

UPORABA GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA PRI NAČRTOVANJU IN IZVAJANJU ZAŠČITE IN REŠEVANJA

Primož Marolt*

UDK 614.8 : 659.2

Potreba po GIS-ih se je v zadnjih letih izredno povečala, saj omogočajo inteligenten poseg v prostor (1). Vendar pa zahteve po odločitvah in zaščitnih ukrepih ponavadi niso vključene v sistem (2). Glede na to, da je to potrebno in tehnično izvedljivo, je Republiška uprava za zaščito in reševanje v letu 1992/93 ob sodelovanju Prometnotehniškega inštituta v Ljubljani in Inštituta Jožef Štefan financirala projekt, ki bi omogočal uporabo GIS-a za potrebe zaščite in reševanja ob morebitni jedrski nesreči v NEK. Obenem je za varno obratovanje jedrske elektrarne potrebno upoštevati številna priporočila, ki so v skladu z mednarodnimi predpisi in standardi.

Sem spadajo tudi modelne študije, ki z določeno stopnjo natančnosti napovedujejo možnost pojava nenormalnega dogodka (3). Zasnova GIS-a mora izhajati iz načrtov ukrepanja in vodenja v primeru jedrske nesreče tako na ravni države kot tudi lokalnih skupnosti, hkrati pa se organizacijsko navezuje na vse tiste strokovne institucije, organizacije, ministrstva in službe, ki so pristojne oziroma odgovorne za varstvo pred jedrsko nesrečo.

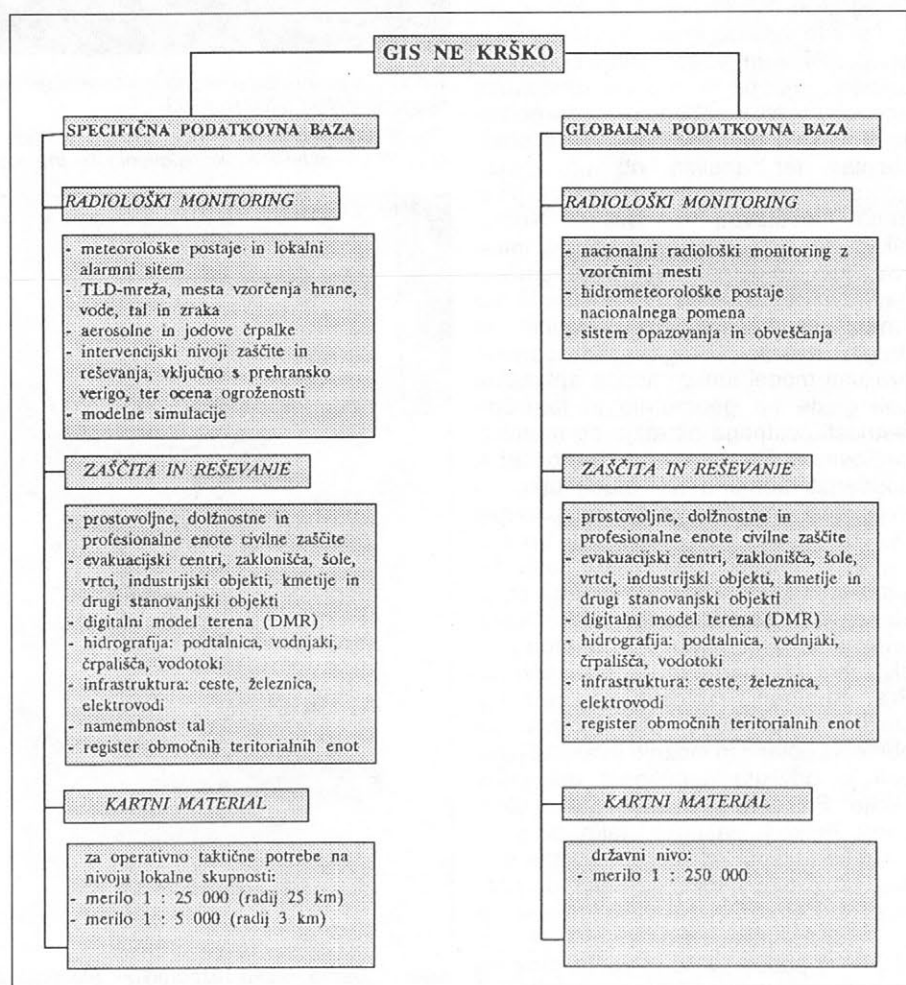
Struktura GIS-a

Struktura podatkov, ki jih vključuje geografski informacijski sistem, je zasnovana na lokalni (specifični) in globalni ravni. Sistem menijev omogoča enostavno izvajanje osnovnih funkcij GIS-a, to je zaje-manje in ažuriranje podatkov, iskanje, analiziranje in prikazovanje podatkov. Pri analiziranju je ena od prednosti sistema v tem, da v za to izdelan uporabniški program išče optimalne poti recimo gasilskih vozil do mesta požara, pri čemer so upoštevane zapore cest. Hkrati pa sistem združuje podatke iz različnih plasti. Z združevanjem informacijskih slojev namreč dobimo nove preseke (informacije), ki vsebujejo tudi grafični prikaz (4). Opre-deljeni so vsi tisti podatki, ki so ali bodo v prihodnje dopolnjevali strukturo GIS-a glede na potrebe zaščite in reševanja ter trenutno radiološko situacijo (slika 1).

Za zgodnje opazovanje in obveščanje so pomembne modelne simulacije širjenja radioaktivnega oblaka, ki omogočajo napovedovanje lokacije, velikosti in oblike območij z različnimi nivoji radioaktivnega sevanja v odvisnosti od trenutnih hidro-meteoroloških podatkov. Integrirani dvo-dimenzionalni model, ki je vključen v GIS omogoča simulacijo radioaktivnega oblaka v vsakem trenutku ob upoštevanju

spremenljivih klimatoloških pogojev. Model se prilagaja tudi različnim časovnim korakom. Poti širjenja (trajektorije) t.i. Gaussovega oblaka so predstavljene za 10- in 25-kilometrski radij v skladu z inter-

vencijskimi nivoji ukrepanja. Model do-loča koncentracije in gradiente koncentracij ob znanem vhodnem podatku o za-četni dozi koncentracije. Koeficiente razredčitve se določa vsakih 30 minut



Slika 1. Struktura podatkovne baze za potrebe GIS-a Krško.

Figure 1. Database structure for GIS application for emergency planning at NPP Krško.

* Mag., Ministrstvo za obrambo, Republiška uprava za zaščito in reševanje, Kardeljeva ploščad 26, 61000 Ljubljana.

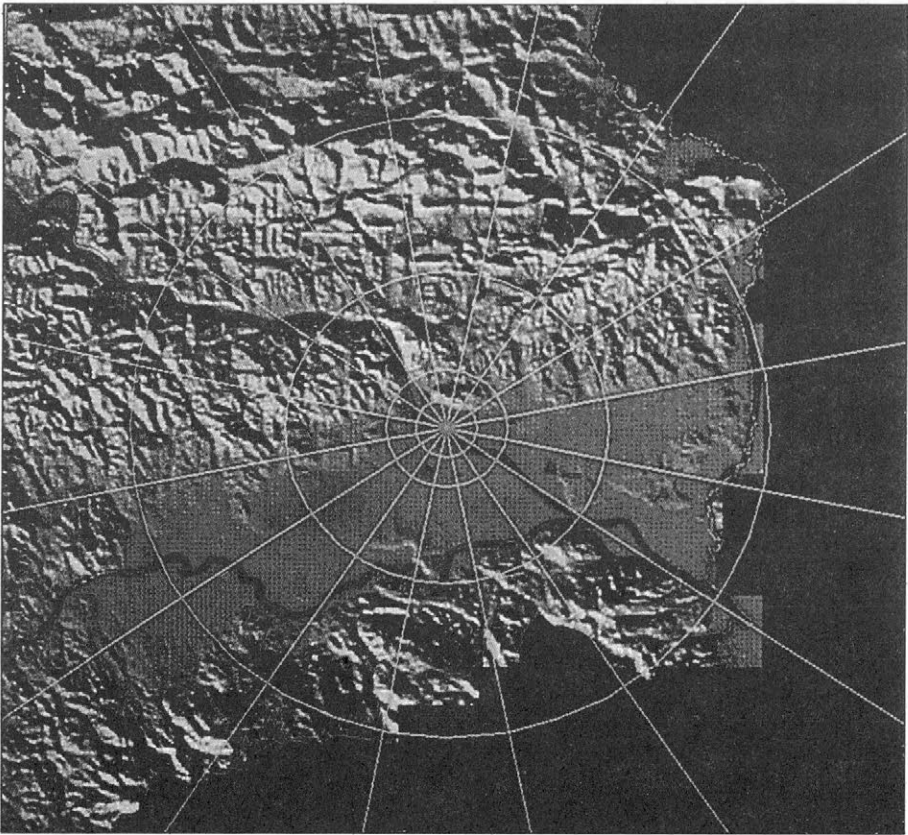
256 oziroma v poljubnem časovnem intervalu. Scenarij evakuacije prebivalstva se določa glede na trenutno in časovno kolikoro toliko konstantno smer in hitrost vetra. V tem je prednost GIS-a, saj hkrati iz statistično generiranih podatkov o prebivalstvu natančno določi število ogroženega prebivalstva znotraj radioaktivnega oblaka. Poti evakuacije se določajo s pomočjo intervencijskih nivojev, in sicer v radiju 3, 6, 10 in 25 km zunaj NEK. Za boljše poznavanje topografskih značilnosti terena, ki vplivajo na razvoj radiološke situacije, s tem pa tudi na postopke evakuacije, je bil za ožje območje NEK izdelan digitalni model terena (slika 2).

Gostota prebivalstva je osnovni podatek, ki ga je pri teh študijah treba upoštevati. Ti podatki so generirani iz statističnih okolišev R Slovenije (slika 3). Pomembnejši podatki o prebivalstvu so recimo število in struktura prebivalstva po gospodarstvih ter migracija prebivalstva (5).

Zaključki

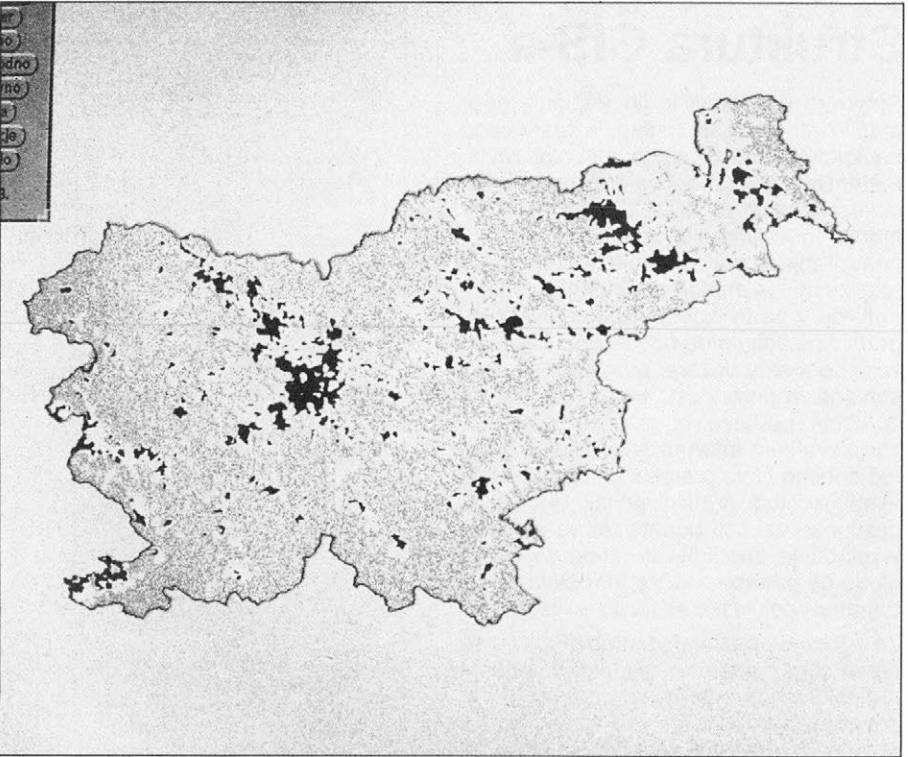
Uporaba sodobne tehnologije kot podpore odločitvam ob naravnih in drugih nesrečah je v svetu vse pogostejša. Geografski informacijski sistem omogoča vrsto analiz, ki se dopolnjujejo s prostorskimi in vsebinskimi podatki v primeru ukrepanja ob nenormalnem dogodku v NEK. Zbiranje, vnos podatkov, njihova grafično-tabelarična predstavitev ter analiza ob primernem uporabniškem programu so faze, ki jih je treba upoštevati v GIS-u. Komunikacijske poti, predvsem cestna infrastruktura, so pomembne za preventivno načrtovanje, vodenje in ukrepanje ter zmanjševanje posledic naravnih in drugih nesreč. Programska oprema oziroma model lahko računa optimalne poti glede na geometrijo in tehnične lastnosti cestnega omrežja ob morebitnih ovirah. Pri tem ni treba posebej poudarjati pomena teh študij tako pri evakuaciji prebivalstva kot pri prevozu nevarnih snovi. GIS omogoča spremljanje in analizo radiološke situacije, simulacijo širjenja radioaktivnega oblaka ter optimizacijo vodenja intervencij pri evakuaciji in oskrbi prizadetega prebivalstva ob morebitni jedrski nesreči. Prav od gibanja radioaktivnega oblaka, števila ogroženega prebivalstva na območju oblaka in možnih evakuacijskih poti je odvisna uspešnost reševalne akcije. Pilotni projekt za jedrsko elektrarno Krško je zasnovan tako, da ga je mogoče razširiti na druge tovrstne študije ranljivosti okolja oziroma ogroženosti, saj se podatki vsebinsko prekrivajo in dopolnjujejo. Pomembna je tudi struktura podatkov, ki je zasnovana na globalnem in specifičnem (lokalnem) nivoju. Specifični nivo zajema območje 25 km zunaj jedrske elektrarne Krško (kartni material v merilu 1 : 25 000),

število in natančnost podatkov pa sta bistveno večja kot pri globalnih podatkih, ki temeljijo v glavnem na podatkih o komunikacijski infrastrukturi v merilu



Slika 2. Digitalni model terena in intervencijski nivoji, pomembni za oceno ogroženosti v primeru nezgode v NEK (RUZR, 1993).

Figure 2. Digital terrain model and intervention sectors of risk assessment at 3, 6, 10 and 25 km radii off-site of NPP Krško, Slovenia (by the courtesy of ACPDR, 1993).



Slika 3. Demografska razporeditev Slovenije z razredi 25, 50, 100 ali več kot 100 prebivalcev/km². V ozadju so vidne večje reke (RUZR, 1993).

Figure 3. Demographic distribution of the Slovenian population, ranking from 25, 50, 100 or over 100 citizens/km². Major rivers are in the background (by the courtesy of ACPDR, 1993).

1 : 250 000, nacionalnem radiološkem oziroma hidrometeorološkem monitoringu ter podatkih o enotah, pomembnih za zaščito in reševanje.

Mednarodno sodelovanje

Članek je bil v razširjeni obliki predstavljen na mednarodni konferenci o nujnem ukrepanju v primeru naravnih nesreč (TIEMEC - The International Emergency Management and Engineering Conference), ki je bila od 18. do 21. aprila 1994 na Floridi, ZDA (6). Na njej so bili predstavljeni članki devetnajstih držav o razvoju in uporabi informacijskih sistemov za potrebe zaščite in reševanja oziroma varovanju okolja. Ugotovitev konference je bila, da je za to potrebno zagotoviti tudi podporo vladnih institucij, kjer se s pomočjo javnih razprav seznanja ljudi z glavnimi cilji varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. S tem pride do usmerjanja političnih odločitev ob hkratnem upoštevanju tržnih zakonitosti. Za vse to je po mnenju sodelujočih potrebna mednarodna izmenjava informacij, za nadaljnji razvoj pa je pomembno tudi to, da se v projekt vključijo institucije (donatorji), industrija, univerze, raziskovalni inštituti in prostovoljne organizacije. Po vsebini so bili prispevki razdeljeni na področja, kot so uporaba geografsko-informacijskih sistemov v primeru ukrepanja, komunikacijski sistemi za preventivno načrtovanje, vodenje in ukrepanje ter zmanjševanje posledic naravnih in drugih nesreč, statistika velikih nesreč, kemični odpadki in ukrepanje, velike tehnološke nesreče, koncept varstva na Norveškem, vloga nacionalnih raziskovalnih inštitutov pri varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami, ukrepanje ob jedrskih nesrečah ter standardi varstva pred naravnimi nesrečami. TIEMEC, ki je bil glavni organizator letošnje konference TIEMEC, je mednarodna organizacija za nujno ukrepanje v primeru naravnih nesreč, v kateri je zastopan tudi interes Zvezne agencije za zaščito in reševanje v ZDA (FEMA) ter njenih izpostav po posameznih zveznih državah (NEMA). Nekateri nacionalni laboratoriji, kot so Los Alamos v New Mexico, Argonne National Laboratories (Illinois), Sandia National Laboratories v Albuquerque (New Mexico) ter Oak Ridge National Lab. (Tennessee), se danes ukvarjajo s preusmeritvijo svojega raziskovalnega dela in tehnologije z vojaškega na civilno področje, ki ga pogojuje tudi novo mednarodno razmerje političnih sil. Nacionalni laboratoriji dobivajo vse manj denarja, njihova glavna naloga pa je pridobitev industrijskih partnerjev za obsežen projekt, ki se kaže v dvojnosti tehnologije za vojaške

in civilne potrebe (odnos vojak : žrtev nesreče).

Ameriška vojska je pred pomembno nalogo, kako uničiti kemične snovi, in sicer na način, ki bo okolju kolikor toliko prijazen, predvsem pa neškodljiv. Zalog, ki so dediščina nekdanje oboroževalne industrije, je okoli 25 000 ton, sestavljajo pa jih tudi živčni strupi in mehurjevci. Nevarne snovi bodo zažigali z incineratorji na osmih oddaljenih in manj poseljenih lokacijah kot sta recimo Richmond v Kentuckyju, New Bathel v Alabami, nadalje v zveznih državah Arkansas, Oregon in Maryland. V projekt so vključena številna zasebna in državna podjetja, nacionalni laboratoriji, Zvezna agencija za zaščito in reševanje (FEMA) ter posamezna ministrstva.

Uradni Washington je zelo zainteresiran za sodelovanje pri ravnanju z nevarnimi snovmi na tleh nekdanje Sovjetske zveze, predvsem pa varnem skladiščenju nevarnih snovi. To vlogo prevzema v Evropi zlasti Norveška, ki opravlja meritve radioaktivnosti na polotoku Kola in v nekaterih drugih delih Rusije. Norveška skupina je bila izredno številna tudi na letošnji konferenci TIEMEC. Sestavljali so jo predstavniki Inštituta za raziskavo zraka, ki deluje pod pokroviteljstvom Svetovne zdravstvene organizacije (WHO; sodelovanje ob zalivski vojni v Kuvajtu) ter (UNEP)/programa za okolje pri OZN; predstavniki norveškega inštituta za tehnologijo in energijo, norveške uprave za jedrsko varnost ter predstavniki posameznih podjetij za trženje.

Prihodnje leto bo konferenca TIEMEC v Oslu. K sodelovanju v upravnem odboru je vabljen tudi Slovenija. Za našo državo je takšno sodelovanje lahko zelo koristno, predvsem pri prenosu znanja in tehnologije na različnih področjih, vključevanju številnih slovenskih raziskovalnih inštitutov, dobri koordinaciji med resornimi ministrstvi, pri čemer ne gre zanemariti tržnega interesa. Vsekakor pa je osnovni cilj sodelovanja na tovrstnih konferencah potrditev našega znanja.

- (1) Mikrohit žurnal, četrtletnik za računalništvo, jesen 1991, str. 13.
- (2) A.M.G. Jarman, 1993. Journal of Contingencies and Crisis Management, Blackwell Business, Exeter, UK, Vol. 1, no. 4, December 1993, p. 229-241.
- (3) Gaertner J.P., 1993. PSA Application for Improvement of Operational Safety and Maintenance in NPP Operation; IAEA, Institute Jožef Stefan, NPP Krško, Argonne National Laboratories, ERIN Engineering and Research, USA; Conference in Ljubljana, Slovenia, May 1993.
- (4) Žura, M., 1993. Podatkovni model Geografsko-informacijskega sistema GISNEK. Prometnotehniški inštitut FAGG, Ljubljana.
- (5) Zavod Republike Slovenije za statistiko. Statistični letopis; statistični okoliši, popis dne 31.12. 1994 na disketah.

- (6) Sullivan, J.D., Suleyman, T., 1994. The International Emergency Management and Engineering Conference, Bridging the Gap Between Theory and Practice (Research and Applications), April 18-21, 1994 Hollywood Beach, Florida, ZDA, p. 448.

Primož Marolt

GIS application for civil protection and rescue in the case of a nuclear power plant accident in Krško, Slovenia

GIS Krško was designed to provide emergency planning for the population in Slovenia, based on potential hazard impacts identified in the facility emergency plan. The Data Base Management System (DBMS) consists of specific and global information levels, i.e. for operational tactical needs. Radiological monitoring includes all the meteorological stations, sampling sites for soil, air, atmosphere and food, iodine and aerosol pumps and the evaluation of critical sectors. The Gauss model simulates the concentration gradients of a nuclear cloud within a radius of 25 km of the NPP Krško and is calibrated with on-line measured data. The simulation model approach considers fundamental physical and operational characteristics of the evacuation network and the optimal evacuation route. For the purposes of Protection and Rescue the following data are determined: evacuation centres, shelters, schools, industrial buildings, land use, farms, infrastructure, emergency warning system, civil protection and fire brigade units, rescue equipment, medical aid and institutions, hydrology, digital terrain model and register of the territorial units of Slovenian territory. The specific data base is graphically transposed using digitalisation of maps on the scale of 1:25000 for a 25 km radius of the NPP and site maps of scale 1:5000 for the radius of 3 km. The data base for the whole country uses a map of scale 1:250000 for the purposes of structures of Civil Protection and other rescue units, both alarm and national monitoring systems. GIS is furthermore a useful tool in developing drill and exercise scenarios. In addition, the database, once established, can be used to assess the merits of various management measures aimed at developing an effective, site-specific evacuation plan.