

## NIKA 3.0 - GIS ORODJE ZA ANALIZO TERENA

Marijan Slak\*

### **Izveček:**

UDK: 621.39:355

*Uporaba informacij o prostoru ima odločilno vlogo pri doseganju zastavljenih ciljev pri načrtovanju in izvedbi bojnih dejstev. Tehnologija geografskih informacijskih sistemov (GIS) omogoča učinkovit nadzor in upravljanje s tovrstnimi prostorskimi podatki. Orodja, ki so tudi sestavni del GIS-a, pa omogočajo njihovo analiziranje na najrazličnejše načine. Članek predstavlja nekaj primerov analiz s pomočjo aplikacije NIKA 3.0 v orodju MapInfo. Na ta način pridobljene informacije so vhodni podatki v procese vodenja in poveljevanja v sistemih C<sup>4</sup>I. (Command, Controll, Coordination, Cooperation and Information)*

**Ključne besede:** vojaški procesi, procesi odločanja, geografski informacijski sistem (GIS), digitalni model reliefa (DMR), analiza DMR, sistemi C<sup>4</sup>I

### **NIKA 3.0 - TERRAIN ANALYSIS GIS TOOLS**

### **Abstract:**

*The use of spatial data plays a decisive role in the achievement of goals related to the planning and conduct of combat activities. The technology of the Geographic Information System (GIS) facilitates an effective control and management of these data. The tools, that are also a part of the GIS, allow for the variety of analysis techniques. This article presents some of the analysis possibilities with the application of NIKA 3.0 inside MapInfo. Information obtained in this manner can later be used as input data into command and control processes in C<sup>4</sup>I systems. (Command, Controll, Coordination, Cooperation and Information)*

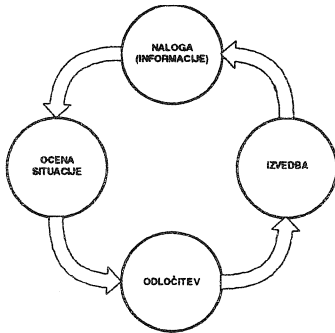
**Key words:** military processes, decision making process, Geographic Information System (GIS), Digital Terrain Model (DTM), DTM analysis, C<sup>4</sup>I systems.

---

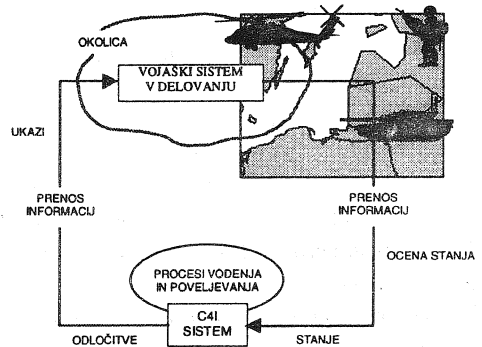
\* Univ.dipl.org., MORS, Sektor za informatiko in komunikacije, Oddelek za geografske informacijske sisteme in računalniško grafiko, Kardeljeva pl. 25, 1000 Ljubljana

### 1. POVEZAVA VOJAŠKIH PROCESOV S PROSTOROM

Vodenje in poveljevanje sta osnovna vojaška procesa pri načrtovanju, usmerjanju, koordiniranju, kontroli in izvedbi nalog na vseh ravneh poveljevanja. Odločilni dejavniki za dosego zmage v boju so: mobilnost, ognjena moč, obveščevalni podatki (informacije) in logistična podpora. Zagotovitev premoči glede na nasprotnika je odvisna od uporabe zgoraj omenjenih dejavnikov in od izkoriščanja možnosti, ki jih nudi prostor (informacije o prostoru) pri načrtovanju in vodenju bojnih dejstvom. Pridobivanje in uporaba prostorskih informacij pri načrtovanju in izvedbi bojnih dejstvom imata odločilno vlogo pri doseganju zastavljenih ciljev.



Slika 1: Proces vodenja in poveljevanja

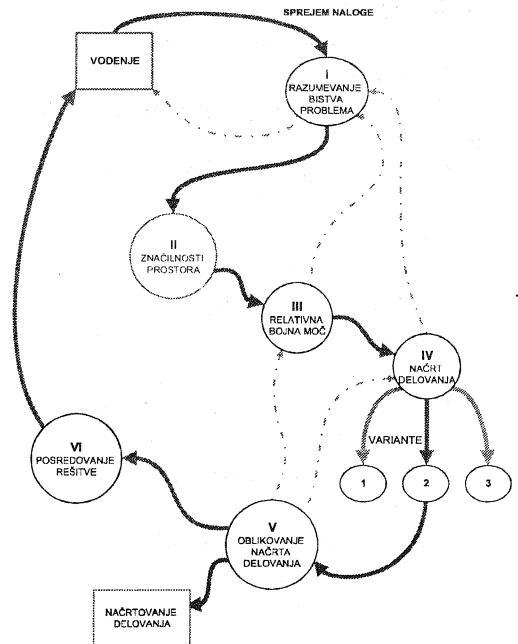


Slika 2: Integracija GIS-ove tehnologije v sistem poveljevanja

Za vojaško načrtovanje, predvsem na taktičnem nivoju, in za oceno situacije so odločilni predvsem trije elementi: prostor, lastne sile in nasprotnik. Prostor ima v procesu načrtovanja bojnega dejstvom pomembno vlogo. V prostoru se odvijajo potencialna in dejanska bojna dejstvom. Vedno moramo imeti v mislih njegove tri osnovne sestavine: kopno, zrak in morje. V članku se osredotočamo predvsem na kopensko komponento prostora.

Prostor moramo obravnavati celovito:

- \* opredeliti pozitivne in negativne vplive prostora na bojna dejstvom obeh strani,
- \* analizirati prostor na strateški, operativni in taktični ravni,
- \* manjše enote analizirajo prostor z uporabo topografskih kart ali neposredno na zemljišču,
- \* rezultati analize morajo zagotoviti optimalno izbiro smeri izvajanja bojnih dejstvom, oziroma izbiro ustreznih geografskih objektov za njihovo organizacijo.



## 2. PROSTOR IN NJEGOVI ELEMENTI

Ocena situacije je postopek, ki ga opravljajo štabi in poveljniki pri načrtovanju bojnega dejstvomjanja. Za izdelavo dobre ocene situacije moramo poznati čimveč parametrov, ki vplivajo nanjo. Z vidika prostorskih podatkov lahko razdelimo parametre, ki vplivajo na oceno situacije, na naslednje skupine:

### a) ocena zemljišča

- \* relief
- \* vegetacija
- \* vrsta tal
- \* možnost prikritega dostopa
- \* možnosti opazovanja in maskiranja
- \* naravne ovire
- \* organizacija ognja
- \* možna območja desantiranja
- \* možni manevri lastnih in nasprotnikovih sil (napad, obramba ...)
- \* možnost uporabe lastnih in nasprotnikovih enot
- \* ključni objekti lastnih in nasprotnikovih enot

### b) hidrografija

- \* obstoječe stanje vodotokov na območju izvajanja bojnih dejstvomjanj
- \* učinki vodotokov na izvajanje bojnih dejstvomjanj lastnih in nasprotnikovih sil

### c) klima in vremenska situacija

- \* vremenski pogoji (dež, sneg, megla...)
- \* vpliv na lastne in nasprotnikove sile

### d) transport

- \* komunikacije (cestne, železniške..)
- \* letališča
- \* ocena splošnih transpornih zmogljivosti lastnih in nasprotnikovih sil

### e) zveze

- \* ocena splošnih zmogljivosti sredstev za organiziranje zvez lastnih in nasprotnikovih sil

### f) logistika

- \* možni koridorji zaledne oskrbe bojnih dejstvomjanj in načini transporta
- \* lokacije zalednih baz

V sklopu taktičnih lastnosti zemljišča je najpomembnejša prehodnost zemljišča. Vpliva na hitrost gibanja in izbiro smeri. Osnovni dejavniki, ki vplivajo na prehodnost zemljišča, so:

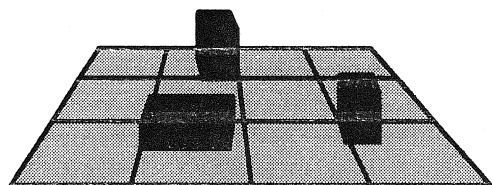
- \* višinske razlike in nagib terena,
- \* vodotoki, reke, kanali, potoki, jezera, močvirja,
- \* naravne ovire: hudourniki, grape, useki,
- \* umetne ovire: ograje, nasipi, kanali,
- \* trajna pokritost tal (gozdovi, žive meje, sadovnjaki),
- \* začasna pokritost (razni poljedelski in drugi nasadi),
- \* geološka sestava (vrsta, trdota, kemična sestava) in
- \* atmosferski pojavi (dež, sneg).

### 3. UPORABA TEHNOLOGIJE GIS-A

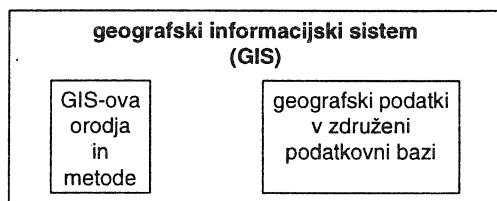
Z uporabo GIS-ove tehnologije lahko v računalniku shranimo poenostavljeni digitalni model zemljišča. Prostorske in opisne podatke, ki predstavljajo določeno stvarno okolje oziroma geografske pojave v njem, lahko z ustreznimi GIS-ovimi orodji shranjujemo in obdelujemo, tako da jih lahko predstavimo v enostavnejši obliki. Tak pristop omogoča uporabo različnih tehnik za analizo, hranjenje, obdelavo in predstavitev podatkov. Pravo moč GIS-a predstavlja informacija, ki jo dobimo z ugotovitvijo novih odnosov med navidez neodvisnimi podatki. Za izbiro dobrih odločitev so vedno potrebne zanesljive informacije. Le te lahko zmanjšajo negotovost pri odločanju. Tako izvedene kakovostne prostorske informacije lahko uporabimo kot osnovo za lažje in boljše odločanje tudi v vojaških procesih.



abstrakcija in poenostavitev



fizična predstavitev



Slika 4: Osnovna zamisel GIS-a

S tehnološkega vidika GIS učinkovito ureja in izkorišča digitalne prostorske podatke, ki so shranjeni v povezani bazi podatkov. Podatki, shranjeni v združeni bazi podatkov, nudijo izbrane geometrične, grafične, topološke in tematske lastnosti geografskih pojavov. Opisni in geometrični podatki so v GIS-ovih sistemih običajno fizično ločeni v dveh različnih bazah, enolični identifikatorji prostorskih pojavov pa omogočajo njuno učinkovito povezavo.

Digitalni podatki, ki so shranjeni v GIS-u, niso več podobni vizualni predstavitvi na analognih kartah. GIS-ovi podatki so običajno urejeni v tabele in shranjeni v fizičnih datotekah. Lahko jih uporabimo za predstavitve v obliki kart, grafičnih prikazov, tabel, opisnih ali statističnih pregledov. V tem je tudi bistvena prednost GIS-a. GIS lahko združuje, povezuje in analizira vsebinsko in kakovostno različne prostorske podatke.

### 4. ANALIZA TERENA Z ORODJEM NIKA 3.0

Programski paket NIKA 3.0 deluje v okolju programa MapInfo 4.X in je namenjen za vodenje taktične situacije, vodenje evidence enot in materialnih sredstev ter enostavne analize vojaške moči in analize terena. V sklopu analize terena gre predvsem za analiziranje digitalnega modela reliefa na najrazličnejše načine.

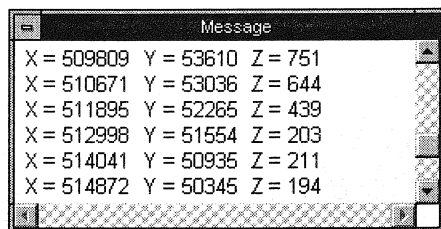
Digitalni model reliefa (DMR) imenujemo vsako digitalno obliko interpretacije zemeljske površine. DMR je za vojaškega analitika zelo pomemben podatkovni sloj, če ne najpo-

membnejši, saj se vse vojaške akcije odvijajo na terenu. Zato je DMR običajno prvi sloj, ki si ga uporabnik zagotovi pri analizi prostora. Iz njega je mogoče izdelati nekaj podatkovnih slojev: perspektivni pogledi, plastnice reliefa, prečni prerezi terena, karte vidljivosti, nakloni in usmerjenosti terena, umetno senčenje terena, analiza razvodij ...

Program MapInfo sam po sebi ne omogoča analiziranja DMR in je predvsem namenjen kartiranju in analiziranju opisnih prostorskih podatkov. Aplikacija NIKA 3.0, ki je nadgradnja programa MapInfo, pa funkcionalno omogoča tudi analiziranje DMR. V nadaljevanju bodo predstavljene osnovne funkcije za analizo DMR z orodjem NIKA 3.0.

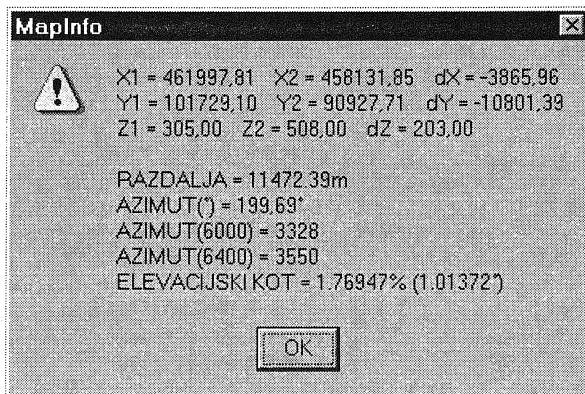
**a) orientacija v prostoru (X, Y in Z koordinate in azimuti)**

Aplikacija NIKA 3.0 omogoča ugotavljanje X, Y in Z koordinate poljubne točke znotraj DMR. Koordinate izpiše v okno »Message«.



Slika 5: Izpis koordinat v okno »Message«

Posebna funkcija omogoča ugotavljanje azimuta med dvema točkama. Na osnovi pokazane začetne in končne točke se v dialognem oknu izpišejo koordinate pokazanih točk, razdalje, razni azimuti in elevacijski kot.

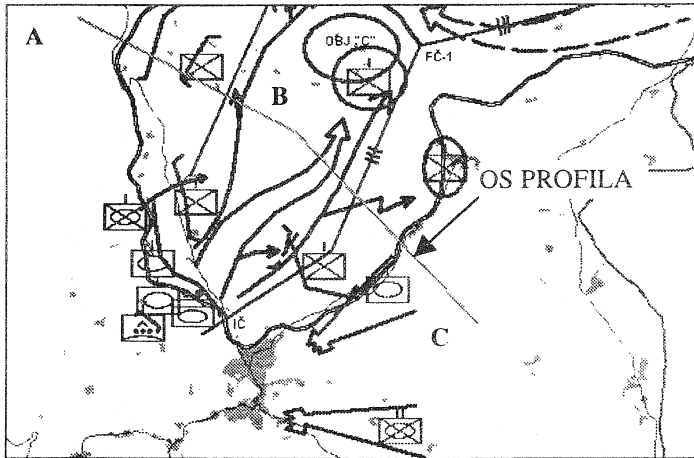


Slika 6: Izpis koordinat in azimutov

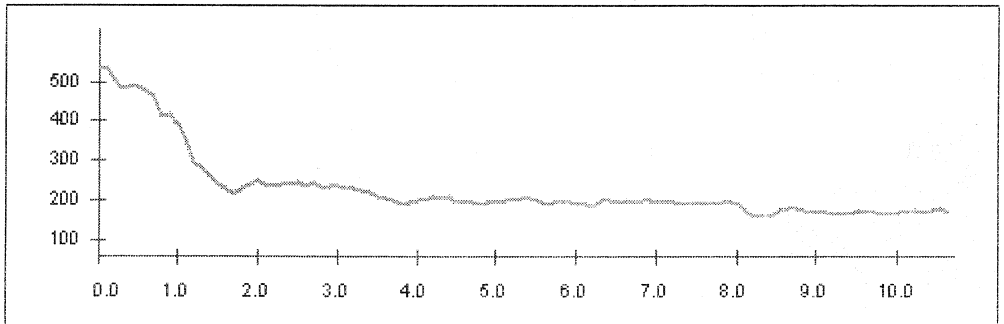
**b) izračun vzdolžnega prereza terena**

V inženirskih aplikacijah, kot so projektiranje cest, železnic ali vodovoda, predstavlja osnovni izračun DMR-ja prečni in/ali vzdolžni profil terena. Namen teh izračunov je najpogosteje višinsko izrednotenje poteka trase ceste ali železnice in določitev količine materiala, ki ga je potrebno izkopati ali nasuti pri izgradnji. V vojaških programih je možno

avtomatizirati in pospešiti postopke ugotavljanja optimalnih premikov enot, kritičnih cestnih odsekov ali razgibanosti površja.



Slika 7: Situacijski prikaz osi profila

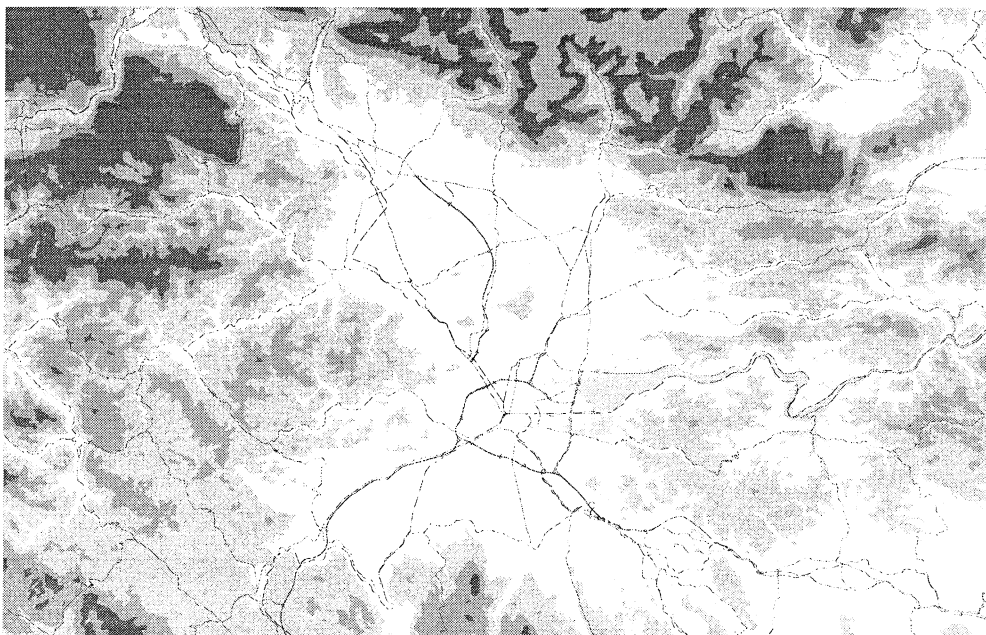


Slika 8: Vzdolžni profil DMR

### c) izračun višinskih pasov terena (Level slice analysis)

Med načini razlage DMR je tudi hipsometrični prikaz terena, kjer so posamezne višine obarvane z ustrežno barvo. Funkcija LEVEL SLICE uporabniku omogoča prikaz višinskih pasov enega ali več določenih območij višin.

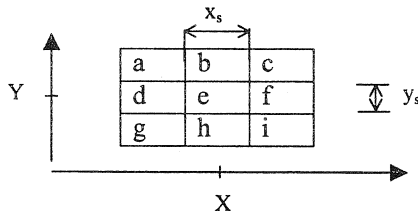
Slika 9: Dialogno okno za vnos parametrov za izračun višinskih pasov



Slika 10: Karta višinskih pasov

**d) izračun naklonskih pasov terena (Slope analysis)**

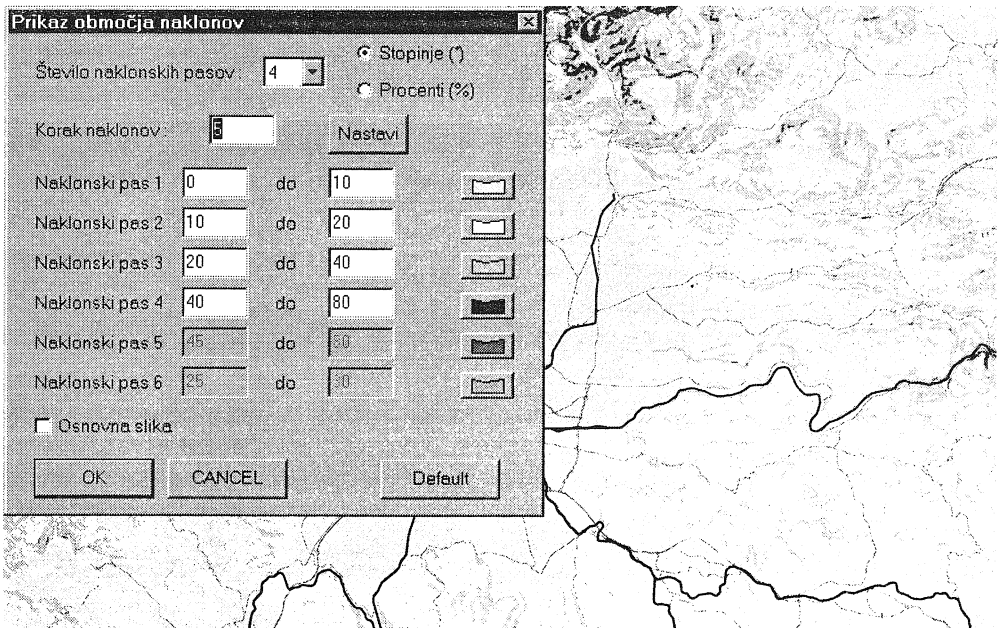
Naklon terena je za vojaškega analitika osnovni parameter za izračun prehodnosti. Določen je s tangentno ravnino digitalnega modela reliefa v poljubni točki oziroma kot njegov prvi odvod. Podajamo ga v stopinjah ali odstotkih. Za izračun naklona terena uporabljamo matriko višin velikosti 3 x 3.



Gridna celica na koordinati X, Y ima višino »e«. Za izračun naklona v gridni celici X, Y potrebujemo višine vseh sosednjih gridnih celic (a, b, c, d, f, g, h, i). Vrednosti  $x_s$  in  $y_s$  predstavljata velikost posamezne gridne celice. Izračun naklona ponazarjajo naslednje enačbe:

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= c - a & \Delta y_1 &= a - g & \Delta x &= \frac{(\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3)}{3x_s} \\ \Delta x_2 &= f - d & \Delta y_2 &= b - h & \Delta y &= \frac{(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3)}{3y_s} & s &= \frac{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}}{2} \\ \Delta x_3 &= i - g & \Delta y_3 &= c - i \end{aligned}$$

Podobno kot višinske pasove zgoraj, lahko analiziramo tudi naklone terena. Izdelamo lahko prikaz naklonskih pasov enega ali več določenih območij naklonov terena.

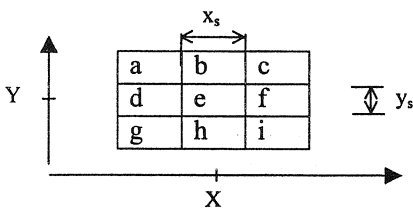


Slika 11: Dialogno okno za vnos parametrov in karta naklonskih pasov

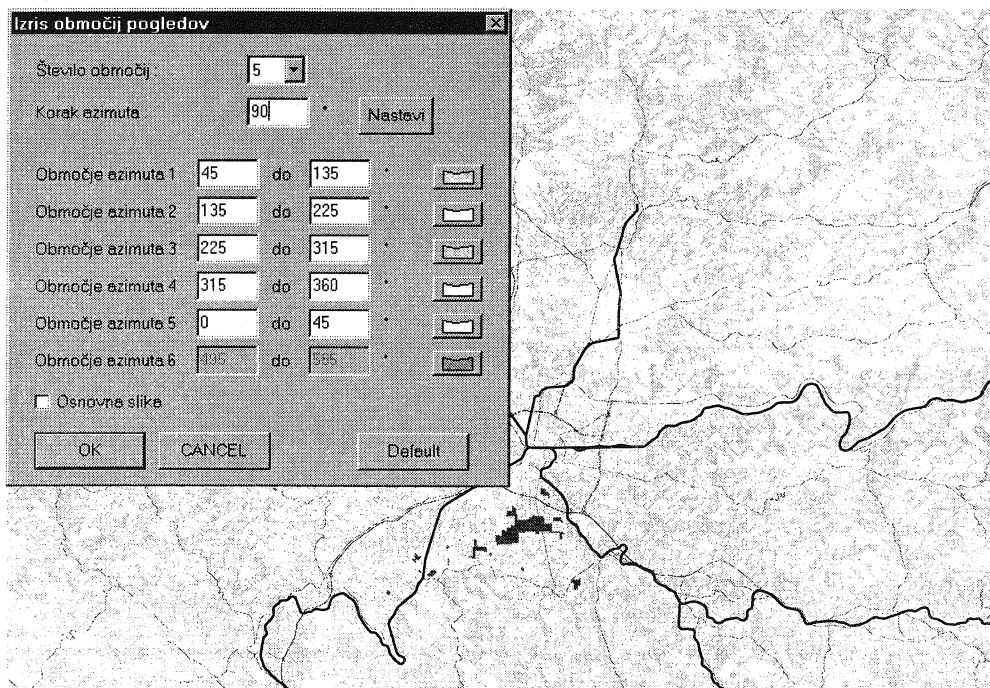


**e) izračun pogledov terena (Aspect analysis)**

Podobno naklonom terena lahko iz digitalnega modela reliefa izračunamo usmerjenost terena. Običajno jo podajamo z devetimi razredi, ki ustrezajo glavnim smerem neba (S, SV, V, JV, J, JZ, Z, SZ) in ravnemu terenu. Izračun usmerjenosti terena predstavljajo naslednje enačbe:



$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= c - a & \Delta y_1 &= a - g & \Delta x &= \frac{(\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3)}{3} \\ \Delta x_2 &= f - d & \Delta y_2 &= b - h & \Delta y &= \frac{(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3)}{3} \\ \Delta x_3 &= i - g & \Delta y_3 &= c - i & \theta &= \tan^{-1} \left( \frac{\Delta x}{\Delta y} \right) \end{aligned}$$

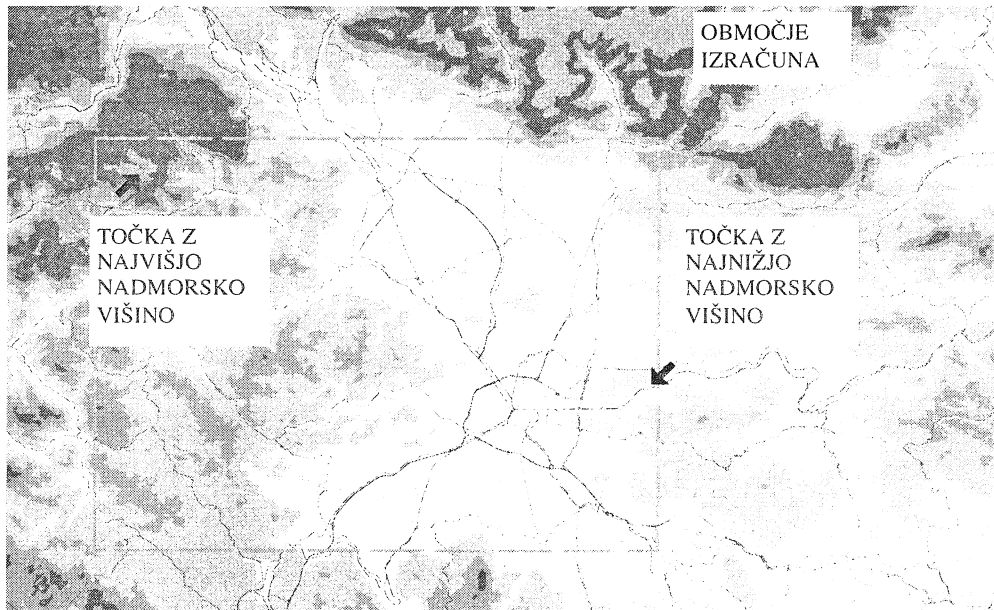


Slika 12: Dialogno okno za vnos parametrov in karta pogledov terena (ekspozicije)

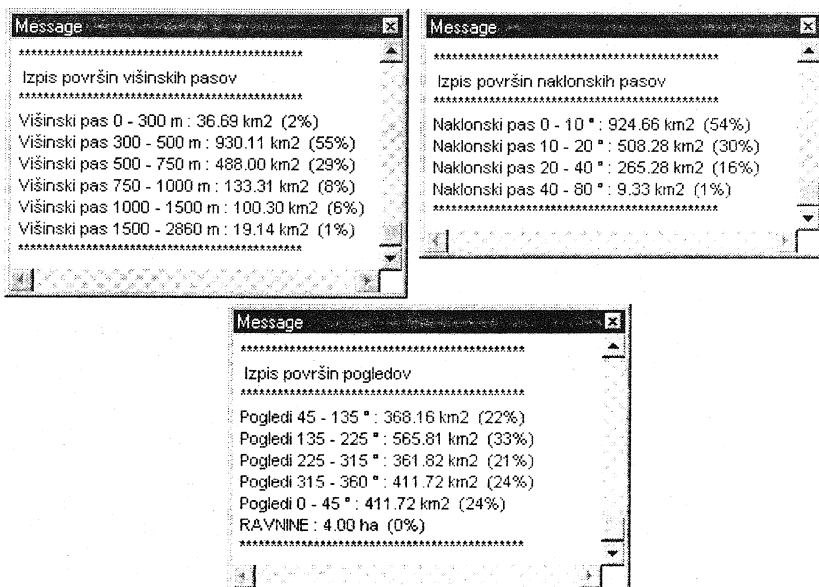
Območja označena v barvi MAGENTA predstavljajo popolne ravnine z navpično normalo. To so predvsem jezerske površine.

**f) izračun deležev površin posameznih razredov predhodnih treh analiz**

Zelo uporabna funkcija v aplikaciji NIKA 3.0 je izračun deležev površin posameznih razredov predhodnih treh analiz. Izračun deležev površin lahko izvajamo na poljubnem pravokotnem območju.



Slika 13: Karta višinskih pasov s prikazanim območjem analize



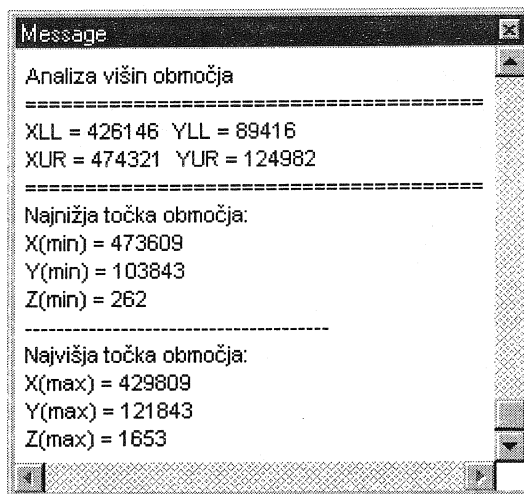
Slika 14: Izpis rezultatov analize deležev površin posameznih razredov

### g) ugotavljanje točke z najmanjšo in največjo nadmorsko višini na območju

Funkcija za ugotavljanje točke najvišje in najnižje nadmorske višine DMR je zelo uporabna predvsem pri določanju položaja izvidnikov, položaja radar-skih sistemov in podobno.

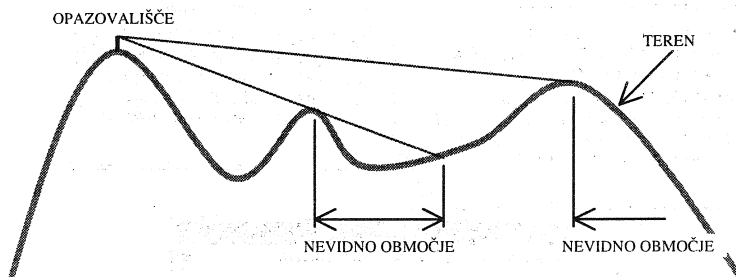
Rezultat analize DMR se izpiše v oknu »Message« v tekstovni obliki, na karti pa se z rdečo puščico prikaže lokacija najvišje nadmorske višine in z modro lokacija najnižje nadmorske višine (glej sliko) na izbranem območju.

Slika 15: Izpis rezultatov analize lokacije najvišje in najnižje nadmorske višine

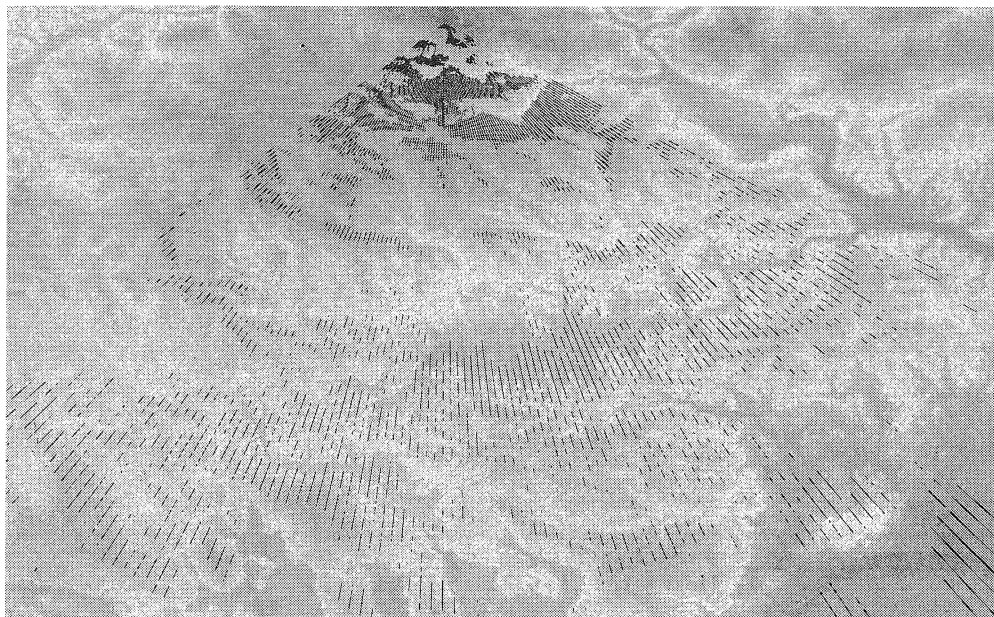


### h) izračun optične vidljivosti na višini terena

Posebna funkcija v sklopu aplikacije NIKA 3.0, je tudi izdelava karte vidnosti. Določanje vidnosti med različnimi točkami na zemeljskem površju je zelo pomembno za načrtovanje radijskih zvez in vojaških operacij. Karta vidnosti predstavlja vidna oziroma nevidna območja z določene točke na terenu - opazovališča. Način določanja temelji na metodi iskanja črt vidnosti. Vse točke, za katere program izračuna, da niso zakrite, se na določen način označijo. Način iskanja vidljivosti prikazuje slika 16. Izgled karte vidnosti, kjer so črte vidnosti prikazane v obliki žarkov, prikazuje naslednja slika.



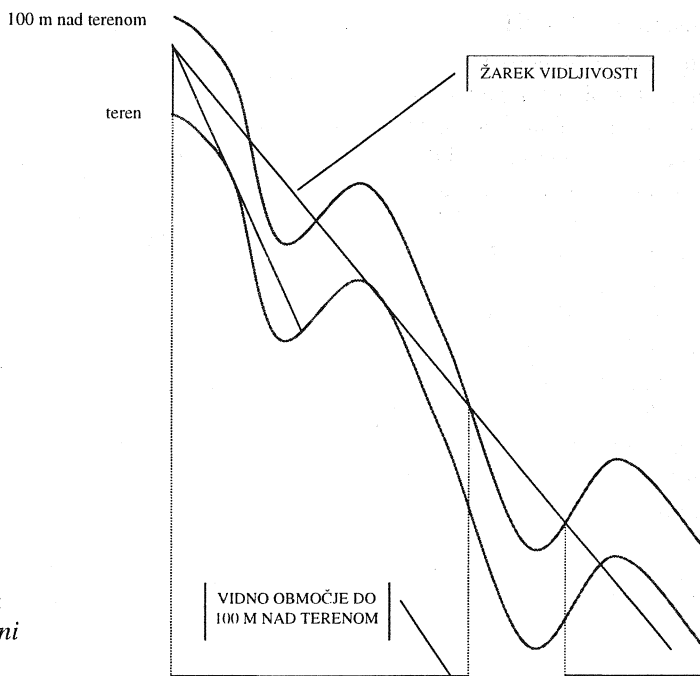
Slika 16: Algoritem iskanja vidljivosti



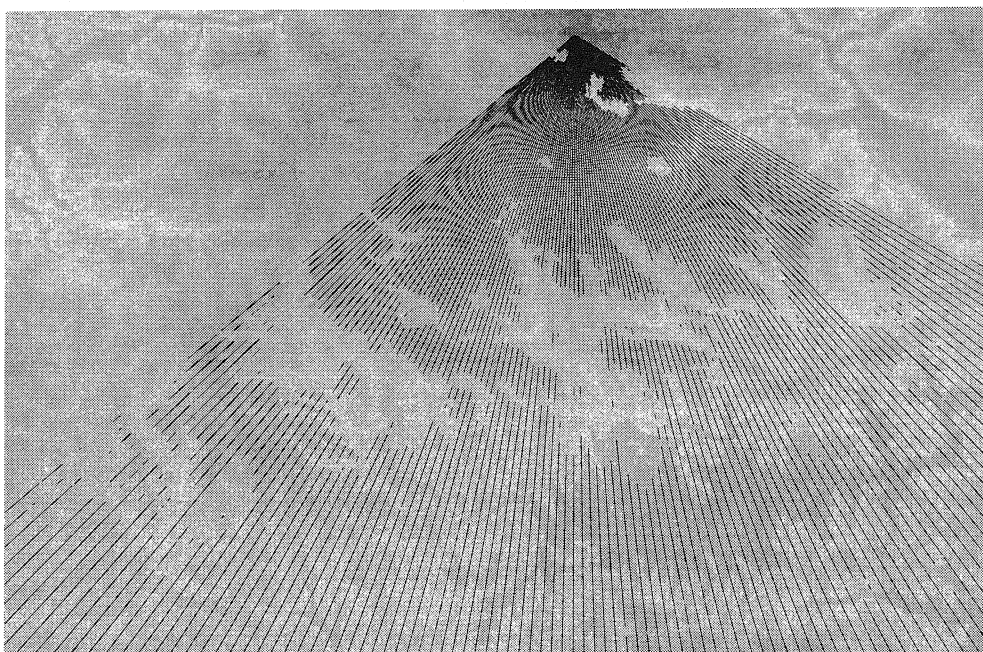
Slika 17: Karta optične vidljivosti

**i) izračun optične vidljivosti na določeni višini nad terenom**

Iskanje območij optične vidljivosti na določeni relativni višini nad terenom je podobno zgornji analizi. V tem primeru nas ne zanima vidljivost na terenu temveč vidljivost na neki relativni višini nad terenom.



Slika 18: Postopek iskanja vidljivosti na relativni višini nad terenom

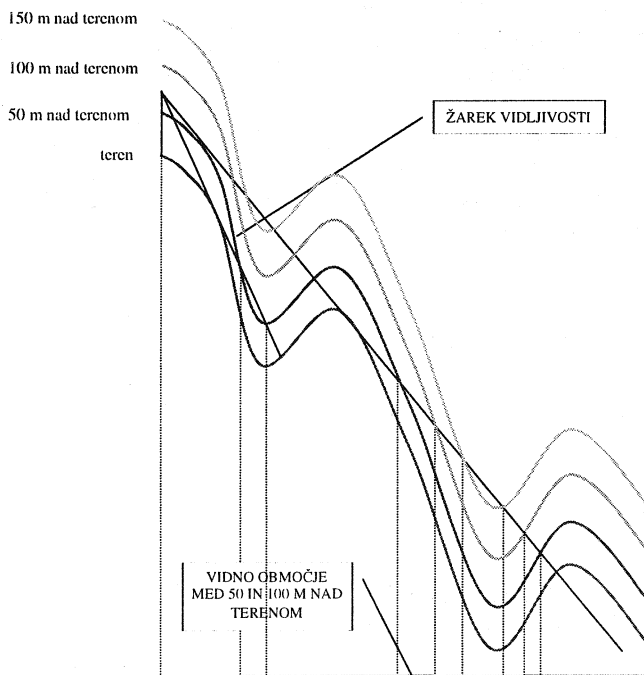


Slika 19: Karta optične vidljivosti na relativni višini nad terenom

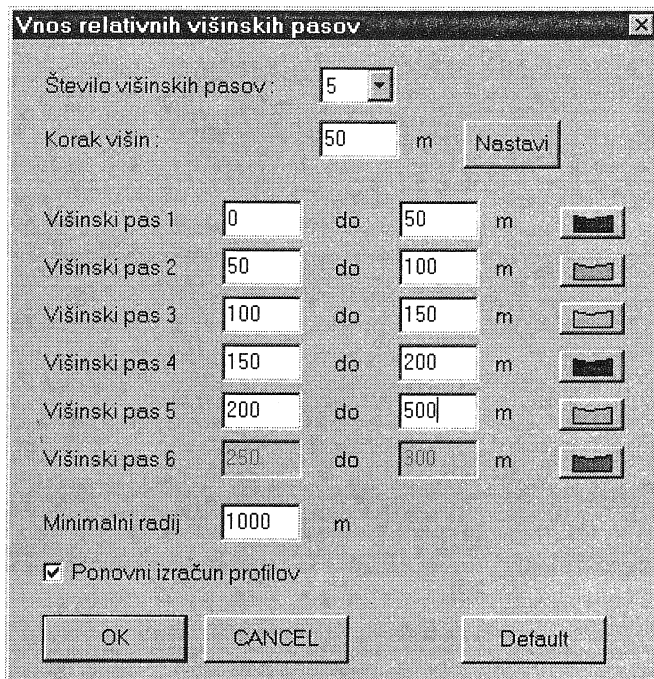
**j) izračun relativnih pasov radarja na območju**

Funkcija je namenjena izrisu relativnih višinskih pasov vidljivosti s poljubne izhodiščne točke. Program na osnovi DMR izračuna območja na katerih so objekti vidni v poljubnih višinskih pasovih. Število in območje višin posameznih višinskih pasov določa uporabnik sam.

Rezultat izračuna je žarkovje višinskih pasov, kjer barva žarka predstavlja določen višinski pas. Na območju modrih žarkov lahko iz mesta opazovanja vidimo objekt, ki je 150 metrov nad terenom ali višje.

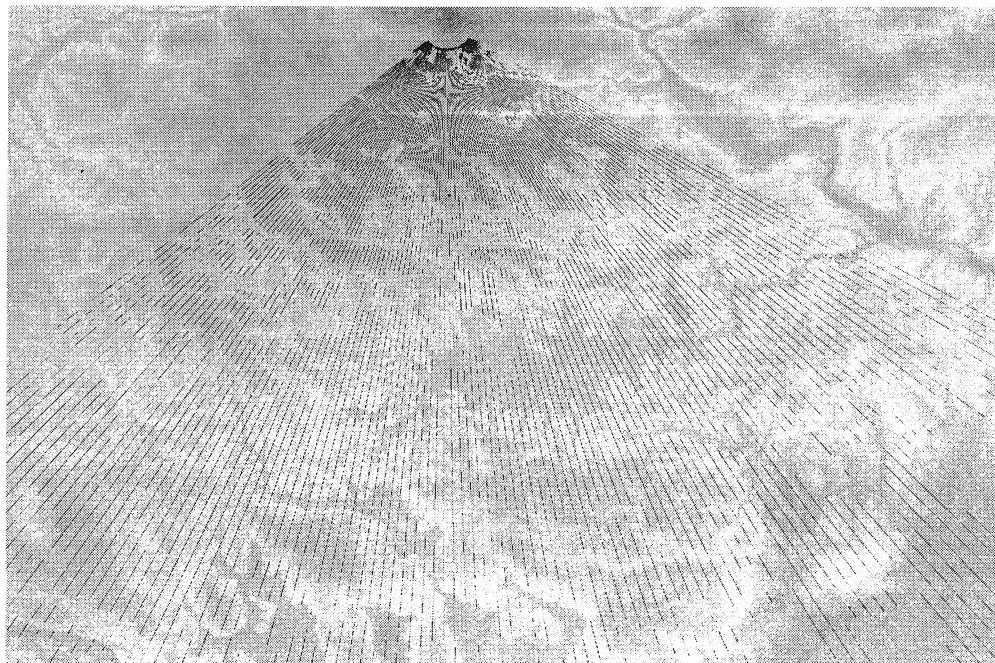


Slika 20: Postopek iskanja relativnih pasov radarja



Slika 21: Dialogno okno za vnos parametrov

Slika 22: Karta relativnih pasov radarja



## LITERATURA

- Bennett, D. A., Armstrong, M. P., An Inductive Knowledge-based Approach to Terrain Feature Extraction, Cartography And Geographic Information Systems, Vol. 23, No. 1, 3-19.
- Domača stran (Topografic Engineers): <http://www.wood.army.mil>.
- Environmental Systems Research Institute, 1994: Understanding GIS, Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands.
- ERDAS, 1995: ERDAS Imagine Field Guide, Third Edition, ERDAS, Inc., Atlanta,
- Evans, I. S., An Integrated system of terrain analysis and slope mapping, Zoological Geomorphology Supplement 36, 274-295.
- Goodchild, M. F. and Kemp, K. K., 1992: Technical Issues in GIS, NCGIA, University of California, Santa Barbara.
- Kvamme, K., 1997: Geografski informacijski sistemi, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Ljubljana,
- MapInfo Corporation, 1995: MapInfo Professional User's Guide, MapInfo Corporation, New York,
- Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije, 1997: Poveljniški in generalštabni kolidž ameriške kopenske vojske, Vojstvo, številka 5, 88-97.
- National Defense University, The Joint Staff Officer's Guide 1993, National Defense University, Norfolk, 1993.

## POVZETEK

Vojaški proces odločanja je kompleksen in obsežen in zahteva uporabo tehnologije in metodologije, ki omogoča hitro in enostavno reševanje problemov ter upoštevanje velikega števila različnih dejavnikov. Sistem GIS to omogoča. GIS aplikacija NIKA 3.0 je bila in se še razvija za informacijsko podporo častnikom pri oceni situacije. Ocena situacije, kot bistveni proces odločanja, se lahko v GIS-u izvaja hitreje. Na osnovi iskanja več možnih rešitev problema in primerjave rešitev se lahko poveljnik hitreje in učinkoviteje odloča kot nasprotnik. To pa je danes, v realnosti in izzivih sodobnega sveta zelo pomembno.

## SUMMARY

The decision making process in the military, being a complex and comprehensive one, calls for technology and methodology that enable rapid and simple solutions of the problems while allowing for many different factors. This can be achieved by the GIS system. The development of the GIS application NIKA 3.0 has been and will further be aimed at the support of officers and their situation assessment, which is a basic decision making process. With the help of the GIS, it can be done faster. Based on several optional solutions to the problem and their comparison, an officer can decide faster and more efficiently than the opponent. Given the realities and challenges of the modern world, this is a very important attribute.