

Zaključek

V prispevku so nakazane možnosti uporabe nove tehnologije GIS za potrebe požarne varnosti na področjih strateškega preventivnega načrtovanja in na nivoju operativno-taktičnega vodenja posegov v primeru požarov. Opisani so rezultati pilotske študije in pilotskega projekta, ki smo ga izdelali po naročilu Ministrstva za notranje zadeve, in ocena stroškov in koristi. Ugotovili smo, da je predlagana nalozba ekonomsko upravičena in da so velike možnosti uporabe tehnologije GIS tudi na ostalih področjih obrambe in zaščite (potresi, poplave itd.).

1. Anderson, Hal E., 1983. Predicting Wind-driven wild land Fire Size and Shape. US Dept. of Agriculture.
2. Carrier G., F. Fendell, P. Feldman, 1984. Big Fires. Combustion Science and Technology, vol. 39.
3. GZS, 1989. Ukrepanje ob nesreči z nevarno snovjo (teze).
4. GZS, 1989. Osnove informacijskega sistema požarnega varstva (teze).
5. PGE Novo Mesto, 1989. Idejne zasnove za računalniško podprte informacijske sisteme na področju gasilsko-reševalne dejavnosti v R Sloveniji, delovno travdvo, Novo mesto.
6. Small, R. D., D. A. Larson, H. L. Brode, 1984. Asymptotically Large Area Fires. Transactions of the ASME, 318/106.
7. Tveitdal, S., 1987. Nordisk Kvantif, Arendal.
8. Van Aerde, M., A. Stewart, F. Saccomanno, 1988. Estimating the Impacts of L. P. G. Spills During Transportation Accidents. Journal of Hazardous Materials, 20.
9. Vrhovec, M., 1984. Gasilska taktika, GZS, Ljubljana.
10. ZS za varstvo pred požarom, 1988. Uvajanje in uporaba računalništva v sistemu požarnega varstva v R Sloveniji, Ljubljana.
11. ZSLo, 1981. Priročnik za delo računsko-analitičnih organov v centrih za obveščanje in alarmiranje v družbeno političnih skupnostih, Beograd.

Tomaž Kastelic, Marijan Žura GIS Applications in Fire Safety

In this paper we present some possibilities of GIS technology in fire safety. The goal of geographic information system in fire safety is to support decisions on all levels: from strategic planning to operational intervening. Some results of pilot project sponsored by Ministry of Defense are presented.

OKOLJSKO MODELIRANJE, TVEGANJE IN ODLOČANJE

Branko Kontić*, Svetozar Polić**

Odločanje v zvezi z varnostjo v okolju postaja čedalje zahtevnejše. Upoštevati je treba tveganje in številne druge elemente, kot so nezanesljivost, koristi in javno mnenje. Vsak od teh elementov pa ni tako jasen, kot je videti na prvi pogled, čeprav jih v vsakdanjem govoru radi uporabljamo. Že sama razlaga vsakega od njih pomeni pravo raziskavo.

Ali se torej kljub kompleksnosti problema lahko pomaga odločevalcem s primernim sistemom, splošnimi pravili za ravnanje ali širšimi vidiki na osnovi prejšnjih podobnih odločitev? V prispevku poskušamo informativno opisati vlogo in koristnost okoljskega modeliranja v ta namen. Obdelane so glavne težave pri definiranju tveganja in okoljsko modeliranje kot osnova za sprejemanje odločitev.

Dotik problematike odločanja

Odločanje je proces, v katerem moramo med danimi (izvedljivimi) variantami izbrati eno, in to tako, ki najbolj ustreza našim ciljem. Gre za mentalno aktivnost, ki je del splošnega reševanja problema, igra pa tudi pomembno vlogo v reševanju problema samega. V tem okviru vsebuje sam problem odločanja dovolj lastnih elementov, da ga je smiselno obravnavati samostojno (3).

Odločitve prepletajo naše življenje. Ne prestano spoznavamo različice, ugotavljamo njihove relativne odlike in poudarjamo ustreznost našim potrebam, željam in možnostim. Včasih je odločitev odvisna od reakcij drugih, včasih sta vmešani verjetnost in negotovost ali pa nas zmede možnost usodne napake.

Redko nastopajo primeri, kjer ocenjujemo variante le po eni lastnosti oz. parametru, elementu. V primerih, ko odločamo na osnovi več elementov, govorimo o večparametrskem odločanju. Skoraj vsi realni odločitveni problemi so večparametrski. Srečamo odločitvene probleme z nekaj parametri pa vse do stotin parametrov pri kompleksnih odločitvenih situacijah.

Za olajšanje odločitve oz. za presojo zelo zapletenih vprašanj ljudje pogosto uporabljajo tako imenovane heuristike, tj. mentalne strategije, s katerimi prevedejo zapletene presoje na enostavnejše (8). Ustvarijo si torej enostavnejši model sveta. Ta je v nekaterih okoliščinah uporaben, lahko pa vodi v velike pristranosti, ki igrajo pomembno vlogo pri kasnejšem odločanju. Dodaten problem pri tem je želja po gotovosti. Negotovost vzbuja pri

ljudih tesnobo. Da bi jo odpravili, zanikajo negotovost in vnesejo v stvarnost takšno ali drugačno gotovost (je/ni nevarno). V resnici pa gre pri presoji varnosti oz. nevarnosti za določeno tveganje in možna je le ocena verjetnosti in velikih možnih koristi in škod. Zamislimo si naslednjo situacijo:

Želimo podnevi vstopiti na tuje dvorišče, ki je ograjeno, na ograji pa je opozorilna tabla »Pozor, hud pes!«. Psa lahko vidimo: gre za nemškega ovčarja, ki je odvezan. Kaj več o njem ne vemo. Lastnika ne moremo opozoriti na naš prihod. (Recimo, da je zvočnik pokvarjen).

Sprašujemo se, na osnovi česa (kaj vse moramo upoštevati) in kako (ali so elementi med seboj odvisni, in če so, kako jih kombiniramo) lahko ocenimo verjetnost, da se bo pes zakadil v nas, ko bomo vstopili, ter tveganje, ki mu bomo pri tem izpostavljeni?

Analizo in odgovore na postavljena vprašanja prepuščamo vsakemu posamezniku. Tisto, kar želimo poudariti, je, da bi vsakdo, ne glede na odločitev, ali bo vstopil ali ne, analiziral (modeliral) nastalo situacijo in se odločil.

Kako pa bi se odločili, če bi imeli v žepu klobaso? Ali bi to dejstvo zmanjšalo pomembnost prejšnje analize, ali bi jo kakorkoli izboljšalo in ali bi sploh vplivalo nanjo? Ali bi klobasa v dani situaciji zmanjšala naše tveganje? Gre torej za tipično vprašanje, ali lahko z nekimi ukrepi vplivamo na izpostavljenost in tveganje!?

Izbrani primer je zgolj ponazoritev, kako je lahko vsakdanja situacija zapletena, odločitev o njej pa za enega lahka, za drugega težka, odvisno pač od tega, kaj je kdo pri analizi (odločitvi) upošteval.

Poglejmo sedaj problem izbire lokacije odlagališča jedrskih odpadkov (za ta pripevek ni pomembno, ali gre za nizko-

*** Skupina za oceno posegov v okolje (SEPO), Inštitut »Jožef Stefan«, Jamova 39, Ljubljana.

186 srednje- ali visokoradioaktivne odpadke) in se vprašajamo, kakšno napoved lahko podamo v zvezi s tveganjem prebivalstva zaradi odlagališča? Kakšen model lahko napravimo, da nam pomaga do najboljše odločitve? V primerjavi s prvo situacijo sta tu poleg drugega pomembni naslednji razliki:

- Pri odlagališču odpadkov gre za dolgoročno napoved. Časovna komponenta lahko implicira spremembe v elementih odločanja, ki jih danes še ne moremo napovedati. V prvem primeru pa gre za odločitev s praktično takojšnjimi (možnimi) posledicami.
- Pri odlagališču zadeva odločitev še druge (vprašanje etike!), v prvem primeru pa samo nas.

Zaznava in zavedanje kompleksnosti tovrstne problematike sili v iskanje načinov za njeno obvladovanje. Kaže, da je pot prek modeliranja še najboljša, saj so se odločitve »kar tako« le slučajno izkazale za dobre.

Kaj je tveganje?

V zgornjem poglavju smo nekajkrat omenili tveganje, vendar ga nismo definirali. Tistim, ki jim niso tuje matematične formulacije, je naslednja definicija tveganja jasna in razumljiva (enačba 1):

»Tveganje je merilo za izgubo ali poškodbo (materialna škoda, človeške žrtve) ob upoštevanju verjetnosti dogodka in obsega njegovih posledic.« (1, 4)

$$R(x,y) = \sum F_a \cdot p(e/a) \cdot p(c/e) \quad (1)$$

- kjer je:
- $R(x,y)$ — tveganje na opazovanem mestu (x,y) ;
 - F_a — ocenjena (pričakovana) pogostnost dogodka oz. nezgode (a) (verjetnost ali frekvenca nastopa dogodka);
 - $p(e/a)$ — verjetnost za specifično fizično manifestacijo nezgode oz. incidenta (a) (npr. eksplozija po izpustu vnetljive snovi — glej sliko 1.: dogodek → izid dogodka → izbrano končno stanje dogodka);
 - $p(c/e)$ — verjetnost, da bo specifična fizična manifestacija nezgode oz. dogodka povzročila prav določene posledice v okolju ali na ljudeh.

Za večino pa zgornje definicije ne povedo dosti. Singleton in Hovden (9) sta poskušala razjasniti pomen tveganja s serijo vprašanj:

1. Ali se razlike pri razumevanju tveganja s strani različnih strokovnjakov, ki uporabljajo ta pojem, posledica zgolj različnih žargonov ali pa gre za pomenske razlike, ki jih različni žargoni prekrijejo? Če gre za pomenske razlike, kako so te povezane s cilji in vrednostmi?
2. Ali je tveganje v svojem bistvu le statistična kategorija (verjetnost!) ali pa je možno reči kaj tudi na ravni posameznika oz. posameznega primera?
3. Ali je možno za napovedovanje uporabljati izkušnje iz preteklosti v obliki splošnih pravil?
4. Kadar ni dovolj dokazov, kako strokovnjaki in laiki oblikujejo mnenje? Ali gre pri tem za kvalitativne razlike v pri-

- stopih ali za različno vrednotenje (pomembnostne ocene)? Kako lahko preverimo, če je mnenje veljavno, nesporno?
5. Kako napake oz. standardni odkloni vstopajo v proces odločanja?
 6. Kako so drugi faktorji poleg verjetnosti vključeni v oblikovanje mnenja v zvezi s tveganjem?
 7. Ali je življenjska doba (dolgot življenja) osnovni in glavni kriterij?

Povsem končnega odgovora na vprašanje, kaj je tveganje, ni. Zato razmišljanje lahko sklenemo z naslednjo trditvijo: »Proces je včasih lažje definirati kot izdelek. Če lahko pojasnimo poti raziskovanja tveganja, čeprav pri tem nismo popolnoma opisali tveganja samega, potem smo naredili velik korak naprej.« Kaže, da se moramo tudi s tem zadovoljiti.

Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi strokovnjaki iz nordijskih držav, ki so analizirali tveganje in principe odločanja v zvezi z okoljskim in zdravstvenim tveganjem (7). Poljudna in posplošena predstavitev njihovih rezultatov je na sliki 2.

Prav tako je še vedno nerešeno vprašanje, katera raven tveganja je sprejemljiva in kdo določa sprejemljivost. Razprava je povezana z razumevanjem tveganja, ki se kaže tudi v različni pripravljenosti toleriranja različnih vrst tveganj med različnimi skupinami posameznikov.

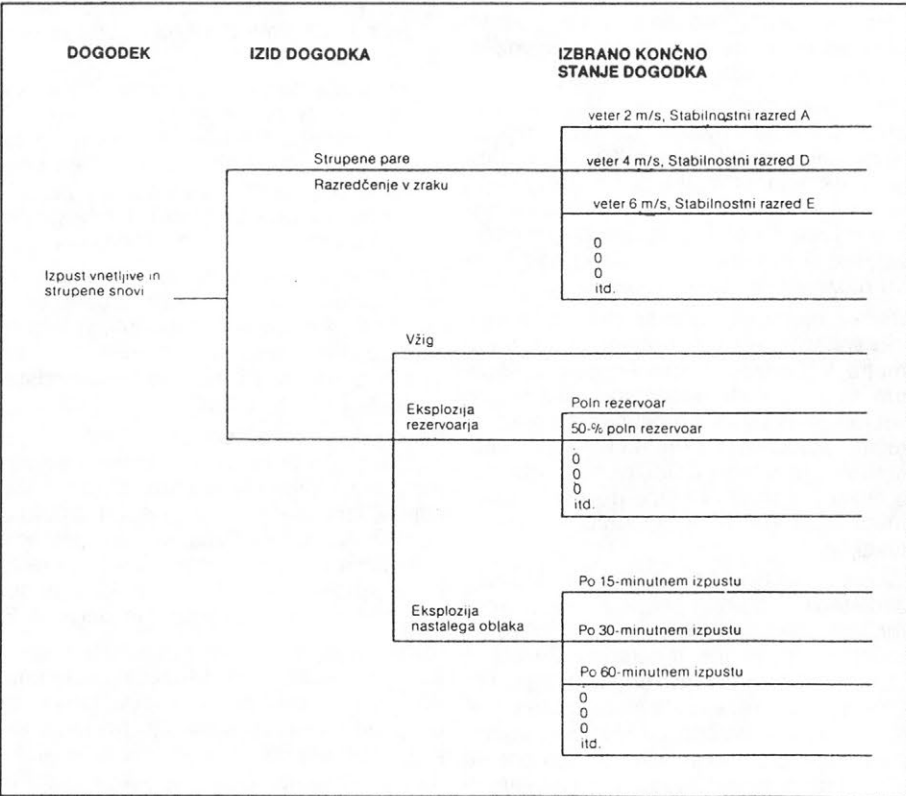
Podlaga ocenjevanja in nadzorovanja tveganja izhaja iz koncepta, da se določena stopnja tveganja sme tolerirati. Brez takega koncepta so kategorije, kot so odločanje in formuliranje strategije nadzorovanja tveganja, ocenjevanje uspešnosti nadzorovanja tveganja itd., brez pomena (11).

Merila sprejemljivosti ali odločanja, ki se postavljajo v teh primerih, so: velikost tveganja in doseženo zmanjšanje, cena zmanjševanja tveganja, izražena v družbenem smislu, ekonomskem smislu in smislu okolja ter učinkovitost nadzornih meril. Meja med sprejemljivostjo in nesprejemljivostjo tveganja ni enoznačna, ampak se predvideva vmesno področje, kjer se priporočajo posegi za zmanjševanje tveganja (10).

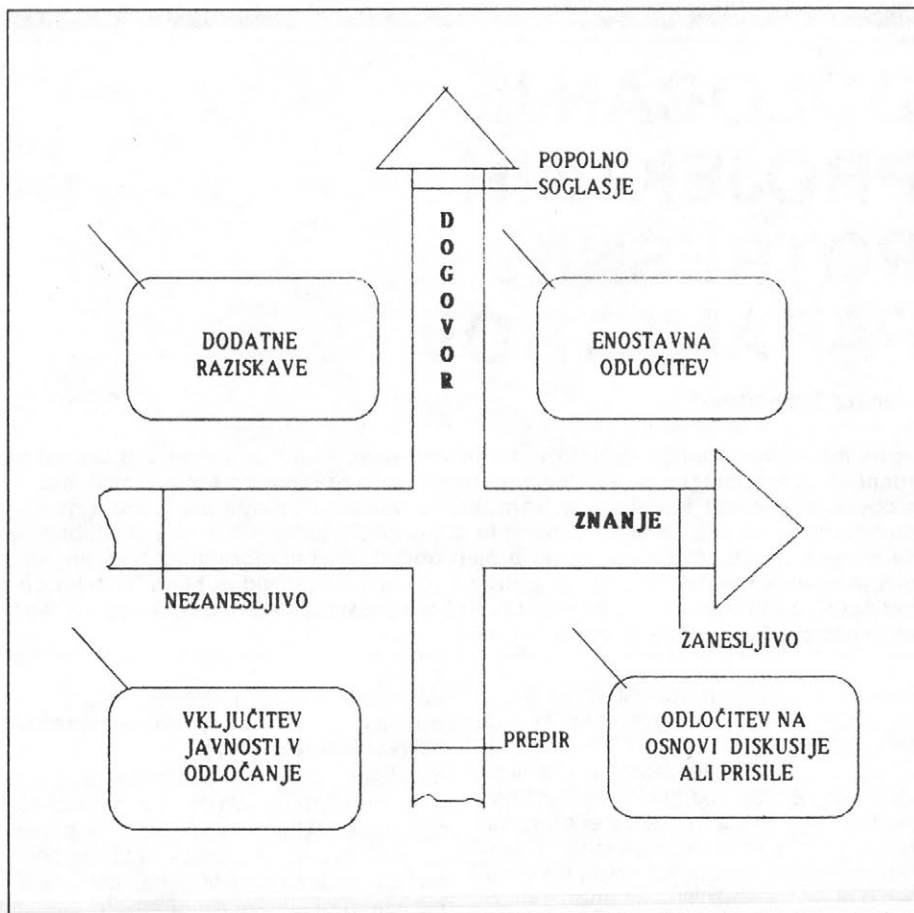
Okoljsko modeliranje

Omenili smo že, da je modeliranje v pogledu uporabe podpora odločanju. Kot samostojna komponenta pa je modeliranje simulacija zbranih procesov, stanj, delov okolja ali kombinacija vseh treh. Slednje je praksa še zlasti v zadnjem času, ko so omogočene kompleksne simulacije z interdisciplinarnimi znanji ob izdatni in nepogrešljivi podpori računalnikov (superračunalniki!?).

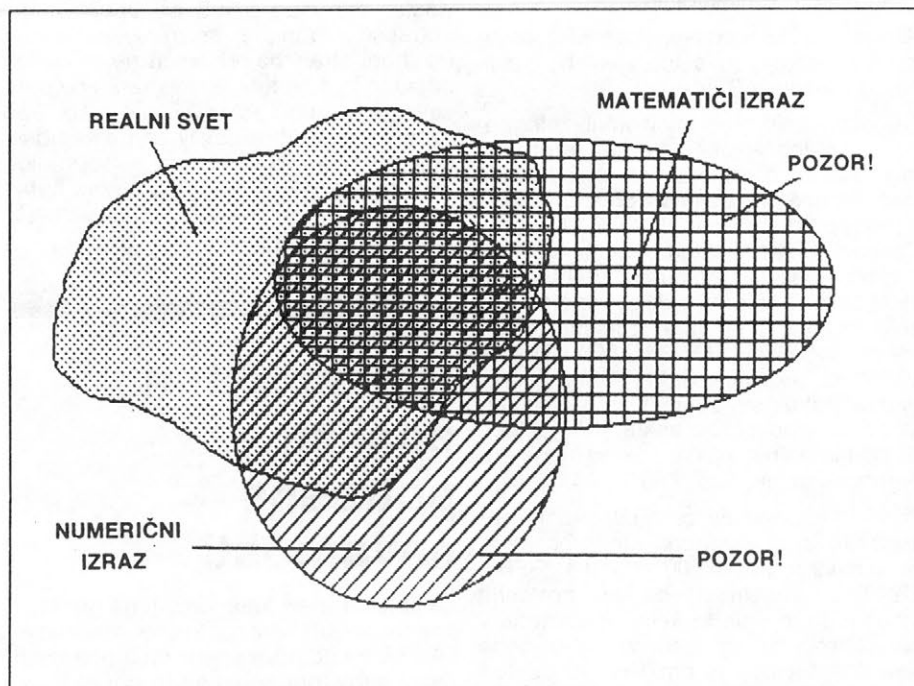
Dotakniti pa se želimo predvsem dveh vprašanj, in sicer: Koliko so modeli zanesljivi oz. koliko jim lahko zaupamo in kako je z etiko v zvezi z modeliranjem in prezentacijo rezultatov?!



Slika 1. Zveza med dogodkom, izidom dogodka in končnim stanjem dogodka.



Slika 2. Možna ravnanja (odločitve) glede na različne stopnje znanja o prihodnosti in dogovora o tem, kaj bi bilo najbolje (7).



Slika 3. Shema verodostojnosti modela.

Naj takoj povelimo, da nas popolno zupanje v modeliranje lahko zavede, če ne preverimo, ali je v območju realnega. Tisti, ki so kdaj modelirali, že vedo, kje so hibe njihovih modelov in zakaj so ravno tam. Na to je opozoril tudi dr. A. Runchal na seminarju s področja modeliranja procesov v vodah, ki je potekal novembra

1991 na Inštitutu Jožefa Štefana. Problem je ilustriral kot je prikazano na sliki 3. Še težje vprašanje v tej zvezi je, **kako velike** so modelske nezanesljivosti, tj. njihova kvantifikacija. S tem problemom se ukvarjajo tudi strokovnjaki Inštituta Jožefa Štefana v okviru mednarodnega projekta BIOMOVs (BIOSpheric Model Vali-

dation Study), ki poteka že od leta 1986. V projekt so vključeni vrhunski strokovnjaki iz Avstrije, Belgije, Francije, Grčije, Japonske, Kanade, Madžarske, Nemčije, Slovenije, Španije, Švedske, Švice, Ukrajine, Velike Britanije in ZDA. Posebna delovna skupina znotraj BIOMOVs-a bo letos za vse tiste, ki se ukvarjajo z modeliranjem, pripravila navodila (guidelines), na osnovi katerih bo možno ob uporabi drugih priporočil (5) določiti vsaj red velikosti napak v posameznem modelu, identificirati glavne vire nezanesljivosti, njihov posamičen prispevek k skupni napaki in jih na osnovi tega poskušati odpraviti. Posebno poglavje navodil bo posvečeno predstavitvi in interpretaciji rezultatov modeliranja ter temu, kako ocenjene nezanesljivosti vključiti v odločanje (2).

Glede etike pri modeliranju naj povzamemo opozorila Jasne Koblar in Maje Simonet (6), ki jih navajata v zvezi z vizualnimi simulacijami kot nove tehnike v prostorskem načrtovanju. Avtorici sta se podrobneje seznanili z vizualnimi simulacijami prostora na podiplomskem dvomesečnem študiju v ZDA, sodelovali pa sta tudi pri študijski delavnici na to temo, ki je potekala junija 1991 na Katedri za krajinsko arhitekturo ljubljanske biotehniške fakultete pod vodstvom profesorja Carla Steinitz s Harvardске univerze iz ZDA. Citiramo: »... Programska in strojna oprema omogočata, da z video kamero prenesesh potrebne slike (npr.: sliko krajine brez posega in sliko ceste, ki je enaka načrtovani) v računalnik in ju s programom (npr. fotoshop) sestaviš, popraviš detajle, da se sliki popolnoma prilegata, ter tako dobiš sliko novega stanja. Dobljeno simulacijo po potrebi spet prenesesh preko kamere na film in razvijaš slike ali diapozitive... Kritično razmišljanje o možnih zlorabah, ki pravzaprav izhajajo že iz samega imena — simulacija (manipulacija), je neizbežno. Že študijsko delo v delavnicah in seminarjih je pokazalo, koliko možnih odgovorov lahko pripraviš na isto vprašanje, če začenjaš z različnih teoretičnih izhodišč. Odvisno od namena je lahko isti poseg prikazan precej različno. V praksi so običajno takšni problemi še bolj kričeči, zato se vprašanje etike sliši vedno glasneje... Vizualne simulacije v prostorskem načrtovanju pomenijo novo področje dela z izjemnimi potenciali in mnogimi pastmi. Glede na omejene predstavnostne sposobnosti človeka, ki ni posebno izobražen za branje načrtov, je način dela z realno sliko enkratna priložnost za izboljšanje komunikacije med naročnikom, uporabniki in načrtovalcem. Vizualne simulacije so lahko korak h kvalitetnejšemu odločanju. Vendar pa je potrebno upoštevati pomemben vidik uporabe vizualnih simulacij, ki lahko postavi celotno zadevo pod vprašaj. Možnost simuliranja posegov v okolje z realno sliko, torej manipuliranj s slikami, prikazi posegov v okolje, odpira namreč možnost prikazovanja po želji in potrebi...» S citatom želimo tudi poudariti, da določena mera kritičnosti do sebe in do nove tehnologije ni odveč!

Zaključka ni! Če se ozremo nazaj, je stroka na omenjeni problematiki opravila veliko delo, če pogledamo naprej, pa vidimo, da nas čaka še trdo raziskovanje pri spoznavanju sveta, v katerem živimo. Znanstveno napovedovanje bo vse pomembnejše!

DOLOČANJE PROJEKTNIH POTRESNIH PARAMETROV

Janez Lapajne*

UDK 550.34

Potresno varno gradnjo urejajo ustrezni predpisi, ki so pogojeni z možnostmi znanosti in tehnologije na eni ter gospodarnostjo gradnje na drugi strani. Ker ni mogoče zagotoviti stoodstotne varnosti, je osnovna naloga potresno varnega projektiranja varovanje ljudi; varovanje materialnih, kulturnih in drugih dobrin je na drugem mestu. Potresno varno grajen objekt torej ni stoodstotno varen, ampak je le velika verjetnost, da ga potres v njegovi življenjski dobi ne bo tako poškodoval, da bi ogrozil ljudi in okolico. Večja ali manjša verjetnost, da bo do tega vendarle prišlo, pa je »potresno tveganje«.

Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih (Uradni list SFRJ, 31/1981 s kasnejšimi spremembami in dopolnitvami: 49/82, 29/1983, 21/1988, 52/1990) predpisuje minimalne zahteve potresno varne gradnje (investitor se lahko odloči tudi za večjo varnost). Z razdelitvijo gradbenih objektov v različne kategorije predpisuje pravilnik glede na pomen, namen in značaj objekta različne zahteve za potresno varno projektiranje.

(Opomba: Do ureditve slovenske zakonodaje ostajajo smiselno v veljavi pravilniki iz nekdanje SFRJ.)

Za načrtovanje objektov II. in III. kategorije, npr. stanovanjske zgradbe, je projektni potresni parameter kar pričakovana **maksimalna potresna stopnja** (intenziteta) po potresni lestvici MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg), ki jo projektant odčita s predpisane seizmološke karte. Od leta 1987 dalje je pri nas v veljavi verjetnostna seizmološka karta. Ta je izdelana za povratne dobe 50, 100, 200, 500, 1000 in 10 000 let. (Povratna doba je čas, v katerem se potres s stopnjo, ki jo navaja karta, pojavi v povprečju enkrat.) Verjetnost, da bo tak potres v času ene povratne dobe presežen, je dobrih 63 %.

Pravilnik predpisuje za projektiranje objektov II. in III. kategorije uporabo karte za povratno dobo 500 let (Ur. l. SFRJ, 52/1990). Verjetnost, da bo potresna stopnja, ki jo daje ta karta, presežena v npr. 50 letih (to je amortizacijska doba navadne stavbe), je približno 10-odstotna. Potresno varno zgrajen objekt se praviloma še ne poruši ob nekoliko močnejšem potresu od načrtovanega, lahko pa se bolj poškoduje.

Za projektiranje objektov I. kategorije, npr. šole, je treba potresno stopnjo določiti z raziskavo zazidalne površine (**potresna ali seizmična mikrorajonizacija**). Pri projektiranju npr. jedrske elektrarne ali visoke vodne pregrade, ki ju pravilnik uvršča med objekte izven kategorije, pa

določitev navadne potresne stopnje ne zadostuje. Zanje terja pravilnik **posebne raziskave seizmičnosti**.

Večje ali manjše potresno tveganje pomeni torej tudi bolj ali manj zahtevno določitev projektnih parametrov in s tem večja ali manjša sredstva, ki jih namenimo za raziskave potresne nevarnosti ozemlja, na katerem gradimo. Pri današnjem stanju seizmologije in sorodnih znanosti bi bilo nedopustno graditi npr. visoko pregrado samo ob upoštevanju potresne stopnje s seizmološke karte. Po drugi strani najbrž nihče ne bi plačal obširnih in dragih raziskav gradbene parcele za navadno stanovanjsko hišo. Seveda pa izsledki raziskav za pomembne objekte bogatijo poznavanje seizmoloških značilnosti celotnega prostora in tako posredno prispevajo tudi k varnejši gradnji drugih objektov.

Verjetnostna analiza potresne nevarnosti

Za objekte izven kategorije terja pravilnik posebne raziskave potresne nevarnosti lokacije za določitev projektnih potresnih parametrov (praviloma so to pospeški in spektralni sestav tresljajev). Pri tem ima verjetnostna analiza prednost pred deterministično. Navadno se določijo projektni parametri za **dve ravni potresnega tveganja**. Večje tveganje se nanaša na t. i. »**projektni potres**«, za katerega je zelo verjetno, da se bo pojavil vsaj enkrat v življenjski dobi objekta, manjše pa na t. i. »**maksimalni potres**«, za katerega je verjetnost nastanka v tem času zelo majhna. Prvega mora objekt prenesti brez po-

1. AIChE — American Institute of Chemical Engineers, 1989. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, New York.
2. BIOMOVs II, Progress Report No. 1, Inter-Science, Nov. 1991.
3. Bohanec, M., L. Gyergyek. Večparametrsko odločanje, podprto z lupino ekspertnega sistema. ELVEA 2,55, 3—4, str.
4. Clifton, J. J., 1988. Risk Analysis and Predictive Techniques, The 1988 European Summer School on Major Hazards, Cambridge.
5. IAEA — Safety Series No. 100, 1989. Evaluating the Reliability of Predictions Made Using Environmental Transfer Models, Vienna.
6. Koblar, J., M. Simoneti, 1991. Vizualne simulacije kot nova tehnika v prostorskem načrtovanju. IB, št. 5—6.
7. NKA — Nordic liaison committee for atomic energy, 1989. Risk analysis and safety rationale, Principles for decisions involving environmental and health risk, Informako gruppen, Stockholm.
8. Polič, M., 1990. Prispevek k preliminarni oceni načrtovanega Cimosovega obrata v Kopru z vidika varstva okolja. SEPO, S-BK-MJ/90-W1110/1, 23. 4. 1990.
9. Singleton, W. T., J. Hovden., 1987. Risk and Decisions, John Wiley & Sons.
10. Van Kuijen, C. J., 1988. Prevention of industrial accidents in the Netherlands. UNEP Industry and Environment, Vol. 11, No. 3.
11. Vojnović, D. 1991. Odločanje brez čustev, le z objektivnimi dejstvi, Delo — Znanje za razvoj, 20. 11. 1991.

Branko Kontič, Svetozar Polič

Environmental Modelling, Risk and Decision Making

Decision making with respect to safety and environment is becoming more and more complex. The risk involved must be taken into account together with numerous other factors such as benefits, the uncertainties and the public perception.

Can the decision maker be aided by some kind of system, general rules of thumb or broader perspective on similar decisions? In the article the role and the benefit of environmental modelling is discussed for that purpose. Difficulties with risk definitions are discussed, too.

* Dr. geofizike, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Seizmološki zavod Republike Slovenije, Kersnikova 3, Ljubljana.