

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program geodezija,
Smer Geodezija v inženirstvu

Kandidat:

Matjaž Fekonja

Izdelava digitalnega modela višin Šaleške doline s programskim okoljem Manifold System

Diplomska naloga št.: 201

Mentor:

izr. prof. dr. Radoš Šumrada

Ljubljana, 21. 6. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani MATJAŽ FEKONJA izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**IZDELAVA DIGITALNEGA MODELA VIŠIN ŠALEŠKE DOLINE S PROGRAMSKIM
OKOLJEM MANIFOLD SYSTEM.**

Velenje, 14.06.2006

Podpis:

POPRAVKI:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN

UDK	004.42:004.6:528:659.2:91(043.2)
Avtor:	Matjaž Fekonja
Mentor:	izr. prof. dr. Radoš Šumrada
Naslov:	Izdelava digitalnega modela višin Šaleške doline s programskim okoljem Manifold System
Obseg in oprema:	61 str., 3 tab., 22 sl.
Ključne besede:	Geografski informacijski sistem, GIS, DMV, DMR, GJI Manifold System, Komunalno podjetje Velenje

Izvleček

V nalogi je prikazana izdelava digitalnega modela višin (DMV) Šaleške doline v geografskem informacijskem sistemu (GIS). V prvem delu naloge je na kratko opisano Komunalno podjetje Velenje, v katerem je oddelek, ki je z uvedbo GIS tehnologije prerasla okvire klasičnega katastra in je danes služba, ki vodi prostorski informacijski sistem za podjetje, kot poslovni sistem. V nadaljevanju naloge je opisana teorija o tehnologiji GIS in digitalnega modela reliefa. V zadnjem delu pa predstavljam cenovno zelo ugoden program Manifold System s katerim sem praktično izdelal DMV za območje Šaleške doline.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC	004.42:004.6:528:659.2:91(043.2)
Author:	Matjaž Fekonja
Supervisor:	Assoc. Prof. dr. Radoš Šumrada
Title:	Construction of digital elevation model for Šaleška dolina with the program Manifold System
Notes:	67 p., 4 tab., 28 fig.
Ključne besede:	Geographical Information System, GIS, DEM, GJI Manifold System, Komunalno podjetje Velenje

Abstract

This graduation thesis shows the making process of digital elevation model (DEM) of Šaleška valley in Geographical Information System (GIS). In the first part of the theme there is a short description of the Komunalno podjetje Velenje (Public utility service), which has a department that introductions of GIS technology outgrown the extend of classical cadastre and it is today a service, which conducts geographical information system for enterprise as a business system. In continuation of the theme the theory about Geographical Information System and digital terrain model (DTM) is described. In the final part of the theme I am trying to represent the Manifold System program which has very attractive and reasonable price and which has practically helped me to elaborate digital elevation model (DEM) for Šaleška vally region.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	KOMUNALNO PODJETJE VELENJE (KPV)	3
2.1	Služba za vodenje katastra GJI.....	5
2.2	Gospodarska javna infrastruktura.....	6
2.2.1	Uvod	6
2.2.2	Kaj je GJI?.....	7
2.2.3	Zbirni kataster GJI v sistemu zbirk prostorskih podatkov	8
3	GIS	9
3.1	Osnovni tipi podatkov	10
3.2	Vir digitalnih podatkov	12
3.3	Vrste prostorskih podatkov	12
3.3.1	Rastrski podatkovni model.....	13
3.3.1.1	Kvad drevo	14
3.3.2	Vektorski podatkovni model	14
3.4	Primerjava med rastrskim in vektorskim podatkovnim modelom	15
4	GIS V KOMUNALNEM PODJETJU VELENJE	16
4.1	Stroški in koristi v sistemih GIS	17
4.1.1	Razmerje stroškov in koristi v sistemih GIS	18
4.2	Pravni vidik	19
4.2.1	Zakon o avtorskih in sorodnih pravicah.....	20
4.2.1.1	Avtorske delo in pravice	20
4.2.1.2	Baze podatkov	20
4.3	Povzetek	21
5	DIGITALNI MODEL VIŠIN	22
5.1	Uvod.....	22
5.2	Definicija DMR.....	22
5.3	Primerjava med DMV in DMR.....	23
5.4	Digitalni model reliefa Slovenije	24
5.4.1	Opis podatkov	24
5.4.2	Podatki InSAR DMV 25	26

5.4.3	Podatki DMV 25	26
5.4.4	DMV 12,5.....	27
5.5	Praktična uporaba DMV.....	27
5.6	Modeliranje ploskev	28
5.6.1	Uvod.....	28
5.6.2	Prostorska interpolacija in metode	28
5.6.3	Metoda kriging	30
5.6.3.1	Izbira modela variograma.....	31
5.7	Parametri kakovosti prostorskih podatkov	32
6	PROGRAM MANIFOLD SYSTEM	34
6.1	Splošno o programu	34
6.2	IMS strežnik	38
6.2.1	Izdelava projekta v okolju Manifold	39
6.2.2	Izdelava spletnih strani na osnovi projekta	39
6.2.3	Dostop do podatkov preko spletnega brskalnika.....	41
6.2.4	Uporaba IMS	42
7	IZGRADNJA DMV MODELA.....	43
7.1	Uvod.....	43
7.2	Izdelava projekta v okolju Manifold	43
7.2.1	Izdelava DMV-modela.....	44
8	ZAKLJUČEK	55
9	KRATICE IN TERMINOLOGIJA	57
	VIRI IN LITERATURA	60

KAZALO SLIK

Slika 1: Komunalni sistemi v upravljanju podjetja prikazani v programu Manifold.....	4
Slika 2: Organizacijska shema TBP	5
Slika 3: Proces vpisa GJI.....	8
Slika 4: Tradicionalna vsebinska opredelitev sistema GIS	10
Slika 5: Digitalni model reliefa Slovenije	25
Slika 6: primeri najbolj pogosto uporabljenih modelov semivariograma	32
Slika 7: tehnološko minimalni prag kakovosti	34
Slika 8: Manifold System	35
Slika 9: Menijska in orodna vrstica.....	36
Slika 10: Različne plošče	36
Slika 11: Spodnja vrstica.....	37
Slika 12: Izvoz spletnih strani	40
Slika 13: Prikaz spletnih strani s pomočjo spletnega brskalnika	41
Slika 14: Pregled opisnih podatkov posameznega hidranta	42
Slika 15: Uvožene točke za potrebe izdelava DMV-modela	44
Slika 16: V projektni plošči izberemo Paste as Surface	45
Slika 17: Voronoi poligoni	46
Slika 18: Določitev parametrov pred izdelavo DMV-modela	46
Slika 19: Objava modela DMV na podatkovnem strežniku MS SQL	47
Slika 20: Različni vektorski sloji nanešeni na model.....	48
Slika 21: Spodnja slika prikazuje tri kratno povečano višino	48
Slika 22: Uporaba različnih barvnih lestvic	49
Slika 23: Izbran profil na modelu.....	49
Slika 24: Vzdolžni profil	50
Slika 25: Prikaz vidnosti območja.....	51
Slika 26: Izolinije	52
Slika 27: Izvoz v različne formate.....	52
Slika 28: Poligonske točke	53

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava med rastrskim in vektorskim pristopom	15
Tabela 2: Povzetek predstavljenih ugotovitev projekta Nordisk Kvantif	19
Tabela 3: Primerjalna tabela med verzijami programske opreme Manifold System	38
Tabela 4: Razlike med višinami	53

1 UVOD

Še do pred nekaj leti je bila izgradnja digitalnega modela višin (v nadaljevanju DMV) pravi podvig, ki je potreboval zmogljivo delovno postajo. Z razvojem strojne in programske opreme ter ostalih spremljajočih dejavnikov je postala naloga v današnjem času izvedljiva tudi na povprečnem računalniku.

Digitalni model reliefa (DMR) je način opisa oblikovanosti zemeljskega površja, ki vključuje višinske točke, značilne črte in točke reliefa ter druge elemente, ki ga opisujejo (nakloni, plastnice, padnice itd). Digitalni model višin (DMV) vsebuje za opis površja samo višine točk, največkrat zapisane v obliki celične mreže. Digitalni modeli reliefa in višin se uporabljajo za potrebe prostorskega planiranja, kartografije, geodezije, geografije, arheologije, telekomunikacij ipd. Kljub temu pa so obstoječi DMV zaradi poenostavljanja ali nepoznavanja tematike pogosto označeni kot DMR (Podobnikar, 2002).

Če odmislimo razvitost strojne in programske opreme izpred nekaj let, potem lahko z gotovostjo zapišemo, da je bilo pomanjkanje prostorskih podatkov v preteklosti glavna ovira še širši uporabi tehnologije GIS in posledično tudi izdelavi DMV modela. Izredno težko je bilo pridobiti zadostno količino dovolj kvalitetnih podatkov, ki bi omogočali zadovoljivo izgradnjo takšnega modela. Zaradi naštetih dejstev so bili takšni modeli uporabni v merilu, ki je bilo za potrebe grobega prikaza reliefa dovolj natančno. Če smo se pa v tak DMV približali na nivo operativne uporabe za učinkovito sprejemanje odločitev, pa nam takšen model ni bil v pomoč.

Zadeva se je korenito spremenila od trenutka, ko nas je pričelo obkrožati dovolj satelitov, ki lahko priskrbijo dovolj natančnih podatkov za sprejemljivo ceno. Za manjša območja so se ti podatki pojavljali kot stranski produkt izdelave ortofoto posnetkov terena. Če ima posamezno podjetje v svoji sredini še geodetsko službo lahko z njeno pomočjo takšen DMV model še dodatno izboljšamo.

Priča smo hitremu razvoju vseh IT področij od omrežnih protokolov, podatkovnih zbirk, aplikativnih rešitev, skratka vsemu tistemu, kar nam omogoča omrežni GIS. Bistven korak pri izgradnji modela DMV prav tako predstavlja razvoj RDBMS. Če vemo, da je pri izgradnji

natančnega modela DMR velika količina podatkov, potem moramo imeti celoten proces podprt z učinkovito bazo podatkov, ki bo omogočala veliko kapaciteto hranjenja podatkov ob sprejemljivem odzivnem času. V končni fazi je potrebna učinkovita več-uporabniška zbirka podatkov tudi za shranjevanje končnega rezultata – DMV modela in nato učinkovite strežbe podatkov končnim uporabnikom.

Za množično uporabo in omogočanje dostopnosti do teh podatkov je prav tako priporočljivo razmišljati o objavi teh podatkov na spletu, kar lahko dosežemo s pomočjo Internet Map Server (v nadaljevanju IMS) strežnika, ki omogoča dinamičen prikaz podatkov preko običajnega spletnega brskalnika.

Zaposlen sem v Komunalnem podjetju Velenje, ki ima v svojem upravljanju vodovodni, kanalizacijski in sistem daljinskega ogrevanja, ki skupaj presegajo dolžino 1000 km. Za vse sisteme je voden podzemni kataster z ustrezno tehnologijo GIS. V tem trenutku poteka migracija iz programskega okolja ESRI v okolje Manifold. Prav novo okolje nam omogoča izdelavo ustreznega DMV modela za celotno področje, na katerem se nahajajo naši sistemi. Še več, DMV model lahko shranimo s sodobni RDBMS, ga predstavimo preko IMS strežnika oz. da lahko damo v uporabo običajnim uporabnikom, ki do sedaj te možnosti niso imeli.

V nalogi opisujem teorijo GIS, DMV in GJI. Poleg teorije opisujem praktično izdelavo digitalnega modela višin Šaleške doline in katero programsko opremo sem uporabljal ter opis le-te. V nalogi želim predstaviti, kako je preprosto izdelati digitalni model višin in sicer na cenovno zelo ugodni programski opremi Manifold System. V podjetju uporabljamo tudi ArcView 3.3 in je starejša različica tega programskega paketa. Zato ni smotrno delati primerjave med ArcView 3.3 in Manifold System 6.5.

Med izdelavo diplomske naloge sem slišal oziroma prebral mnogo komentarjev v smislu »Mi potrebujemo bolj resno programsko opremo« ali »Tole mi je čudno, da dobiš vse to za ta denar«. Takšni in drugačni komentarji so sigurno zaradi dveh razlogov. Prvi je ta, da postane neka stvar sumljiva, če je prepoceni. Drugi možni razlog pa je v tem, da se ljudje navadimo na neko določeno programsko okolje in je težko preiti na novo okolje.

2 KOMUNALNO PODJETJE VELENJE (KPV)

Začetki organizirane oskrbe s komunalnimi dobrinami segajo 70 let nazaj, ko se je zgradil vodovodni sistem v občini Šoštanj. V sedanji obliki je podjetje organizirano kot javno podjetje z nazivom Komunalno podjetje Velenje d.o.o. (v nadaljevanju KP Velenje). Oblikovanje je usklajeno z Zakonom o gospodarskih javnih službah. Ustanovljeno je s strani treh občin:

- MO Velenje,
- Občina Šoštanj,
- Občina Šmartno ob Paki.

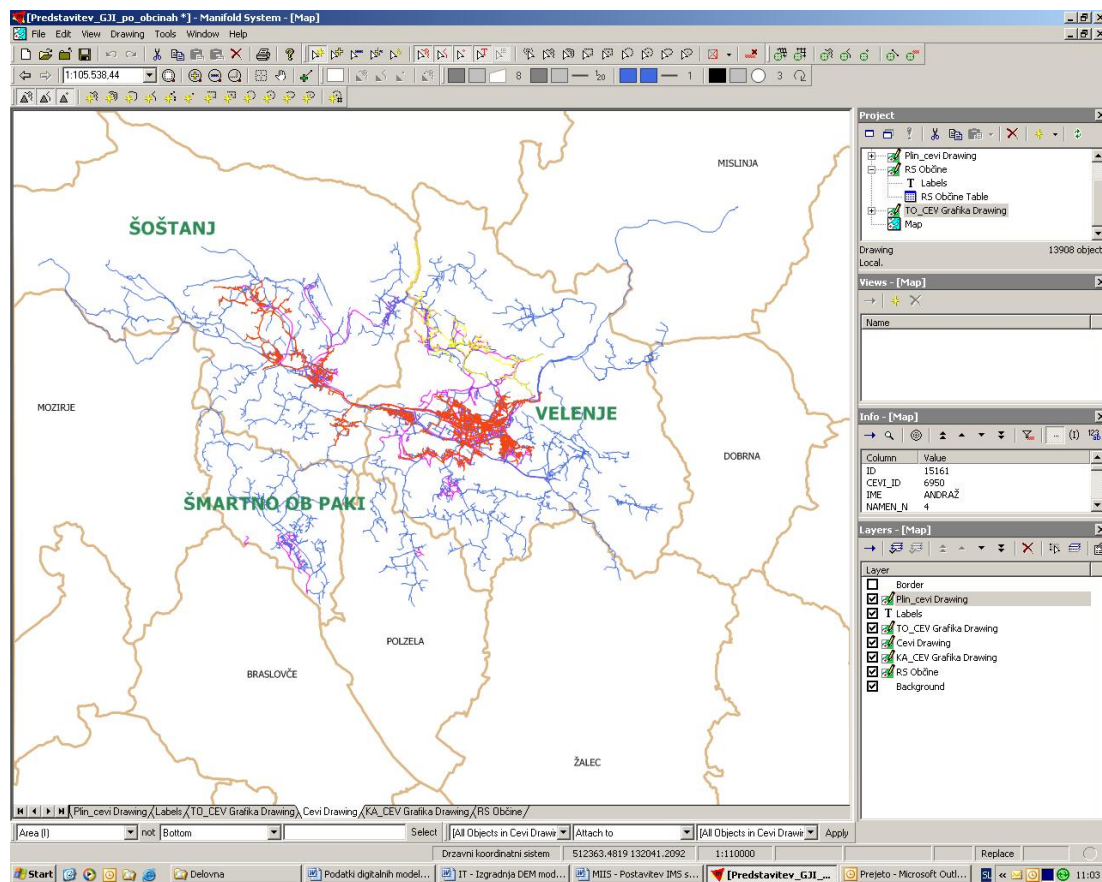
Podjetje izvaja naslednje dejavnosti:

- distribucijo pare in tople vode,
- distribucija zemeljskega plina,
- zbiranje, čiščenje in distribucijo vode,
- kanalizacija in delovanje čistilnih naprav,
- deponiranje komunalnih odpadkov,
- ravnanje s posebnimi odpadki,
- upravljanje s pokopališči,
- pogrebne storitve,
- projektiranje komunalnih vodov,
- za opravljanje administrativnih in drugih strokovnih nalog, za potrebe dejavnosti so organizirane Strokovne službe.

V podjetju je zaposlenih preko 200 delavcev. Delovni proces KPV poteka v naslednjih organizacijskih enotah:

- PE Vodovod – Kanalizacija,
- PE Energetika,
- pokopališka dejavnost in
- Strokovne službe.

Komunalno podjetje Velenje ima v svojem upravljanju vodovodni, kanalizacijski in sistem daljinskega ogrevanja, ki skupaj presegajo dolžino 1000 km. Sistem daljinskega ogrevanja je po velikosti drugi v Sloveniji, sistem vodooskrbe je po velikosti četrti v Sloveniji. Na centralno čistilno napravo pa je priključenih preko 80 % vseh prebivalcev. V upravljanju ima še pokopališče Podkraj ter odlagališče komunalnih odpadkov Škale. Prvi katastrski posnetki o komunalnih vodih segajo v leto 1936. Zajemajo predvsem področje Šoštanja, kjer se je najprej razvila komunalna oskrba s pitno vodo in odvajanjem odpadnih voda. S hitrim razvojem mesta Velenje se je oskrba s komunalnimi dobrinami preselila v Velenje, kjer je bilo ustanovljeno Komunalno podjetje Velenje. V okviru podjetja je delovala služba katastra, ki nekoliko v drugačni obliki deluje tudi danes. Zaradi uvedbe tehnologije GIS je prerasla okvire klasičnega katastra in je danes služba, ki vodi prostorski informacijski sistem za podjetje, kot poslovni sistem in širše. Ker je bil vseskozi interes podjetja, da se pridobi čimveč terenskih podatkov o posameznih vodih, je mogoče trditi, da ima Komunalno podjetje Velenje posnetih preko 90% vseh komunalnih vodov, ki so v njegovem upravljanju. Danes je za vse sisteme voden podzemni kataster z ustrežno tehnologijo GIS, kar prikazuje slika 1.



Slika 1: Komunalni sistemi v upravljanju podjetja prikazani v programu Manifold

Pomembnejši mejniki pri vzpostavitvi sistema GIS:

- začetek prenosa podatkov iz klasične v digitalno obliko segajo v leto 1991.
- V letu 1993 vzpostavljen digitalni kataster (izbrana podlaga merila M 1 : 2500).
- S pomočjo sodobnih geodetskih instrumentov in tehnologije dela se je sčasoma prešlo na relativno merilo (M 1 : karkoli).
- V letu 1998 je področje GIS za vse poslovne enote (EN, VO, KA) opredeljeno in predpisano z internim pravilnikom (način geodetskega snemanja, podatkovni model, način vzdrževanja, izmenjava podatkov).
- Leta 2005 se je začela migracija iz programskega okolja ESRI v okolje Manifold.

2.1 Služba za vodenje katastra GJI

Podatki o sistemih in objektih komunalnih naprav se vodijo v Tehnični bazi podatkov (TBP). Sestoji iz terenske ekipe, ki na terenu posname novo položene ter sanirane cevovode, in skupine, ki skrbi za geografski informacijski sistem kot celoto.



Slika 2: Organizacijska shema TBP

Služba je zadolžena za vodenje zbirk podatkov o vseh naših sistemih tako v grafični, kot tudi v opisni obliki podatkov. Vsi podatki pa se že nekaj let vodijo zgolj v digitalni obliki.

Uporabljena strojna in programska oprema v TBP

Geodetski instrumenti:

- Elektronski tahimeter Nikon DTM 821,
- Elektronski tahimeter Nikon DTM 720,
- Trimble GPS Pathfinder Pro XRS.

Računalniška oprema:

- strežnik (WIN 2003 Server),
- ustrezne delovne postaje,
- ploter Encad NovaJet 4,
- tiskalniki.

Programska oprema:

- ArcView 3.x,
- ArcExplorer,
- Auto CAD 2005,
- GEOS 6.0,
- Manifold System 6.50 Enterprise Universal.

2.2 Gospodarska javna infrastruktura

2.2.1 Uvod

Gospodarska javna infrastruktura (v nadaljevanju GJI) je zelo pomemben element razvoja vsakega okolja, saj je nanjo vezan skoraj vsak poseg v prostor in je v večini primerov brez nje tudi nemogoč. Zbrani in urejeni podatki o GJI so nepogrešljiv podatek v različnih procesih upravljanja s prostorom. Prav zaradi pomembnosti tematike ima zbiranje podatkov o GJI (v preteklosti so to bile komunalne naprave) na območju Slovenije dolgo tradicijo. Že leta 1968 je bil izdan Zakon o katastru komunalnih naprav, ki je postavil zbiranje podatkov GJI na mesto ob zemljiški kataster in kataster stavb, torej ob bok nepremičninskim evidencam. Zakon je bil leta 1974 noveliran in posodobljen, vendar tudi tak ni dosegel svojega namena oz. ga je dosegel le v določenih urbanih okoljih. Po letu 1990 je izvajanje zakona popolnoma zastalo in po letu 1994 tudi zamrlo.

Leta 2002 so z Zakonom o urejanju prostora (ZureP-1) in Zakonom o graditvi objektov (ZGO-1) to področje ponovno postavili na pravo mesto. Omenjena zakona namenjata veliko pozornosti zbiranju podatkov o GJI. Zakonodaja predvideva vzpostavitev zbirnega katastra GJI znotraj sistema zbirk prostorskih podatkov, ki vsebuje tudi zbirko podatkov o dejanski rabi zemljišč, zbirko pravnih režimov ter zbirko upravnih aktov. Geodetski upravi RS je tako naložena vzpostavitev zbirnega katastra GJI ter v prihodnje tudi vodenje te zbirke. Vzpostavitev je bila predvidena z začetkom letošnjega leta, kar pa še ne pomeni, da je mogoče dobiti podatke o objektih GJI v zbirnem katastru. Z vzpostavitvijo bo zagotovljena

infrastruktura za začetek polnjenja te zbirke, določeni bodo procesi in predvsem pripravljeno bo okolje (organizacijsko tehnično) za delovanje zbirnega katastra GJI. Polnjenje je v večji meri odvisno od upravljavcev GJI (občin in pristojnih ministrstev), katerim je nova zakonodaja naložila zagotavljanje posredovanja podatkov GJI v zbirni kataster.

2.2.2 Kaj je GJI?

Gospodarska javna infrastruktura so objekti, neposredno namenjeni izvajanju gospodarskih javnih služb s področja prometa, energetike, komunalnega gospodarstva, upravljanja z vodami in gospodarjenja z drugimi vrstami naravnega bogastva ali varstva okolja, kakor tudi druga omrežja in objekti v javni rabi. Gospodarska javna infrastruktura je državnega ali lokalnega pomena (ZUreP, 2002).

Vrste GJI so:

- prometna infrastruktura (ceste, železnice, letališča, pristanišča),
- energetska infrastruktura (električna energija, zemeljski plin, toplotna energija, nafta in naftni derivati),
- komunalna infrastruktura (vodovod, kanalizacija, ravnanje z odpadki),
- vodna infrastruktura,
- infrastruktura za gospodarjenje z drugimi vrstami naravnega bogastva ali varstva okolja,
- drugi objekti v javni rabi (elektronske komunikacije).

Večnivojsko vodenje podatkov o GJI (www.gu.gov.si):

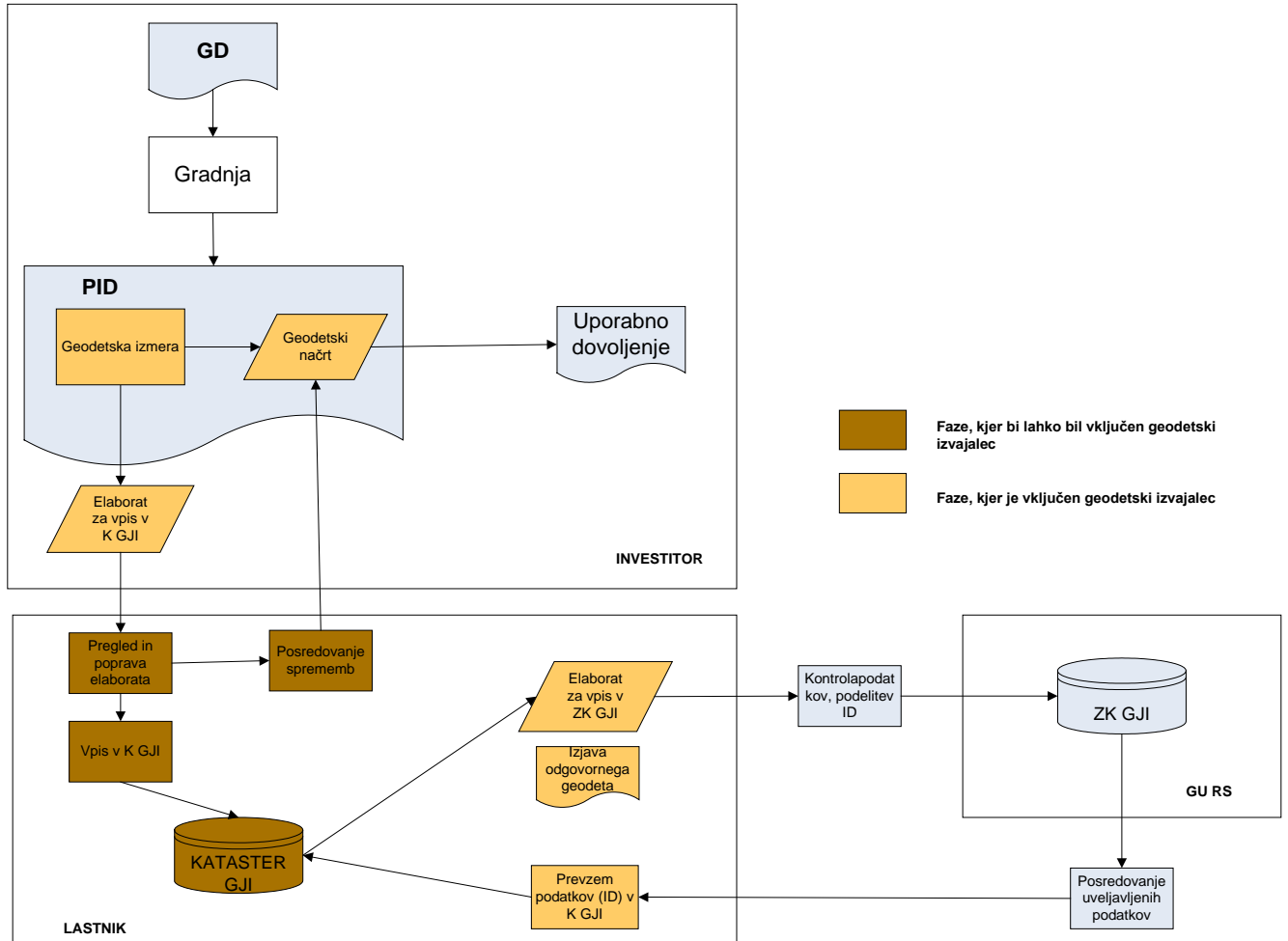
Izvajalci gospodarskih javnih služb vodijo najpodrobnejše podatke o GJI v operativnih katastrih, upravljavci oz. lastniki so pristojni za vodenje katastrov GJI in za posredovanje podatkov v zbirni kataster GJI, ki ga vodi Geodetska uprava RS. Javnost zbirnega katastra GJI bo omogočala v pogledovanje uporabnikom (tudi upravljavcem) v podatke vseh vrst GJI.

Geodetski upravi je naloženo, da zagotovi infrastrukturo (okolje) za vzpostavitev in delovanje zbirnega katastra GJI. Za posredovanje podatkov GJI v zbirni kataster so pristojni posamezni upravljavci oz. lastniki GJI, ki so:

- upravljavci državne GJI (elektrika, prenosni plinovodi, državne ceste, vodna infrastruktura...),
- lokalne skupnosti (vodovod, kanalizacija, lokalne ceste, vročevod, distribucijski plinovod, odlagališča odpadkov...),
- drugi lastniki GJI (kabelska televizija, mobilni operaterji...).

Vloga geodeta pri gospodarski javni infrastrukturi (slika 3):

- podpora celotnemu procesu evidentiranja GJI,
- podpora investitorjem,
- podpora upravljavcem.



Slika 3: Proces vpisa GJI

2.2.3 Zbirni kataster GJI v sistemu zbirk prostorskih podatkov

Zbirni kataster GJI predstavlja pregledno nepremičninsko evidenco v Sloveniji, v kateri se evidentirajo objekti GJI. Osnovni namen vzpostavitve zbirnega katastra GJI je prikaz zasedenosti prostora z objekti GJI, kar nam omogoča bolj smotrno planiranje in urejanje prostora ter bolj varno izvajanje posegov v prostoru.

Vsi, ki se s prostorom ukvarjajo na tak ali drugačen način, so si verjetno že kdaj zaželeli, da bi bili vsi razpoložljivi podatki o prostoru zbrani na enem mestu, lahko dostopni in po možnosti

prikazani z enostavnim programskim orodjem. To je aktualno še posebej takrat, ko pridobivanje potrebnih prostorskih in nepremičninskih podatkov, pospremljeno z birokracijo, zahteva veliko dragocenega časa. Upanje na rešitev te zadrege je nakazal Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1), ki kot pomembno novost uvaja sistem zbirk prostorskih podatkov. Ko bo sistem zbirk prostorskih podatkov dorasel, bo omogočal podporo različnim odločitvam v prostoru in bo hkrati podatkovna osnova za lokacijsko informacijo, načrtovanje prostora, nadomestilo za uporabo stavbnega zemljišča ali osnova za komunalni prispevek oz. programe opremljanja zemljišč.

3 GIS

V svetu se je vzporedno razvijalo več definicij geografskega informacijskega sistema, ki pa vsaka po svoje dejansko opisuje isti sistem.

GIS (Geografski Informacijski Sistem) je informacijski sistem, za zajemanje, hranjenje, vzdrževanje, obdelave, analize in predstavitve prostorskih podatkov.

GIS tvori programska, strojna in komunikacijska oprema, baza podatkov (DBMS), uporabniki in strokovno osebje, ter poslovni in organizacijski model (Šumrada, 2004)

GIS je okrajšava za geografske informacijske sisteme (angl. Geographical Information Systems) in je računalniški sistem, ki je prirejen za hranjenje, upravljanje in zlasti analize prostorskih podatkov. Zaradi različnih definicij je GIS dokaj težko opredeliti, saj se s tem ukvarja mnogo strokovnjakov in s tem je tudi mnogo različnih razlag.

Tehnologijo GIS tvorijo metodologija in orodja, ki so potrebna za uspešno in učinkovito zajemanje, vzdrževanje, obdelave, analize, posredovanje, predstavitve in upravljanje s prostorskimi (geografskimi) podatki. Shranjeni prostorski podatki podajajo lokacijske in opisne značilnosti stvarnih pojavov, ki obstajajo na izbranem področju obravnave.

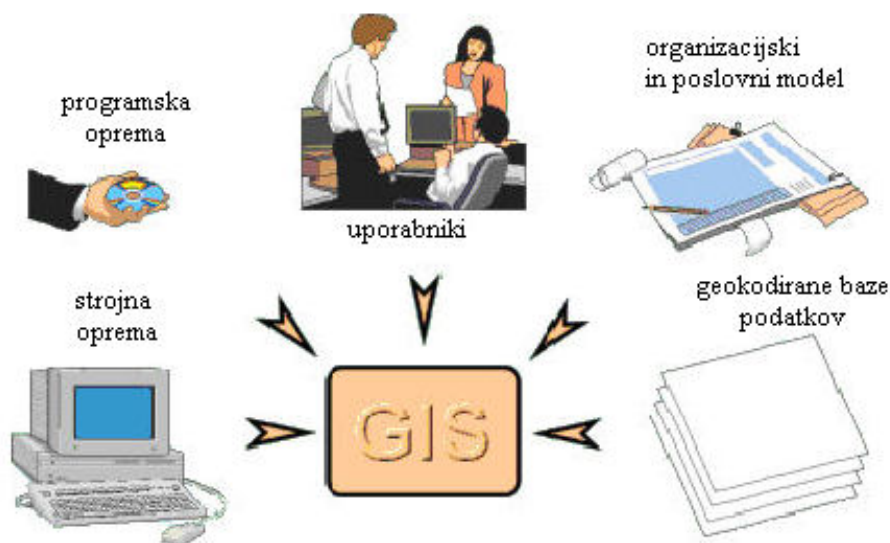
GIS je sistem za upravljanje z bazo podatkov, ki služi za zajemanje, shranjevanje, vzdrževanje, obdelavo, analiziranje in predstavitev prostorskih geokodirnih podatkov. Osrednji poudarek obdelav je na raznih podatkovnih analizah (Šumrada, 2005b).

Sistem za vnos podatkov dobro poznamo že od računalniško podprtega kartiranja in daljinskega zaznavanja. Tudi druga omenjena sestavina, to je sistem za shranjevanje in iskanje podatkov, je silno pomembna značilnost GIS. Še posebej pomemben pa je sistem za

analizo, saj omogoča prostorsko analizirane podatke in s tem pridobivanje novih informacij. Nič od tega bi seveda bilo neizvedljivo brez sistema za vnos podatkov, nazadnje pa je potrebno rezultate analiz prikazati človeku dojemljivo, kar omogoča sistem za prikaz podatkov (Kvamme et al. 1997).

Tradicionalna vsebinska opredelitev GIS, da sistem sestavlja naslednja vsebina (slika 4):

- strojna oprema,
- sistemska in posebna programska oprema,
- uporabniške aplikacije,
- integrirana baza prostorskih podatkov,
- vzdrževalci (upravljalci ali lastniki) baz ter
- uporabniki informacijskega sistema.



Slika 4: Tradicionalna vsebinska opredelitev sistema GIS

3.1 Osnovni tipi podatkov

Rastrski podatki

Rastrski objekt je dvorazsežno (2D) podatkovno polje (matrika), ki vsebuje razne vrednosti enotnega podatkovnega tipa. Vrednost rastrskega objekta predstavlja obstoj določene prostorske lastnosti, kot je denimo spektralni odboj, barva podobe, višina, itd. Vsak osnovni

položaj v matriki vrednosti, ki se imenuje celica, je opredeljen s številko vrstice in stolpca. Vrednosti celic rastrskega objekta so kodirane in so upodobljene z izbiro barve in intezivnosti pikslov (osnovnih elementov podobe) (Šumrada, 2004).

Vektorski podatki

Uporaba vektorskega načina vnosa in obdelave podatkov v sistemu GIS prevladuje. V matematiki je vektor posplošeno definiran kot usmerjena daljica, določena z izhodiščem, velikostjo in smerjo.

Vektorski objekt tvori niz tradicionalnih grafičnih elementov, ki so točke, linije (segmenti ali vektorji), poligoni (območja), vozlišča in oznake. Tem gradnikom so prirejani tematski, časovni, lokacijski, topološki in posebni atributi, ki skupaj tvorijo projektne datoteke. Prostorske podatke v sistemu GIS je potrebno vzdrževati in obnavljati. Pomembna odlika tehnologije GIS je njen hiter razvoj, ki zagotavlja uprabo novih metod za posodabljanje vektorskih podatkov.

Kartografska predstavitev prostorskih objektov v GIS-bazi je vsebinsko razslojena na tematske plasti in nadalje na podatkovne sloje ter temelji na dveh vrstah podatkov: na opisnih in lokacijskih atributih.

Opisni atributi podajajo tematske lastnosti geografskih objektov. Prostorske lastnosti objektov lahko naprej razdelimo na geometrične in topološke značilnosti.

Opredelitev posameznih vrst atributov prostorskih podatkov je naslednja (Šumrada, 2005a):

- **Tematski** atributi so različni opisni podatki, ki se nanašajo na prostorske objekte. Navadno so shranjeni v relacijskih bazah podatkov (DBMS).
- **Geometrični** atributi podajajo lokacijo ali lego geografskih objektov v prostoru z geokodami, ponavadi koordinate. Podajajo tudi obliko in velikost prostorskih objektov.
- **Topološki** atributi so nemetrične vrednosti, ki podajajo povezljivost, zaporednost in sosedske odnose med prostorskimi objekti. Osnovni topološki objekti so vozlišče, usmerjeni segment, zaključeni obodni poligon območja in površina.

3.2 Vir digitalnih podatkov

Pridobivanje kartografskih podatkov v digitalni obliki, ki jih nameravamo vključiti v GIS, nam vzame kar veliko časa, truda in tudi denarja. Zato je bolje uporabiti že digitalizirane podatke, če so za določeno območje že zbrani, kot da se sami lotimo izdelave. Mnoge vladne službe že imajo digitalizirane prostorske podatke za določeno območje v enem od standardnih zapisov za GIS. Tako je do podatkov marsikdaj mogoče priti po sorazmerno nizki ceni. Za digitalne podatke, ki so na voljo, imamo posebne kataloge (MOP).

Poudariti je treba, da ustrezna zakonodaja, ki urejuje avtorsko delo in lastnino, natančno opredeljuje, kako je potrebno urediti odnose med lastnikom in uporabniki podatkov (Kvamme et al. 1997).

3.3 Vrste prostorskih podatkov

V GIS predstavljamo in vodimo lastnosti pomembnih geografskih pojavov (objekti in dogodki), ki so locirani pod, nad in na površini Zemlje oziroma, ki obstajajo v trirazsežnem (3D) prostoru. Osnovna značilnost prostorskih podatkov je v tem, da imajo poleg opisnih lastnosti tudi kartografske značilnosti, ki podajajo njihovo lokacijo v geografskem prostoru. Ljudje dojemajo stvarno okolje okrog sebe v treh razsežnostih, vendar je predstavitev objektov v podatkovnem modelu še vedno večinoma dvodimenzionalna. Kartografska predstavitev prostorskih objektov v GIS bazi temelji na dveh vrstah podatkov: opisnih in lokacijskih atributih. Opisni atributi podajajo tematske lastnosti geografskih objektov. Grafične podatke o objektih pa delimo na geometrične in topološke podatke.

Uporabna vrednost zbirke prostorskih podatkov je odvisna od kakovosti vseh vrst vsebovanih podatkov, ki jih predstavljajo opisne, grafične in dinamične relacije med njimi. Kakovost geografskih podatkov opredeljujejo naslednji med seboj tesno povezani in soodvisni elementi (podrobnejši opis na strani 34) (ISO 19113):

- poreklo podatkov,
- namen podatkov,
- uporaba podatkov,
- položajna natančnost,
- tematska natančnost,
- podatkovna popolnost,

- logična usklajenost podatkov,
- časovna usklajenost podatkov.

3.3.1 Rastrski podatkovni model

V rastrskem podatkovnem modelu je področje obravnave oziroma stvarnost predstavljena z izbranimi površinami, ki so organizirane v homogen urejen vzorec. Temeljijo na upodobitvi geografskega prostora v obliki enolično določenih in sistematično organiziranih celicah oziroma slikovnih elementih, ki so navadno pravilni četverkotniki oziroma kvadrati, vendar pa so načeloma lahko tudi drugi pravilni mnogokotniki. Ker se v praksi največkrat uporablja mreža kvadratov, ki spominja na gridno mrežo, se celica imenuje grid. Običajna mrežna celica se imenuje tudi piksel, ki je najmanjši možni slikovni element digitalne podobe, ki se še lahko individualno obdeluje in prikazuje (Šumrada, 2005a).

Piksli so urejeni v matriko številskih vrednosti, ki se imenuje raster. Položaj posamezne mrežne celice v rastru je določen zgolj s položajem vrstice in stolpca v dani rastrski mreži ob znani velikosti celice. Vsaki mrežni celici se lahko pripiše ena sama vrednost določenega atributa, zato različne objekte oziroma različne attribute registriramo na različnih podatkovnih slojih. Vsaka podatkovni sloj ali prosojnica v rastrskem podatkovnem modelu lahko podaja eno samo tematiko oziroma vrednost za en sam atribut. Rastrski podatkovni model skoraj v celoti temelji na tehniki uporabe podatkovnih slojev.

Rastrski podatki so na voljo iz zelo različnih tehnoloških virov:

- skenerji,
- daljinsko zaznane podobe,
- digitalni ortofoto načrti,
- digitalne video kamere.

Količina podatkov v rastrskem podatkovnem modelu je lahko velika. Na primer, dvakratna povečava ločljivosti mrežne celice rastra ima za posledico štirikratno povečanje potrebnega prostora za shranjenje rastra. Čim večja je ločljivost, tem večji pomnilniški prostor potrebujemo. Za uspešno obvladovanje rastrskih podatkov se uporablja različna strojna oprema in zlasti posebne tehnike za shranjevanje celic. Dostopnost do rastrskih podatkov, njihova velika količina in potrebne predobdelave so glavne pomanjkljivosti rastrskega podatkovnega modela v primerjavi z vektorskim.

Poznamo več vrst zgoščevanja prostorskih podatkov:

- kodiranje s tekočo dolžino,
- verižno kodiranje,
- bločno kodiranje,
- metoda kvad dreves (najučinkovitejša metoda).

3.3.1.1 Kvad drevo

Metoda kvad dreves je učinkovita metoda za shranjevanje rastrskih podatkov. Algoritem za sestavo kvad drevesa temelji na razdelitvi celotnega obravnavanega geografskega območja na kvadratne celice različnih velikosti. Najmanjša možna velikost celice v kvad drevesu je enaka ločljivosti mrežne celice. Delitev na kvadrante se nadaljuje, dokler na določenem nivoju ne nastane homogen kvadrat, ki ga ni več treba naprej deliti (Kvamme et al. 1997).

Prednosti uporabe kvad dreves so zlasti naslednje:

- ker homogena območja niso razdrobljena na najmanjše možne celice, je mogoča hitra manipulacija z podatki,
- ker je učinkovito shranjevanje podatkov, omogoča hitro izvedbo nekaterih operacij.

Slabosti uporabe kvad drevesa so naslednje:

- sestava celotne strukture kvad drevesa je procesno zamudna,
- tudi pri spreminjanju strukture in pri vzdrževanju podatkov je potrebna dolga obdelava drevesa,
- pri nehomogenih oziroma razdrobljenih območjih je shranjevanje podatkov obsežnejše kot pri drugih oblikah za shranjevanje rastrskih podatkov.

3.3.2 Vektorski podatkovni model

Vektor je vsaka usmerjena prema linija med vozliščnima točkama na "digitalni karti", ki sta podani s koordinatami. V vektorskem podatkovnem modelu je poudarek na obliki, položaju in povezljivosti prostorskih pojavov. Osnovni grafični gradnik je za vektorsko (2D) ponazoritev modela prostora so točka, linija in območje. (Šumrada, 2005)

Vektorski podatkovni modeli so predvsem uporabni npr. za zemljiški kataster, urbanistično planiranje, planiranje oskrbe, kataster gospodarske javne infrastrukture.

Vozlišča se uporabljajo za predstavitev točkovnih objektov in je ničdimenzionalni objektni tip, katerega položaj je določen s koordinatnim parom x,y . Linije se kot enodimenzionalne preme ali krivolinijske povezave tvrijo na podlagi opredeljenih in razvrščenih veznih točk. Območja so predstavljena z obodnimi poligoni, ki so dvodimenzionalni objektni tip in so določeni z urejenim zaporedjem linij (določimo lahko ploščino in obseg).

Običajni izvori podatkov za vektorski podatkovni model so:

- klasične geodetske meritve,
- digitalizacija karte,
- fotogrametrične meritve,
- GPS opazovanja.

Topologija je najvišji možni nivo generalizacije, s katerim je mogoče shranjevati geografske pojave na računalniških medijih. V sistemih GIS se topologija beleži in hrani kot opisni atribut prostorskih objektov. Ker vektorski podatkovni model nima vgrajene topologije, zahteva procesno poseben in zahteven sistem za njeno sestavo in vzdrževanje

3.4 Primerjava med rastrskim in vektorskim podatkovnim modelom

Podatkovni model predstavljajo lokacijski, opisni in časovni atributi prostorskih objektov. Sodobni sistemi GIS združujejo oba podatkovna modela oziroma je mogoče vzporedno hraniti, prikazati, vzdrževati obe vrsti grafičnih podatkov (Šumrada, 2005a).

Vsak podatkovni model, tako vektorski, kot rastrski, ima določene prednosti in slabosti in sta primerna za različne načine uporabe (tabela 1). Vendar pa so lahko med seboj dobro dopolnjujeta. Glavne prednosti in slabosti med rastrskim in vektorskim pristopom primerjaje podaja tabela 1 (Šumrada, 2005a).

opravilo	rastrski podatkovni model	vektorski podatkovni model
zajemanje podatkov	zelo hitro in enostavno	večinoma zelo zamudno
količna podatkov	zelo velika	majhna in zmerna
grafična obdelava	povprečna	odlična
podatkovna struktura	enostavna	zelo zapletena zahtevna
geometrična natančnost	slaba (resolucija)	teoretično neomejena
mrežne analize	zelo slabe	zelo dobre
površinske analize	zelo dobre	povprečne, a precej težavne
generalizacija	enostavna (slabša ločljivost)	zapletena in zahtevna

Tabela 1: Primerjava med rastrskim in vektorskim pristopom

V sodobnih orodjih GIS postajajo razlike med rastrskimi in vektorskimi podatki oziroma podatkovnimi modeli vse manj pomembne. Mnogi sodobni sistemi GIS lahko uspešno in sočasno (vzporedno) hkrati manipulirajo z rastrskimi in vektorskimi podatki. S takim dvojnimi pristopom lahko tehnologija GIS izrablja prednosti obeh pristopov in ugotavlja doslej še neraziskane načine in možnosti kombinirane uporabe obeh oblik digitalnih prostorskih podatkov.

4 GIS V KOMUNALNEM PODJETJU VELENJE

Začetni poizkusi uvedbe računalniško podprtega sistema GIS v Komunalnem podjetju Velenje segajo v leto 1991, ko se je pričelo z digitalizacijo analognih podatkov. Medij, ki se je do tega leta uporabljal za shranjevanje geodetskih in tehničnih podatkov, vezanih na posamezen komunalni sistem, so bile v glavnem oleate, tahimetrični zapisniki, projektna dokumentacija in drugo.

Takrat izbrano merilo je bilo M 1 : 2500, ki ima bolj funkcijo pregledne karte in ne funkcijo obratnega katastra (priporočeno merilo vsaj M 1 : 1000). Deloma je problem merila rešen že s samo vsebino katastra, saj je veliko objektov in naprav katastra vidno (primarni vodi, jaški, TPP, hidranti) oz. se je s pomočjo sodobnih geodetskih instrumentov sčasoma vzpostavilo želeno merilo.

KP Velenje ima v okviru Strokovnih služb organizirano Službo Tehnična baza podatkov, ki je zadolžena za vodenje evidenc o vseh naših sistemih tako v grafični, kot tudi v opisni obliki podatkov. Služba prav tako izvaja vsa potrebna geodetska snemanja na terenu. Informacijski sistem je računalniško podprt in sicer z omrežnim strežnikom in razvejano računalniško mrežo (Ethernet). Prav tako je podjetje opremljeno z zadostnim številom licenc za programsko orodje ARCView 3.1 proizvajalca ESRI (Environmental System Research Institute) vendar je že zastarelo programsko okolje. Od leta 2005 se na novo nabavljajo le še licence za Manifold System.

V GIS se vodijo evidence za vse komunalne sisteme, ki jih ima KP Velenje v upravljanju, in sicer so podatki organizirani v preko petdesetih slojih.

4.1 Stroški in koristi v sistemih GIS

Vsako podjetje opravlja svojo dejavnost z namenom, da bi čim bolje poslovalo. Osnovni cilj je doseči čim večji učinek z danimi sredstvi oziroma doseči dani učinek s čim manjšimi sredstvi. Na poti k doseganju tega cilja je pomembna tudi ekonomska ocena pri odločanju o uporabi tehnologije GIS.

Nastavitev in uporaba tehnologije GIS za organiziranje in vzdrževanje prostorskih podatkov vključuje naložbo znatnih denarnih sredstev (kapitala) in pomeni tudi trajne stroške za nadaljnji razvoj, vzdrževanje in podporo informacijskemu sistemu. GIS mora konkurirati drugim možnim naložbam za omejena razpoložljiva denarna sredstva in druge omejene vire. Dejstvo, da je lahko uporaba tehnologije GIS koristna, ni zadostno opravičilo (Šumrada, 1997).

Če bi se odločali za uporabo drage digitalne tehnologije GIS, bi opravili skrbno analizo stroškov namestitve in vzdrževanja in koristi, ki izhajajo iz takih naložb.

Potrebna finančna sredstva za izvedbo projekta so zagotovljena v letnem planu podjetja. Tipičen IT projekt v javni upravi in javnih podjetjih praviloma nosi v sebi tudi sporočilo, da bi z več sredstvi lahko storili še več, in da bo ta več nastopil v drugi fazi izvedbe projekta.

Za naš primer posodabljanja programske opreme lahko z veseljem ugotovimo, da so za celotno izvedbo projekta potrebna minimalna sredstva. Ta ugotovitev je posledica predvsem cenovno izredno ugodnega programskega orodja Manifold, ki v svoji funkcionalnosti vsebuje tudi IMS strežnik in tako ni potrebe po nabavi specialnih paketov, ki v svoji ceni presegajo mejo 20.000 \$. Prav tako je izredno inovativno rešen problem shranjevanja podatkov v RDBMS, brez nepotrebnih dodatnih vmesnih rešitev, ki prav tako presegajo postavke 20.000 \$. Pri prehodu iz analognega katastra v GIS se v podjetju ni naredilo analizo stroškov in koristi. Kar je seveda zelo tvegana poteza glede na to, da zahteva GIS-tehnologija mnogo stroškov, predvsem na začetku projekta. Ker pa ima vodenje klasičnega katastra mnogo slabosti, se je podjetje odločilo za digitalizacijo podatkov iz oleat v digitalno obliko.

Ovrednotenje stroškov je sorazmerno enostavno oceniti glede na koristi. Ocenitev obsega vsa potrebna sredstva, kot so stroški za nabavo strojne in programske opreme, načrtovanje in razvoj baze podatkov in podatkovne strukture, osebje, vzdrževanje sistema, šolanje kadrov, zajemanje in polnjenje podatkov itd. Daleč največji so stroški za zajemanje oziroma digitalizacijo prostorskih podatkov (od 60 do 80% vseh potrebnih sredstev).

Koristi od uporabljene tehnologije GIS je po drugi strani mnogo težje ovrednotiti, ker sistem GIS zagotavlja mnogo večje koristi, kakor jih lahko predstavlja samo avtomatizacija analogni procesov. Uvajanje sistema GIS je tudi časovno dolgotrajen proces, ki se odvija vrsto let (Šumrada et al. 1997).

Glede na to, da je od uvajanja tehnologije GIS v Komunalno podjetje Velenje minilo že vrsto let, lahko zatrdimo, da so se pokazale že predvidljive in nepredvidljive koristi tehnologije GIS. Zaradi neprestanega razvijanja programske opreme in zaradi vedno večjih potreb in želja je potrebno nadgraditi obstoječo programsko okolje, ki je z leti zastaralo. Tu se znova pokažejo visoki stroški, seveda občutno manjši kot pri uvajanju tehnologije GIS.

V večini primerov so obstoječi sistemi GIS zgrajeni v javnem sektorju, kjer tržna pravila ne pridejo do polne veljave. Takšni uradni informacijski sistemi zagotavljajo mnoge usluge, sami zbirajo, vzdržujejo in porazdeljujejo prostorske ter ostale podake. Javni sektor pogosto deluje v monopolnem ali posebnem položaju ter se delno ali v (še vedno) celoti financira iz proračuna. Cene uslug takšnih služb zato ne temeljijo na načelih tržnih zakonitosti. V javnih službah veljajo ustrezna pravila in predpisi, ki urejajo financiranje dejavnosti iz javnih fondov in tudi zagotavljajo kontrolo za smotrno uporabo javnih (državnih ali občinskih) proračunov (Šumrada, 2005b).

Zgoraj navedena dejstva veljajo tudi za Komunalno podjetje Velenje, zato so se v oddelku TBP (Tehnična Baza Podatkov) odločili, da se v podjetje uvede novo programsko okolje Manifold System, ki je nekajkrat cenejše od nadgradnje obstoječega programskega okolja. Seveda so predhodno preučili, če programsko okolje ponuja vse, kar oddelek potrebuje za korektno opravljanje svojega dela.

4.1.1 Razmerje stroškov in koristi v sistemih GIS

Obsežna študija, imenovana Nordisk Kvantif je pokazala, da lahko dosežemo naslednja razmerja med stroški in koristmi (Kvamme et al. 1997):

- če računalniško podprt sistem GIS uporabljamo samo za avtomatsko kartografijo oziroma za avtomatsko produkcijo in vzdrževanje kart in načrtov, lahko dosežemo razmerje med stroški in koristmi 1 : 1.

- Če računalniško podprt sistem GIS uporabljamo tudi za druga interna opravila v organizaciji, denimo za načrtovanje in organizacijo dela, lahko dosežemo razmerje med stroški in koristmi 1 : 2.
- Če računalniško podprt sistem GIS uporabljamo tudi za dodatna zunanja opravila, ki jih predstavlja mnogo uporabniška delitev in izraba akumuliranih podatkov, lahko dosežemo najvišje razmerje med stroški in koristmi 1 : 4.

Doseganje takih koristi seveda ni avtomatsko zagotovljena ampak je odvisna predvsem od ustrezne zastavitve, vodenja in izdelave sistemov GIS. Navedena razmerja sicer ne kažejo natančnih kazalcev, dokazujejo pa, da so lahko naložbe v sisteme GIS tudi donosne naložbe, kakor v drugih sektorjih gospodarstva.

Namen uporabe	avtomatska izdelava kart in načrtov	izdelava kart in interna uporaba podatkov	izdelava kart, interna uporaba podatkov in mnogouporabniška delitev ter izraba skupnih podatkov
Opravila	zajemanje, shranjevanje, urejanje, vzdrževanje in predstavitve	izdelava kart, poslovno načrtovanje, vodenje projektov in organizacija dela	izdelava kart, interna izraba podatkov, splošne storitve, skupna uporabniška izraba podatkov, prostorsko in ekonomsko investicijsko načrtovanje
Razmerje med stroški in koristmi	1 : 1	1 : 2	1 : 4

Tabela 2: Povzetek predstavljenih ugotovitev projekta Nordisk Kvantif

4.2 Pravni vidik

V Komunalnem podjetju Velenje razpolagamo s prostorskimi podatki, raznimi kartami in načrti, z bazami podatkov ter programsko opremo GIS, ki podjetju prinašajo razne koristi. Zato je bilo v podjetju potrebno vzpostaviti ustrezne razmere za zakonito izkoriščanje in uporabo avtorskih del na področju tehnologije GIS.

Avtorju programske opreme so zavarovane njegove temeljne moralne in materialne pravice do ustvarjenega intelektualnega dela.

Poskrbljeno je za nadzorovan dostop in omejeno uporabo osebnih podatkov naših strank.

V dobi komunikacij in omrežij ne more biti glavno vodilo pri varovanju avtorskih del strategija maksimalne možne zaščite le-teh, ampak vzpostavitev najboljših možnih pogojev za doseganje in zagotavljanje maksimalne tržne vrednosti intelektualnih stvaritev.

4.2.1 Zakon o avtorskih in sorodnih pravicah

Slovenija se je z Zakonom o avtorskih in sorodnih pravicah (ZASP, 1995), dopolnilom zakona (ZASP-A, 2001) in spremembam in dopolnitvah zakona (ZASP-B, 2004) prilagodila pravni red mednarodnim rešitvam in usmeritvam na področju varovanja intelektualne lastnine, ki obsega:

- pravo industrijske lastnine,
- avtorsko pravo.

4.2.1.1 Avtorske delo in pravice

Avtorsko delo so individualne intelektualne stvaritve iz književnosti, znanosti in umetnosti, ki so na kakršenkoli način izražene, če ni s tem zakonom drugače določeno (ZASP-B, 5. člen).

Avtorska pravica je naravna človekova pravica, ki pripada tistemu, ki je avtorsko delo ustvaril. Je pravica intelektualne lastnine nad ustvarjalnim delom.

Moralne avtorske pravice varujejo avtorja glede njegovih duhovnih in osebnih vezi do dela. (ZASP-B, 16. člen) *Materialne avtorske pravice* varujejo premoženjske interese avtorja s tem, da avtor izključno dovoljuje ali prepoveduje uporabo svojega dela in primerkov svojega dela (ZASP-B, 21. člen).

4.2.1.2 Baze podatkov

Podatkovna baza je zbirka neodvisnih del, podatkov ali drugega gradiva v kakršnikoli obliki, ki je sistematično ali metodično urejeno in posamično dostopno z elektronskimi ali drugimi

sredstvi, pri čemer pridobitev, preveritev ali predstavitev njene vsebine zahteva kakovostno ali količinsko znatno naložbo (ZASP-A 141.a člen).

Izdelovalec podatkovnih baz ima izključno pravico (ZASP-A 141.c člen):

- reproduciranja svoje podatkovne baze,
- distribuiranja primerkov svoje podatkovne baze,
- dajanja v najem primerkov svoje podatkovne baze,
- dajanja na voljo javnosti svoje podatkovne baze,
- drugih oblik priobčitve javnosti svoje podatkovne baze.

Baza podatkov (pravno) pomeni zbirko posebej urejenih podatkov, pravil ali drugih dokumentov, ki so oblikovani, shranjeni in dostopni z elektronskimi mediji.

Pravna zaščita baz podatkov je zelo pomembna, če jo obravnavamo s stališča sredstev vloženih v njihov razvoj. V Sloveniji so baze podatkov zaščitili s sprejetjem dopolnila k zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (ZASP-A 2001).

4.3 Povzetek

Geografski informacijski sistemi ponujajo v prostorskih raziskavah kup prednosti. Če upoštevamo hitrost razvoja na tem področju, lahko pričakujemo, da bodo imeli naslednji rodovi GIS še bolj izpopolnjene možnosti analiz in bodo premogla orodja, ki so danes morda še povsem nepredstavljava. Možnosti uporabe geografskih informacijskih sistemov so skoraj neomejene. Ampak GIS ne bo nikoli sam reševal problemov. Sami moramo ustvariti primerno bazo podatkov, ki zadostuje za vse naše želje in potrebe, da lahko naredimo zahtevne prostorske analize.

Informacijski sistem je kombinacija podatkov, shranjenih v neki bazi, tehnične opreme in tudi človeških sposobnosti. Ta kombinacija proizvaja informacije za podporo upravljanju, poslovanju in odločanju. Vse skupaj temelji na ustreznem nizu organizacijskih postopkov.

Torej tehnologija sama po sebi ne pomeni veliko, če nimamo določenega kroga ljudi z znanjem in izkušnjami, da bi jo vzdrževali, razvijali in nenazadnje tudi uporabljali.

5 DIGITALNI MODEL VIŠIN

5.1 Uvod

Na vprašanje, kdaj je človek prvič poskusil izmeriti in upodobiti zemeljsko površino, ne bomo nikoli odgovorili! Vemo pa, da je izraz digitalni model reliefa (DMR) prvi upodobil Američan Charles L. Miller in sicer leta 1955. S skupino sodelavcev je izdelal raziskovalno nalogo, katere namen je bil razviti nov, kvaliteten in računalniško podprt način za projektiranje cestne infrastrukture (Rihterič in Fras, 1991). Torej je bil prvi namen modela DMR za projektiranje linijske infrastrukture.

Razvoj tehnologije računalniške obdelave podatkov, fotogrametrije, daljinskega zaznavanja, geodetskih tehnik merjenja in drugih področij znanosti in tehnike je narekoval izgradnjo digitalnega modela reliefa in višin (Podobnikar, 2000). Kljub temu pa korenine prikaza reliefa segajo še v analogne predstavitve, ki so neprimerno starejše.

Prve zamisli o izdelavi DMV Slovenije segajo v konec šestdesetih let prejšnjega stoletja. Leta 1973 so začeli izdelovati digitalni model višin - DMV 100 - za celotno območje Slovenije. Prvi uporaben rezultat digitalnega modela višin, DMV 100, sega v sredino 80-ih let. Na žalost pa je bil ta izdelek do leta 2000 edini model višin, ki je prekrival celotno območje Slovenije.

V letu 2000 je bila izdelana in potrjena metodologija izdelave novega modela reliefa. V naslednjih dveh letih je bil pripravljen prototipni model višin z ločljivostjo 20 m (DMV 20) za območje osrednjega dela Slovenije. V letih od 2003 do 2005 pa je bil projekt dokončan za območje cele Slovenije. Rezultati projekta so podatki digitalnega modela višin z ločljivostjo 12,5 m, 25 m in 100 m. (Duhovnik in Mlinar 2005).

5.2 Definicija DMR

Digitalni model reliefa (DMR) razumemo kot digitalni opis oblikovanosti zemeljskega površja. Definicija ne vsebuje le prikaza površja samega, ampak tudi njegov opis z nakloni, ekspozicijo ter plastnicami, padnicami, točkami vrhov ter z drugimi značilnimi črtami in točkami. DMR je sicer fraktalna ploskev vendar jo obravnavamo kot zvezni številski prikaz topografske ploskve z eksplicitno (neposredno dostopno) ali implicitno informacijo (prikrito, ki je dostopna z analizami) o obravnavanem zemeljskem površju. Sam pojem relief je

opredeljen kot oblikovanost zemeljskega površja, kar se lepo vključuje v definicijo DMR (Podobnikar, 2002).

DMR je modelno nadomestilo za dejansko zemeljsko površino. Ker imamo v digitalni obliki podane absolutne koordinate točk v prostoru, je neodvisen od merila. Zato lahko obstoječ topografski podatek neposredno uporabimo za izdelavo različnih oblik prikazov zemeljskega reliefa v različnih merilih. (Rihterič in Fras 1991).

Definicije so od enostavnih do zapletenih in velikokrat nasprotujočih. Vzrok so različne tehnike modeliranja, prikaza in zapisa reliefa ter razna področja in nameni uporabe. Definicije se poleg tega lahko hitro prilagajajo razvoju tehnologije (Podobnikar 2002).

Poenostavljeno lahko opišem naslednje osnovne digitalne zapise zemeljskega površja:

- digitalni model višin /DMV/ ali rastrski sloj višin - vsebuje samo višinske točke, ki so najpogosteje zapisane v obliki pravilnih kvadratastih celic in pogojno tvorijo ploskev zemeljskega površja.
- Digitalni model terena /DMT/ - poleg ploskve reliefa vsebuje tudi podatke o značilnostih naravne pokrajine.
- Digitalni model reliefa /DMR/ - poleg višinskih točk vsebuje tudi druge objekte, ki opisujejo ploskev reliefa.
- Digitalni model pokrajine - poleg ploskve reliefa vsebuje tudi podatke o naravnih in družbenih značilnostih.

Digitalni model pokrajine vsebuje DMR, ta vsebuje DMT, in slednji DMV.

Literatura najpogosteje loči le med DMV in DMR kot osnovnima oblikama opisa (in zapisa) oblikovanosti zemeljskega površja (Podobnikar, 2002).

5.3 Primerjava med DMV in DMR

V literaturi sem zasledil različna poimenovanja modela zemeljskega površja. Največkrat sta to digitalni model reliefa (DMR) ter digitalni model višin (DMV).

DMV je enostaven zapis v dvorazsežno kvadratasto celično mrežo z višinami, zapisanimi kot atributi. Pojem DMR pomeni kompleksno predstavitev površja, ki vsebuje višinske točke površja, značilne točke in črte ter druge geomorfološke značilnosti. Za izraza DMV in DMR

se je med laiki in uporabniki udomačila poenostavljena kratica - DMR (digitalni model reliefa). Glede na to, da definicija za DMR v celoti vsebuje definicijo za DMV in zaradi zgodovinskega razvoja pojmov v Sloveniji, je raba izraza DMR kljub manjši pomenski nekorektnosti največkrat upravičena. Tudi zaradi poenostavljanja ali nepoznavanja tematike se veliko virov omejuje le na enega izmed izrazov, DMV ali DMR.

Če uporabimo sestavine definicije modela DMR, potem lahko DMV opišemo na naslednji način (Podobnikar, 2001):

- zapis podatkov je enoličen (vsebuje le točke pri rastrskem zapisu ali enostavnem zapisu v TIN),
- podatki o strukturi so topološko enostavne (omejene na enostavne topološke relacije celične mreže ali enostavni TIN),
- osnovni podatki o kakovosti so prav tako pomembni kot pri DMR-modelu, vendar zaradi enostavnosti niso vključene v definicijo DMV.

5.4 Digitalni model reliefa Slovenije

Novembra 2005 je bil predstavljen digitalni model reliefa Slovenije ločljivosti 12,5 m. To je eden izmed dveh pomembnih projektov Geodetske uprave Republike Slovenije, ki so bili zaključeni v letu 2005. Geodetska uprava vodi v svojih evidencah veliko število podatkov o reliefu. To so podatki digitalnih modelov višin, plastnic in višinskih kot ter drugi podatki, ki so se zajemali za potrebe zemljiškega katastra, katastra stavb, državne meje ipd. Vse te podatke so analizirali, jih ovrednotili in iz njih izdelali digitalni model reliefa Slovenije. Projekt je trajal 6 let. V letu 2000 je bila izdelana in potrjena metodologija izdelave novega modela reliefa. V naslednjih dveh letih je bil pripravljen prototipni model višin z ločljivostjo 20 m (DMV 20) za območje osrednjega dela Slovenije. V letih od 2003 do 2005 pa je bil projekt dokončan za območje cele Slovenije. Rezultati projekta so podatki digitalnega modela višin z ločljivostjo 12,5 m, 25 m in 100 m. Projekt je strokovno in uspešno izvedel Znanstvenoraziskovalni center SAZU (Duhovnik, 2005).

5.4.1 Opis podatkov

Leta 2000 je bil izdelan digitalni model višin InSAR DMV 25. Za izdelavo interferometričnega DMV ločljivosti 25 krat 25 m so bili uporabljeni radarski posnetki Evropske vesoljske agencije (ESA). Največje prednosti InSAR DMV 25 glede na DMV 100

in DMV 25 so statistično homogena natančnost ter geomorfološko in vizualno visoka kakovost. Na Geodetski upravi Republike Slovenije so za območje vse Slovenije trenutno na razpolago DMR 25, InSAR DMV 25 ter InSAR DMV 100 (izdelan s prevzorčenjem InSAR DMV 25), za osmino površine države pa DMV 20 (Podobnikar, 2002b).

Digitalni model reliefa Slovenije je sistem, ki obsega podatke digitalnih modelov višin Slovenije in njene okolice z ločljivostjo 12,5 m (DMV 12,5), 25 m (DMV 25) in 100 m (DMV 100). V model DMR je vključenih tudi več kot 25 vrst višinskih podatkov zajetih od leta 1947 dalje, kot so digitalni modeli reliefa z ločljivostjo od 10 do 600 m, digitalizirane plastnice, sloji cest in železnic različnih meril, geodetske točke, kataster stavb ipd (www.gu.gov.si).

Značilnosti novega Digitalnega modela reliefa Slovenije so:

- model obsega več kot 353 milijonov točk pri ločljivosti 12,5 m,
- ocenjena natančnost višine je 3,2 m (ravnine 1,1 m, gričevja 2,3 m, hribovja 3,8 m, gorovja 7,0 m)



Slika 5: Digitalni model reliefa Slovenije

Na Geodetski upravi RS lahko naročimo naslednje podatke:

- DMV 12,5,
- DMV 25,
- DMV 100,
- InSAR DMV 25,
- InSAR DMV 100.

Format podatkov izdajajo v ASCII zapisu (y, x, H).

V nadaljevanju sledi opisne lastnosti InSAR DMV 25 in DMR 25, katerih opis sem pridobil na spletni strani Geodetske uprave RS. InSAR DMV 25 in DMR 25 sem uporabil pri izdelavi digitalnega modela višin.

5.4.2 Podatki InSAR DMV 25

Digitalni model višin z ločljivostjo 25 m. Izdelan je s tehniko radarske interferometrije iz radarskih posnetkov Evropske vesoljske agencije (ESA). Posnetki so narejeni v letih od 1995 do 1999.

Povprečna višinska natančnost podatkov je za:

- raven relief - 1,9 m,
- razgiban relief - 5,2 m,
- hribovit relief - 13,8 m.

Za celotno Slovenijo je ocenjena povprečna natančnost višine 4,5 m. V goratih območjih je lahko nekaj grobih napak, ki presegajo 50 m. Podatki prekrivajo celo Slovenijo.

Glede na druge digitalne modele višin so največje prednosti InSAR DMV 25 statistično homogena natančnost, geomorfološko in vizualno dober izgled modela ter celovitost na območju Slovenije. Podatki so primerni za uporabo pri izvajanju računalniško podprtih prostorskih analiz s pomočjo orodij za rastrsko izdelavo (geomorfološke analize, analize ranljivosti ...), za uporabo pri prikazovanju oziroma upodabljanju prostora, za potrebe računalniško podprte kartografije in v druge bolj specializirane namene. Podatki se izdajajo v ASCII zapisu (y, x, H). Osnovna enota izdajanja je list TTN 5.

5.4.3 Podatki DMV 25

Digitalni model višin z ločljivostjo 25 m. Izdeluje se vzporedno z izdelavo digitalnega Ortofota DOF 5.

Povprečna višinska natančnost podatkov je za:

- raven relief - 1,5 m,
- razgiban relief - 3 m,
- hribovit relief - 6,5 m.

Natančnost višinskih podatkov na poraščenih območjih je približno 5 m. Model ni homogen ampak se od lista do lista razlikuje predvsem glede na leto izdelave. Na goratih območjih lahko nekatere grobe napake presegajo 50m. Prednost modela v primerjavi z drugimi digitalnimi modeli višin je boljša lokalna višinska natančnost. Pri uporabi več listov DMR 25

hkrati lahko pride do odstopanj na robovih med posameznimi listi. Podatki se izdajajo v ASCII zapisu (y, x, H). Osnovna enota izdajanja je list TTN 5.

5.4.4 DMV 12,5

Izdelan je iz raznih geodetskih podatkov. Uporabljena je metoda utežnega seštevanja virov z geomorfološkimi popravki. Prednosti te metode so visoka ločljivost, vertikalna natančnost, geomorfološka kakovost. Pokriva tudi bližnjo okolico Slovenije.

5.5 Praktična uporaba DMV

DMV je pri številnih uporabah GIS in raziskavah najpomembnejši in osnovni sloj. Iz njega je moč ustvariti vrsto informacij o prostoru. Nemara najenostavnejši namen uporabe DMV je prikazovanje pokrajine s perspektivnimi pogledi. Izberemo si lahko poljubni zorni kot gledanja, nastavimo si višino in naklon gledanja. S temi možnostmi lahko ustvarimo perspektivni pogled na določeno zeleno območje.

Dobra tridimenzionalna predstavitev omogoči uporabniku boljšo predstavo oziroma pogled na obravnavano območje. Z DMV lahko zelo dobro izdelamo in prikažemo preseke in profile terena. Profil terena je lahko preprost, v smeri ravne črte prek delovnega območja. Še bolj uporaben pa je lahko profil kot lomljena črta, "povlečena" po cesti, reki ali predvideni trasi javne infrastrukture. Na osnovi razmerij med višinami lahko ustvarimo še druge pomembne podatke, kot so naklon terena, koeficient razgibanosti, opis možnih vodotokov, položaj gorski grebenov in vrhov, porečja in celo ugotavljanju vidljivosti med posameznimi točkami. Ti podatki so ponavadi še precej pomembnejši od samega digitalnega modela reliefa.

Iz DMV je mogoče izdelati mnogo drugih podatkovnih slojev. Našteti so le najpogostejši izdelki iz digitalnega modela reliefa:

- izračun naklona terena,
- izračun profilov in prečnih prerezov,
- prikazovanje pokrajine s 3D slikami,
- izdelava kart vidljivosti,
- izračun konveksnosti in konkavnosti terena,
- prikaz reliefa z umetnim senčenjem,
- prikaz reliefa s plastnicami,
- določitev razvodij,
- senčenje.

5.6 Modeliranje ploskev

5.6.1 Uvod

Modeliranje ploskev je postopek, ki tvori aproksimacijo funkcionalne površine na podlagi razpoložljivih trirazsežnih točkovnih podatkov, ki so lahko naključno ali pa geometrično pravilno razporejeni. Funkcionalna ploskev povezuje določeno prostorsko lego z vrednostjo izbranega atributa obravnavane prostorske spremenljivke, kot sta denimo višina terena ali pa kemična koncentracija na takšni lokaciji. Funkcionalne ploskve se navadno prikazujejo kot digitalni modeli višin (rastrsko), z izolinijami (vektorsko), kot TIN-objekti (mreža neenakih trikotnikov), lahko pa se ponazorijo tudi s pomočjo profilov. Tehnike za modeliranje ploskev zagotavljajo niz ustreznih analitičnih in statističnih metod za izvedenost (Šumrada, 2005a).

Pri DMR se omejimo le na višino H (atribut) nad dvorazsežno ravnino xy , zato govorimo o enoličnem 2,5 – razsežnem prikazu (2,5D).

Prostorska interpolacija je postopek za določitev iskane vrednosti na nepoznani lokaciji s pomočjo poznanih vrednosti v bližnji okolici. Od interpolacije pričakujemo pridobitev ploskve, ki bo čim bolj zadostovala področju obravnave na zemeljskem površju.

Viri podatkov za prostorske interpolacije so lahko tudi že obstoječi rastrski podatki (letalske ali satelitske podobe), digitalni modeli višin, skenirani načrti in karte in (digitalizirane) vektorske plastnice. Podatkovna sestava dobljene vrednosti atributa na iskanih točkah je največkrat enaka kot izvorni podatkovni vir.

Viri podatkov za prostorske interpolacije so torej lahko (Šumrada, 2005a):

- stereoskopski letalski ali satelitski posnetki,
- rastrski modeli (DMV, DMT, DMR, itd.), skenirani načrti in karte,
- digitalizirane vektorske izolinije in poljubni profili,
- najpogosteje pa: končna množica diskretnih, naključno razporejenih točk, na katerih je obravnavani atribut opazovan neposredno ali pa določen posredno.

5.6.2 Prostorska interpolacija in metode

V idealnih razmerah bi imeli znane vrednosti prostorskih podatkov na vseh možnih lokacijah. Vendar temu ni tako, zato potrebujemo vmesne vrednosti med opazovanji (vrednosti), ki jih

imamo na opazovanju. Te vrednosti, ki so lahko sistematično ali naključno razporejene, pa lahko določimo z GIS-orodji.

S prostorske interpolacije dobimo zvezno ploskev na podlagi diskretnih točkovnih podatkov. Ti podatki so lahko končna množica točk, ki so tudi ustrezno geometrijsko urejene (gridna mreža točk) ali pa gre za naključno razporejene opazovane točkovne podatke, ki imajo poleg lokacije podano tudi višino oziroma z koordinato.

Različne interpolacijske metode in parametri peljejo k različnim rezultatom, ki se praviloma med seboj ne razlikujejo veliko, vendar je potrebno biti kljub temu previden, saj se lahko rezultati pod določenimi pogoji med seboj bistveno razlikujejo.

Interpolacijske metode lahko razdelimo na več načinov in najbolj pogosti delitvi načina interpolacije sta naslednji (Šumrada, 2005a):

- lokalni in globalni pristop; globalne določijo eno samo matematično funkcijo, ki se najbolj prilega vsem podanim točkam. Lokalne pa ponavlja določijo matematično funkcijo v okolici vsake nove točke na podlagi bližnjih podanih točk.
- deterministični in stohastični pristop; deterministične interpolacijske metode se uporablja v primerih zadostnega poznavanja lastnosti področja obravnave, da se lahko verodostojno opredeli z matematično funkcijo. Stohastične metode pa temeljijo na domnevnih modelih.

Zvezne vrednosti preko celotnega modela naenkrat najenostavneje določimo z globalnimi interpolacijskimi metodami. Osnovna ideja je v tem, da preko celotnega območja razvijemo polinomske funkcije ali ploskev višjega reda, ki jo v nadaljnji obdelavi izravnamo po metodi najmanjših kvadratov.

Pri lokalnem pristopu interpoliramo želene elemente v poljubno izbrani, dovolj majhni okolici obravnavane točke. Zato so algoritmi za lokalno interpolacijo lažji, rezultati kvalitetnejši, delo pa zamudnejše in pogojeno z veliko porabo računalniškega pomnilnika (Rihtaršič in Fras 1991).

Med bolj znane interpolacijske metode spadajo (Šumrada, 2005a):

- prileganje ploskve z inverzno razdaljo,

- polinomska analiza trendov
- prileganje ploskve s profili,
- prileganje ploskve s triangulacijo
- prileganje ploskve s kvintno metodo,
- dvosmerno prileganje ploskve,
- metoda kriging,...

Pri izdelavi DMV-modela Šaleške doline smo uporabili kriging metodo, zato sem se odločil za opis te pogosto uporabljene metode.

5.6.3 Metoda kriging

Od metod za interpolacijo velja kriging za pristop, ki temelji na najbolj opredeljenih teoretičnih postavkah. Večina metod temelji na matematičnem modeliranju sklenjenih prostorskih spremenljivk.

Vendar je značilnost večine prostorskih pojavov takšna, da je samo matematičen opis teh pojavov pomanjkljiv. Pojavi v naravi se obnašajo po načelu slučajnih spremenljivk. Sistem GIS mora omogočiti primernejše orodje kot so matematični modeli. Omogočiti mora tudi ocene napak interpolacije.

Kriging je geostatična metoda in temelji na načelu stohastične prostorske spremenljivosti. Je prefinjena in zapletena metoda lokalne (lahko pa tudi globalne) in največkrat točkovne interpolacije. Metoda kriging interpolira vrednost višine za vsako točko na podlagi ocene variance in izračuna utežnega povprečja višin bližnjih točk. Bližnje točke imajo večji vpliv na vrednost, kakor bolj oddaljene točke. Pri postopku kriging je možno določiti oceno natančnosti vsake interpolirane vrednosti.

Teorija regionalnih spremenljiv uporablja vrsto stohastičnih metod za analiziranje. Kriging je metoda izpeljana iz te teorije in je geostatična metoda, ki temelji na načelu stohastične prostorske spremenljivosti. Metoda zmanjšuje napake napovedi in jih skuša tudi oceniti.

Kot sem že omenil, kriging temelji na načelu stohastične prostorske spremenljivosti. Ta model se dobro prilagaja stvarnosti, česar ne moremo trditi za metode interpolacije, ki so

zgolj analitično modeliranje. Kriging na ta način predstavlja statistično oceno vrednosti z minimalno varianco, pa še ta je pri tej metodi določena za vse ocenjene vrednosti.

Za izvedbo prostorske interpolacije z metodo kriging je potrebno spremeniti semivariogram v ustrezno matematično funkcijo. S tem lahko semivarianco ocenimo na kateri koli razdalji in ne samo za središčne točke. Semivarianca je mera za določanje povezav med opazovanimi spremenljivkami in je enaka polovici variance. Varianca pa je mera razpršenosti opazovanih okoli najverjetnejše vrednosti oziroma povprečja. Graf semivariogram se pogosto krajše imenuje variogram (Šumrada, 2005a).

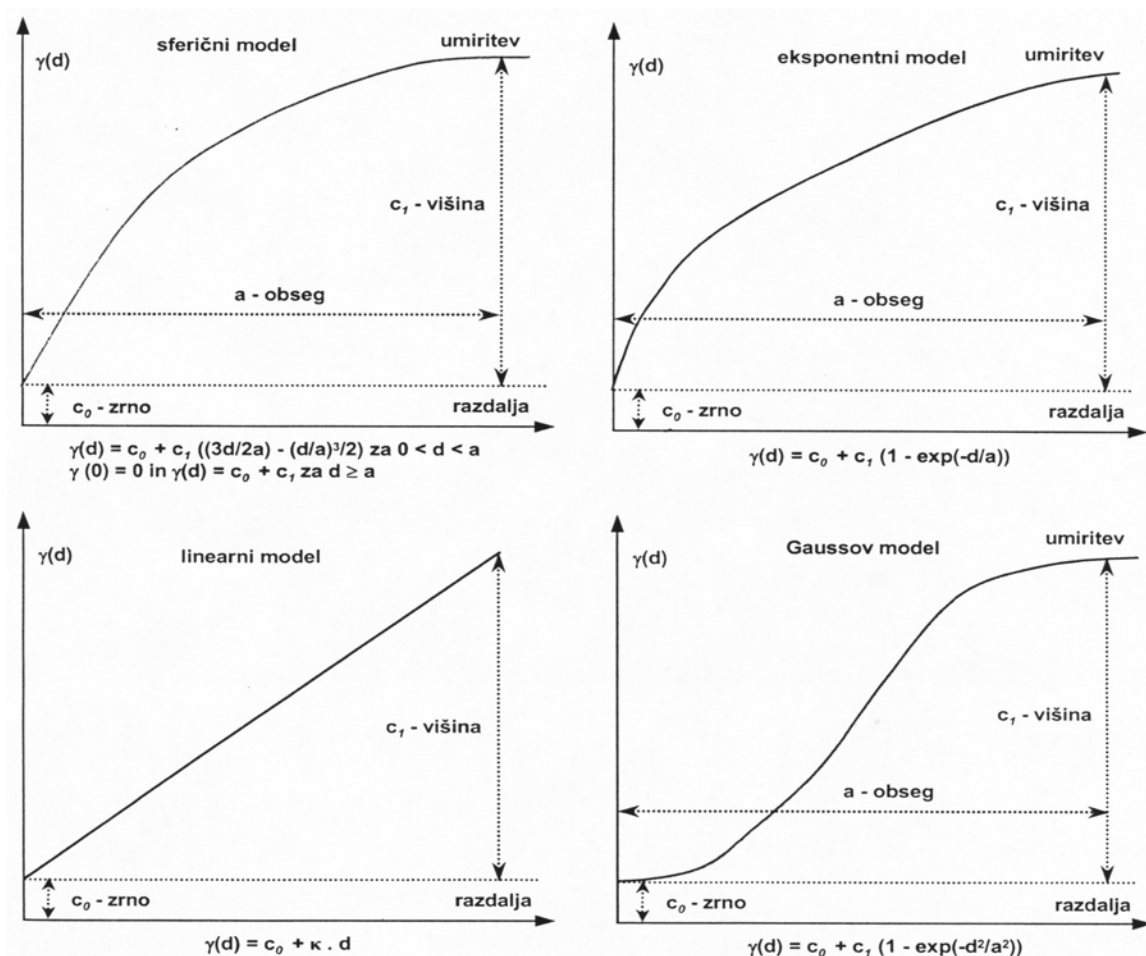
5.6.3.1 Izbira modela variograma

Predvsem pri interpolaciji kriging in tudi za prostorske analize je zelo pomembna sestava ter ocenitev lastnosti semivariograma, ki je tudi osnovno sredstvo za opredelitev optimalnih uteži in s tem njihovega vpliva pri prostorski interpolaciji.

Postopek prilagoditev najprimernejše matematične funkcije poteka semivariograma temelji na utežni metodi izravnave s pomočjo kvadratov najmanjših odstopanj, kjer se uteži izračunajo na podlagi števila parov vrednosti v posameznem odseku.

Prilagajanje primerne funkcije variograma je kljub uporabi raznih statističnih paketov orodij GIS dejansko interaktiven postopek, ki se navadno izvaja v več ponavljanjih. Postopek zahteva uporabnikovo predznanje, posege in izvedbeno odločitev.

Najbolj pogosto se kot ustrezna matematična funkcija za ponazoritev poteka semivariograma uporablja tako imenovani sferični, eksponentni, linearni ali normalno porazdeljeni (Gaussov) model, kateri so prikazani tudi na sliki 6 (Šumrada, 2005).



Slika 6: primeri najbolj pogosto uporabljenih modelov semivariograma

5.7 Parametri kakovosti prostorskih podatkov

Pri izgradnji DMV modela je predvsem pomembna položajna natančnost in pa celovitost podatkov. Za podatke InSAR 25 in DMV 25 imamo znane parametre kvalitete podatkov. Kljub temu dejstvu je potrebno pri izgradnji modela paziti na elemente kakovosti prostorskih podatkov.

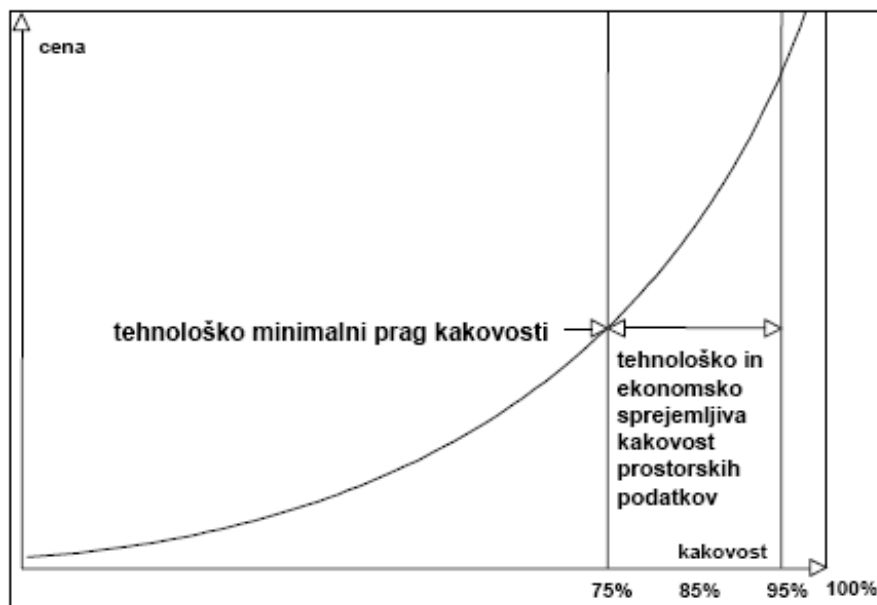
Elementi kakovosti prostorskih podatkov služijo za podajanje kvalitete in tvorijo kakovostni model, ter so standardno (ISO 19113:2004 GI – Kakovostna načela) naslednji (Šumrada, 2004):

- osnovni (kvantitativni) elementi kakovosti:
 - **položajna natančnost** (podaja točnost lege objektov ter ima lahko naslednje tri podelemente: absolutno ali zunanjo, relativno ali notranjo ter gridno točnost),

- **tematska natančnost** podaja zanesljivost klasifikacije, točnost kvantitativnih in pravilnost kvalitativnih atributov ter ima naslednje podelemente: korektnost klasifikacije objektov, kvantitativno točnost in kvalitativno pravilnost vrednosti opisnih atributov.
- **podatkovna popolnost** - predstavlja prisotnost ali odsotnost objektov, atributov ali asociacij ter ima lahko naslednja dva podelementa: izostanek ali nadštevilne vrednosti,
- **logična usklajenost podatkov** - podaja skladnost pojmovnih pravil modela in podatkovne strukture (sestave razredov, atributov in asociacij med njimi) ter ima lahko štiri podelemente: konceptualno, domensko, formatno in topološko skladnost,
- **časovna natančnost podatkov** - podaja točnost časovnih atributov in časovnih odnosov med objekti ter ima lahko tri podelemente: točnost časovnih meritev, časovno usklajenost in časovno veljavnost.
- pregledni (kvalitativni) elementi kakovosti:
 - **namen** (podaja osnovni namen sestavine in uporabe podatkovnega niza),
 - **uporaba** (podaja pregled predhodne uporabe podatkovnega niza),
 - **poreklo** (podaja vire ter celotno (tehnološko in upravno) zgodovino podatkovnega niza)

Kakovost prostorskih podatkov in cena sta neposredno povezani. Tudi tu velja pravilo, da so kvalitetnejši podatki tudi dražji. To je posledica različnih dejavnikov in postopkov, ki so potrebni za zajemanje, urejanje, obdelavo, vzdrževanje, hranjenje, predstavitev in posredovanje prostorskih podatkov.

Stoodstotne natančnosti prostorskih podatkov praktično ni možno doseči. Takšni podatki bi bili predvsem uporabnika in tudi za proizvajalca ekonomsko nespremenljiva. Kot minimalni tehnološki prag je na podlagi praktičnih izkušenj in zaključkov določena 75 % natančnost (slika 7). Tehnološko izvedljiva natančnost in tudi za uporabnike ekonomsko sprejemljiva, se ocenjuje 95-odstotna kakovost (Kvamme et. al., 1997).



Slika 7: tehnološko minimalni prag kakovosti

6 PROGRAM MANIFOLD SYSTEM

6.1 Splošno o programu

Od avgusta 2005 poteka v KPV migracija iz programskega okolja ESRI (ArcView 3.1) v okolje Manifold (Manifold System Release 6.50 Enterprise Universal). Prav novo okolje nam omogoča izdelavo ustreznega DMV modela za celotno področje, na katerem se nahajajo naši sistemi, zato ga bom na kratko opisal (več informacij na spletni strani <http://www.manifold.net/>).

Programski paket Manifold System je izdelalo podjetje CDA International Ltd. Manifold je orodje za geografski informacijski sistem (GIS). Manifold omogoča izdelati novo karto oziroma popraviti obstoječo karto. Je tudi podatkovni sistem za karte, ki omogoča vstavljanje podatka v karte. Torej te karte so lahko uporabljene kot vizualni vmesnik v podatke. Vsakdo lahko uporablja Manifold za izdelavo nove karte ali za pregledovanje podatkov prikazanih znotraj karte. Izkušeni strokovnjaki, ki znajo programirati, lahko Manifold uporabljajo za izdelavo novih aplikacij, s katerimi oblikujemo karte, slike itd.

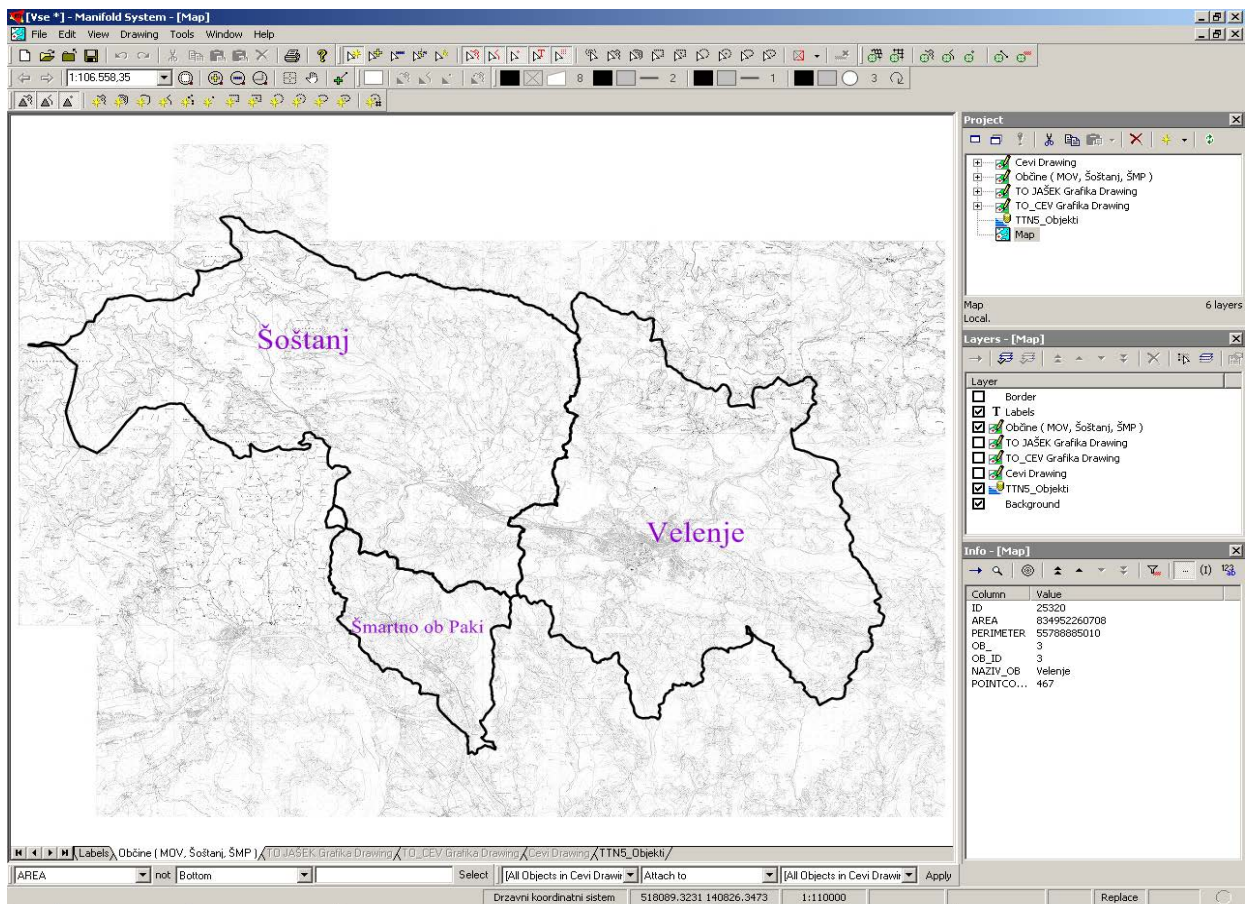
Manifold zahteva poznavanje operacijskega okolja MS okna. Je profesionalni GIS, ki si je nadel oznako »Designed for Windows XP«. Uspešnost v Manifoldu zahteva poznavanje

Oken. Windows vsebuje veliko koristnih tehničnih potez za olajšanje dela z računalniki. Mnogo teh je uporabljenih v Manifoldu.

Ključni dokumenti so projekti, shranjeni kot samostojna .map datoteka.

Projekt vsebuje elemente. Elementi so:

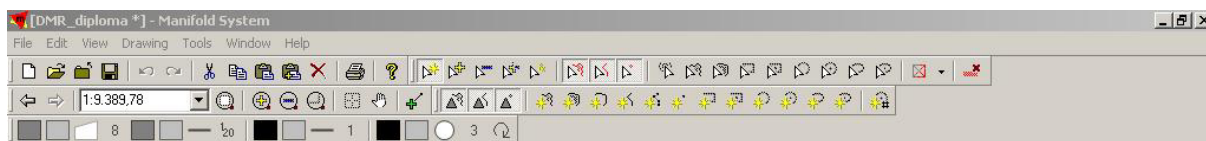
- risbe,
- podobe,
- tabele,
- karte,
- poizvedovanja,
- ekranske podobe,
- skripte.



Slika 8: Manifold System

Na sliki 9 vidimo menijsko in orodno vrstico. Ponujeno orodje v orodni vrstici se avtomatično spremeni, ko zamenjamo podatkovni sloj in je ta drugačnega tipa kot predhodni sloj. To velja

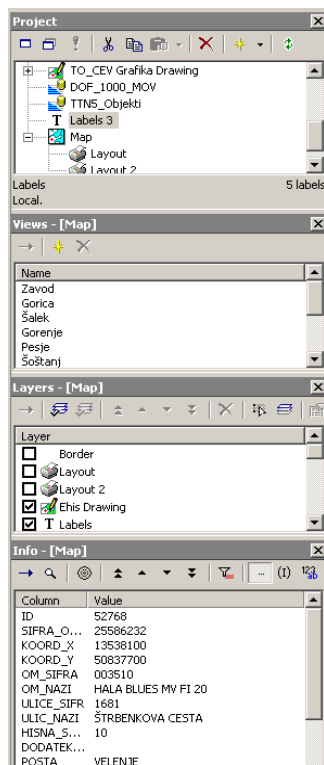
tudi za menijsko vrstico. To pomeni, da se ugasne orodje ali meni, če je le ta trenutno neuporabno.



Slika 9: Menijska in orodna vrstica

Na desni strani delovnega okna so lahko odprte različne plošče (slika 10). Prednastavljeno je vedno odprta projektna plošča. Odprtih imamo lahko 16 različnih plošč. Te so lahko:

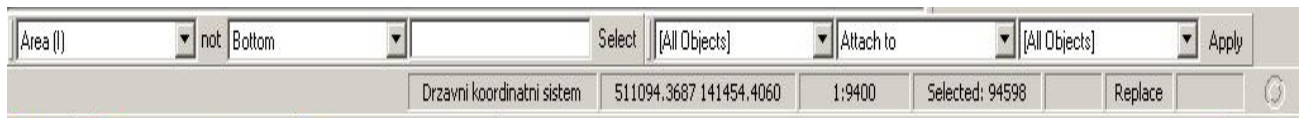
- info plošča (prikaz podatkov o izbranem elementu),
- pregledna plošča za sloje,
- GPS konzola,
- pogled (shranjen pogled na poljubno območje),
- itd.



Slika 10: Različne plošče

Pod delovnim oknom imamo vrstico za izvedbo prostorskih analiz in transformacij (slika 11). Spodaj vidimo še izbrano projekcijo, koordinate kurzorja, trenutno merilo itd. V skrajnem

desnem spodnjem vogalu pa vidimo ali je trenutno program zaseden ali ne izvaja ničesar. V danem je poln krog, kar pomeni, da se izvaja neka operacija.



Slika 11: Spodnja vrstica

V program lahko uvozimo, pregledujemo, obdelujemo in izvozimo ogromno različnih vektorskih, rastrskih in podatkovnih formatov. Za preprosto učenje lahko uporabimo t.i. »Training Video«. Trenutno jih je 13 na voljo. Shranjeni so v formatu .wmv. Poleg teh filmov so voljo tudi enaki dokumenti, kot so uporabljeni v filmu.

Pred naslednjim poglavjem je primerjalna tabela med različnimi verzijami programske opreme Manifold System (tabela 3).

V naslednjem poglavju pa je opisan IMS strežnik, ki je uporabna rešitev pri pregledovanju podatkovnih slojev. Vsebine, ki so primerne samo za interno uporabo in za katere do sedaj uporabniki niso imeli možnosti dostopa do njih, bodo lahko brez problemov dostopne preko spletnega brskalnika. Odpade potreba po posebnih pregledovalnikih namenjenih zgolj za pregled podatkovnih slojev. Do omenjenih podatkov bodo lahko dostopali tudi zunanji uporabniki.

Manifold System je na voljo v štirih različnih verzijah, odvisno od potreb:

- Professional Edition,
- Professional with Debugger,
- Enterprise Edition in
- Universal Edition.

	Professional	Debugger	Enterprise Edition	Universal Edition
Programiraje	●	●	●	●
Manifold Debugger		●	●	●
Internet Map Server	●	●	●	●
Možnost odstranitve Manifold IMS Logo			●	●
Branje formata.E00	●	●	●	●
Zapisovanje v format .E00			●	●
Centralna DBMS Enterprise hramba			●	●
Večuporabniški Enterprise hramba			●	●
Check-out / Check-in urejevalna kontrola			●	●
Business Tools				●
Surface Tools				●
Ostala Manifold orodja	●	●	●	●
Cena	\$ 245	\$ 295	\$ 395	\$ 545
Namen uporabe	Osnovna GIS uporaba	Osnovna GIS uporaba ter scripting in Manifold z uporabo VBscript ali Javascript	Za individualno ali timsko delo različnih uporabnikov. Možna je tudi izmenjava datotek z ArcInfo in izdelava spletnih strani brez IMS logo	Enterprise Edition, ki vključuje Business Tools and Surface Tools, kot pomembno varčevanje.

Tabela 3: Primerjalna tabela med verzijami programske opreme Manifold System

6.2 IMS strežnik

Za množično uporabo in omogočanje dostopnosti do podatkov digitalnega katastra komunalnih naprav je najprimernejše omogočanje omrežnega sistema GIS s pomočjo Internet Map Server (v nadaljevanju IMS) strežnika, ki omogoča pregled kart preko običajnega spletnega brskalnika. IMS strežnik v tem primeru predvsem izkorišča prednosti omrežnega računalništva.

Manifold nam omogoča cenovno izredno ugodno postavitvev IMS strežnika. Tehnologija, ki smo jo do tega trenutka uporabljali v podjetju, nam ni omogočala postavitve IMS strežnika. Novejša tehnologija istega proizvajalca pa je bila za nas cenovno nesprejemljiva. Zaradi naštetih dejstev sem se odločil, da na kratko opišem tudi IMS strežnik.

6.2.1 Izdelava projekta v okolju Manifold

V programskem okolju Manifold izdelamo ustrezen projekt, v katerega povežemo vse sloje, ki so objavljene na SQL strežniku in jih želimo objaviti na spletu s pomočjo IMS strežnika. Poudarek je predvsem na povezovanju slojev (link), saj na ta način zagotovimo, da se bodo podatki avtomatično osveževali. V primeru uvoza podatkov v projekt, bi tako izdelali samo presek stanja in spletne strani, ne bi odražale posodobljenega stanja zbirk podatkov.

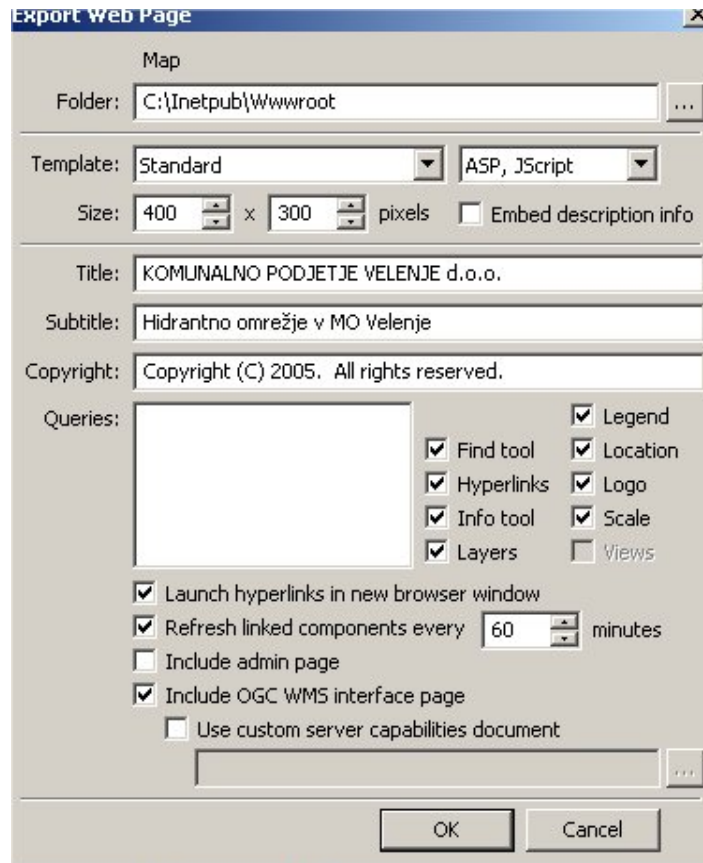
Projekt je lahko izdelan na kateremkoli odjemalcu, ki ima nameščeno programsko okolje Manifold. Prav tako je nato lahko projekt na kateremkoli odjemalcu ali strežniku za potrebe strežnika IMS. Vse kar je potrebno storiti je obnavljanje zapisa poti v konfiguracijski datoteki. S to URL vrstico je opredeljeno mesto, na katerem se nahaja Manifoldov projekt.

6.2.2 Izdelava spletnih strani na osnovi projekta

V projekt vključimo vse potrebne vsebine, ki jih želimo predstaviti na spletu. Ko smo projekt shranili, imamo nato tudi možnost izvoza spletnih strani, ki bodo prikazovale projekt (slika 12).

V tem koraku določimo parametre za izvoz našega projekta v spletne strani. Ko izberemo ciljno mapo, kamor se naj shranijo naši podatki, se lahko posvetimo izdelavi naslova spletne strani in nato še izberemo posamezna orodja, za katere želimo, da so na spletni strani omogočena:

- orodje za iskanje,
- orodje za informacijo,
- prikaz legende,
- logotip, merska skala,...



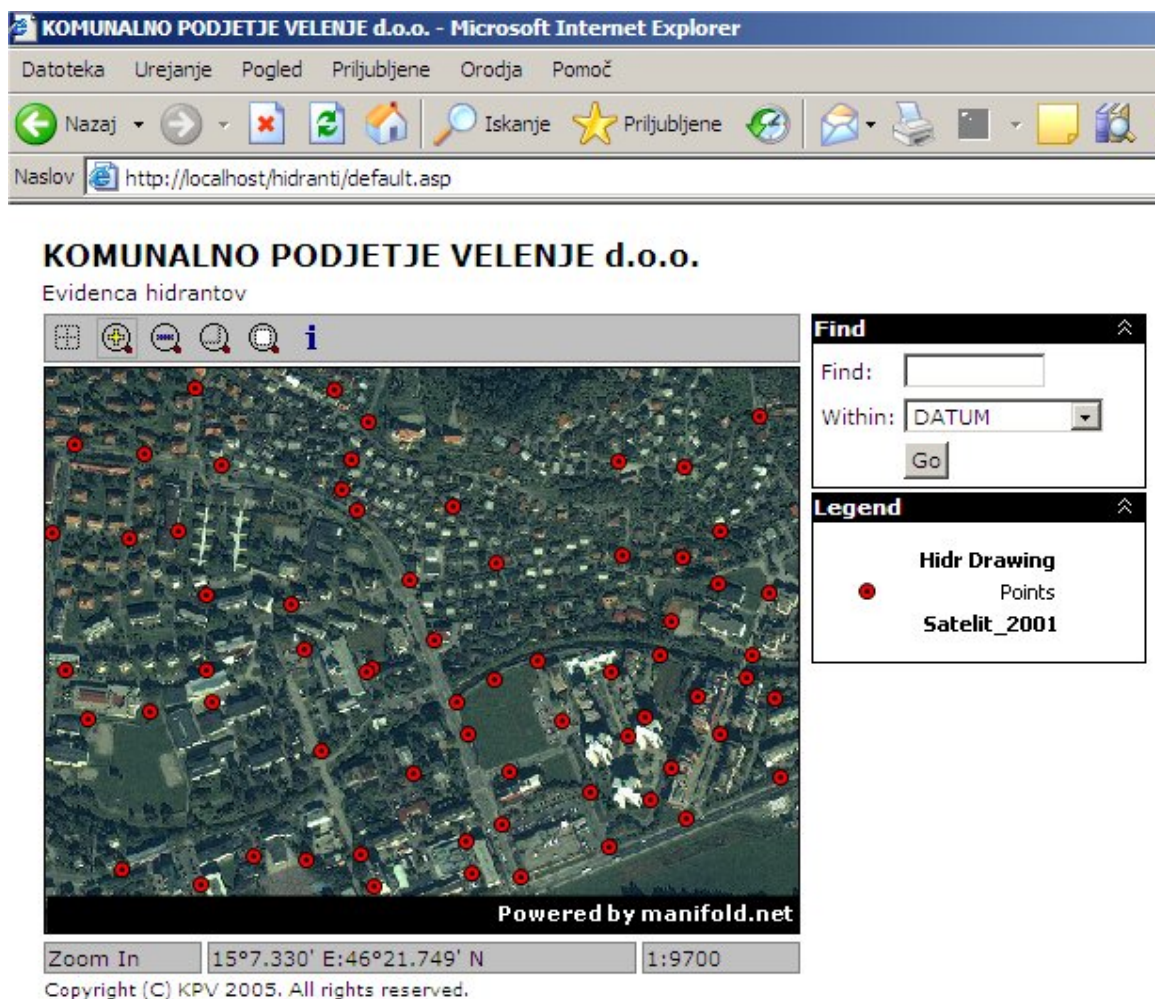
Slika 12: Izvoz spletnih strani

Eden izmed pomembnejših parametrov je zagotovo časovni interval, s katerim določimo frekvenco osvežitve podatkov. Pomembno je poudariti, da se podatki osvežujejo v Manifold projektu in ne na spletnih straneh. Spletne strani samo prikazujejo podatke iz projekta.

Kot naslednji pomemben parameter pri izdelavi spletnih strani, lahko v našem projektu izdelamo vnaprej pripravljene standardne poizvedbe, ki jih lahko prav tako postavimo v naše spletne strani.

Na koncu nam preostane samo še korak dodeljevanja pravic dostopa do projekta. Dovoliti moramo dostop »Internet Guest Account« in sicer za branje in izvajanje. S tem dodelimo pravico branja in izvajanja projekta anonimnemu gostu, ki obišče naše spletne strani. Za Intranenet to ni potrebno storiti.

6.2.3 Dostop do podatkov preko spletnega brskalnika

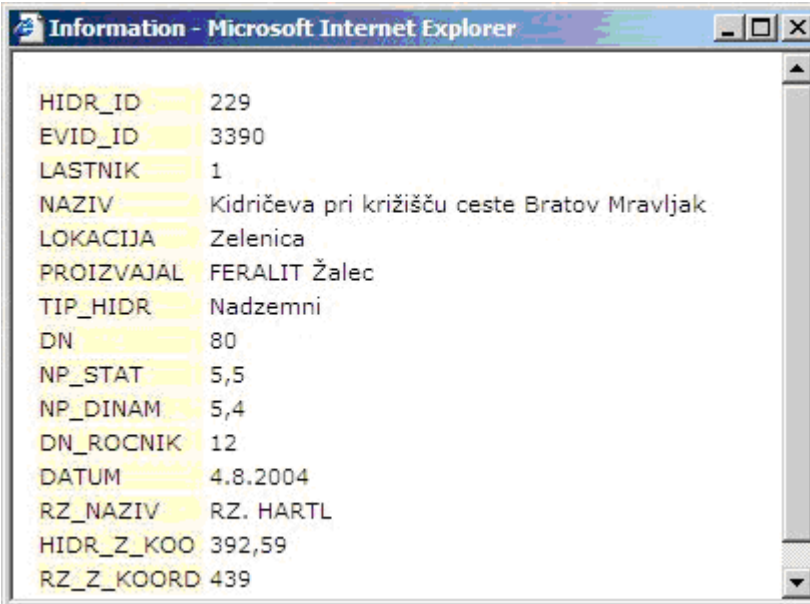


Slika 13: Prikaz spletnih strani s pomočjo spletnega brskalnika

Na sliki 13 je prikazan osnovni pogled na našo evidenco hidrantov, ki imajo za boljšo orientacijo v prostoru podložen barvni satelitski posnetek Šaleške doline. Dostop do podatkov je trenutno možno le znotraj podjetja preko intraneta. Levo zgoraj imamo orodja za navigacijo po ekranu in orodje za prikaz podatkov, na desni strani pa je prikazano orodje za iskanje, ter pripadajoča legenda vseh slojev, ki jih uporabljamo v našem projektu. Na dnu ekrana je prikazan naziv orodja, ki je trenutno aktivno, trenutna geolokacija, ter trenutno merilo pogleda.

Ko želimo za posamezno pojavno obliko, ki je prikazana na naših spletnih straneh, pogledati tudi opisne podatke, le to storimo tako, da izberemo orodje za prikaz podatkov in nato s

pomočjo dvojnega-klika aktiviramo funkcionalnost. Odpre se nam novo informacijsko okno (slika 14), ki nam prikazuje pripadajoče opisne podatke.



HIDR_ID	229
EVID_ID	3390
LASTNIK	1
NAZIV	Kidričeva pri križišču ceste Bratov Mravljak
LOKACIJA	Zelenica
PROIZVAJAL	FERALIT Žalec
TIP_HIDR	Nadzemni
DN	80
NP_STAT	5,5
NP_DINAM	5,4
DN_ROCNIK	12
DATUM	4.8.2004
RZ_NAZIV	RZ. HARTL
HIDR_Z_KOO	392,59
RZ_Z_KOORD	439

Slika 14: Pregled opisnih podatkov posameznega hidranta

Rešitev deluje v vseh verzijah spletnega brskalnika IE, ki je dovolj razširjen tudi v našem prostoru in pri naših končnih uporabnikih, da lahko z gotovostjo zapišemo, da bodo lahko brez težav dostopali do objavljenih podatkov. Izrazita slabost te rešitve je mogoče v tem, da trenutno deluje izključno s spletnim brskalnikom proizvajalca Microsoft.

6.2.4 Uporaba IMS

Vsebine, ki so primerne samo za interno uporabo in za katere do sedaj uporabniki niso imeli možnosti dostopa do njih, bodo lahko brez problemov dostopne preko spletnega brskalnika. Odpade potreba po posebnih pregledovalnikih namenjenih zgolj za pregled podatkovnih slojev. Zunanji uporabniki bodo lahko v prvi fazi pregledovali podatke, ki se nanašajo na evidenco hidrantov, ki jih ima v svojem upravljanju naše podjetje. Izjemno pomembna se mi zdi ugotovitev, da bodo lahko vsi tisti, ki so življenjsko odvisni od posodobljene evidence hidrantov, le to lahko sedaj »on-line« pregledovali kadarkoli in od kjerkoli – to pa so predvsem gasilska društva in v končni fazi mi sami.

7 IZGRADNJA DMV MODELA

7.1 Uvod

V podjetju smo izdelali DMV12,5 Šaleške doline, ki je uporaben na mnogih področjih upravljanja s prostorom in sicer od prostorskega načrtovanja, projektiranja komunalnih sistemov, kabelskih sistemov, spremljanje vidnosti signala, izdelavi podolžnih profilov in enostavni izdelavi zahtevnejših prostorskih analiz.

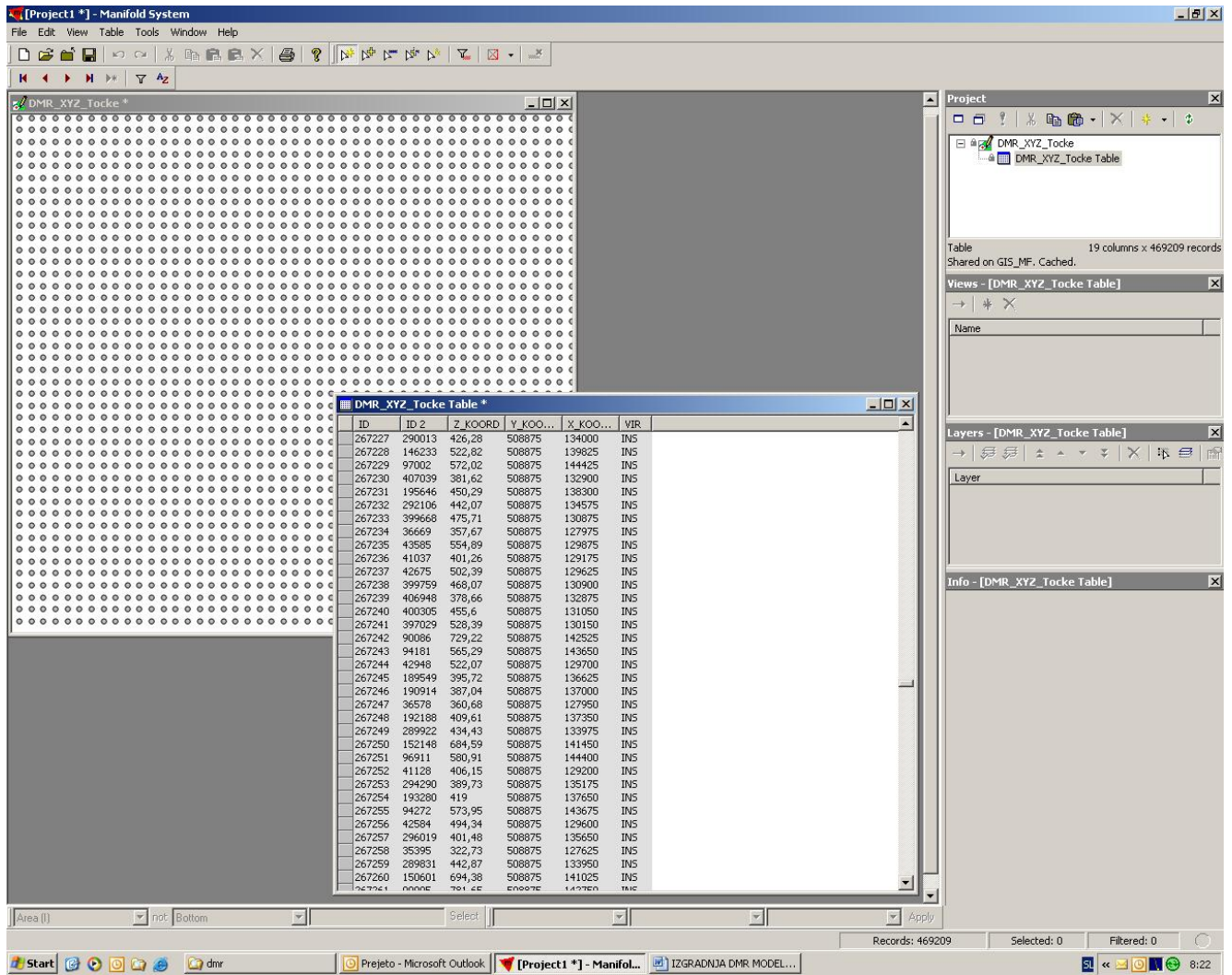
S programskim okoljem Manifold System sem se spoznal šele s prihodom v podjetje, zato sem ga moral še naučiti uporabljati pred samo izdelavo digitalnega modela višin. Poleg programa sem prebral kar nekaj literature o DMR in DMV. V podjetju so mi pomagali s podatkovnimi viri, programsko in strojno opremo.

Za izdelavo modela sem uporabil Manifold System, ker imamo najnovejšo različico tega programa.

7.2 Izdelava projekta v okolju Manifold

V programskem okolju Manifold odpremo nov projekt, v katerega uvozimo vse točke, ki jih želimo uporabiti pri izgradnji našega DMV-modela. Izgradnja modela je proces, ki se načeloma zelo redko izvaja. Razlog leži v dejstvu, da je velika večina podatkov, ki jih potrebujemo pri izgradnji modela, zelo statična. Podatki, ki jih proizvajamo znotraj našega podjetja pa po količinskem obsegu ne predstavljajo količine, ki bi bistveno vplivala na DMV.

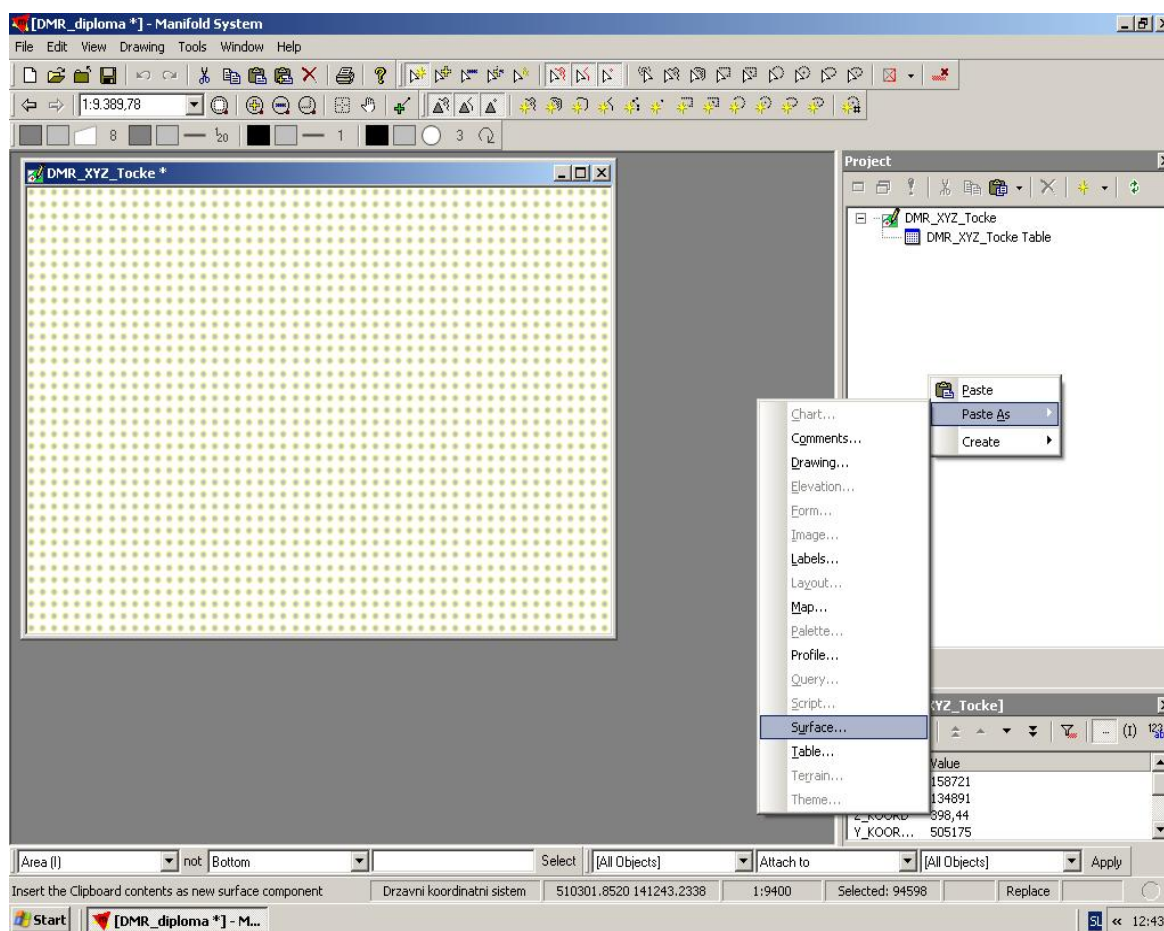
Število zapisov, ki smo jih uporabili pri izdelavi našega modela presega, število 450000 zapisov. V sprednjem oknu je tabela, v kateri so koordinate XYZ. V ozadju pa vidimo grafično predstavitev teh točk (slika 15).



Slika 15: Uvožene točke za potrebe izdelava DMV-modela

7.2.1 Izdelava DMV-modela

V projektu izdelamo nov sloj, kamor prenesemo točke iz vseh slojev, katere imamo na voljo in želimo, da so vključene v naš model. Izberemo vse točke in jih prilepimo v nov sloj kot površino zemlje (slika 16). V našem primeru so uporabljeni podatki InSAR 25 in DMV 25.

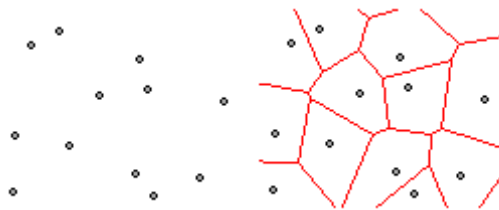


Slika 16: V projektni plošči izberemo Paste as Surface, pred tem pa smo izbrali zelene točke in jih kopirali v odlagališče

Odpre se nam novo okno, v katerega vnesemo vse zelene parametre. Najprej izberemo polje, v katerem se nahaja Z koordinata.

V polju Pixel Size izberemo velikost slikovnega elementa na izgrajenem modelu v zelenih enotah. Če ne želimo, da je piksel kvadraten, je potrebno odkljukati ukaz za enako velikost v smeri x in y.

Naslednje polje je izbira metode interpolacije. V našem primeru je izbrana metoda Kriging. Če uporabljamo Kriging metodo, se nam pojavi možnost izbire števila sosednjih točk ter izbire modela variograma. V mojem primeru sem izbral možnost Auto in s tem dovolil Manifoldu, da je izbral interpolacijski model, kateri je najbolj ustrežal trenutnemu primeru. Določimo lahko še uporabo Voronoi sosedstva. Metoda razmejuje enakovredne točkovne pojave v dvo- ali trirazsežnem prostoru. Nastanejo različni neprekinjeni mnogokotniki najbližnjega sosedstva okoli točk.



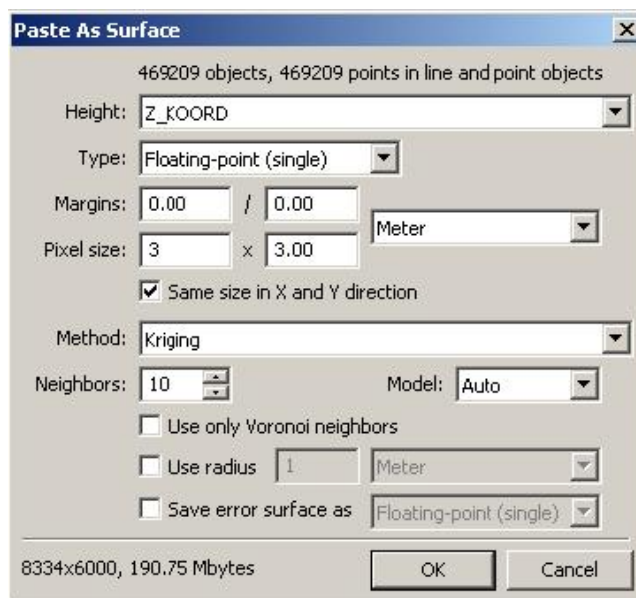
Slika 17: Voronoi poligoni

Če izberemo možnost Voronoi sosedstva (slika 17), dosežemo ravnotežje med pregladko interpolacijo, do katere pride zaradi previsokega števila sosednjih točk in med pregrobo interpolacijo, katero dosežemo s premajhnim številom sosednjih točk. Ta možnost pa močno poveča čas izdelave.

V spodnjem levem vogalu pogovornega okna »Paste as Surface« (slika 18), vidimo, da nam avtomatično izračuna in prikaže dimenzije ter velikost modela DMV, ki ga bomo izdelali.

Izbrali smo velikost piksla, 3 krat 3 metre.

V našem primeru bomo izdelali DMV-model za površino 25 x 15 km, kar pomeni, da bo število pikslov 8334 x 6000. To pa bo velikosti 190,75 Mb.

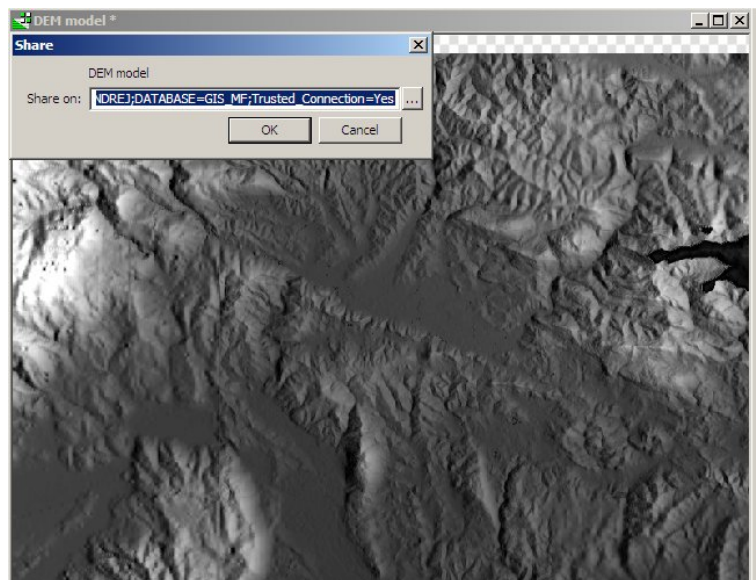


Slika 18: Določitev parametrov pred izdelavo DMV-modela

Vir podatkov je za Šaleško dolino je obsegal 470.000 zapisov. Izgradnja modela takšne velikosti zahteva veliko strojnih kapacitet. Čas, ki je bil potreben pri izgradnji modela, se je

vrstel okoli 8 ur.. Za izdelavo modela smo uporabili osebni računalnik Intel Pentium IV, 2,4 GHz, 1 GB RAM, 80 GB HDD.

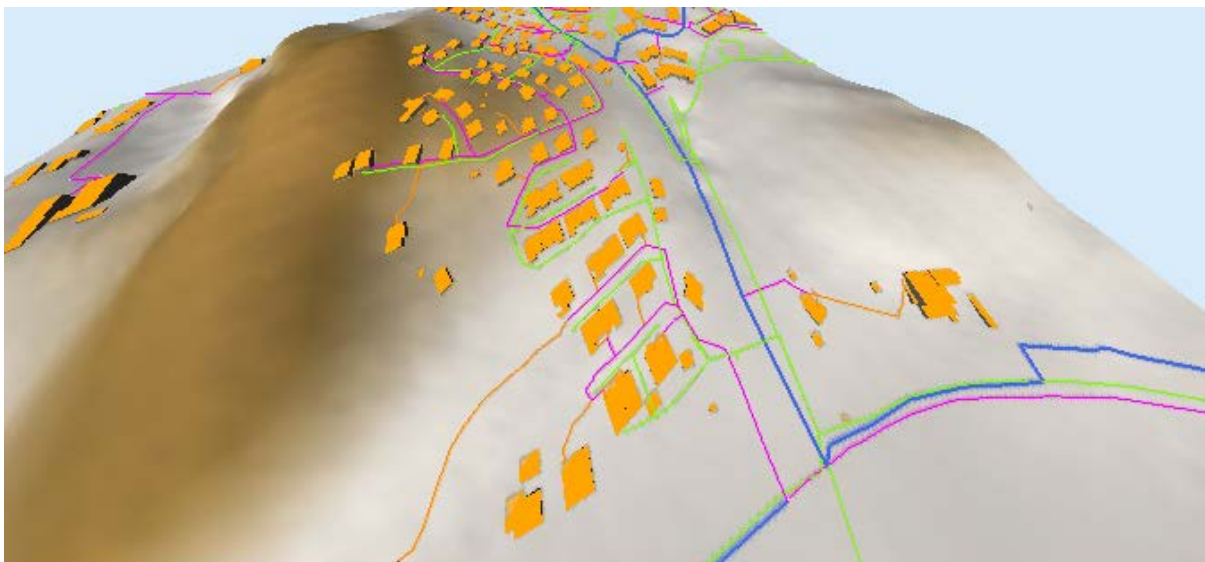
Ko imamo DMV-model zgrajen, lahko le tega objavimo oziroma ga damo v skupno rabo ostalim uporabnikom GIS-sistema (slika 19). V našem primeru je prikazan zapis DMV-modela v MS SQL 2000.



Slika 19: Objava modela DMV na podatkovnem strežniku MS SQL

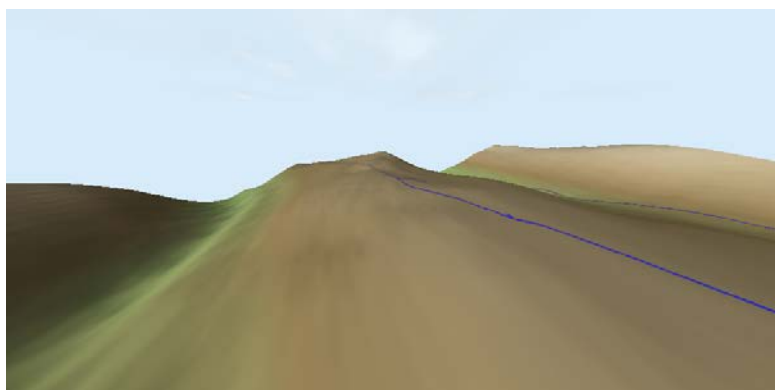
Zgrajen model lahko sedaj GIS-uporabniki vključujejo v svoje GIS-projekte, izdelujejo zahtevnejše prostorske analize,... V končni fazi lahko model objavimo tudi na Internet Map Server in tako postane dostopen tudi vsem ostalim uporabnikom, ki imajo na svojem računalniku nameščen spletni brskalnik.

Na model lahko nanašamo poljubno število različnih slojev kot so: rastrske podobe, vektorske plasti, CAD objekti. Na sliki 20 so prikazani različni vektorski sloji komunalnih vodov nanešenih na model. Na modelu so prikazane stavbe, za katere imam podatkovni sloj s tlorisnimi odtisi objektov ter podatke o višinah posameznega objekta. Za boljši vidni učinek bi lahko višine stavb tudi pretirano poudaril.



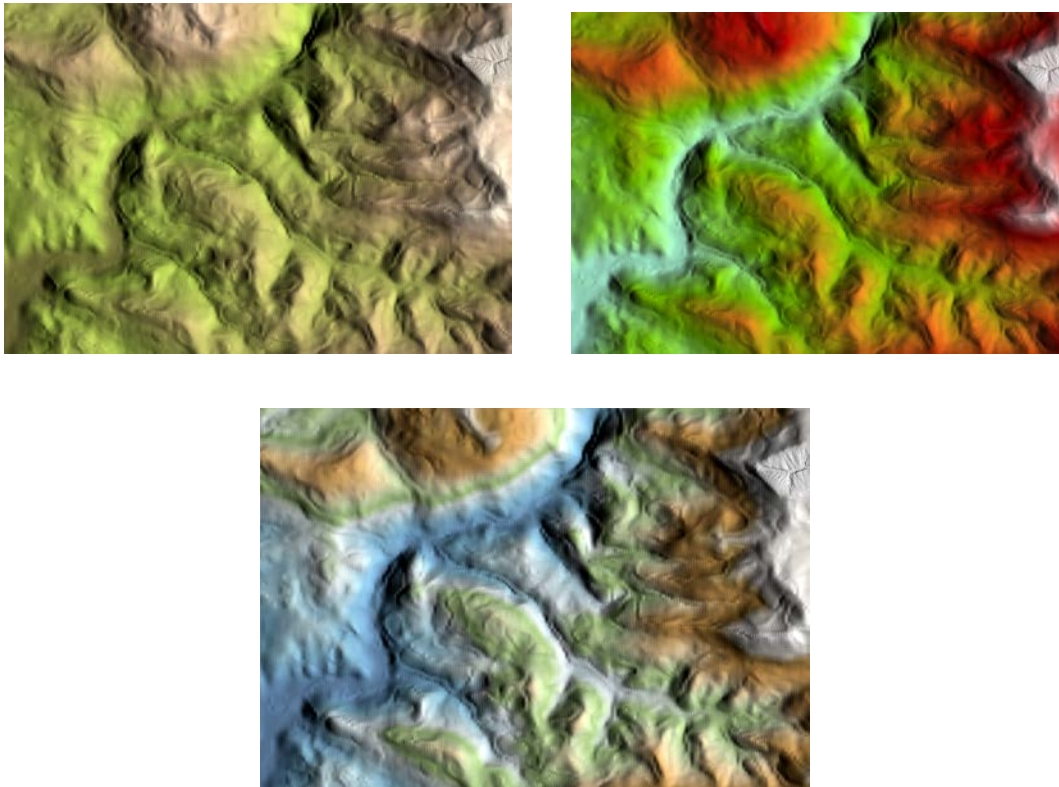
Slika 20: Različni vektorski sloji nanešeni na model

Kot sem omenil, Manifold System omogoča spremembo višin. To možnost uporabimo, kadar želimo posebno poudariti višine oziroma zmanjšati poudarek višin. Zgornja slika 21 prikazuje pred poudarjenem, spodnja pa prikazuje pretirano poudarjeno višino.



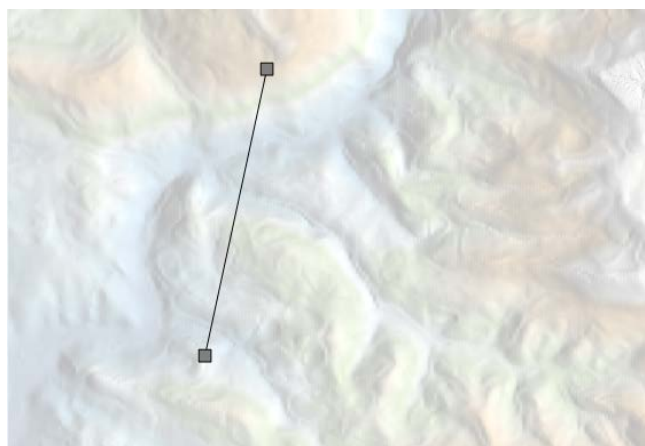
Slika 21: Spodnja slika prikazuje tri kratno povečano višino

Na sliki 22 je prikazana uporaba različnih barvnih lestvic za prikaz modela.

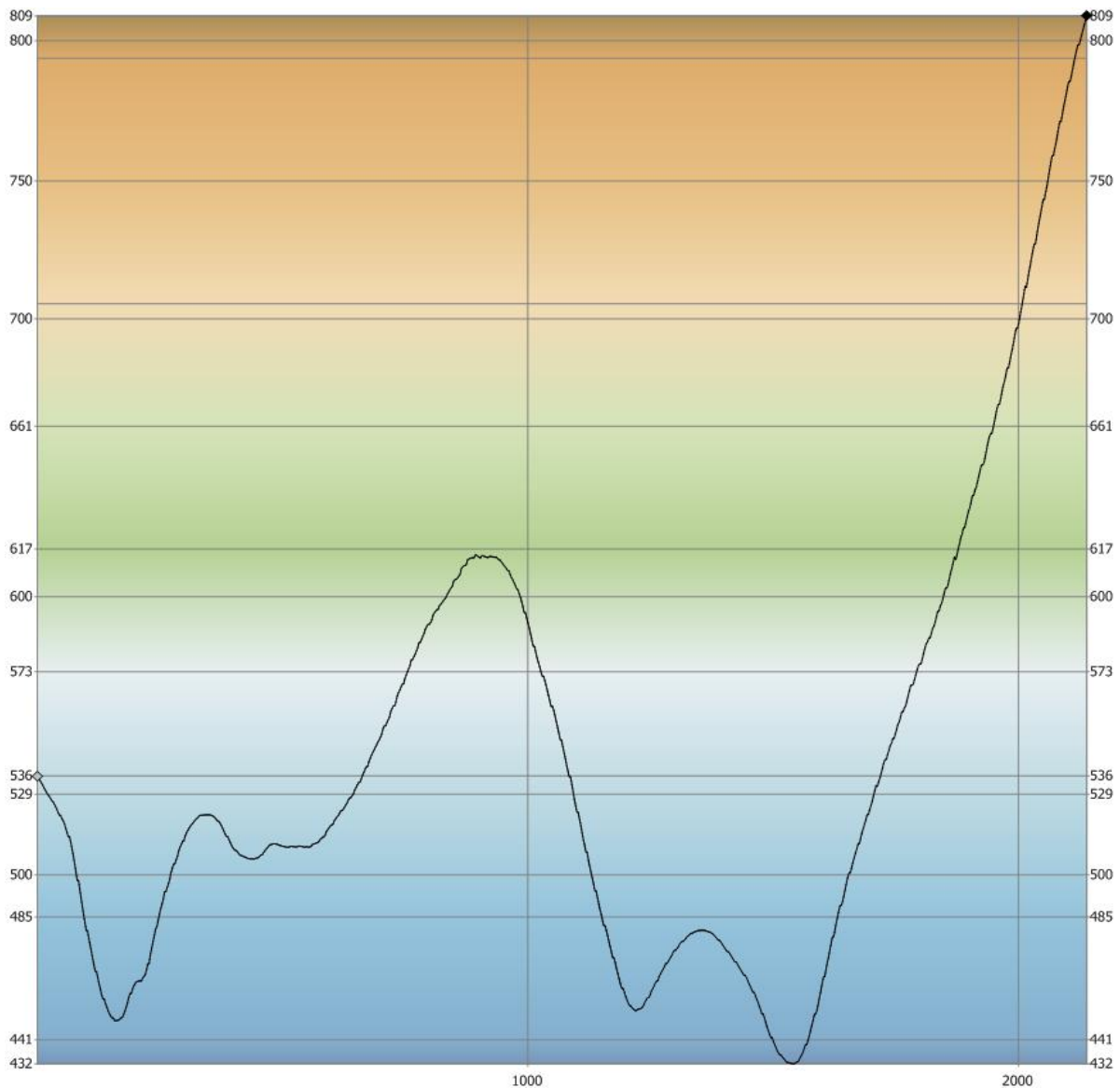


Slika 22: Uporaba različnih barvnih lestvic

S programom lahko preprosto izdelamo vzdolžni profil. Na modelu narišemo črto, kjer naj poteka profil (slika 23). Nato jo označimo, kopiramo ter prilepimo kot profil. Profil se avtomatično obnovi, ko naredimo spremembo na modelu. Profil lahko obdelamo in pripravimo za tiskanje, kot ostale karte oziroma načrte (slika 24).



Slika 23: Izbran profil na modelu

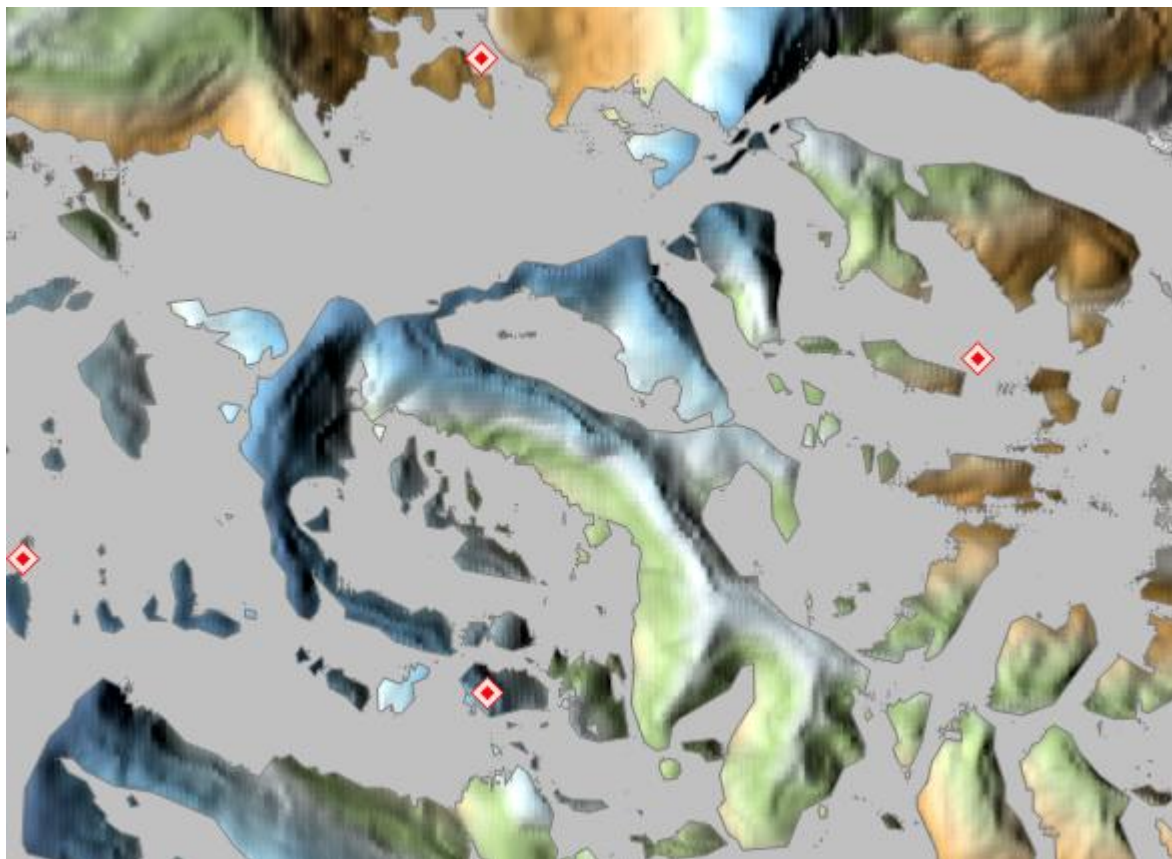


Slika 24: Vzdolžni profil

Določitev območij vidnosti

Zahtevna prostorska analiza, ki je zelo dobrodošla pri operaterjih telekomunikacijskih in kabelskih sistemov. Kot pove že ime analize nam ta funkcionalnost pomaga pri izračunu površine »vidnosti signala«. Funkcionalnost je zanimiva tudi v naših sistemih za potrebe procesnega vodenja sistema (daljinski nadzor in regulacija sistemov, krmiljenje sistemov,...).

Na sliki 25 je prikazan DMV, na katerega je položena plast rezervoarjev, ki so vgrajeni na vodovodnem sistemu in so v upravljanju našega podjetja.



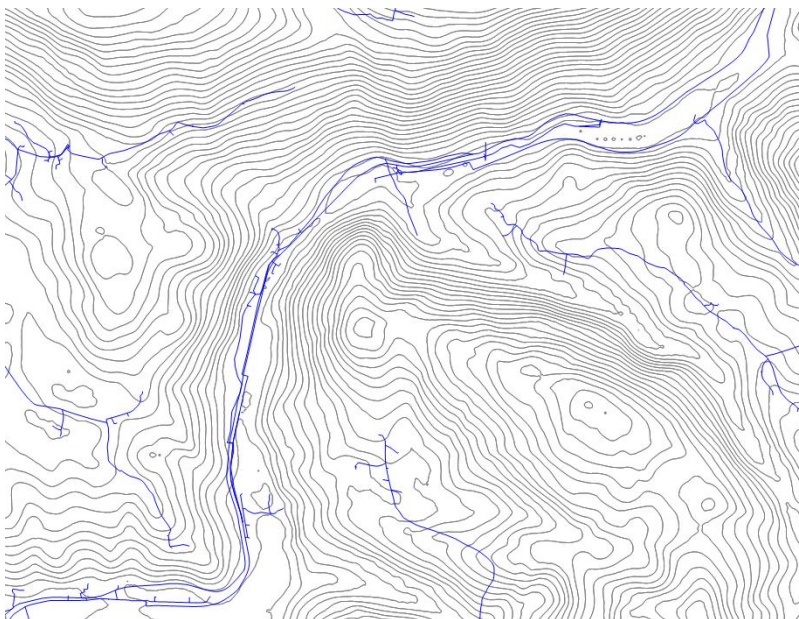
Slika 25: Prikaz vidnosti območja

Naključno so izbrani štirje rezervoarji za katere je nato izračunana vidnost področja. Funkcionalnost je zelo uporabna v primeru, da imamo na teh štirih točkah komunikacijsko opremo, ki mora brezžično oddajati signal na kakšno drugo lokacijo. V slučaju, da zeleno mesto ni vidno, lahko na izbrane točke dodamo komunikacijske stolpe in ponovimo izračun vidnosti področja. Stolp lahko prestavimo, dodamo še kakšen vmesni stolp in postopek enostavno ponavljamo toliko časa, da rezultati analize ustrezajo našim zahtevam.

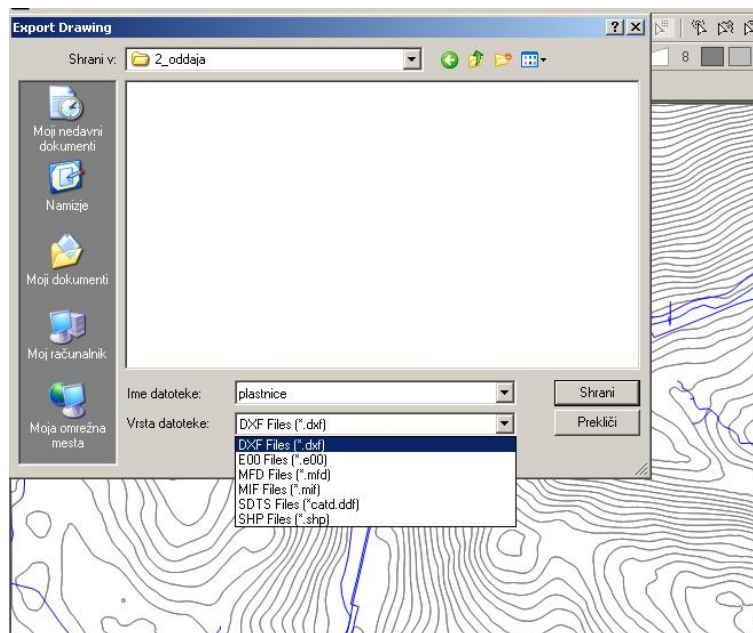
Neprekinjene linije, ki jih ne prekine nobena ovira, določujejo točke, ki spadajo v območja pogojne vidnosti. Verodostojnost rezultata je pogojena z (ne)upoštevanjem ukrivljenosti zemeljske površine ter raznih možnih ovir na terenu (zaraščenost, grajeni objekti, itd) (Šumrada, 2005a)

Na podlagi izdelanega DMV-modela lahko s program izdelamo še izolinije. Pred izdelavo določimo ekvidistaco. Na izolinije lahko ponovno naneseemo različne sloje (slika 26). Te

izolinije lahko izvozimo v format dxf, katerega lahko nadalje obdelujemo v CAD okolju (slika 27).



Slika 26: Izolinije

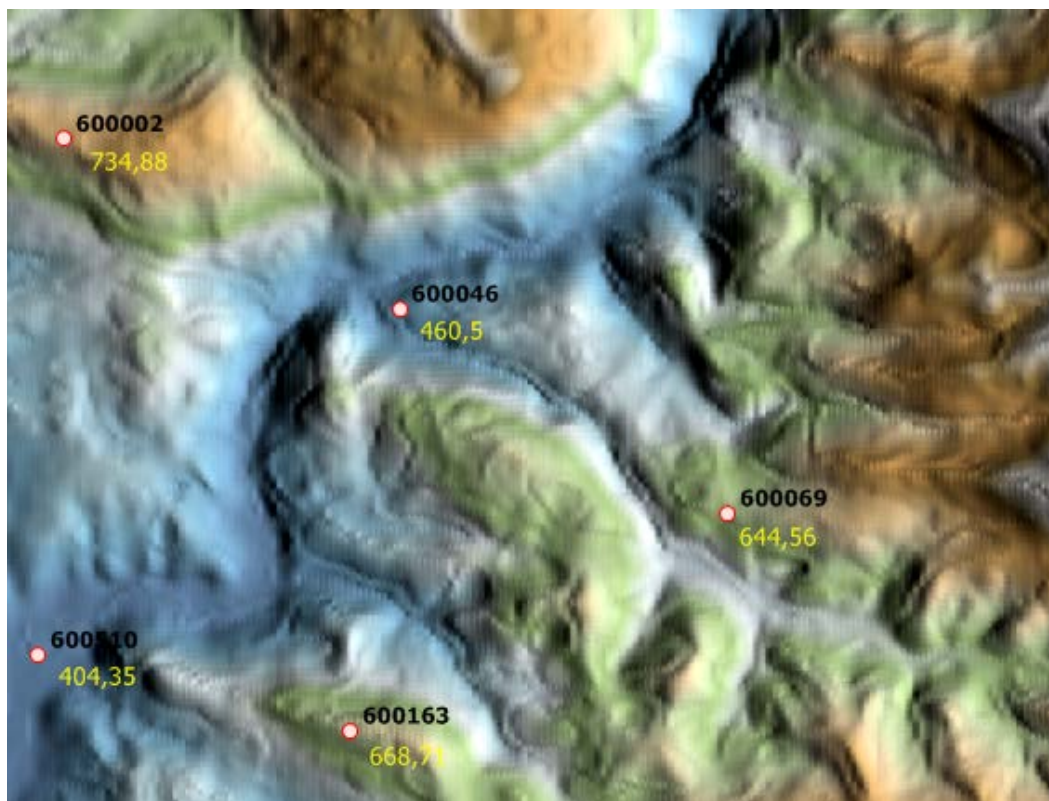


Slika 27: Izvoz v različne formate

Preverjanje DMV na danih točkah

Na DMV-modelu imamo na vsaki točki višino terena. Zato sem na model vklopil poligonske točke in preveril odstopanje višine. Odstopanja so zelo različna. Večja odstopanja so predvsem v hribovitem predelu.

Na modelu je prikazanih pet poligonskih točke in njihove nadmorske višine (slika 28). Razlike med višinami so prikazane v tabeli 4.



Slika 28: Poligonske točke

Točka	Višna trigonometrične točke (m)	Višina na modelu (m)	Razlika višin (m)
600002	734.,88	734.26	+0.62
600046	460.50	460.65	- 0.15
600069	644.56	641.46	+3.10
600163	668.71	672.93	-4.22
600510	404.35	404.48	-0.13

Tabela 4: Razlike med višinami

Iz tabele 4 je razvidno, da ni pravila pri natančnosti višine digitalnega modela višin.

Kvaliteta izdelanega modela je neustrezna na skrajnem vzhodu. Problem se kaže predvsem v kvaliteti osnovnih podatkov. Na tem področju so se prekrivali podatki InSAR 25 in DMV 25 in višine iz obeh podatkovnih virov so se bistveno razlikovale. Ostala področja modela so zadovoljive kvalitete kljub dejstvu, da je pri veliki povečavi opaziti posamezne kraške vrtače, ki jih v naravi ni. Vse te nepravilnosti v modelu bo potrebno analizirati ter odpraviti napake, ki se pojavljajo na viru podatkov.

8 ZAKLJUČEK

V obdobju od začetka izdelave digitalnega katastra gospodarske javne infrastrukture, pa do danes je napredovala tehnologija z veliko hitrostjo. Tako je potrebno posodabljati tudi programsko opremo, kar pa lahko predstavlja velik strošek za podjetje. Zato se lahko podjetje ne odloči za posodobitev programske opreme in obstanejo na nekem nivoju ter se ne razvijajo. Zamisel o izdelavi DMV je stara skoraj toliko kot informacijska doba. Rešitve, kot je izgradnja DMV-modela, so bile še do pred nekaj leti nepredstavljive naloge brez uporabe osrednjega računalnika ali izjemno zmogljive delovne postaje. Kot je prikazano v nalogi se te funkcionalnosti zelo uspešno selijo tudi v okolje namiznih računalnikov. K temu pa ogromno pripomore tudi nova programska oprema..

Zakaj je tehnologija GIS za komunalno podjetje tako pomembna? Zelo preprosta ugotovitev je ta, da se vse velike investicije na koncu zakrijejo z zemljo in vse kar ostane je kataster. Vedeti, kje so posamezne stvari, je ključnega pomena pri sprejemanju pomembnih odločitev. Verjetno je to tudi eden izmed glavnih razlogov, da niso naredili analize stroškov in koristi pri prehodu iz analognega katastra v digitalni kataster. V podjetju je mnogo različnih strokovnjakov, ki uporabljajo tehnologijo GIS. Nove funkcionalnosti, ki jih prinaša novejša tehnologija GIS in med katere nedvomno lahko štejemo tudi izgradnjo DMV-modela, so v naši sredini vedno zaželeni.

Opisan primer prikazuje izgradnjo DMV-modela iz več virov podatkov, ki so mi bili dostopni. Zgrajeni model pokriva območje mestne občine Velenje, občine Šoštanj in občine Šmartno ob Paki. Z uporabo modela pri našem vsakdanjem delu bomo lahko delali stvari, ki jih do sedaj nismo mogli. Zahtevne prostorske analize kot je analiza vidnosti področja ali izdelava podolžnega profila so funkcionalnosti, ki jih do sedaj v sistemu GIS niso uporabljali. Če bi potreboval natančnejši DMV za manjše območje, bi z vključevanjem značilnih točk terena lahko DMV izboljšal

Zgrajeni model je objavljen na podatkovnem strežniku (v našem primeru MS SQL) in zaradi funkcionalnosti programskega okolja Manifold ga lahko objavimo tudi na IMS strežniku. Tako dobimo dodatno funkcionalnost, ki je še posebej uporabna v okoljih, ki si ne morejo privoščiti dragih rešitev znanih proizvajalcev, imajo pa kljub temu potrebo po objavljanju in

prikazu določenih prostorskih podatkov na spletu. Še več, rešitev je primerna tudi v okoljih, ki želijo določene podatke prikazovati zgolj v okviru lastnega intraneta.

Manifold System je še relativno nepoznano programsko okolje v tem prostoru in deluje samo na določenih operacijskih sistemih. Rešitev deluje v vseh verzijah spletnega brskalnika Internet Explorer, ki je dovolj razširjen tudi v našem prostoru in pri naših končnih uporabnikih, da lahko z gotovostjo zapišemo, da bodo lahko brez težav dostopali do objavljenih podatkov. Okolje je znano in ni potrebe po učenju in spoznavanju novih uporabniških vmesnikov. Izrazita slabost te rešitve je mogoče v tem, da trenutno deluje izključno s spletnim brskalnikom proizvajalca Microsoft. Izdelovalec programskega okolja Manifold to dejstvo opravičuje z razširjenostjo in da razvoj za druga okolja v tem trenutku ne bi bil ekonomsko opravičljiv.

9 KRATICE IN TERMINOLOGIJA

DMR.....digitalni model reliefa
 DMV.....digitalni model višin
 GIS..... geografski informacijski sistem
 GJI.....gospodarska javna infrastruktura
 GU.....Geodetska uprava Republike Slovenije
 IMS.....internet map server
 KPV.....komunalno podjetje Velenje
 ZUreP-1.....Zakon o urejanju prostora (Uradni list RS, št. 110/2002, 8/2003 – popr. in 58/2003 – ZZK-1)

Pojem	Opis	Vir
<i>baza podatkov</i>	Je avtomatizirana, mehanizirana, deljiva, formalno opredeljena in osrednje nadzorovana zbirka digitalnih podatkov, ki so shranjeni na računalniški medij.	Kvamme et al. 1997
<i>daljinsko zaznavanje</i>	Je znanost pridobivanja informacij o površju Zemlje, ne da bi z njo prišli v neposredni stik.	Rihtaršič in Fras 1991
<i>digitalni model reliefa</i>	Kompleksna predstavitev površja, ki vsebuje višinske točke površja, značilne točke in črte ter druge geomorfološke značilnosti.	Kvamme et al. 1997
<i>digitalni model višin</i>	To je enostaven način zapisa točk reliefa, največkrat rastrski mreži kvadratnih celic, kakršen je primeren za uporabo v orodjih GIS in je pomensko ožji od DMR.	Kvamme et al. 1997;
<i>geografski informacijski sistem (GIS)</i>	Je sistem za zajemanje, shranjevanje, vzdrževanje, obdelavo, povezovanje, analiziranje, in predstavitev prostorskih geokodiranih podatkov. Poudarek je na	Kvamme et al. 1997

	različnih podatkovnih analizah. GIS sestavljajo strojna oprema, sistemska in specifična programska oprema, uporabniške aplikacije, integrirana baza prostorskih podatkov, vzdrževalci in predvsem uporabniki informacijskega sistema.	
<i>interferometrija</i>	Postopek obdelave kompleksnih radarskih posnetkov, pri katerem dobimo višine nad referenčnim elipsoidom ali opazujemo majhne premike zemeljskega površja iz razlike njihovih faz.	Oštir 2000
<i>interpolacija</i>	Je metoda in hkrati postopek za določitev vrednosti ploskve (denimo H) ali iskane funkcije na nepoznani točki (lokaciji) na podlagi poznanih vrednosti iskanega atributa na okoliških točkah.	Kvamme et al. 1997
<i>kriging</i>	Pristop tvori niz stohastičnih interpolacijskih metod, ki temelje na algoritmu najmanjših kvadratov ter hkrati uporabljajo semivariogram kot osnovo za določitev vloge in funkcije uteži. Kriging metode se pogosto uporabljajo kot tehnika za ocenjevanje vrednosti nepoznanih predelov modela terena ob upoštevanju višin na poznanih lokacijah.	Šumrada 2005
<i>merilo</i>	Razmerje med merami, razsežnostmi kakega področja, predmeta na zemljevidu, shemi in njegovimi resničnimi, naravnimi merami	ASP32
<i>natančnost</i>	...ali točnost izraža, kako zanesljivo lahko določene meritve predstavljajo merjeno količino. V praktičnem pomenu natančnost lahko opredelimo kot razliko med trenutno vrednostjo izbranega podatka in neko primerljivo bolj natančno vrednostjo istega podatka.	Šumrada 2005

<i>piksel, slikovni element</i>	Najmanjši možni slikovni element digitalne podobe, ki se še lahko individualno obdeluje in prikazuje.	Šumrada 2005
<i>topologija</i>	Podaja povezljivost in opisuje logične sosedske odnose med lokacijami posameznih geografskih pojavov v prostoru. Topologija predstavlja in definira geometrično povezanost in razvrstitev grafičnih gradnikov, ki tvorijo neki geografski objekt, brez uporabe njihove lokacije oziroma koordinat. V vektorski sestavi grafičnih podatkov je topologija temelj geometrijske organizacije podatkov. Pri rastrski sestavi grafičnih podatkov je topologija inherentno vgrajena v organizacijo podatkov in so topološki odnosi posredno opredeljeni s položajem celice v matriki vrednosti.	Kvamme et al. 1997

VIRI IN LITERATURA

Duhovnik, M., Mlinar, J., 2005. Predstavitev državne in vojaške topografske karte v merilu 1 : 50 000 in digitalnega modela reliefa Slovenije. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 49, št. 4, str. 603-605.

Kvamme, K., Oštir-Sedej, K., Stančič, Z., Šumrada, R., (1997). Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, ZRC SAZU

Oštir, K., Podobnikar, T., Stančič, Z., Mlinar, J., (2000). Digitalni model višin In-SAR DMV 25. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 44, št. 4, str. 374-383.

Perko, D. (2001). Analiza površja Slovenije s stometriskim digitalnim modelom reliefa. Ljubljana, 229 str.

Podobnikar, T., (2002). Model zemeljskega površja - DMR ali DMV?. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 46, št. 4, str. 347-356.

Podobnikar, T., (2002b). Koncept izdelave novega digitalnega modela reliefa Slovenije . Ljubljana, Geografski vestnik, letnik 74, št. 1, str. 87-98

Rihtaršič, M., Fras, Z., (1991). Digitalni model reliefa. 1 del: teoretične osnove in uporaba DMR. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FAGG – KFK, 143 str.

Šumrada, R., (2004). Geografski informacijski sistem. Študijsko gradivo. Ljubljana. Npublicirano.

Šumrada, R., (2005a). Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 284 str.

Šumrada, R., (2005b). Tehnologija GIS. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 330 str.

Trdin, A, (2005). Izdelava Digitalnega Elevacijskega Modela v GIS okolju za potrebe zahtevnejših prostorskih analiz, Seminarska naloga, Velenje, Npublicirano.

Trdin, A, (2005). Postavitev IMS strežnika v okolju Manifold za potrebe omogočanja mrežnega GIS, Seminarska naloga, Velenje, Npublicirano

Zakon o geodetski dejavnosti (ZgeoD). UL RS št. 8/00.

Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1). UL RS št. 110/02 in 8/03.

<http://www.geodetski-vestnik.com/>, (maj 2006)

<http://www.manifold.net/>, (april 2006)

<http://www.kp-velenje.si/>, (marec 2006)

<http://www.gu.gov.si/>, (junij 2006)