

dr. sc. Damir Bekić, dipl. ing. građ. > Zavod za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: dbekic@grad.hr  
Gordon Gilja, dipl. ing. građ. > Zavod za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: ggilja@grad.hr  
Mateja Blažević, mag. ing. aedif. > Zavod za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: mblazevic@grad.hr

# PROSTORNO MODELIRANJE u hidrotehnici

## SAŽETAK

AUTOCAD JE VEĆ GODINAMA SINONIM ZA VRHUNSKI ALAT PRI IZRADI KVALITETNIH I PRECIZNIH NACRTA U RAZLIČITIM EKSPERTNIM PODRUČJIMA, A INŽENJERI HIDROTEHNIKE PRI RJEŠAVANJU SVE SLOŽENIJH I ZAHTJEVNIJH PROJEKTNH ZADATAKA SVAKODNEVNO KORISTE OVAJ SOFTVER U SVOJOJ PRAKSI. RASTER DESIGN JE RAZVIJEN KAO DODATAK AUTOCAD-U KOJI OMOGUĆAVA RAD S RASTERSKIM PODLOGAMA I NJIHOVU PRILAGODBU POTREBAMA PROJEKTA. CIVIL 3D 2011 JE NAJNOVIJA VERZIJA AUTOCAD-A RAZVIJENA ZA POTREBE INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA. PORED SOFISTICIRANIH ALATA ZA IZRADU PROJEKTNH NACRTA, PRUŽA I MOGUĆNOST RADA S TIN PLOHAMA I DIREKTNOG INTEGRIRANJA GIS PODATAKA U CRTEŽ. MOGUĆNOSTI RASTER DESIGNA I CIVIL 3D-A PRIKAZANE SU NA PRIMJERU ANALIZE PODLOKAVANJA OKO STUPOVA MOSTA MIČEVEC NA RIJECI SAVI U ZAGREBU. BUDUĆI DA SLOŽENI HIDROTEHNIČKI PROJEKTI IZISKUJU TIMSKI RAD, IZNESENA JE PROBLEMATIKA RAZMJENE GRAFIČKIH PODLOGA UNUTAR TIMA TE SU OBJAŠNjeni MOGUĆI POSTUPCI REFERENCIRANJA GRAFIČKIH DATOTEKA.

## 1. UVOD

**KLJUČNE RIJEČI**  
AutoCAD Civil 3D  
Raster Design  
hidrotehnika  
rasterske podloge  
TIN ploha  
referenciranje

AutoCAD se na tržištu pojavio 1982. godine kao jedan od prvih alata za projektiranje potpomognuto računalom (»Computer Aided Design«), a danas je jedan od najviše korištenih softvera te vrste. Njegova upotreba izmijenila je i unaprijedila mnoga ekspertna područja, uključujući i građevinarstvo.

Softver je karakteriziran i kontinuiranim razvojem tijekom godina pa moderne verzije uključuju i skup alata za 3D i parametarsko modeliranje. Crtanje u AutoCAD-u obilježeno je visokom milimikronskom preciznošću pa se objekti u 2D i 3D režimu crtanja mogu proizvoljno zumirati bez gubitka razlučivosti i točnosti, a automatski kalkuliranim sustavom kotiranja greške se svode na minimum. Osnovnim elementima crteža (linijama, polilinjama, lukovima, krivuljama, poligonima...), odnosno blokovima takvih elemenata definiranim od

strane korisnika, može se beskrajno manipulirati unutar crtaćeg prostora.

Moderno građevinarstvo gotovo je nezamislivo bez CAD softvera, a njegova važnost vidljiva je u svim poljima građevinske struke, od visokogradnje i prometnica do geotehnike i hidrotehnike, te na svim razinama projekta, od idejnih rješenja do izvedbenih nacrti.

## 2. HIDROTEHNIKA

Hidrotehnika je dio građevinske struke koji se bavi učinkovitim i racionalnim gospodarenjem vodnih resursa u svrhu ostvarenja ljudskih potreba, a to uključuje:

- korištenje voda,
- zaštitu od voda i
- zaštitu voda.

Posao hidrotehničkih inženjera, prema tome, obuhvaća široku problematiku: vodoopskrbu i odvodnju naselja, projektiranje luka, marina, unutarnjih i vanjskih plovni putova, regulacije rijeka, sustave zaštite od bujica i poplava, korištenje vodnih snaga za električnu energiju, efikasnu



zaštitu vodnih resursa i prirodnih staništa, sustave za melioraciju i navodnjavanje, i dr. Za uspješno projektiranje hidrotehničkih građevina, neophodno je poznavanje postojećeg stanja područja od interesa. Takvo znanje omogućeno je iz raznih podloga: hidroloških, geomehaničkih, pedoloških, geodetskih i dr. Poznavanje konfiguracije terena nužno je pri svakom zahvatu pa zbog toga hidrotehničari u svojoj praksi često surađuju s geodetima, koji snimanjem i izmjerom terena osiguravaju podloge u vidu rasterskih i vektorskih podataka.

Rasterske podloge (bit mape) sastoje se od pravokutne mreže piksela, a njihova kvaliteta ovisi o razlučivosti. Najčešće korištene rasterske grafičke podloge koje se uvlače u digitalne nacрте su:

- Hrvatska osnovna karta 5000 (HOK): karta u mjerilu 1: 5 000,
- Digitalna ortofoto karta (DOF): aerofotografska geokodirana snimka postojećeg stanja na terenu (mjerilo 1: 5 000),
- Topografska karta (TK 25): karta u mjerilu 1: 25 000,
- Digitalni model reljefa (DMR 25), digitalni model terena (mjerilo 1: 25 000).

Vektorske podloge prikazuju objekte pomoću osnovnih geometrijskih oblika (točka, linija, krivulja, poligon) temeljenih na matematičkim jednadžbama. Za razliku od rasterske, vektorska grafika zauzima mnogo manje memorije i omogućava zumiranje i izmjenu podataka bez gubitka kvalitete. U hidrotehnici se vektorske podloge uglavnom koriste u vidu linija osi i obala vodotoka, slojnice, geopozicioniranih poprečnih profila riječnog korita, TIN ploha i sl.

Danas, u vrijeme ekspanzije korištenja geoprostornih podataka, alati koji omogućavaju brzo integriranje GIS podataka u postojeće CAD nacрте, direktan pristup geodetskim podlogama, doradu i prilagodbu digitalnih modela reljefa i TIN ploha, i sl. su od iznimne važnosti jer štede vrijeme i novac, daju točnije i bolje rezultate u projektiranju, a olakšavaju i suradnju unutar timova. Razradom u AutoCAD-u rješava se većina hidrotehničkih projektnih problema, od situacijskih prikaza, karakterističnih poprečnih presjeka građevina, uzdužnih profila pa do konstrukcijskih detalja, odnosno formira se zorni prikaz hidrotehničkih rješenja na svim razinama detaljnosti projekta. AutoCAD-ove aplikacije poput Raster Designa te Civil 3D-a su upravo takvi alati kojima je manipulacija rasterskim podlogama, vektorizacija bit mapa, kreiranje i upravljanje geoprostornim podacima, te stvaranje modela i nacрте visoke detaljnosti i točnosti uvelike ubrzano i olakšano.

### 3. OBRADA, ANALIZA I PRILAGODBA PODLOGA

#### 3.1 UPOTREBA RASTER DESIGNA U INŽENJERSKOJ PRAKSI

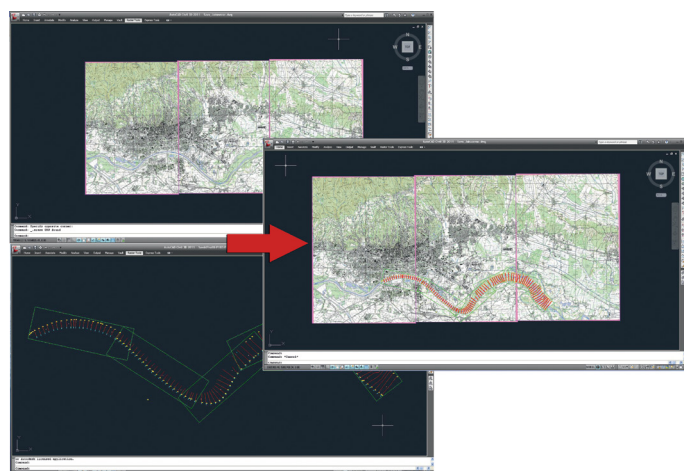
U inženjerskoj praksi hidrotehničari često koriste grafičke podloge u vidu skeniranih karata, satelitskih i ortofoto snimki itd. kao podloge za razradu projekata pa im je stoga prijeko potreban alat koji će im omogućiti brzu i efikasnu obradu takvih rasterskih podloga za potrebe projekta. Raster Design je Autodeskova aplikacija razvijena sa svrhom pružanja potpunog seta mogućnosti za rad s rasterskim slikama i bit mapama. Kao dodatak AutoCAD-u, Raster Design pruža maksimalno iskorištavanje i prilagodbu rasterskih podloga potrebama korisnika jer omogućava:

- umetanje slika, skeniranih karata, satelitskih i ortofoto snimki u CAD nacрте,
- podešavanje svjetline, kontrasta, transparentnosti, manipulaciju bojama, prelazak iz višebojnih u dvotonske (Bitonal) i monokromatske (Grayscale) slike,
- spajanje više rasterskih slika u jednu,
- uklanjanje dijelova rasterskih slika,
- integriranje vektora u rastersku sliku,
- vektorizaciju dijelova rasterske slike,
- dodavanje vektora na rastersku podlogu,
- uklanjanje distorzija, mrlja i ostalih vizualnih grešaka s rasterskih slika i dr.

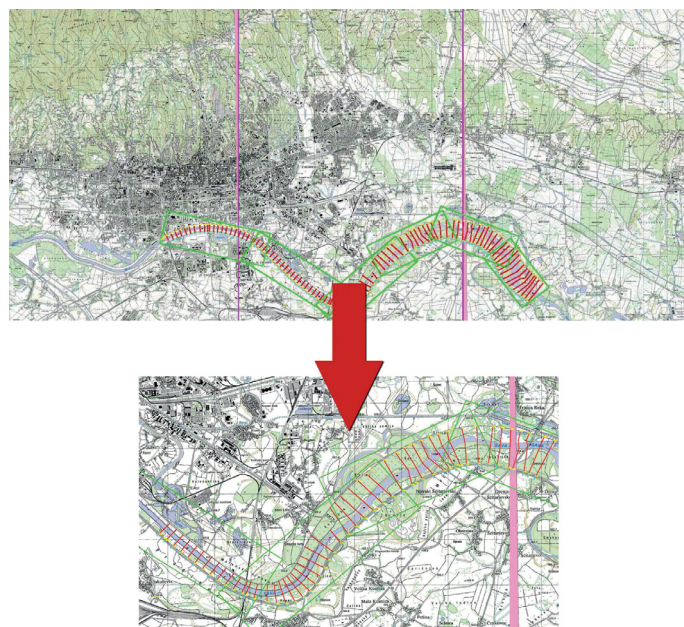
Svaka novija verzija AutoCAD-a popraćena je odgovarajućom verzi-



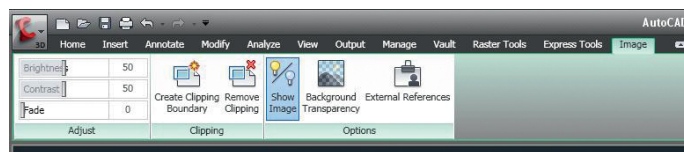
SLIKA 1. Raster Design kartica u glavnom AutoCAD prozoru



SLIKA 2. Spajanje rasterskih i vektorskih podloga u istom ctežu



SLIKA 3. Rezanje potrebnog dijela karte uz pomoć naredbe Crop



SLIKA 4. Kartica Image s osnovnim naredbama za mijenjanje postavki rasterske slike

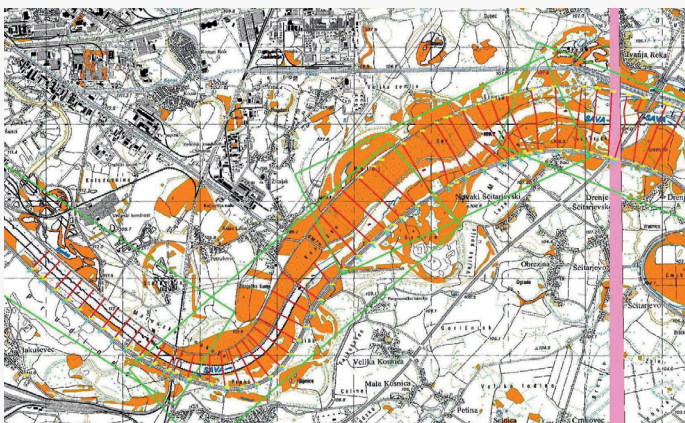
jom Raster Designa, koji se pojavljuje u vidu izbornika unutar glavnog AutoCAD-ovog prozora (slika 1).

Slike se umeću pritiskom na ikonu *Insert* te odabirom željene datoteke. Raster Design podržava gotovo sve slikovne formate. Odabranu sliku moguće je umetnuti na koordinate unaprijed definirane u samoj datoteci ili na proizvoljne koordinate. Slika se također može skalirati i rotirati po želji. Mogućnosti Raster Designa bit će prikazane na primjeru analize problema podlokavanja oko stupova željezničkog mosta Mičevac na Savi u Zagrebu. Za uspostavljanje modela postojećeg stanja vodotoka, u AutoCAD su korištenjem Raster Designa unesene tri skenirane topografske karte mjerila 1:25 000 kojima je prikazana rijeka Sava na području grada Zagreba. Topografske karte u pravilu koriste pravokutne koordinatne sustave kao što je Gauß-Krüger za područje Republike Hrvatske. Koordinate u takvim koordinatnim sustavima izražene su najčešće u metrima.

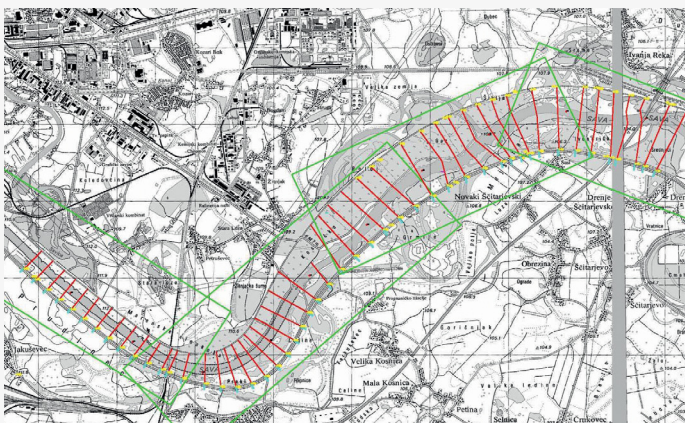




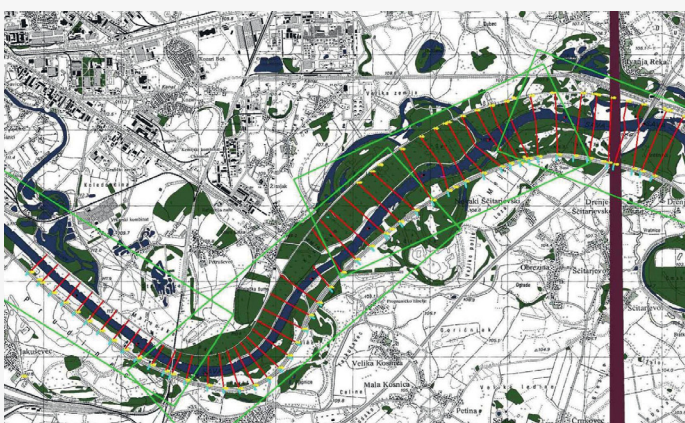
SLIKA 5. Izmjena svjetline, kontrasta i stupnja stapanja s pozadinom rasterske podloge



SLIKA 6.A Ilustracija mogućnosti *Palette Managera*: vodotok je učinjen transparentnim, a zelene površine pretvorene su u narančaste



SLIKA 6.B Pretvaranje slike u boji u *Grayscale*



SLIKA 6.C Pojačavanje detalja rasterske podloge opcijom *Equalize*

Kako bi se topografske i ortofoto karte pravilno postavile u pravokutne koordinate crteža (georeferencirale) koristi se korelacijski »world file«. Ovaj file sadrži koordinatu gornjeg lijevog kuta crteža i koeficijente mjerila za korelaciju podloge s poznatom projekcijom. Ime korelacijskog *world filea* mora biti identično imenu grafike na koju se odnosi da bi se mogao upotrijebiti. U isti crtež su zatim unesene i geopozicionirane ravnine poprečnih presjeka u vektorskom obliku (slika 2).

Rasterske karte su naredbom *Merge* spojene u jednu sliku, a kako bi se istaknulo samo područje od interesa, naredbom *Crop* izrezan je pravokutni dio karte potreban za analizu (slika 3).

Klikom na rastersku sliku, AutoCAD automatski otvara karticu *Image* koja sadrži osnovne naredbe za obradu grafičke podloge (slika 4).

Unosom željene vrijednosti za svjetlinu i kontrast slike mijenja se njen izgled na nacrtu, a povećanjem vrijednosti za *Fade* povećava se stupanj stapanja slike s pozadinom nacрта (slika 5). Moguće je dodijeliti transparentnost određenoj boji, a zatim uključivanjem opcije *Transparency* učiniti sve piksele te boje nevidljivima.

Unutar izbornika za obradu slike (*Process image*), prilagođavaju se grafičke postavke podloge:

- poboljšava se kvaliteta *Grayscale* i *Bitonal* slika (pročišćavanje, izoštravanje, filtriranje),
- podešava se gustoća piksela,
- mijenja se dubina boje (konverzija iz *Grayscale* i *Bitonal* u sliku u boji i obrnuto),
- prilagođava se paleta boja (npr. moguće je zamijeniti određenu boju na slici nekom drugom ili ju učiniti nevidljivom) (slika 6a).

Unutar kartice *Histogram* moguće je, osim reguliranja kontrasta i svjetline te pretvaranja slike u boji u *Grayscale* (slika 6b) i *Bitonal*, istaknuti određenu boju tj. maksimizirati kontrast detalja na slici opcijom *Equalize* (slika 6c). Također, grafička podloga se može tonski prilagoditi po želji izmjenom krivulje crnih i bijelih tonova. Drugim riječima, omogućena je manipulacija rasterskom slikom kako bi se istaknula područja od interesa na podlozi.

U svakom trenutku se slika i njeni korelacijski podaci mogu se spremirati neovisno o CAD nacrtu, ili eksportirati za korištenje u drugim aplikacijama (naredbe *Save* i *Export*).

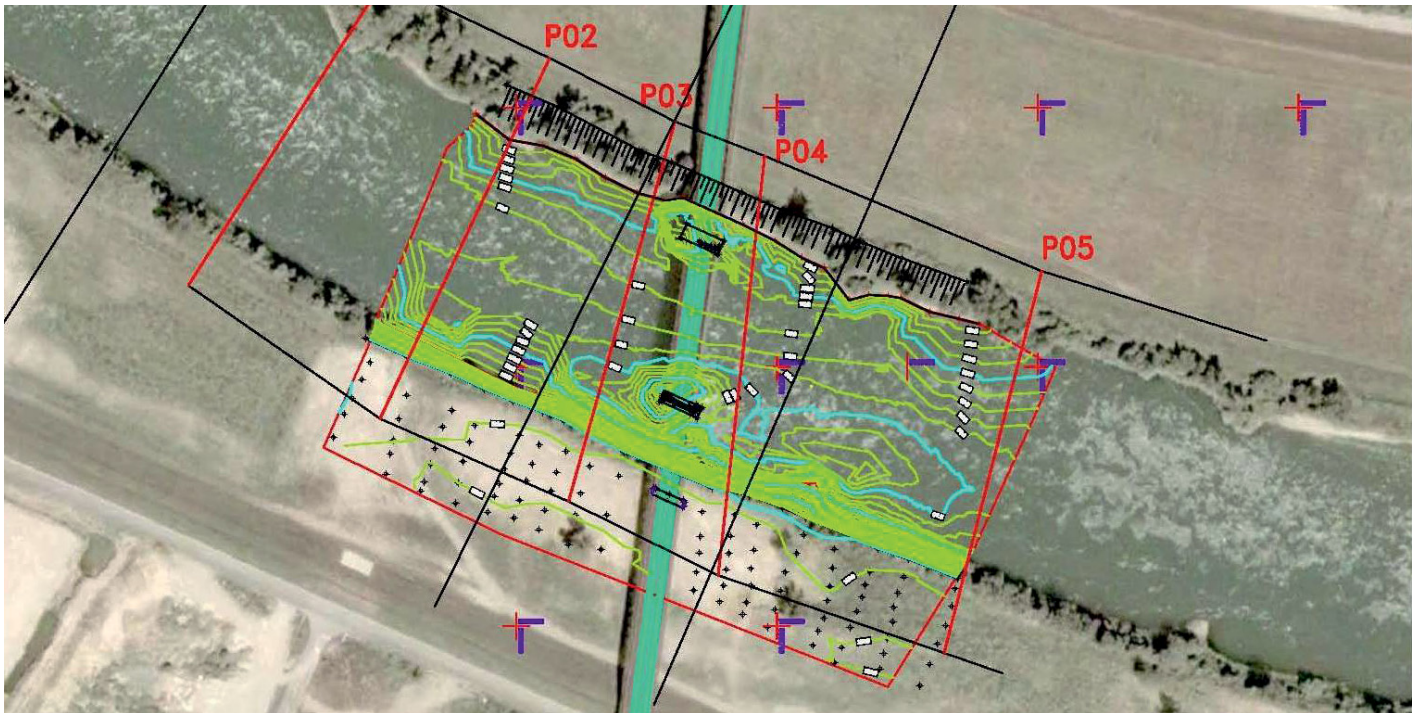
Alati za vektorizaciju rasterskih slika koriste se na 1-bitnim (*Bitonal*) rasterskim podlogama. Tim alatima moguće je pretvarati linije, polilinije, pravokutnike, krugove, lukove i tekst iz rasterskog u vektorski oblik jednostavnim selektiranjem željenih objekata na slici. Naredbama iz palete *Raster entity manipulation* (REM) mogu se lakše urediti objekti s rasterske slike tako da ih se privremeno vektorizira, zatim se na njima primijene željene naredbe (micanje, rastezanje, kopiranje, povećavanje, rotiranje, i sl.), te se na kraju spoje natrag u rastersku sliku ili se koriste u novom nacrtu.

### 3.2 KREIRANJE PLOHA U AUTOCAD CIVIL 3D 2011

AutoCAD Civil 3D 2011 je najnoviji Autodeskov proizvod koji objedinjuje suvremene i moćne alate za 3D projektiranje i modeliranje. Pored otprije poznatih crtačkih mogućnosti, Civil 3D omogućava rad s TIN i Grid plohamo kreiranim iz GIS datoteka, DEM datoteka, Google Earth snimki ili podataka sadržanih unutar CAD objekata. TIN ploha predstavlja površinu kao mrežu nepravilnih trokuta koji se ne preklapaju. Trokutna mreža stvara se postupkom Delauney triangulacije temeljene na principu da su unutar kruga opisanog oko jednog trokuta mreže obuhvaćeni samo čvorovi mreže koji pripadaju tom trokutu. TIN plohe daju kvalitetan trodimenzionalni prikaz i vizualizaciju razvedenog terena uz efikasnije pohranjivanje podataka.

Nakon početnog razmatranja problema podlokavanja oko stupova mosta Mičevac kojim se obuhvatilo šire uzvodno i nizvodno područje, prešlo se na detaljniju analizu na području samog mosta. U tu svrhu, korišten je hidrografski profil rijeke Save na toj lokaciji. Kao grafička podloga dana je satelitska snimka predmetnog područja s Google Earth-a,





SLIKA 7. Hidrografska snimka rijeke Save kraj mosta Mičevac

a geometrija korita prikazana je slojnicama u obliku vektorskih polilinija (slika 7).

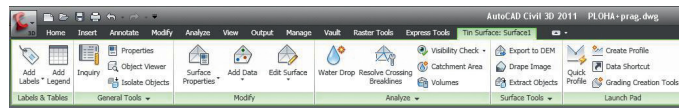
Radi lakše vizualizacije i analize geometrije korita na području mosta, iskorištene su mogućnosti Civil 3D-a. Uz pomoć naredbe *Create Surface* kreirana je TIN ploha nakon čega se u traci glavnog izbornika pojavljuje paleta *Surface* (slika 8) unutar koje je moguće modificirati stvorenu plohu ovisno o podacima kojima korisnik raspolaže i potrebama koje treba zadovoljiti. Tako se ploha može definirati podacima iz DEM datoteka, *point* datoteka, podacima o točkama iz CAD objekata, a moguće je odrediti i granice plohe.

U ovom slučaju, naredbom *Add Data>Contours* i odabirom odgovarajućih polilinija u plohu su ubačene slojnice. Civil 3D automatski određuje granice plohe i iscrtava mrežu trokuta između slojnica kojima je ploha definirana.

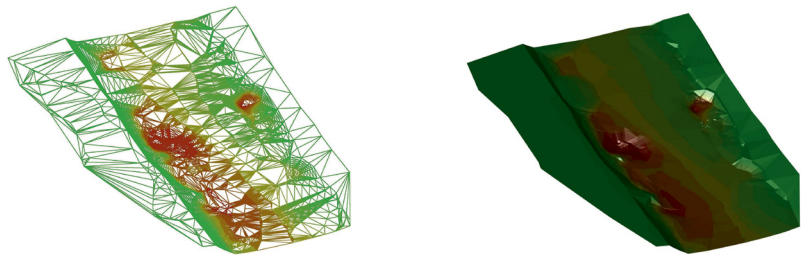
Prikaz plohe može se regulirati unutar kartice *Surface Style* koja sadrži opcije za definiranje komponenti plohe koje korisnik želi vidjeti na ekranu (slojnice, trokuti, točke, nagibi, elevacije, itd.) i način njihovog prikaza (palette boja, stil prikaza, visinski intervali i sl.). Ukoliko se prikazu visine točaka plohe, a posebice ako se odabere 3D Shaded način prikaza u kartici *View*, jasno se vide kritične zone ispiranja materijala s dna korita na lokacijama stupova mosta (slika 9).

Civil 3D nudi opciju »lijepljenja« 2D grafičke podloge na definiranu plohu pomoću naredbe *Drape image*, čime je moguće učiniti modeliranu plohu još sličnijoj stvarnoj situaciji na terenu. Potrebno je unijeti rastersku podlogu u crtež s plohom i unutar *Surface style* prozora uključiti prikaz trokutne mreže plohe, a rezultat spajanja podloge i plohe vidljiv je u 3D *Realistic* načinu prikaza (slika 10).

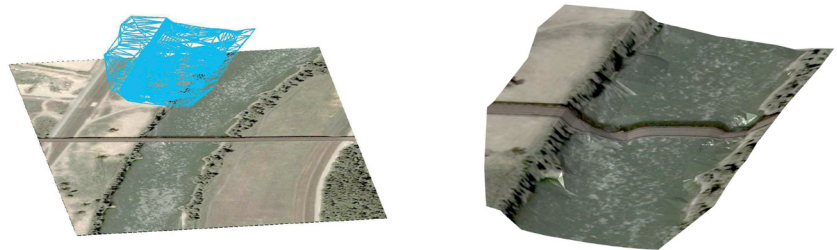
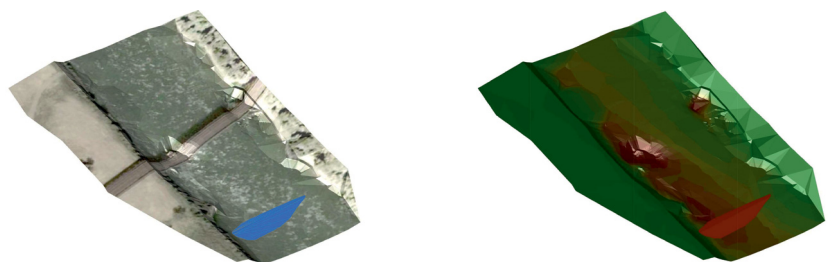
Kao rješenje problema podlokavanja, proračunima funkcionalnosti i konstrukcije definiran je hidrotehnički prag na lokaciji 100 m nizvodno od mosta s visinom krune od 99,80 m. Uzvodno od njega stvara



SLIKA 8. Paleta naredbi za mijenjanje postavki ploha



SLIKA 9. Ploha u 2D wireframe (lijevo) i 3D Shaded (desno) načinu prikaza

SLIKA 10. Naredbom *Drape image* se satelitska snimka predmetnog područja spaja s TIN plohomSLIKA 11. Predmetno područje s konstrukcijom hidrotehničkog praga nizvodno od mosta u *Realistic* (lijevo) i *Shaded* (desno) načinu prikaza

se uspor i umiruju karakteristike toka oko stupova mosta čime se smanjuje erozija dna korita na tom području.

U Civil 3D-u je polilinjama nacrtan projektirani prag i kreirana nova ploha definirana konturama konstrukcije (slika 11).

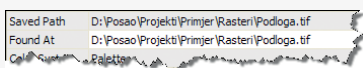
#### 4. RAZMJENA CRTEŽA S PODLOGAMA

U hidrotehničkoj struci se kao grafičke podloge često koriste digitalne ortofoto karte (DOF) ili topografske karte (TK) šireg promatranog područja zbog prostorne razvedenosti građevinskih zahvata. Složenost samih hidrotehničkih objekata uvjetuje timski rad na projektu. U slučaju kada na crtežu aktivno radi više suradnika, neminovno je da će kroz vrijeme trajanja projekta više puta doći do izmjena već napravljenog dijela crteža. U slučaju kada je u crtež ubačeno više grafičkih podloga dolazi do poteškoća u razmjeni tih podataka. Nije prihvatljivo da se svaki put uz crtež šalju i grafičke podloge jer zbog njihove veličine dolazi do problema u slanju putem *e-maila*. Stoga svatko od suradnika ima svoju kopiju podloga već spremljenu lokalno na disku. Međutim, vrlo je rijetko da svatko projekt drži na disku istog imena, ili da ima istu strukturu direktorija.

Postavljanje vanjskih *fileova* u .dwg crtež vrši se pomoću *External References* izbornika. Najčešće podloge koje se postavljaju u crtež su .dwg, .pdf i bilo koji tip grafičkih podloga. Podloge se s crtežom u AutoCAD-u povezuju preko jednog od tri dostupna načina referenciranja: *No Path* (bez mrežnog puta), *Full Path* (puni mrežni put) i *Relative Path* (relativni mrežni put). Izbor načina referenciranja vrši se u prozoru *Attach* prilikom pokretanja naredbe *Insert* i izbora željene podloge. Kako je u crtežu potrebno zadati lokaciju podloga, očito je da prilikom premještanja crteža i/ili podloga dolazi do kidanja definiranih poveznica. U nastavku slijedi opis korištenja svakog načina referenciranja, te će biti analizirane prednosti i mane. Za primjer će poslužiti AutoCAD crtež *drawing.dwg* koji je spremljen na lokaciji »D:\Posao\Projekti\Primjer\Crtezi\«. U navedeni crtež postavljena je topografska karta Podloga.tif kao podloga, a nalazi se na lokaciji »D:\Posao\Projekti\Primjer\Rasteri\«.

##### 4.1 NO PATH REFERENCIRANJE

Kada se grafika postavi u crtež pomoću *No Path* referenciranja pamti se samo ime grafike, bez *patha* (slika 12). To znači da je moguće grafiku učitati u crtež samo ako se nalazi u istom direktoriju kao i crtež. Ovaj način referenciranja je najmanje fleksibilan, tj. zahtijeva gomilanje crteža i grafika u jednom direktoriju, što može postati vrlo nepregledno i nespretno za korištenje. Stoga se ovaj način referenciranja u pravilu najrjeđe koristi. Na slici je prikazan isječak s palete *External References* gdje *Saved Path* označava spremljenu lokaciju podloge, a *Found At* označava lokaciju na kojoj je podloga pronađena:

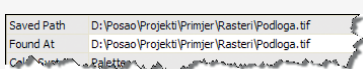


SLIKA 12. Referenciranje preko *No Path* opcije

##### 4.2 FULL PATH REFERENCIRANJE

Referenciranjem preko *Full Patha* lokacija grafike se povezuje s crtežom na način da se sprema cijela *path* podloge, počevši sa slovom oznakom diska i spuštanjem do direktorija u kojem je podloga (slika 13).

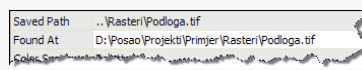
Prednost ovakvog načina referenciranja je u tome što je moguće crtež seliti po disku, ili po različitim diskovima jednog računala a veza s podlogama će ostati sačuvana sve dok se one nalaze u svom početnom direktoriju. Mana ovakvog referenciranja se očituje pri razmjeni crteža sa suradnikom koji nema istu strukturu direktorija ili ima različitu slovnenu oznaku diska. Tada *Full Path* neće prepoznati lokaciju direktorija s podlogama.



SLIKA 13. Referenciranje preko *Full Path* opcije

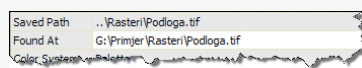
##### 4.3 RELATIVE PATH REFERENCIRANJE

Već je rečeno da problem učitavanja grafičkih podloga nastaje pri razmjeni crteža sa suradnicima koji nemaju istu strukturu direktorija. Za ovakve situacije je najprikladnije koristiti relativno referenciranje podloga. *Relative Path* način referenciranja kao početnu lokaciju uzima direktorij u kojem se nalazi crtež. Iz tog direktorija se *path* vodi u direktorij iznad, sve dok se ne dođe do direktorija iz kojeg se može nastaviti *path* do direktorija s podlogama (slika 14).



SLIKA 14. Referenciranje preko *Relative Path* opcije

Ovako referencirana grafička podloga bit će prepoznata u crtežu i ako dođe do premještanja direktorija po diskovima ili računalima. Na sljedećoj slici (slika 15) pokazano je prepoznavanje podloge kada je premješten direktorij »Primjer« sa svim poddirektorijima na disk »G:\«:



SLIKA 15. *Relative Path* referenciranje kod premještanja direktorija

Dakle, vidljivo je da za dijeljenje crteža upotrebom *Relative Path* opcije nije potrebno zadržati puni *path* na oba računala, već samo dio od zajedničkog direktorija u *pathu* naniže. *Relative Path* će pronaći crtež i ako dođe do micanja crteža horizontalno po strukturi direktorija. Ukoliko dođe do pomicanja crteža u poddirektorije, referenca više neće ostati očuvana. Prednosti *Relative Path* referenciranja su fleksibilnost pri razmjeni crteža između više korisnika, a glavno ograničenje predstavlja činjenica da se crtež i podloge moraju nalaziti na istome disku.

Važno je napomenuti da se unosenje grafičke podloge s korelacijskim file-om može napraviti isključivo putem *Raster Designa* i da je jedino moguće postaviti *Full Path* način referenciranja. Ukoliko se ovakav crtež želi dijeliti među korisnicima, potrebno je postaviti *Relative Path* referencu kao naknadnu radnju, a ovdje će biti pokazano kako to učiniti ručno kada već u crtežu postoji postavljena grafička podloga s *Full Path* načinom referenciranja. *Relative Path* se postavlja ručno na način da se u paleti *External References* (XREF) u polju »*Found At*« upiše umjesto *patha* oznaka »\..« za svaki direktorij iznad onog u kojem se nalazi crtež sve dok se ne dođe do direktorija koji je zajednički i *pathu* crteža i *pathu* podloge. Zatim se nastavlja upisivati ostatak *patha* do direktorija u kojem je podloga, a završava samim imenom i ekstenzijom podloge. U navedenom primjeru to znači da se iz direktorija u kojem se nalazi crtež, *path* vodi u direktorij iznad (»Primjer«), te nastavlja u poddirektorij »Rasteri« i traži file Podloga.tif (slika 14).

#### 5. ZAKLJUČAK

AutoCAD je već godinama etabliran kao vodeći softver za izradu kompleksnih nacrti, a moderno građevinarstvo je nezamislivo bez njegove upotrebe. Civil 3D s paletom sofisticiranih alata za crtanje i modeliranje te mogućnošću kreiranja i rada s TIN plohami, u kombinaciji s *Raster Designom* koji omogućuje upravljanje i prilagodbu grafičkih podloga, nudi inženjerima hidrotehnike moćan i elegantan instrument za brže, lakše i točnije rješavanje sve kompleksnijih projektnih problema, kao i lakšu suradnju unutar tima.

#### LITERATURA

- › URL-1: [http://images.autodesk.com/adsk/files/civil\\_users\\_guide0.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/civil_users_guide0.pdf), (01.03.2011.).
- › URL-2: <http://docs.autodesk.com/CIV3D/2011/ENU/index.html>, (01.03.2011.).
- › URL-3: [http://images.autodesk.com/adsk/files/autocadrasterdesign\\_10\\_usersguide.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/autocadrasterdesign_10_usersguide.pdf), (01.03.2011.).
- › URL-4: [http://www.ian-ko.com/resources/triangulated\\_irregular\\_network.htm](http://www.ian-ko.com/resources/triangulated_irregular_network.htm), (01.03.2011.).