

# UVAJANJE NOVEGA 3D-GIS-SISTEMA ZA TRIDIMENZIONALNO VIZUALIZACIJO GEOGRAFSKIH PODATKOV

## Introduction of the new 3D-GIS system for the three-dimensional visualisation of geographic data

Grigorij Krupenko\*, Luka Mulej\*\* UDK 528.9:004.4

**Povzetek**  
Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) je v svetu znana kot ena prvih, ki je za boljšo podporo reševanja vpeljala geografsko-informacijski sistem (GIS). Učinkovit sistem je bil razvit in uporabljen do skrajnih zmožnosti in ni več omogočal nadgrajen v smislu boljše predstave v prostoru. Sledil je javni razpis, s katerim je Uprava pred dobrim letom in pol izbrala tridimenzionalno prostorsko vizualizacijsko okolje Gaea+. Ta omogoča realističen pregled terena in delo z naprednimi orodji ter možnosti za nadaljnje nadgradnje, ki jih opisujemo v članku. Tako smo v svetu ponovno postavili nov mejnik, ki ga želijo nam primerljive uprave posnemati.

**Abstract**  
The Administration for Civil Protection and Disaster Relief (ACPDR) is known to the world as one of the first to introduce a geographic information system (GIS) to support rescue operations. The efficient system was developed and used to its utmost abilities and was no longer allowing upgrades in the sense of a better visualization performance. A good year ago the administration purchased a three-dimensional visualization environment Gaea+. The system enables a realistic survey of the terrain, allows the use of advanced tools and allows possible future upgrades described in the article. The ACPDR set a new milestone for all similar administrations in the world.

## Uvod

Slovenija je država na stičišču Sredozemlja, alpskega sveta in panonske nižine, kar pomeni precejšnje potrebo, poplavno, požarno in drugo ogroženost. Tega so se dobro zavedali tudi naši predniki, zato so se začeli že zelo zgodaj organizirati ukvarjati z zaščito proti tem pojavom. Konec 60. let prejšnjega stoletja je tako nastala organizacija, ki skrbi za zaščito in reševanje ljudi ter njihovega imetja v vojnih razmerah. Pozneje (v nekdanji skupni državi) je Civilna zaščita v Sloveniji svoje delovanje razširila tudi na področje varstva pred naravnimi in civilizacijskimi nesrečami. Temu je bilo treba prilagoditi njeno organizacijo in tehnično opremljenost, širšo usposobljenost njenih pripadnikov, predvsem pa tesnejše sodelovanje različnih strokovnih, znanstvenoraziskovalnih in drugih ustanov.

\* Ministrstvo za obrambo RS, Uprava RS za zaščito in reševanje, Vojkova c. 61, Ljubljana, grigorij.krupenko@urszr.si

\*\* XLAB d.o.o., Pot za Brdom 100, Ljubljana, Luka.Mulej@xlab.si

## Uvajanje informacijskega sistema

Danes je Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) tehnično (predvsem informacijsko in komunikacijsko) dobro opremljena. V svetu je znana kot ena prvih, ki je za boljšo podporo reševanja vpeljala geografsko-informacijski sistem (GIS). V preteklosti so Upravo RS obiskovali številni tuji reševalci, ki so si želeli ogledati sistem GIS in ga tudi vpeljati v svoje delo. Nov preskok je sledil pred letom in pol, saj se je Uprava RS odločila, da dvodimenzionalni GIS zamenja za sodobnejši tridimenzionalni, ki omogoča realističen pregled terena in delo z naprednimi orodji. Tako so v svetu ponovno postavili nov mejnik, ki ga želijo druge uprave posnemati.

Ves ta napredek so omogočili na državni ravni vzpostavljeni registri, kot so centralni register prebivalstva, register prostorskih enot in drugi. Uprava RS za zaščito in reševanje je dvodimenzionalni sistem GIS poimenovala

GIS – UJME. Ob vzpostavitvi je sistem že omogočal ploskovno merjenje razdalje in površine, iskanje po različnih registrih (evidenca hišnih števil, register zemljepisnih imen itn.) in izračun števila prebivalcev na nekem prostoru. GIS – UJME je zadostil potrebam po geografskem prikazu izdelanih načrtov ukrepanja ob naravnih in drugih nesrečah, hkrati pa so ga uporabili v regijskih centrih za obveščanje kot osnovo za prikaz lokacije ključnega in izpis podatkov o pripadnikih enot, ki jih je treba obvestiti ob nujnih klicih na številko v sili – 112.

Žal je bil sistem razvit in uporabljen do skrajnih zmožnosti in ni več omogočal nadgradenj v smislu boljše predstave v prostoru in večje natančnosti geolokacije posameznih slojev. Pokazale so se analitične težave s podatki slojev, vrstili so se izpadi sistema, ob tem pa so se večali tudi stroški vzdrževanja. Z javno objavljenim razpisom po uvedbi nove tehnologije in novih ter izboljšanih starih funkcionalnosti je bila za osnovo za naše potrebe izbrana rešitev Gaea+ podjetja XLAB d. o. o.

## Tridimenzionalno vizualizacijsko okolje Gaea+

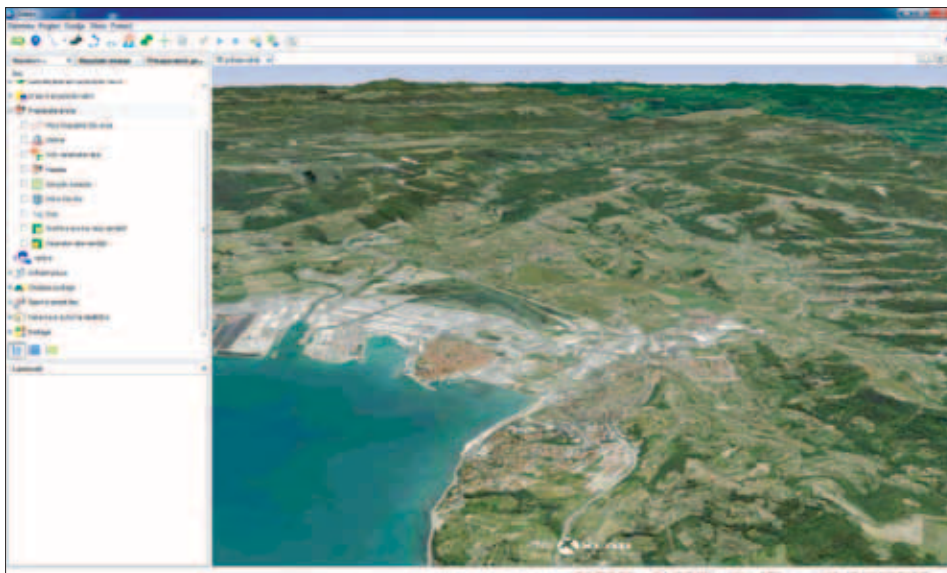
Tridimenzionalno prostorsko vizualizacijsko okolje Gaea+ je zgrajeno na odprtokodni platformi WorldWind Java in je neodvisno od operacijskega sistema. Enako dobro deluje v vseh operacijskih sistemih (Windows, Linux, MacOS, Solaris). Omogoča prikazovanje poljubnih podatkov v kontekstu resničnega geografskega prostora. Poglavitna prednost te rešitve v primerjavi s staro je podpora odprtim standardom, ki omogočajo izjemno hitro in enostavno povezovanje z viri podatkov ter rešitvami s področja geografskih informacijskih sistemov. S svojo napredno tehnologijo omogoča prikaz podatkov v realnem času, kar je v nekaterih primerih ključnega pomena. Odlikujeta jo izjemno preprosta uporaba in možnost prilagoditev ter predelav glede na potrebe in želje posameznih skupin uporabnikov. Popolno prilagoditev delovnega

okolja po meri končnega uporabnika pa omogoča tudi zasnova grafičnega uporabniškega vmesnika. Gaea+ je tudi edino orodje, ki omogoča učinkovit prenos ter prikaz podatkov LiDAR (angl. Light Detection And Ranging) na daljavo, kar končnim uporabnikom omogoča zelo natančno izvajanje analiz višinskega profila terena in posledično bistveno boljše načrtovanje oziroma odločanje.

Gaea+ že v osnovi ponuja bistveno več od svetovno znanih sistemov za vizualizacijo pokrajine (na primer Google Earth), kar zaradi natančnejših podatkov opazimo že pri pokrajini (tako relief kakor tudi ortofoto gradivo). Prikazovanje poljubnih podatkov in podpora standardom nam omogoča, da smo integrirali podatke Geodetske uprave Republike Slovenije, in sicer digitalni ortofoto (DOF) merila 1 : 5000 (letalski posnetki) in digitalni model višin (DMV) merila 1 : 5000. Omenjeni podatki nam omogočajo realističen prikaz pokrajine, na kateri si lahko ogledamo vse informacije URSZR in njenih partnerjev. Dodatno nam to omogoča sprotno posodabljanje podatkov, ki so podvrženi pogostim spremembam (na primer kataster stavb, register prebivalstva in nepremičnin itn.).

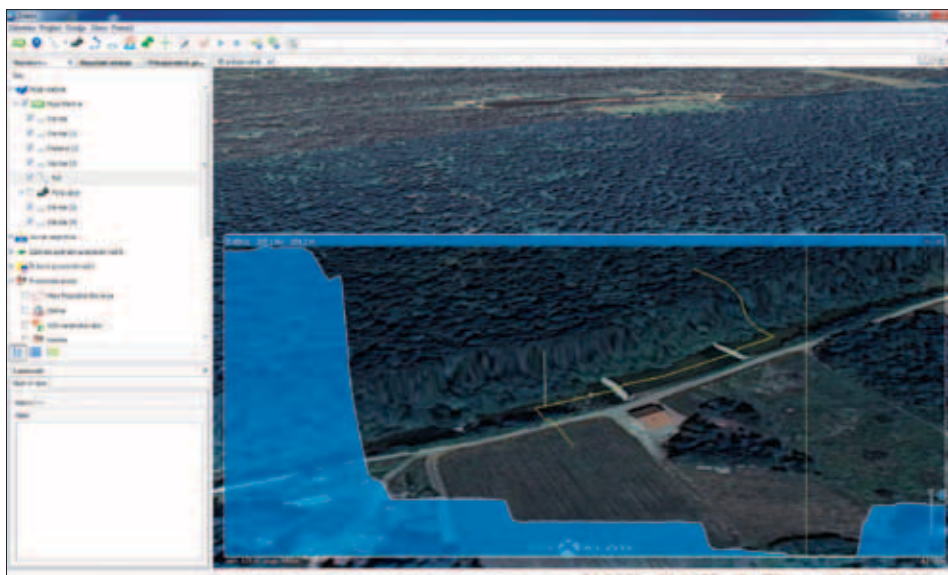
Omenili smo že podporo odprtim standardom in preprosto integracijo s trenutnimi viri podatkov. Standardna protokola WFS (angl. Web Feature Service) in WMS (angl. Web Map Service), ki ju razvija združenje Open Geospatial Consortium, uporabljamo za prikaz raster-skih in vektorskih podatkovnih virov, na primer infrastrukture (električne napeljave, vodovodno omrežje itn.), najrazličnejših katastrov (zemljiški, zgradbe itn.), zaščitene območja (na primer Natura 2000), interesnih točk (hidranti, transformatorji itn.) itn. Ti so vsebinsko razporejeni v več kot 100 slojev in jih, če je treba, prikažemo tudi več hkrati. Ker je to odprta platforma, je integracija drugih vsebinskih slojev mogoča tudi pozneje.

Ob tem bi mogoče izpostavili postopek dodajanja slojev v nov tridimenzionalni sistem in izzive, s katerimi smo se ob tem morali spoprijeti.



Slika 1:  
Osnovno okno  
prostorskega  
vizualizacijskega okolja  
Gaea+

Figure 1:  
Basic window of the  
spatial visualisation  
environment Gaea+



Slika 2:  
Vizualizacija podatkov  
LiDAR  
Figure 2:  
Visualisation of the  
LiDAR data

Nove podatke večinoma dobimo v priljubljenem izmenjevalnem formatu prostorskih podatkov Shapefile, ki ga podpirajo tudi starejše GIS-aplikacije (GIS - UJME). Tako smo lahko ves postopek dodajanja vektorskih slojev v prostorsko bazo (ki je glavni vir vektorskih podatkov za Gaea+) skoraj povsem avtomatizirali. Operater mora nastaviti le izvorni koordinatni sistem in kodiranje v atributni tabeli, vse drugo naredi program za uvoz podatkov. Če potrebujemo podatke v kakšni tretji aplikaciji, je omogočen tudi izvoz podatkov iz prostorske baze v izmenjevalno datoteko Shapefile. Podobno je avtomatiziran tudi postopek dodajanja rastrskih podatkov.

Z uvozom podatki ohranijo vse svoje geografske in atributne lastnosti, kar pomeni, da dvodimenzionalni podatki tudi v prostorski bazi ostanejo 2D. Umeščanje dvorazsežnih podatkov v trirazsežni pogled se izvaja v aplikaciji Gaea+. Osnova 3D-pogledu v Gaea+ je detajlni model reliefa Slovenije, na katerega se v obliki slojev »lepijo«

druge vsebine (tako 2D kot tudi 3D – na primer modeli stavb).

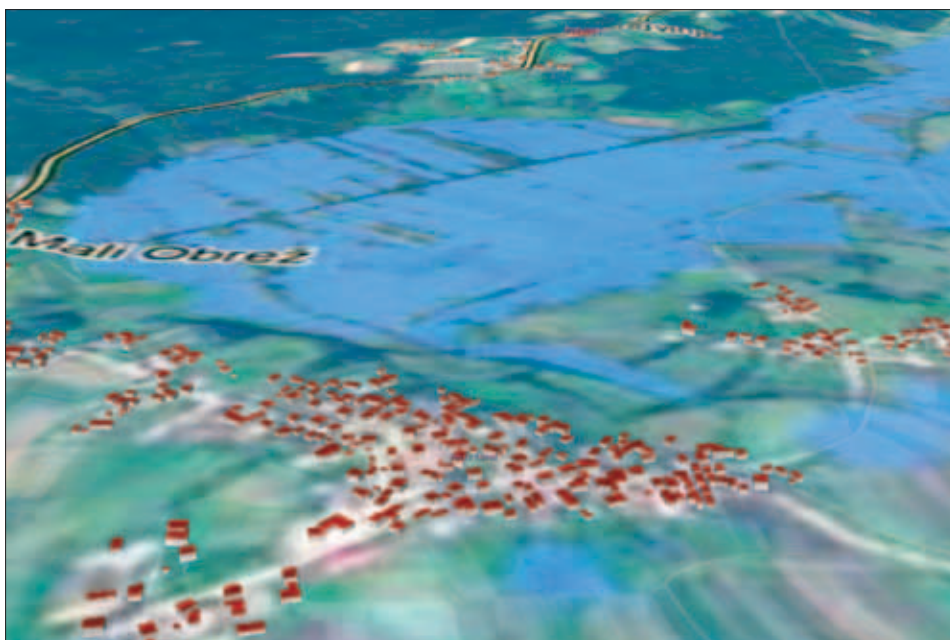
Pri dodajanju prostorskih vsebin imamo precej proste roke, saj lahko dodajamo tudi podatke, ki so vezani na prostor, vendar nimajo lastnih geometrijskih in geolokacijskih podatkov. Ključno pri takšnih podatkih je, da jih lahko povežemo z že obstoječim slojem v prostorski bazi. To seveda zahteva dobro razumevanje razpoložljivih podatkov in včasih tudi predhodno obdelavo. Zaradi velike raznolikosti je proces dodajanja takšnih podatkov večinoma ročno delo.

Vidimo torej, da sta uvoz in popravljanje podatkov razmeroma preprosta, če so podatki urejeni in vsebujejo geometrijo. V nasprotnem primeru se lahko kratkotrajno delo precej podaljša.

Gaea+ poleg protokolov za dostop do podatkov na daljavo omogoča tudi integracijo lokalnih virov podatkov v



Slika 3:  
Zgradbe iz katastra, parcele  
Figure 3:  
Buildings from the cadastre,  
plots



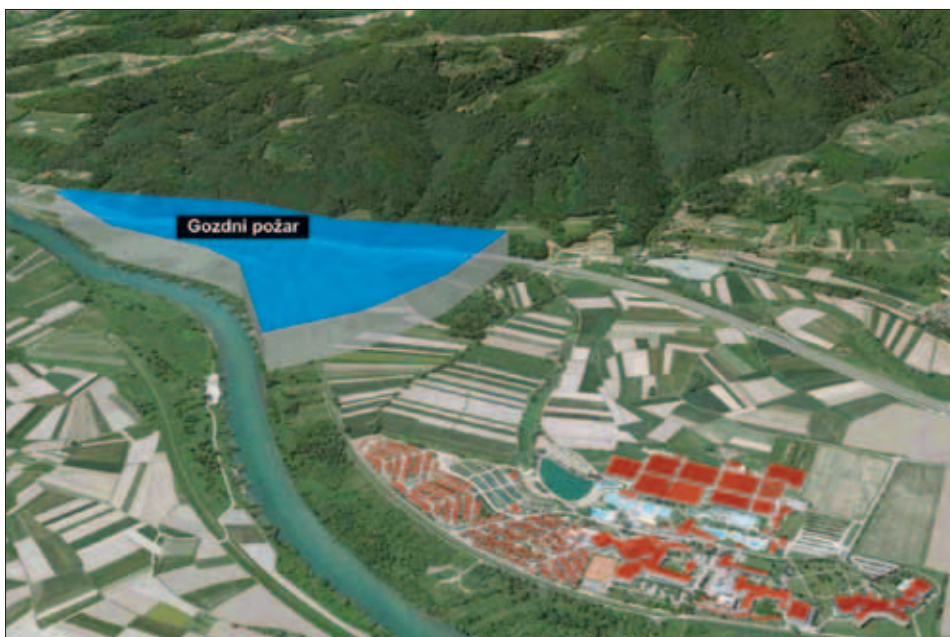
Slika 4:  
Podlage, ki prikazujejo obseg  
poplav iz leta 2010  
(vir: projekt SAFER)  
Figure 4:  
Surfaces demonstrating  
the scope of floods in 2010  
(source: SAFER project)

obliki uveljavljenih datotečnih formatov (GeoTIFF, ESRI Shapefiles, Keyhole Markup Language – KML in komprimirani KML - KMZ, GPX, ...). Podpora formatom TIFF in GeoTIFF (tudi DDS, PNG, JPEG) omogoča, da uporabnik lahko naloži tudi svoje sloje kot podlago podatkom, kar je še posebno uporabno, če želimo primerjati stare podatke z novimi, saj aplikacija omogoča tudi časovni prehod med sloji in njihovo transparentnost. Omenjena podpora se je pozitivno izkazala za prikaz in analizo obsega poplav, ki so Slovenijo zajele lani. S pomočjo Centra odličnosti in ZRC SAZU ter aktiviranja projekta SAFER je Uprava RS za zaščito in reševanje prejela obdelane slike optičnih in radarskih satelitskih posnetkov osrednje in južne Slovenije.

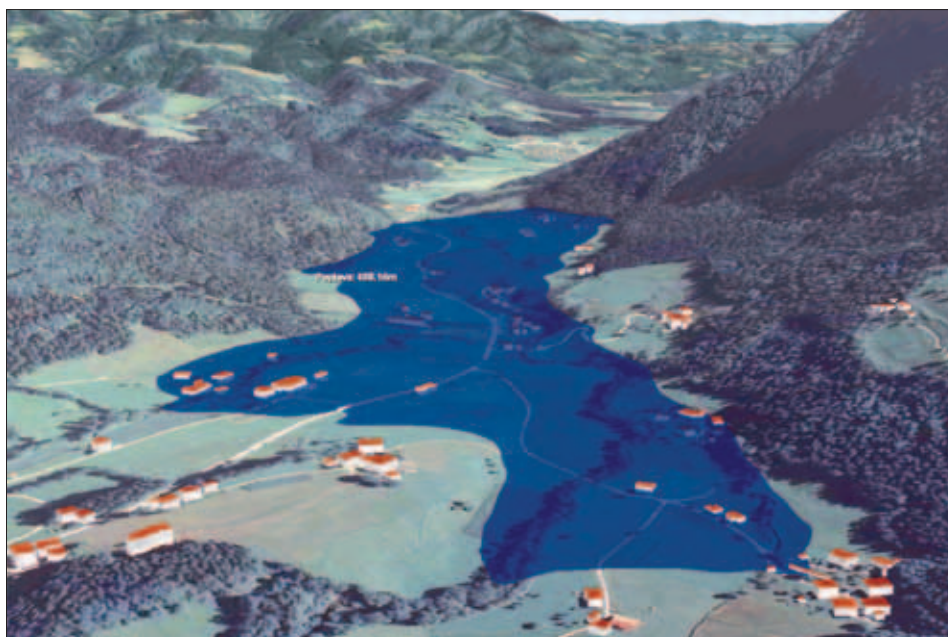
Aplikacija omogoča prikaz informacij v realnem času, kar je za vodenje intervencij še posebno pomembno. Tako je mogoče slediti intervencijskim vozilom in prika-

zati poplave, poplavna območja ter prometne informacije v realnem času. Lahko se prikažejo tudi vsi drugi podatki s katerega koli strežnika, ki so geolocirani. Še večja uporabnost je zagotovljena s prikazom višinskega preseka označenega terena s takojšnjim prikazom analitičnih podatkov o površini in dolžini. Omogočeno je tudi dodajanje geometrijskih teles različnih oblik, s katerimi se lahko ponazorijo na primer širjenje dima gozdnega požara.

Ob prikazu poplav in poplavnih območij pa je pomembno tudi dejstvo, da je Gaea+ tudi edinstveno orodje, ki omogoča učinkovit prenos ter prikaz podatkov LiDAR (angl. Light Detection And Ranging) na daljavo. S preprostim modelom za izračun dviga vodne gladine na izbranem območju lahko simuliramo lokalna poplavna območja na podlagi realističnega višinskega modela. To nam omogoča analizo različnih scenarijev, ki bi se lahko uresničili ob



Slika 5:  
Območje gozdnega požara  
Figure 5:  
Area of the forest fire



Slika 6:  
Preprosta simulacija  
poplave  
Figure 6:  
Simple flood simulation

večjih količinah padavin, pripravo evakuacijskega območja in ocenjevanje nastale škode. Na podlagi osnovnih rezultatov, ki jih analitiki in načrtovalci pridobijo z uporabo tega orodja, se lahko naknadno naredi podrobna študija poplavnega območja in vizualizira v prostoru.

Omenili smo tudi že prikaz zgradb iz katastra, ki pa ga lahko nadgradimo s fotografsko realističnimi predmeti (zgradbe, objekti itn.), saj Gaea+ podpira formate za izmenjavo 3D-vsebin (3DS, OBJ in Collada). Funkcionalnost pride prav, ko želimo neki predmet izpostaviti in ga čim bolj realistično prikazati.

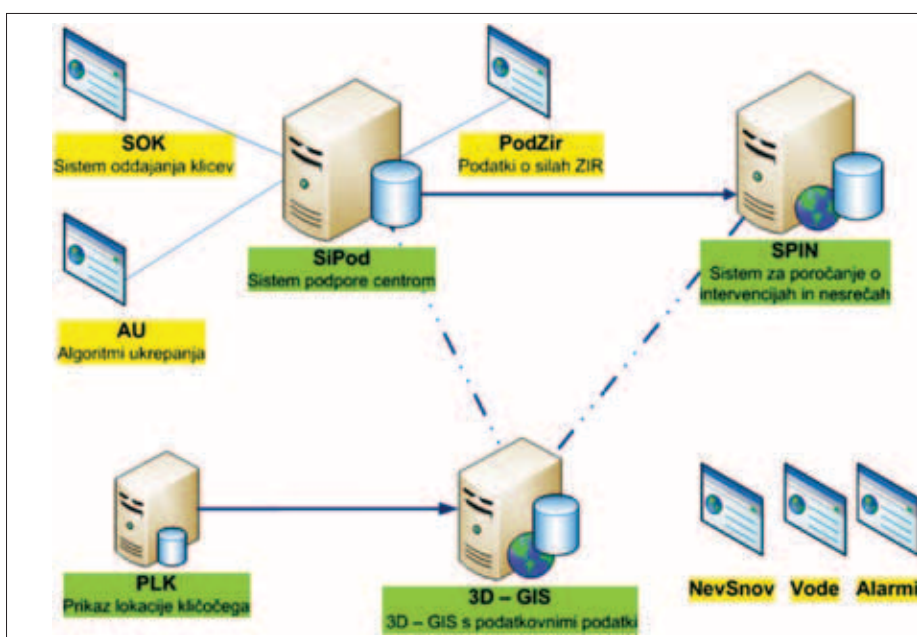
Strežniška infrastruktura, ki poganja podatkovni in računski del sistema, temelji na kombinaciji odprtokodne programske opreme (Apache web server, strežnik GeoServer WMS/WFS in podatkovna baza PostGIS) in lastnih rešitev podjetja XLAB d. o. o. Omenjena kombi-

nacija je povezljiva z izdelki vodilnih podjetij na področju sistemov GIS (na primer Oracle in ESRI), zaradi česar je mogoč preprost prenos podatkov iz 2D-podatkovnih zbirk v 3D.

## Uporaba sistema 3D-GIS

Celoten obseg in zmogljivost 3D-GIS vizualizacije sta preobsežna za posamezno področje dela Uprave RS za zaščito in reševanje, zato je razpored funkcionalnosti razdeljen na tri vrste uporabnikov. V grobem je 3D-GIS prilagojen za načrtovanje, analitike in uporabnike znotraj centrov za obveščanje.

Sistem 3D-GIS ima za uporabnike v regijskih centrih za obveščanje največjo vrednost prav zaradi možnosti boljšega lociranja kraja dogodka oziroma ključnega in mo-



Slika 7:  
Struktura uporabe 3D-GIS  
Figure 7:  
Structure of the 3D-GIS  
use.



Slika 8:  
Cestna infrastruktura  
s kamerami  
Figure 8:  
Rode infrastructure with  
cameras

žnosti usmerjanja enot v prostoru, še zlasti, kadar se nesreča zgodi na težko dostopnem kraju, v hribih oziroma gorah.

Za operaterje regijskih centrov za obveščanje pomeni vizualizacija 3D-GIS enega izmed treh med seboj povezanih sistemov. Kot je razvidno z zgornje slike, je sistem prikaza lokacije ključnega neposredno povezan z vizualizacijo 3D-GIS, s sistemoma SiPod in SPIN pa omogoča podporo.

3D-GIS omogoča operaterjem v trinajstih regijskih centrih, da že ob dvigu slušalke odčitajo lokacijo ključnega in ne izgubljajo časa z vpisovanjem podatkov. Sistem SiPod je s sistemom GIS povezan v dveh segmentih. Prvič, ko je treba pridobiti ustrezne algoritme ukrepanja glede na izbrano lokacijo nesreče, in drugič, ko je algoritem spisan tako, da na dogodku posreduje krajevno pristojna enota.

Sistem 3D-GIS je nadgrajen z neposrednim odčitavanjem razmer na cestah, ki jih v svojo aplikacijo vpisuje prometno-informacijski center. Za boljšo predstavbo so na voljo tudi kamere.

Delo v regijskih centrih je lahko zelo stresno, zato morajo biti aplikacije zanesljive in odzivne. V večini primerov ni dovolj le prikaz geografskih podatkov, temveč morajo biti na voljo tudi podatki o osebah, ki jih je treba aktivirati oziroma obvestiti. To je zagotovljeno z neposredno povezavo na bazo podatkov PodZir, ki je vir informacij o dosegljivosti omenjenih oseb.

Načrtovalci v sistemu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami uporabljajo sistem 3D-GIS za prikaze podatkovnih slojev, ki so z novo tehnologijo lažje predstavljeni. Z novim sistemom se jim je ponudila tudi možnost, da sami, glede na sedanje sloje, ustvarijo nove, z novimi podatki.

Analični del sistema omogoča izvajanje poizvedb nad podatki vsakega sloja. Tako lahko s križanjem podatkov preprosto preverimo na primer, ali je zagotovljena 100-odstotna pokritost območja občine z delovanjem teritorialnih enot. Orodje omogoča analizo podatkov slojev z lastnimi sloji, ki jih dodamo glede na specifičnost obravnavanega primera (poplave, požar itn.).

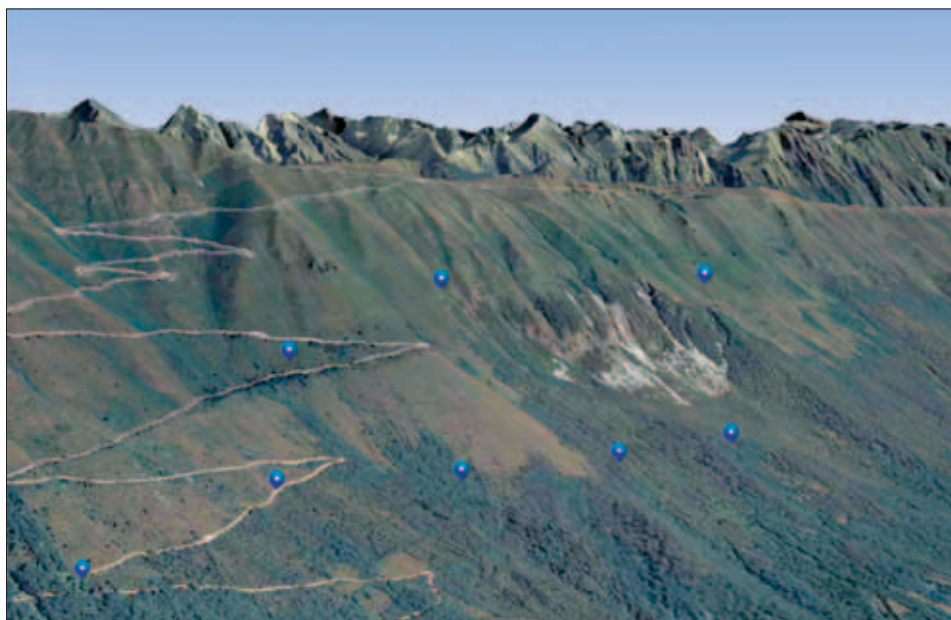
## Nadaljnji razvoj

Uvedba sodobnega tridimenzionalnega sistema GIS še ni končana, saj moramo popraviti in pravilno geolocirati še večino slojev. Nov sistem se uvaja vzporedno, tako da se še vedno uporabljajo GIS – UJME. Menimo, da bo minilo vsaj še eno leto, da bo večina uporabnikov začela uporabljati nov sistem vizualizacije.

V času uporabe 3D-GIS-sistema je Uprava RS za zaščito in reševanje prejela kar nekaj predlogov za njegovo nadgradnjo, kar bi uporabnikom še bolj olajšalo delo in pospešilo njihovo odzivnost. V bližnji prihodnosti bi lahko sistem nadgradili v »živo okolje«, kar bi omogočalo pomembne funkcije za uspešno načrtovanje in izvedbo reševalnih akcij.

V prvi fazi bi za enote sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami omogočili spremljanje in usmerjanje reševalnih enot v realnem času. Zvezo bi lahko vzpostavili prek GPS-oddajnika, mobilnega omrežja ali radijskih valov in bi zagotavljala podatek o trenutnem položaju reševalcev.

V naslednji fazi bi se osredotočili na analizo pristopa. Reševanje je velikokrat težavno predvsem zaradi terena, ki ne dovoljuje preprostega dostopa. V ta namen želimo enotam omogočiti samodejno analizo terena in prikaz najoptimalnejše poti reševanja z upoštevanjem različnih dejavnikov (plazovitost, vodni viri, poti, gneča in delo na



Slika 9:  
Položaj reševalcev med  
reševalno akcijo  
Figure 9:  
Positions of rescuers  
during a rescue operation

cesti itn.). Rešitev bi lahko koristno uporabljali tudi drugi javni in zasebni subjekti.

Funkcionalnost lahko predvideva strateško načrtovanje za potrebe zaščite reševanja in pomoči (predhodno nameščanje in ustrezno premikanje enot za zaščito, reševanje in pomoč, še zlasti ob velikih naravnih in drugih nesrečah. Omogočili bi lahko tudi pridobivanje, uvoz in rekonstrukcijo podatkov na zahtevo. Govorimo o podatkih LiDAR, ki jih pridobimo s snemanjem iz zraka, jih vizualiziramo in dobimo trirazsežnostne realistične modele mest in drugih objektov, ki so pomembni za varno opravljanje nalog.

Izpopolniti želimo tudi GIS-urejevalnik, ki je že del sistema 3D-GIS. Ta nam bo omogočal preprostejše urejanje in izdelavo lastnih podatkovnih slojev, ki jih bomo prikazali na realističnem terenu RS. Rešitev je pomembna, saj nam bo omogočala prikaz podatkov glede na naše zahteve in nam bo popolnoma prilagojena. Govorimo o posodabljanju cestnih povezav ter izdelavi in dodajanju območij, ki so lahko nevarna (poplavljanje vodotokov itn.).

Nadaljevanje projekta torej pomeni večplastno rešitev, ki bo veliko pripomogla k učinkovitejšemu reševanju ljudi in premoženja. Omogoča nove, pomembne funkcionalnosti, ki jih bodo zaposleni v centrih za obveščanje izkoriščali in tako z učinkovitim sodelovanjem z ekipami na terenu pripomogli k zmanjšanju in hitrejšemu reševanju ponesrečenih v nesrečah.

## Sklepne misli

Smo pred zahtevno nalogo, saj sodoben tridimenzionalni sistem GIS uvajamo vzporedno s starim. Pričakujemo, da bo minilo še nekaj časa, preden bo večina uporabnikov dokončno opustila stari in uporabljala le novi sistem. Kljub temu smo optimistični in verjamemo, da bo nov sistem veliko pripomogel k izboljšanju podpore reševanja.

Hkrati tudi že razmišljamo o novih nadgradnjah, ki bodo pripomogle k lažjemu in učinkovitejšemu delu za uspešno načrtovanje in izvedbo reševalnih akcij. Poleg tega pa želimo tudi v prihodnosti obdržati status najsodobnejše uprave za zaščito in reševanje.