacija vitalnih služb po potresu.

Primerjava s Slovenijo pokaže, da ne zaostajamo toliko pri novogradnjah, ampak predvsem pri zaščitnih ukrepih.

Zahvala

Prizadeto območje sem obiskal z Lojzom Bevcem, Tatjano Isaković in Rokom

Žarničem, zato so opisana opažanja rezultat našega skupnega dela, ki so ga financirali Slovensko društvo za potresno inženirstvo, IKPIR FAGG in ZRMK. Na terenu pa so nam pomagali firma Kinematics (predvsem njen direktor A. M. Serreci), Earthquake Engineering Research Institute in profesor H. Krawinkler z Univerze v Stanfordu.

1. Časopisne novice Los Angeles Times in Time (31. 1. 1994) po potresu.
2. Fifth Quick Report on California Strong Motion Instrumentation Program Data from the Northridge/San Fernando Valley Earthquake of January 17, 1994.
3. Northridge Earthquake January 17, 1994. Preliminary Reconnaissance Report (urednik John F. Hall). EERI Report No. 94/01, marec 1994.
4. Tomažević M., 1990. Potres v San Franciscu 17. oktobra 1989. UJMA, št. 4, str. 57–63.
5. Key D., 1988. Earthquake Design Practice for Buildings, Thomas Telford, London, 218 strani.

Matej Fishinger

The Los Angeles/ Northridge Earthquake of January 17, 1994

Despite the relatively low magnitude (6.6) of the Northridge earthquake of January 17, 1994, the quake triggered earth movements which claimed 60 lives and caused \$30 billion (US) damage. This paper reviews the details of the earthquake and analyses the damage to structures as well as lifelines. Special attention is paid to earthquake preparedness, including public awareness, retrofit and damage mitigation, and to social impacts and emergency response. The author also compares the above situation with the Slovenian experience.

The author concludes that the majority of well-designed modern structures can resist strong earthquakes. Of greater concern are older structures which should be refitted. The Northridge earthquake proved the effectiveness of such retrofit, as well as general earthquake preparedness.

UJMA

UJMA

UJMA

UJMA