

182 menti bi bilo potrebno raziskati v posebnem projektu. Ravno tako v tem modelu ni upoštevano stanje prometne varnosti na cestah in verjetnost pojavljanja nezdod.

1. Brogan, J. D., J. W. Cashwell. Routing Models for the Transportation of Hazardous Materials-State Level Enhancements and Modifications. Transportation Research Record 1020.
2. Pijawka, K. D. in sod. Risk Assessment of Transportin Hazardous Material: Route Analysis and Hazard Management. Transportation Research Record 1020.
3. Saccomanno, F. F., A. Y. W. Chan. Economic Evaluation of Routing Strategies for Hazardous Road Shipments. Transportation Research Record 1020.
4. Saccomanno in sod. Interactive Selection of Minimum-Risk Routes for Dangerous Goods Shipments. Transportation Research Record 1148.
5. Scanlon, D. R., E. J. Cantilli. Assessing the Risk and Safety in the Transportation of Hazardous Materials. Transportation Research Record 1020.
6. Zemljčič, V., 1990. Možnosti prevoza nevarnih snovi na območju Republike Slovenije, Ljubljana.

Tomaž Kastelic, Marijan Žura

Selecting the Minimum Risk Route in the Transportation of Hazardous Materials

The transportation of hazardous materials is a broad and complex topic. Percent and weight of accidents of vehicles carrying dangerous goods are growing fast. Modern computer based information system for dangerous materials management is becoming more and more important. In this paper I will present an interactive software system for minimum risk route selection based on the PC ARC/INFO. The model computes optimal path based on accident probability, class of dangerous good and environment sensitivity. Accident probability is computed from traffic accident rates, highway operational speed, traffic volume and technical characteristics of the road-width, radius and slope. Dangerous good are classified into nine classes according to their impact to different sensible environment elements. Those sensible elements are drinking water resources, natural heritage, forestry, agricultural areas, cultural heritage, urban areas and tourist resorts. Some results of system implementation on Slovenia road network will be presented.

MOŽNOSTI UPORABE TEHNOLOGIJE GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV ZA IZBOLJŠANJE POŽARNE VARNOSTI

Tomaž Kastelic*, Marijan Žura**

Hiter razvoj znanosti in tehnike je povzročil skokovit in vsesplošen razvoj na vseh področjih človekovega delovanja. Vsestranska uporaba novih sredstev in novih snovi v spreminjajočih se delovnih in življenjskih razmerah pa ne povzroča samo večje požarne ogroženosti, temveč grozi z najrazličnejšimi nezdodami v delovnem, bivalnem in naravnem okolju.

Spremenjenim razmeram so se morale prilagoditi tudi pri nas že tradicionalne organizacije za pomoč v primeru požara. Dobro organizirane, strokovno usposobljene in sodobno tehnično opremljene gasilsko-reševalne organizacije so se morale poleg izvajanja požarnega varstva specializirati še za reševanje na vseh preostalih področjih od začetnih intervencij v primeru nesreč z nevarnimi snovmi, reševanja oseb in premoženja v prometnih nesrečah, reševanja z višin, iz vode, reševanja zasutih ponesrečencev, oziroma za reševanje in pomoč v katerikoli obliki druge nesreče, ki prazdene ljudi. Glede na obliko organiziranosti, predvsem pri poklicnih gasilskih enotah in tistih prostovoljnih gasilskih enotah, ki imajo stalno dežurstvo, oz. pripravljenost interventnih enot, so gasilsko-reševalne organizacije sposobne hitro ukrepati v primeru kakršne koli nevarnosti ter pričeti odstranjevati posledice nastale v primeru naravnih in drugih nesreč. To pripomore h krepitvi obrambno-zaščitne pripravljenosti in usposobljenosti. Sodoben razvoj znanosti in tehnike pa tem enotam omogoča hitrejšo in učinkovitejšo interveniranje tudi s pomočjo računalniško podprtih informacijskih sistemov. Sodobna tehnologija geografskih informacijskih sistemov (GIS) nam omogoča izdelavo učinkovitih sistemov za podporo odločitev na vseh ravneh upravljanja — od strateškega do operativnega. Namen tega prispevka je prikazati možnosti uporabe te tehnologije na področju požarne varnosti.

Cilji uvajanja tehnologije GIS na področje požarne varnosti

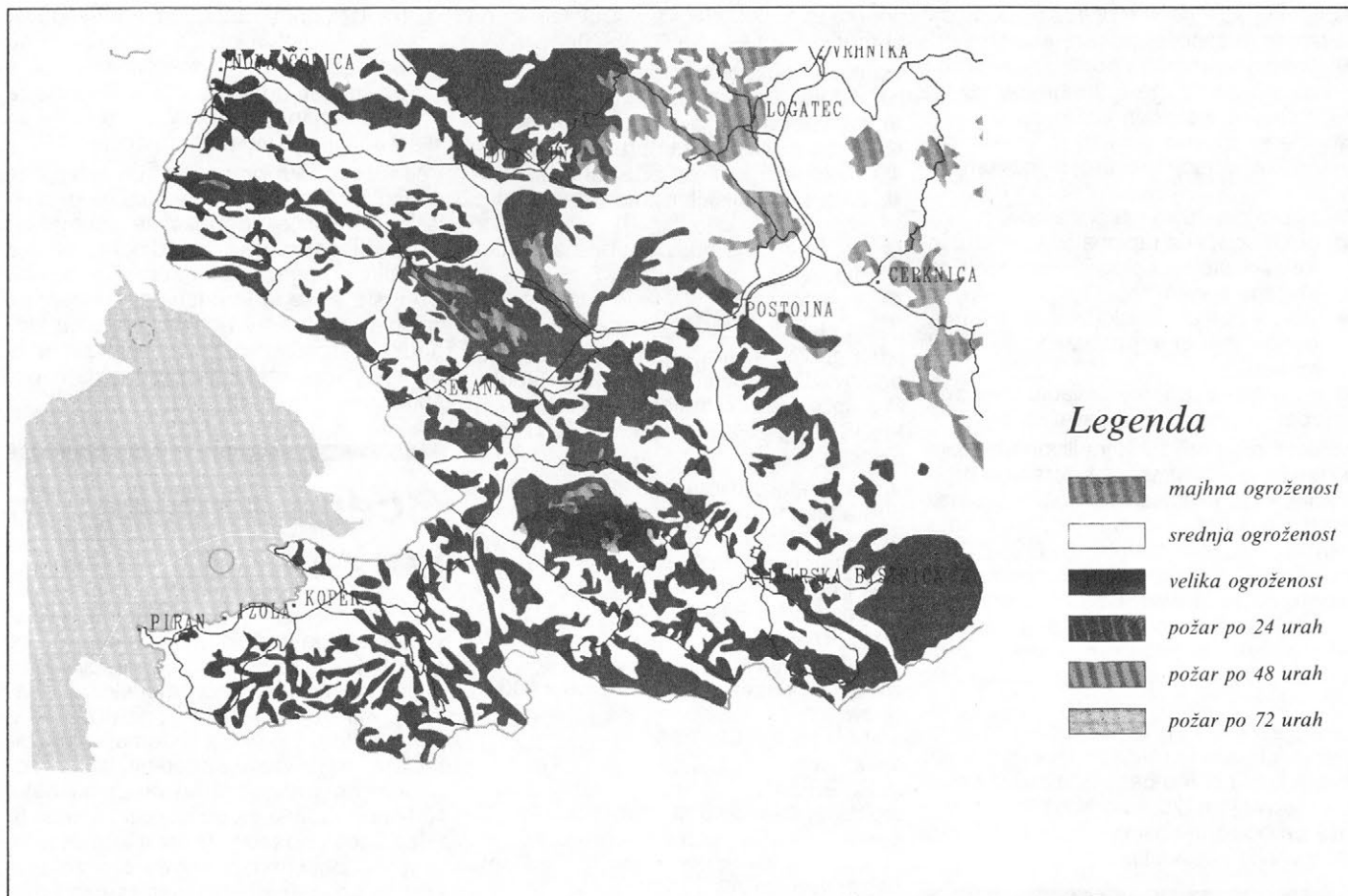
Cilj računalniško podprtega informacijskega sistema požarne varnosti je podpora odločitev pri intervencijah in operativnih dejavnosti ter pri načrtovanju preventivnih ukrepov na strateškem in operativnem nivoju. V ta namen smo leta 1991 po naročilu Ministrstva za obrambo izdelali pilotsko študijo in pilotski projekt z naslovom GIS v požarni varnosti. Rezultati te študije so v strnjeni obliki podani v naslednjih poglavjih.

Analiza obstoječega stanja

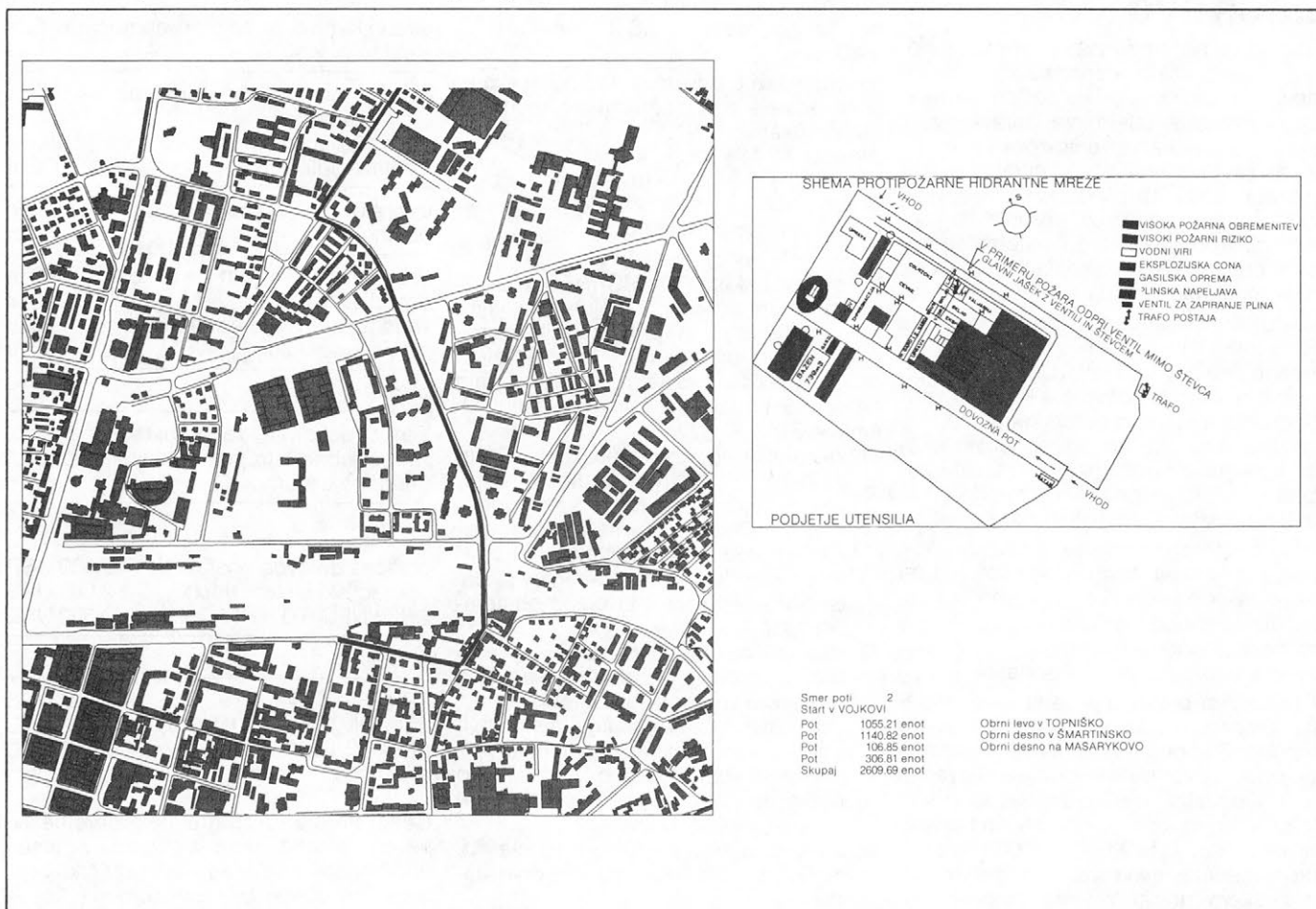
Stanje na področju skupnih osnov družbenega sistema informiranja pri nas ni zadovoljivo. Problemov se lotevamo v glavnem še vedno brez skupnih konceptov in z zamujanjem dogovorjenega programa dejavnosti za izvajanje zakona o družbenem sistemu informiranja R Slovenije.

Analiza stanja na področju zbiranja, obdelave, shranjevanja ter uporabe poda-

*** Dr., Prometnotehniški inštitut, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo.



Slika 1. Prikaz požarne ogroženosti in model širjenja požarov.



Slika 2. Iskanje optimalnih poti pri intervencijah.

184 tkov, ki so pomembni za področje obrambe in zaščite, pokaže naslednje:

- premajna uporaba podatkov, ki so bili zbrani za druge potrebe in so že shranjeni v digitalni obliki,
- onemogočena povezava enakih podatkov zaradi izvedbenih pomanjklivosti,
- podvajanje zbiranja podatkov,
- onemogočena racionalna uporaba informacijske tehnologije v primerih celovitega spremljanja,
- medsebojna neusklajenost informacijskih vsebin in postopkov na raznih ravneh,
- zaostajanje pri vključevanju v mednarodno izmenjavo podatkov.

Največji problem za širjenje obstoječega sistema na Ministrstvu za obrambo predstavlja, kljub kvantitativno dobri opremljenosti z računalniško opremo, nestandarden operacijski sistem CTOS z zelo omejenim naborom standardne razvojne programske opreme. Obstajajo posamezne aplikacije, ki so zasnovane na datotečnem principu, ni pa integriranega informacijskega sistema, zasnovanega na topoloških bazah podatkov.

Obstoječi kadri so usposobljeni za upravljanje z bazami podatkov, izdelavo analiz in širjenje vsebine baz podatkov, z dodatnim šolanjem za uporabo tehnologije GIS pa bodo usposobljeni tudi za razvoj zahtevnejših aplikacij.

Zasnova

Predlagani sistem je zasnovan na tehnologiji geografskih informacijskih sistemov. GIS je računalniško podprt informacijski sistem za zajemanje, shranjevanje, iskanje, analiziranje, prikazovanje in distribucijo prostorskih podatkov. GIS zagotavlja orodja za predstavitev realnega sveta v obliki podatkov, vezanih na prostor. Za vzpostavitev tega sistema so potrebni programska in strojna oprema, podatki, postopki in ljudje.

Obstoječa organizacija bo omogočala delovanje GIS v požarni varnosti tudi po prehodu na novo tehnologijo. Šele v kasnejši fazi, v fazi vzpostavitve kompleksnega distribuiranega prostorskega informacijskega sistema, bo potrebno organizirati izmenjavo podatkov med različnimi bazami prostorskih podatkov (zemljiški kataster, kataster komunalnih naprav itd.).

V fazi pilotskega projekta je bila izdelana eksperimentalna baza podatkov, ki je prostorsko in vsebinsko omejena. V končni fazi prehoda na tehnologijo GIS pa bo baza podatkov vsebovala vse za požarno varnost relevantne podatke.

V pilotskem projektu je zajet tako strateški (planerski) nivo kot operativno-taktični nivo. Za potebe strateškega načrtovanja požarne varnosti Republike Slovenije so bili podatki zajeti z digitalizacijo kart 1:250 000, za operativno taktične potrebe pa s kart 1:5000 in 1:7500. Prostorskoeksperimentalna baza podatkov na strateškem nivoju zajema celotno območje R Slovenije, na operativno-taktičnem nivoju pa je omejena na območje

ene karte 1:5000 (S 43) v Ljubljani in na območje Škofje Loke (1:7500).

Vsebinskoeksperimentalna baza zajema naslednje podatke:

- kataster požarno ogroženih območij,
- kataster virov požarnega ogrožanja,
- kataster črpališč in požarnihajemov,
- kataster gasilskih domov, enot in društev,
- kataster opreme, potrebne za gašenje,
- kataster cest.

Del podatkov je bil prenešen iz že obstoječih grafičnih ali alfanumeričnih baz podatkov (Banka cestnih podatkov Republiške uprave za ceste, informacijski sistem PROSTOR LUZ-a evidenci ROTE in EHIŠ).

V fazi izdelave pilotskega projekta je bila uporabljena strojna in programska oprema, ki je na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo:

IBM PC združljiv računalnik
procesor Intel 80486 25 MHz
8 MB RAM
trdi disk 230 MB
grafična kartica V7 VGA 800 × 600 v 16 barvah
grafični zaslon EIZO 20" miška
PERIFERIJA
digitalnik CalComp 9600 formata A0
peresni risalnik HP 9695 formata A0
elektrostatični barvni risalnik CalComp 58000 formata A0
PROGRAMSKA OPREMA
operacijski sistem DOS 3.3
orodje za izdelavo GIS PC ARC/INFO 3.4D

V končni fazi predvidevamo uporabo grafične postaje z naslednjimi okvirnimi karakteristikami:
procesor 12 MIPS
trdi diski 600 Mb—1 Gb
grafika ločljivosti 1280 × 1024
UNIX operacijski sistem
ARC/INFO 6.0

Na osnovi paketa PC ARC/INFO je bil izdelan sistem aplikacij za zajemanje, iskanje, analiziranje in prikazovanje podatkov, ki bo uporabljen tudi v končni fazi na grafični postaji. Sistem menijev nam omogoča enostavno izvajanje osnovnih funkcij GIS:

- zajemanje in ažuriranje grafičnih in atributivnih podatkov z digitalizacijo, vektorizacijo skeniranih kart (potreben dodaten program CadCore), tipkanjem koordinat, odčitavanjem odatkov z geodetskih inštrumentov (Total Station, GPS) ter konverzijo obstoječih baz;
- iskanje oziroma poizvedovanje po bazi podatkov na osnovi lokacije in na osnovi vrednosti atributov;
- izdelava mrežnih (iskanje optimalnih poti, alokacije kapacitet), ploskovnih (kreiranje vplivnih območij, topološko prekrivanje več informacijskih slojev) in prostorskih (3D) analiz;
- prikazovanje v grafični in tabelarni obliki na vrsto različnih izhodnih naprav;
- simulacija širjenja požarov v naravnem okolju;

(model nam omogoča napovedovanje velikosti in oblike območja, ki ga bo požar zajel po določenem času v odvisnosti od lokacije začetka požara ter smeri in jakosti vetra);

- modeliranje ukrepov pri požarih.

Podsystem nam omogoča spremljanje in vodenje posegov od registracije prijave, iskanja lokacije dogodka na osnovi naslova ali geografske koordinate, iskanja podatkov o ogroženosti območja, določitve vrste posega in interventne skupine, iskanje optimalne poti do lokacije dogodka z upoštevanjem cestnih zapor in dimenzij vozil in izdelave poročila o poslegu.

Ocena stroškov in koristi

Na osnovi izkušenj, pridobljenih z izdelavo pilotskega projekta, ugotovimo, da se pri sprejemanju odločitev uporablja večina podatkov, ki so večnamenski (npr. cestna mreža, lokacije zgradb, vrste zgradb, itd.). Zato se s sistematičnim zbiranjem in vnosom podatkov lahko izognemo dolgotrajnemu in dragemu delu. Nekateri podatki pa so specifični in jih je treba vnesti posebej. Iz rezultatov projekta lahko ocenimo potreben čas za prehod na novo tehnologijo (za vsebino opisan v poglavju 4):

strateški nivo za celotno območje R Slovenije

zbiranje manjkajočih podatkov	960 ur
digitalizacija	480 ur
vnos atributivnih podatkov	480 ur
izdelava aplikacij	960 ur

operativni nivo (za območje povprečne občine)

zbiranje manjkajočih podatkov	480 ur
digitalizacija	240 ur
vnos atributivnih podatkov	240 ur
izdelava aplikacij	480 ur

skupaj 1440 ur

Tem stroškom je treba prišteti še stroške za potrebno strojno in sistemsko programsko opremo:

strateški nivo

grafična delovna postaja	30.000 USD
operacijski sistem unix	2.000 USD
ARC/INFO 6.0	30.000 USD

operativni nivo

PC 486	5.000 USD
operacijski sistem DOS 5.0	200 USD
PC ARC/INFO 3.4D	5.000 USD

Cene strojne in programske opreme so seveda okvirne in so iz meseca v mesec nižje. Nismo pa predvideli grafične periferije, pri čemer bi morali omeniti, da je Ministrstvo za obrambo sofinanciralo nabavo barvnega elektrostatičnega risalnika.

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 travo, 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 prestando 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.