

# JAPONSKI INFORMACIJSKI SISTEM ZA UKREPANJE PO POTRESU

## Japanese Earthquake Disaster Information System

Matej Fischinger\*

UDK 550.34:681.3(520)

**Povzetek**

Za učinkovito ukrepanje po močnem potresu so potrebne informacije, ki jih na tradicionalne načine pogosto ni možno pridobiti dovolj hitro. Predstavljeni informacijski sistem, ki je bil razvit po potresu v Kobeju, dokazuje, da na tem področju sodobni geografski informacijski sistemi nudijo povsem nove možnosti. Sistem omogoča dobro oceno škode in žrtev v zelo kratkem času (manj kot pol ure po potresu), zato lahko odgovorne ustanove učinkovito ukrepajo. Uporabljamo ga lahko tudi za simulacijo različnih scenarijev potresa in s tem pridobimo potrebne podatke za načrtovanje opreme in usposabljanje strokovnjakov. Sistem je bil sicer razvit za specifične japonske razmere, vendar je veliko njegovih elementov neposredno uporabnih tudi pri nas.

**Abstract**

An efficient response to a strong earthquake calls for information that is almost never available quickly enough. The earthquake disaster information system (DIS) presented here, which was developed after the

Kobe earthquake, proves that up-to-date information technology (based on GIS) offers an efficient solution to this problem. In a very short time (less than 30 minutes) the system is able to provide an estimation of damage and casualties. For this purpose an extensive database for the whole area of Japan has been developed, containing information on the characteristics and vulnerability of buildings, soil conditions, occupancy, transportation links and equipment. The data structure is based on the National Land Numeric Information Tertiary Mesh (1km<sup>2</sup> mesh). After the earthquake, appropriate intensity is attributed to each element of the mesh. Using the data base and previous analyses, damage and casualties are estimated. This helps the responsible agencies to efficiently allocate help to the most damaged areas. The same system can be used to simulate a chosen earthquake scenario and forecast the extent of damage in a future earthquake. This helps to plan the equipment and human resources requirements. Although developed for specific Japanese conditions, many elements of the system are directly applicable to other countries, too.

Poleg znanih dejstev (na primer o potresni nevarnosti mehkih etaž, striga ali neduktilnih detajlov) so nedavni močni potresi prinesli tudi nekaj pomembnih novih spoznanj. Konstruktorjem so na primer razbili mita o potresni neranljivosti jeklenih stavb in veliki potresni odpornosti mostov. Zdi pa se, da so nekatera spoznanja po potresih v velikih urbanih središčih Northridga v Los Angelesu in Kobeju, ki sicer niso neposredno povezana s konstrukcijskimi detajli, še bolj odločilno vplivala na spremembo temeljne filozofije potresno varne gradnje in zaščite pred potresi.

Tradicionalni koncept zaščite pred potresi, pri katerem je bil pglavilni cilj le preprečitev porušitve, dopuščene pa so bile znatne poškodbe konstrukcijskih in nekonstrukcijskih elementov, je začel zaradi ogromne, stotine milijard velike neposredne in posredne škode, vzbujati pomisleke. Potresa v Northridgu in Kobeju sta pokazala, da posamezniki in družba tudi pri močnih potresih niso bili pripravljeni sprejeti tako velike škode.

Še pomembnejše spoznanje, ki je predmet tega članka, se nanaša na problematiko ukrepanja neposredno po potresu. Pokazalo se je, da je problem mnogo večji, kot smo si predstavljali in da ga ne bo možno rešiti brez skrbnih vnaprejšnjih priprav. Še zlasti potres v Kobeju je kljub navidez brezhibni pripravljenosti na začetku povzročil dokaj kaotično stanje, ki je bilo kasneje zelo kritizirano. Menim, da so te kritike vsaj delno neupravičene, saj je problem hitre reakcije v takem okolju in po potresu takšnega (čeprav še zdaleč ne največjega možnega!) obsega izjemno zapleten in z dosedanjimi tradicionalno organiziranimi službami težko obvladljiv.

Glavni problem je, da še tako bogata in dobro organizirana država nima dovolj opreme in usposobljenih ljudi, da bi vsem nudila takojšnjo pomoč. Na začetku se je zato potrebno osredotočiti na območja, ki so pomoči najbolj potrebna in kjer je lahko učinek relativno največji. Pri tem se moramo zavedati, da za uspešno reševanje zasutih kritičen zelo kratek čas – prvih šest ur. Katera so taka območja, pa je

v delu megalopolisa s 50 milijoni prebivalcev (slika 1) skrajno težavno ugotoviti. Telefonske zveze so pretrgane, promet v prenatrpanih in delno zasutih ozkih ulicah blokiran, redka ustna sporočila pa panična, nezanesljiva in predvsem medsebojno neprimerljiva. Tudi po ugotovitvi kritičnih območij ostaja problem optimalnega dodeljevanja opreme, ki je na voljo, razporeditve ljudi in še zlasti prevoza po poškodovanih in zatrpanih prometnicah.

Potres v Kobeju je pokazal, da se tega s preprosto človeško presojo, intuicijo in improvizacijo ne da rešiti. Potreben je vnaprej pripravljen program ukrepanja, ki temelji na ustreznem informacijskem sistemu. Prav zadostna in ustrezna informacija je ključen element, ki lahko reši dosedaj praktično nerešljivo nalogo.

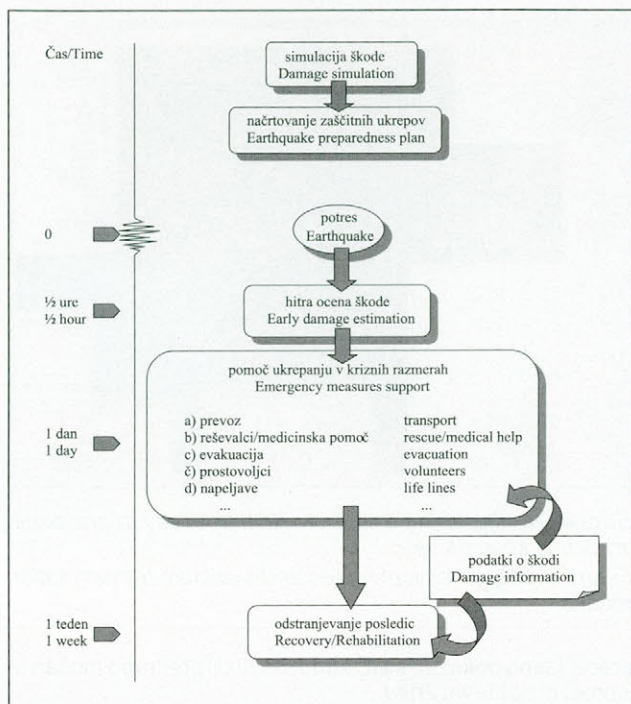


Slika 1. Pogled na japonski megalopolis (foto: M. Fischinger)

Figure 1. A view of the Japanese megalopolis (photo: M. Fischinger)

V članku je na kratko opisan takšen informacijski sistem DIS: Disaster Information System/Earthquakes (Informacijski sistem za ukrepanje ob naravnih nesrečah/podsistem za potrese), ki ga na osnovi tehnike geografskih informa-

\* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, Jamova 2, Ljubljana



Slika 2. Zgradba informacijskega sistema DIS (vir: Okayama, 1997)

Figure 2. Structure of the Disaster Information System (source: Okayama, 1997)

cijskih sistemov (GIS) razvija japonski urad za zaščito pred potresi: Disaster Prevention Bureau/National Land Institute (Okayama, 1997). Dokazuje, kako lahko sodobna informacijska tehnologija tako s stališča strojne kot programske opreme omogoča razvoj učinkovitega informacijskega sistema izjemne velikosti.

Japonski megalopolis je seveda povsem drugačno okolje od slovenskega, zato neposredna uporaba opisanega sistema v našem prostoru ni možna. Pomembno pa je spoznanje, da lahko sodobna informacijska tehnologija odločilno prispeva k učinkovitemu ukrepanju po potresu. Nekaj idej o tem, kaj bi lahko naredili pri nas, je zbranih v posebnem razdelku ob koncu članka.

## Zasnova sistema DIS

DIS/Earthquakes je geografski informacijski sistem za ukrepanje po potresu (slika 2). Sistem pokriva tri bistvene faze potresa: pripravo nanj, izredno stanje takoj po njem ter pomoč in obnovo v daljšem obdobju. V dosedanem razvoju sistema so se največ ukvarjali predvsem s fazo izrednega stanja. Ta del sistema so razvili že leto po potresu v Kobeju. Že naslednje leto so ga preizkusili kar na 40 potresih z jakostjo 4 ali več po 7-stopenjski japonski lestvici. Temu osrednjemu delu sistema za nujno pomoč takoj po potresu tudi namenimo poseben razdelek v nadaljevanju.

## Sistem za ukrepanje neposredno po potresu (hitra ocena škode)

### Podatkovna baza

V razvoju sistema je treba vnaprej pripraviti osnovno podatkovno bazo. Sestavljajo jo:

- natančni zemljevidi v merilu 1 : 2500 z ločljivostjo posameznih objektov
- zemljevidi s kvadratno mrežo z enoto 1 km<sup>2</sup>

- zemljevidi občin oziroma krajevnih skupnosti
- natančni podatki o gradbenem fondu za posamezen objekt (ti vključujejo na primer velikost in namembnost objekta, število prebivalcev, vrsto konstrukcijskega sistema, leto gradnje...)
- podatki o temeljnih tleh
- vnaprejšnja ocena o potresni ranljivosti posameznih vrst objektov na določenih temeljnih tleh
- podatki o prometnicah in ranljivosti prometnih objektov, za določitev kritičnih poti za dostavo pomoči po potresu
- podatki o opremi in ljudeh, ki so na voljo, tudi o lokacijah in zmožljivosti bolnišnic, gasilcev, centrov civilne zaščite, skladišč, podjetij za prevoz, helikopterskih pristajališč...
- zbirni podatki po kvadratih mreže z enoto 1 km<sup>2</sup>, krajevnih skupnosti in občinah.

Podatki se avtomatično in/ali ročno dopolnjujejo tudi po potresu. Pomembni so predvsem podatki o morebitnih vnaprej nepredvidenih porušitvah prometnic.

## Zasnova in delovanje sistema

Ideja delovanja sistema je pravzaprav preprosta. Sistem prejme od seizmološke službe podatke o velikosti in jakosti potresa. S pomočjo podatkov o lokalnih tleh se oceni jakost potresa po kvadratnih mreže z enoto 1 km<sup>2</sup>. Nato se po postopkih, ki so na kratko opisani v nadaljevanju, oceni število porušenih objektov, mrtvih in ranjenih. Te ocene in zbirni podatki na večjih območjih so tudi ob največjih katastrofah znani najpozneje v 30 minutah in omogočajo ob upoštevanju že pripravljenih podlog v sistemu GIS hitro in učinkovito ukrepanje.

## Hitra ocena škode

### Mreža potresnih jakosti

Sistem prejme podatke o času in lokaciji potresa, magnitudi in jakosti v nadzarišču ter podatke o intenziteti iz opazovalnih mest, ki enakomerno pokrivajo vse območje Japonske. Na podlagi že pripravljene mreže s topografskimi in geomehanskimi podatki skonstruira mrežo ocenjenih jakosti potresa po posameznih kvadratnih mreže (slika 3).

### Ocena števila poškodovanih in porušenih objektov

Na osnovi podatka o jakosti in vnaprej evidentiranih gradbenih objektov se za vsak kvadrant mreže oceni število poškodovanih in porušenih objektov. Pri tem se upoštevata predvsem vrsta uporabljenega materiala in leto gradnje (uporabljeni gradbeni predpis).

### Ocena žrtev

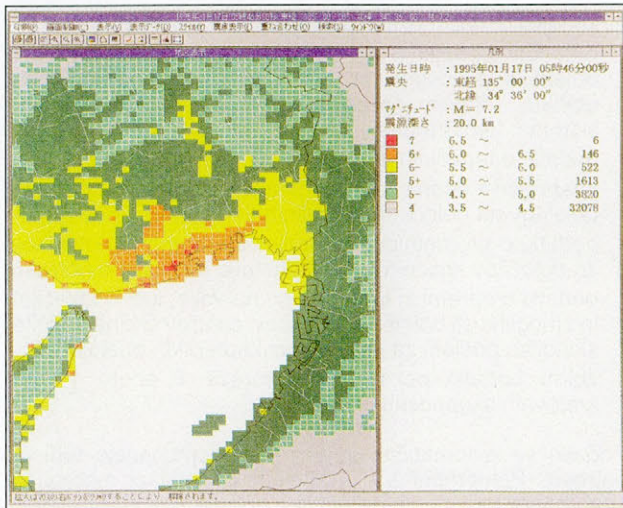
S pomočjo števila porušenih objektov in podatkov o populaciji se oceni število žrtev. Pri tem se upošteva predvsem namembnost objektov v kombinaciji z dnevnim časom potresa.

## Ukrepanje

Na temelju ocene škode in žrtev sistem optimalno razdeli opremo, ki je na voljo, razporedi ljudi za organizacijo prevoza (slika 4), reševanja in medicinske pomoči, evakuacije, popravila napeljav in drugih podobnih nalog. Pri tem se začetne ocene postopno nadomeščajo z dejanskimi podatki o škodi in žrtvah.

## Simulacije in vnaprejšnja priprava na potres

Sistem je sposoben simulacije potresa poljubne jakosti na poljubnem območju Japonske. Testiran je bil z naknadno simulacijo potresa v Kobeju, kjer je v 25 minutah predvidel 100 000 poškodovanih objektov in 4000 žrtev, kar se odlično ujema z dejanskim stanjem po potresu. Po mojem mnenju



Slika 3. Ocenjene jakosti na mreži z enoto 1 km<sup>2</sup> (simulacija potresa v Kobeju)

Figure 3. Estimated intensities in a 1 km<sup>2</sup> mesh (simulation of the Kobe earthquake)

je to ujemanje celo preveč dobro in kaže na preveliko kalibracijo sistema na podlagi izkušnje enega samega potresa.

Tak sistem lahko ugotovi večje pomanjkljivosti pri pripravljenosti posameznih območij na potres in omogoča lažje ter uspešnejše načrtovanje potrebne opreme in usposabljanja ljudi.

## Uporaba sistema

V enem samem letu (1996/97) so pogosti japonski potresi kar 40. krat testirali sistem, ki se aktivira pri jakosti potresa 4 ali več po 7-stopenjski japonski lestvici. Zgodnja ocena je bila pri vseh primerih narejena v časovnem obdobju do 15 minut. Pri najmočnejšem potresu stopnje 5+ je bila ocena jakosti in škode precej natančna in podatke so lahko koristno uporabili pri aktiviranju sistemov civilne zaščite. Pri šibkih potresih je bila ocena škode ponavadi precenjena, kar avtorji sistema pripisujejo dejstvu, da je pri takšnih potresih škoda tako malo, da jo je statistično težko oceniti in da je bil sistem kalibriran na urbanih območjih severa, večina potresov pa je bila na podeželju na jugu.

## Uporabnost v slovenskem prostoru

Na prvi pogled nima Slovenija s hitrim ugotavljanjem škode v japonskem megalopolisu nič skupnega. Vendar pa je učinkovita prireditev omejenih sredstev najbolj potrebnim območjem tudi slovenski problem. Potres v Posočju je to



Slika 4. Zemljevid kritičnih prometnih povezav in prevoznih sredstev, ki so na voljo

Figure 4. Map of critical routes and available transportation means

precej jasno pokazal, kljub temu, da ni bil pretirano močan in k sreči ni zahteval žrtev.

Marsikatero informacijo je možno pripraviti že vnaprej in s tem prihraniti res dragocen čas tik po potresu. Pravzaprav bi bili prav vsi elementi opisanega japonskega DIS (predvsem podatki o obsegu, vrsti in ranljivosti gradbenih objektov, podatki o opremi, ki je na voljo, sredstvih in ljudeh ter podatki o kritičnih prometnicah za dovoz pomoči v obliki geografskega informacijskega sistema) nujno potrebni tudi pri nas.

Morda je povsem avtomatiziran sistem, pri katerem bi se komisije odpravile na prizadeto območje kar s prenosnimi računalniki trenutno samo vizija. Centraliziran informacijski sistem odgovornih ustanov in služb pa je ne le realnost, ampak tudi nujnost za katero smo vsaj moralno, če že ne poklicno odgovorni.

## Sklep

Za učinkovito ukrepanje po potresu so potrebne številne informacije, ki jih na tradicionalne načine ne moremo pridobiti v dovolj kratkem času. Sodobna informacijska tehnologija nam s pomočjo geografskih sistemov nudi povsem nove učinkovite možnosti. Za to potrebujemo razmeroma preprosto računalniško opremo. Opraviti pa je treba zelo obsežno delo pri pripravi ustreznih podatkov. Tu smo v Sloveniji še precej na začetku.

## Literatura

- Okayama, K., 1997. Development of the Disaster Information System (DIS/Earthquakes), Disaster Prevention Bureau, National Land Agency, Tokyo, Japan.