

Važnost tehničkog crtanja i nacrtne geometrije u formiranju stručnog profila inženjera graditeljstva

The importance of technical drawing and descriptive geometry in the professional education of a civil engineer

Jasmina Ovčar
Međimursko veleučilište u Čakovcu
Bana J. Jelačića 22a, 40000 Čakovec, Hrvatska
e-mail: jovcar@mev.hr

Sažetak: *Moderno je doba – računala nisu više pitanje prestiža, želje, potrebe, već je poslovni život bez njih postao nezamisliv i nemoguć. U području tehničkih, inženjerskih znanosti informatizacija je pridonijela „nezamislivoj lakoći postojanja“. Naravno, za tu je vještinu potrebno savladati rad u nekom od kompatibilnih grafičkih računalnih programa. Vrijeme uloženo u edukaciju crtanja pomoću računala praktički je isplativo već prilikom izrade prvog tržišno orijentiranog projekta. Vrlo je privlačno za mnoge koji vole rad na računalu, za laike koji kroz neke od programa s vrlo malo predznanja te s tek nekoliko „klikova“ dobivaju trodimenzionalnu sliku svojih budućih kuća, ureda, unutarnjeg uređenja, „putuju“ kroz kuću i sl. Međutim, razlika između na prvi pogled atraktivnih računalnih crteža i pravih tehničkih projekata je golema. Za arhitektonsko projektiranje potrebno je prvo savladati znanje iz arhitektonskih konstrukcija, a u pogledu grafičke obrade neophodno je znanje iz tehničkog crtanja i nacrtne geometrije. To su predznanja bez kojih se ne može profilirati stručnjak-inženjer. Putem tehničkog crtanja savladava se promatranje, skiciranje, vježba se „ruka“, uče se pravila debljina crta, tehničkog pisma i sva ostala „pravila grafičke igre“.*

Nacrtna geometrija je produžena ruka matematičke geometrije koja se bavi prikazivanjem trodimenzionalnih tijela u dvodimenzionalnom svijetu – i upravo to je začetak razvijanja prostorne percepcije neophodne za kasniji razvoj inženjera-projektanta. Jer projektant „vidi“ kuću kad ona još ne postoji, zahvaljujući sposobnosti apstraktnog razmišljanja razvijenoj kroz studij programa nacrtne geometrije.

Ključne riječi: *tehničko crtanje, nacrtna geometrija, crtanje pomoću računala, prostorna percepcija, apstraktno razmišljanje*

Abstract: *We live in the modern era - computers are no longer a question of prestige, desire, need, and business life without them has become unthinkable and impossible. In the field of technical, engineering sciences computerization has contributed to "unbearable lightness of being." For that skill the work in one of the compatible graphics programs should be acquired. The time invested in computer drawing education becomes profitable even during creation of the first market-oriented project. It is very attractive for many who like working on the computer, for lay people who using some programs with little prior knowledge and with only a few "clicks" get a three-dimensional image of their future home, office, interior design, "travel" through the house and so on. However, the difference between at the first glance attractive computer drawings and real technical projects is enormous. The first thing necessary for architectural design is to acquire the knowledge of architectural structures and in terms of graphics processing it is the knowledge of technical drawing and descriptive geometry. These are the pre-skills without which a professional engineer cannot be profiled. Through technical drawing the skills of observing, sketching are acquired, you practice your "hand", learn the rules of the thickness of lines, technical letters and all other "rules of the graphics game".*

Descriptive geometry is the long arm of mathematical geometry that deals with displaying three-dimensional bodies in a two-dimensional world - and this is the beginning of the development of spatial perception necessary for the subsequent development of an engineer-designer. Because a designer "sees" the house when it does not exist yet, thanks to the capability of abstract thinking developed through the study program of descriptive geometry.

Key words: *technical drawing, descriptive geometry, computer drawing, spatial perception, abstract thinking*

1. Uvod

Suvremeni svijet iz dana u dan strelovitom brzinom napreduje, u svakom pogledu i u svakom području. Napredak donosi olakšanje života, rada, komunikacije, no nije uvijek u potpunosti i bezuvjetno dobrodošao. Često puta upravo novosti u tehnologiji omogućavaju čovjeku da brzo i na različite načine dolazi do informacija, da radi mnogo brže i kvalitetnije,

no iza toga se skriva nepotpunost razumijevanja, nedovoljno predznanja. Često se, zbog želje za brzim i efikasnim rezultatom, zanemaruje kvaliteta ili se pak stječe dojam da smo svi za sve spremni i osposobljeni. Tako npr. sve češće „liječimo“ sami sebe zahvaljujući mnoštvu podataka koji su nam nadohvat ruke putem interneta, čime možda zataškavamo pravi problem s kojim bismo se trebali javiti liječniku. Zahvaljujući društvenim mrežama može se dobiti mnoštvo podataka o nekome ili nečemu, zaboravljajući pri tome da se tim putem dobivaju samo one informacije koje netko želi pružiti ili „servirati“ te se tako dobiva djelomično istinita ili čak lažna slika.

U svijetu inženjera današnji programi za crtanje pomoću računala pružaju mogućnost čak i laicima da, poznavanjem funkcioniranja programa, izrađuju razne programe, projekte, prezentacije i sl. što na prvi pogled može izgledati fantastično privlačno (npr. uređenje interijera nekog stana) te na taj način investitor bude „osvojen“, prihvati projekt, zadovoljan je i oduševljen, sve dok ne dođe do realizacije kada polako počinju „iskakati“ pogreške koje ukazuju na totalno nepoznavanje problematike i neprofesionalan pristup nekompetentne osobe. Međutim, presudan je bio efekt prezentacije; forma je prekrila sadržaj. U tom kontekstu, povratak i ispravak je vrlo skup, a često puta i nepopravljiv.

Inženjerski pristup problemu podrazumijeva korištenje računalnih grafičkih programa i grafičku obradu zadatka kao „produženu ruku“ svih usvojenih tehničkih znanja, iskustva i kreativnosti. Baza je znanje i kvalitetan, stručni rad. Razrada pomoću računalnih grafičkih programa predstavlja tek olakšanje, a atraktivna prezentacija mogućnost da se investitoru dočara buduća stvarnost koju inženjer „vidi“ još od samog početka, a investitor će ju moći pojmiti tek po završetku izvedenih radova. Razlika u znanju i pristupu rješavanja programskog zadatka je od neprocijenjive važnosti, a u skladu s tim je i kvaliteta i stručnost rezultata.

2. Tehničko crtanje

Tehnički crteži pripadaju među najvažnije medije i sredstva komuniciranja u tehničkom inženjerskom svijetu pa ih je potrebno znati crtati i čitati. Osnova za izradu i čitanje tehničkih crteža je stjecanje potrebnih predznanja iz tehničkih znanosti (konstrukcija, statika, poznavanje materijala i sl.). U skladu s našim sustavom školovanja ta se znanja stječu u trogodišnjim strukovnim i četverogodišnjim tehničkim školama u prvim, odnosno prvim i drugim razredima. Nastavni planovi za tehničko crtanje za različita obrazovna područja i različita zanimanja nisu jednaki, no osnovni principi svakako se mogu izjednačiti i svesti pod

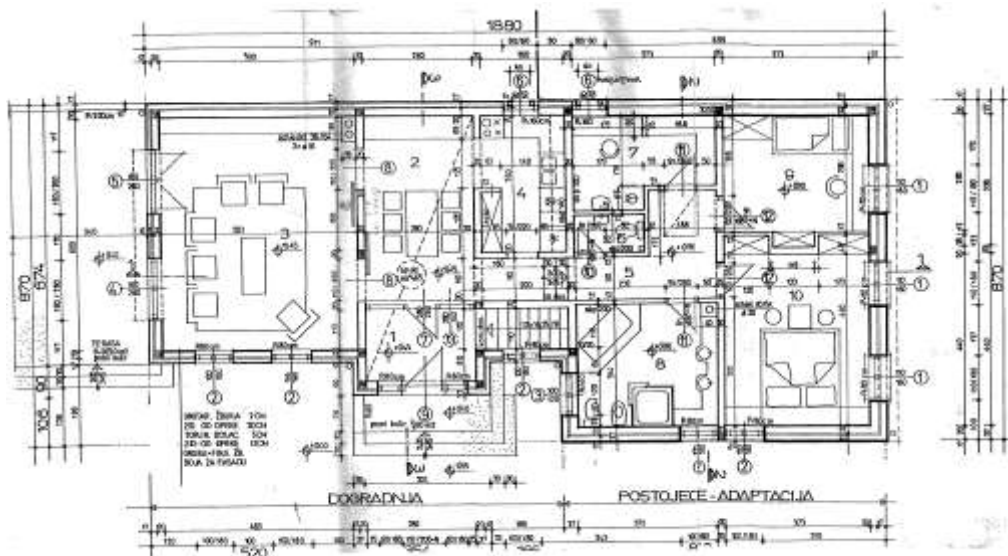
zajednički nazivnik – tehničko crtanje. Osobe koje pretendiraju postati inženjeri (arhitektonske, građevinske, geodetske, strojarske, elektrotehničke ili neke druge tehničke struke) svakako moraju proći edukaciju iz tehničkog crtanja, koja možda izgleda prejednostavno, banalno i nepotrebno u doba informatizacije, ali školovanje ima svoj tijek i razvojni put koji u ovom slučaju započinje poznavanjem pribora za tehničko crtanje kao što su grafitna (tehnička) olovka, dva trokuta (jednakokračan i raznostraničan), kutomjer, šestar, krivuljari, gumica za brisanje, razmjernici (za lakše crtanje crteža u mjerilu), šablone za slova i posebne šablone za crtanje simbola, pera za tuširanje, tzv. rapidografi. Možda su to mnogima naizgled arhaični nazivi i nepotrebne stvari, ali to je prapočetak tehničkog crtanja koji vodi do kvalitetnog, stručnog i ispravnog tehničkog, računalom izrađenog projekta.

Slika 1. Tablica sposobnosti i znanja potrebnih za stručnjaka-inženjera.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 8-9.

Slika 2. Prikaz ručno iscrtanog tehničkog arhitektonskog projekta (tlocrt).



Izvor: osobni arhiv.

Osim vještine ručnog crtanja koja se stječe redovitim i učestalim radom, ispravljanjem vlastitih grešaka te višestrukim ponavljanjem i crtanjem iznova kad „sve pođe po zlu“ (npr. prolje se tinta po papiru ili se podlije pod krivuljar !), potrebno je i uvođenje u poznavanje vrsta tehničkog crtanja: prema načinu prikazivanja predmeta - ortogonalni ili aksonometrijski; prema sadržaju - detaljni ili sklopni; prema namjeni - crtež projekta kao sastavni dio tehničke dokumentacije, crtež za ponudu, crtež za narudžbu, instalacijski crtež, radionički crtež, situacijski i sl.; prema načinu izrade - skica, original ili kopija.

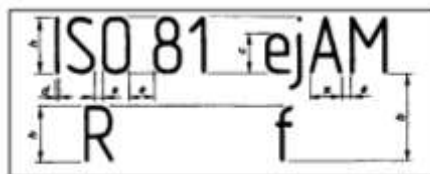
Potrebno je dobro poznavanje vrsta crta (oblik, naziv, širine i namjena), standardnih mjerila (za uvećanje ili za umanje), standardnih formata papira za crtanje, načina formatiziranja, izrade zaglavlja i sastavnica te osnovnih pravila i vještina pisanja tehničkog pisma (uspravnog pod kutem 90 stupnjeva ili kosog pod kutem 75 stupnjeva).

Slika 3. Vrste i namjena crta.

Vrsta crte	Primjena
široka puna	konture presječenih dijelova zgrade i terena
srednje široka puna	vidljivi bridovi zgrade, konture manjih ili uskih presječenih dijelova zgrade, pogledi
uska puna	rasteri, kotne crte, šrafiranja, sanitarna oprema i namještaj, hodne linije na stubištima
srednje široka isprekidana	nevidljivi bridovi zgrade, otvori u stropu, središnice krovnih rožerica i drvenih greda
uska isprekidana	sporedni nevidljivi bridovi, prekidi prikazivanja
široka crta-točka	obilježavanje ravnina presjeka, regulacijska i građevinska linija
uska crta-točka	središnice, simetrale
slobodnom rukom	oznaka drva u presjeku, slojnice terena, kamen
točkasta	dijelovi zgrade koji se ruže, sporedne crte

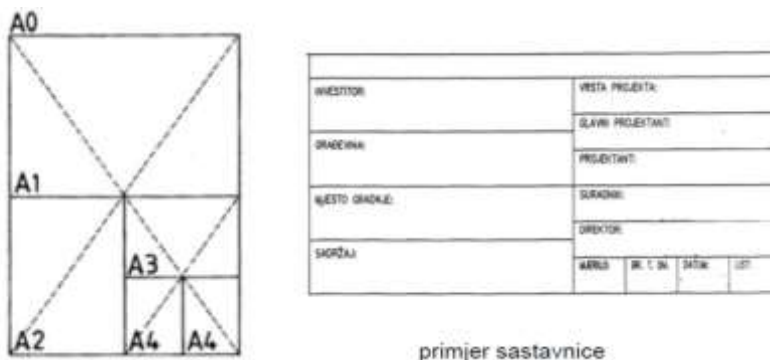
Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 8-9.

Slika 4. Tehničko pismo.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str.16.

Slika 5. Formatiziranje papira od A0 do A4 te primjer sastavnice.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

Potrebno je istaknuti važnost i nezaobilaznost prostoručnog crtanja (po promatranju objekta) koje nije obvezno uključeno u nastavni sadržaj tehničkog crtanja, a na temelju iskustva vlastitog studija te kasnije u radu sa studentima uočila sam da je izuzetno korisno, ali i neobično zahtjevno za studente. Zaista, nije jednostavno nacrtati npr. stolac u prostoru. Tko pokuša – iznenadit će se! Izgleda krajnje jednostavno, ali kad se crte na papiru počnu čudno „razilaziti“, „bježati“ na sve strane, na kraju nastaje crtež i opći dojam – stolac koji lebdi, ne stoji, visi i sl.

Radom na crtežu po promatranju student uči gledati, percipirati, mjeriti i prenositi mjerne odnose iz stvarnosti na papir, kroz osjećaj uči pravila perspektive, a ujedno i vježba ruku za odlučan, siguran i pravilan potez po papiru. Na tom se kreativnom radu usvaja tehnika povlačenja linija bez „štukanja“, odnosno sjeckanja crta u manje komadiće; siguran potez koji definira stvarnost. To je odličan trening ruke u smislu razlikovanja tanke, lake crte i težih, debljih crta, pomaganja pomoću pomoćnih linija koje se ne brišu već ostavljaju trag razmišljanja, percipiranja i samokorigiranja. Osobno smatram da bi svaki budući inženjer trebao „odraditi“ nekoliko sati prostoručnog crtanja po promatranju, a tek nakon toga krenuti s tehničkim crtanjem. Između ostalog, kroz prostoručno crtanje studenti lakše prihvaćaju kasniji „kruti“ rad, točnost i savršenost koju zahtijeva tehničko crtanje. I na kraju, ali ne manje važna činjenica: u kasnijem inženjerskom radu često dolazimo u situaciju kada negdje (na gradilištu, u birou, pred investitorom) trebamo napraviti „brzinsku“ skicu; ako je ruka uvježbana i lagana, oko utrenirano, a mozak naučen – skica je jednostavan zadatak. U protivnom, situacija može ispasti krajnje nezgodna – inženjer koji ne zna napraviti skicu?!

Danas suvremena računalna obrada nudi mogućnost 3D prikaza projektirane zgrade. No, nekada je to bilo nemoguće, neizvedivo i nezamislivo pa su inženjeri svoje projektirane zgrade u 3D prikazivali u vidu perspektivnog ili aksonometrijskog prikaza, koji nisu bili jednostavni za izradu a zahtijevali su i dosta umještosti i vremena. Mnogi su uključili dodatnu kreativnost i izrađivali makete. I danas je maketa vrlo zanimljiv način prezentacije, uz mogućnost njenog isticanja na markantnim pozicijama, prezentirajući tako buduću investiciju širokoj javnosti koja ne mora poznavati rad na kompjuteru. Makete su vrlo uvjerljive, a ovisno o načinu izrade te materijalima koji se koriste prilikom izrade, kao i maštovitosti i kreativnosti autora, prava su mala remek-djela.

Slika 6. 3D-model; maketa.



Izvor: [www.google.hr /maketa + zgrada/](http://www.google.hr/maketa+zgrada/).

3. Nacrtna geometrija

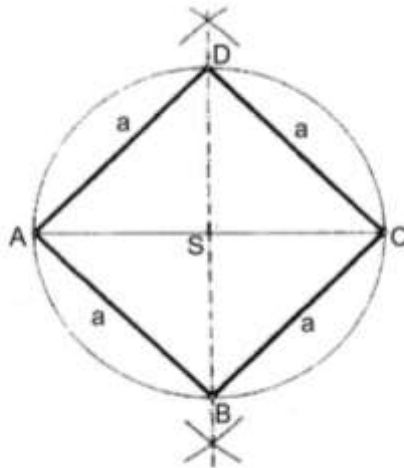
Nacrtna geometrija je znanost o egzaktnim metodama koje omogućuju prikazivanje prostornih figura trodimenzionalnog prostora na nekoj dvodimenzionalnoj ravnini i rješavanje prostornih problema u ravnini konstruktivno-geometrijskim putem. Ovako ju je definirao Gaspard Monge (1746.–1818.), osnivač nacrtna geometrije kao znanosti.

Nacrtna geometrija je izrasla iz posve praktičnih potreba, prije svega tehničkih disciplina (građevinarstvo, arhitektura, strojarstvo, geografija i kartografija, astronomija i slikarstvo, perspektiva i dr.). No, vremenom se nacrtna geometrija razvila u samostalnu granu geometrije (a time i matematike), tako da je baš ona ubrzala razvitak geometrije. Nepobitna i očita važnost nacrtna geometrije je u izobrazbi svih tehničkih zanimanja, budući da potiče razvitak prostorne percepcije kod onih budućih stručnjaka kojima je takva percepcija itekako potrebna. Prostorna percepcija je sposobnost pamćenja oblika i veličine predmeta koje smo vidjeli, kao i njihovih međusobnih položaja. No, u višem stupnju prostorna percepcija je sposobnost realiziranja zamišljenih predmeta u obliku pravilnog opisivanja ili u obliku crteža ili modela.

Slika 7. prikazuje geometrijsku vezu kvadrata i kruga te mogućnosti konstrukcije kvadrata iz dijagonale. Ova je slika prikaz koliko geometrija ima pravila, zakonitosti i dokazane točnosti na temelju kojih se može sa sigurnošću „upustiti“ u korištenje osnovnih teza iz područja primijenjene matematike kako bi se moglo shvatiti na koji način funkcioniraju međuodnosi, ali i način na koji se mogu crtežom izraziti i povezivati. To je

ujedno baza za razumijevanje mogućnosti koje pruža nacrtna geometrija, ali i motivacija da se krene putem istraživanja mogućnosti na koje naš mozak reagira.

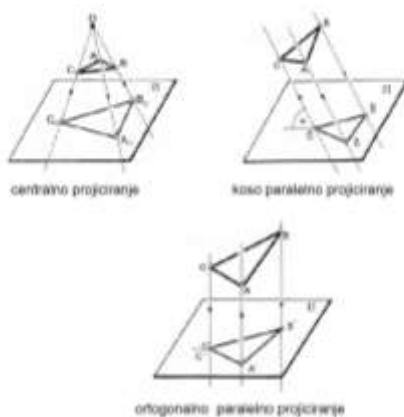
Slika 7. Konstrukcija kvadrata iz dijagonale.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

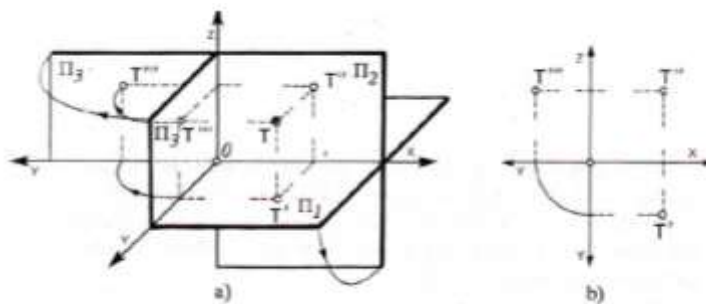
Slikama 8, 9, i 10 nastoji se na nepretenciozan način prikazati osnove poimanja nacrtne geometrije kroz prikaz centralne, kose i ortogonalne projekcije, a zatim i načinom prikazivanja tj. projiciranja točke na tri ravnine te dužine na dvije ravnine. Matematika, a posebno geometrija te u tom kontekstu i nacrtna geometrija nije gradivo koje se uči, niti je slika na kojoj se odmah sve vidi. To je zagonetka koju je potrebno proučavati, predočavati, zamišljati, modelirati, kako bismo uspjeli predočiti pravu sliku onoga što je prikazano, smisao i matematičku zakonitost iz koje proizlazi. To je začarana igra koja početnika može intelektualno znatno opterećivati, ali s vremenom neke činjenice počinju biti vidljive „na prvu“, pa se tako, korak po korak, napreduje u znanju, ali i razvijanju sposobnosti prostorne percepcije, što je jedan od najvažnijih ciljeva učenja i poznavanja nacrtne geometrije. S vremenom većini studenata nacrtna geometrija počinje biti sve simpatičnija i privlačnija, gotovo kao neka zanimljiva križaljka koju su krenuli rješavati – riječ po riječ do popunjavanja. U nacrtnoj geometriji moglo bi se reći – točka po točka do dužine, pravaca te kao krajnji rezultat prikaz trodimenzionalnog tijela u tri ravnine, u bilo kojem položaju, u rotaciji, s matemačko-geometrijskom mogućnošću očitavanja pravih vrijednosti dimenzija i sl. Igra u nedogled...

Slika 8. Vrste projekcija – centralna, kosa, ortogonalna.



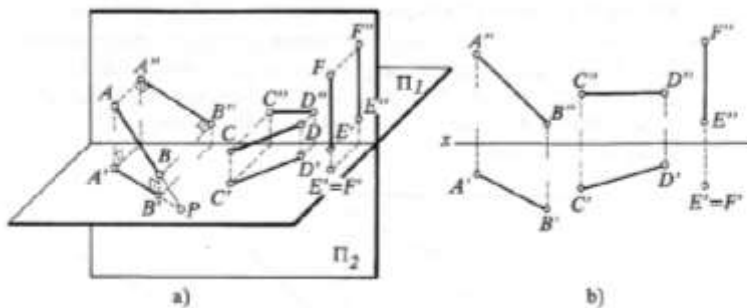
Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

Slika 9. Ortogonalna projekcija točke.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

Slika 10. Ortogonalna projekcija dužine.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

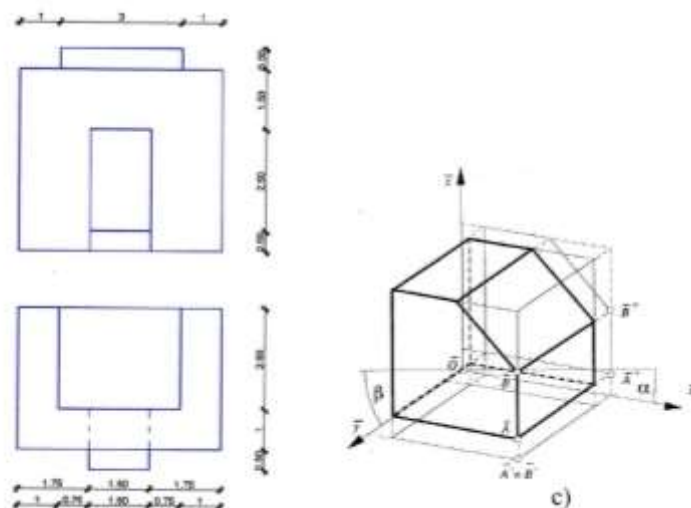
Svaki čovjek posjeduje sposobnost prostorne percepcije u većoj ili manjoj mjeri, budući da se ona razvija zajedno s razvojem djeteta. No, kao i većina drugih sposobnosti i prostorna percepcija se može, u određenoj mjeri, kod manje talentiranih studenata izoštriti vježbom. Nacrtna geometrija s jedne strane pretpostavlja kod studenata izvjesni stupanj razvoja prostorne percepcije, dok s druge strane razvija i usavršava sposobnost onoga koji se njome bavi.

U nacrtnoj geometriji, u vezi s prostornom percepcijom, treba istaknuti dvije vrste zadaća:

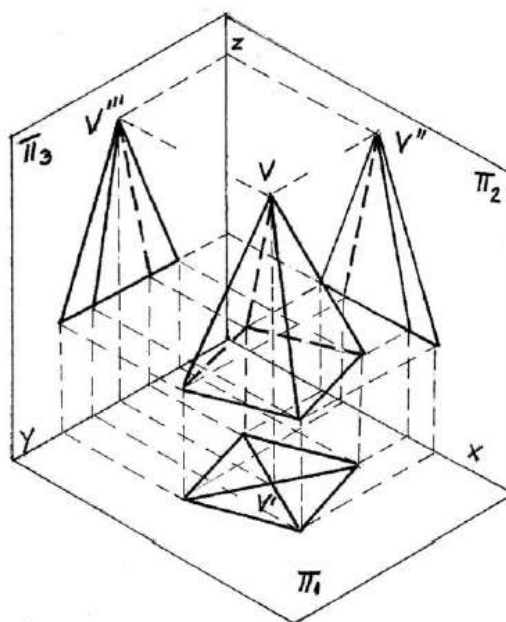
1. neko postojeće ili zamišljeno tijelo treba predložiti projekcijama (crtežom)
2. na temelju danih projekcija nekog tijela treba odrediti daljnje projekcije (pogled) i time kod promatrača pobuditi pravilnu predodžbu o tom tijelu.

Nacrtna geometrija u krajnjem obliku omogućava prostorni prikaz bilo kojeg tijela u prirodnom položaju u obliku perspektivnog prikaza sa svim prikratama koje se događaju u našem oku, pa tako moraju biti predložene i na papiru. U slučajevima kada je potrebno zadržati formu i pravilne dimenzijske odnose promatranog tijela nacrtna geometrija nudi aksonometrijske trodimenzionalne prikaze (od kojih je izometrija dimenzionalno najtočnija ali našem oku daje iskrivljenu sliku, budući da ne uvažava prikrate koje su prirodne ljudskom oku, odnosno načinu na koji mozak obrađuje promatrano tijelo).

Slika 11. Aksonometrijska slika predmeta.



Slika 12. Ortogonalna projekcija tijela (piramide) na tri ravnine.



Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

4. Crtanje pomoću računala

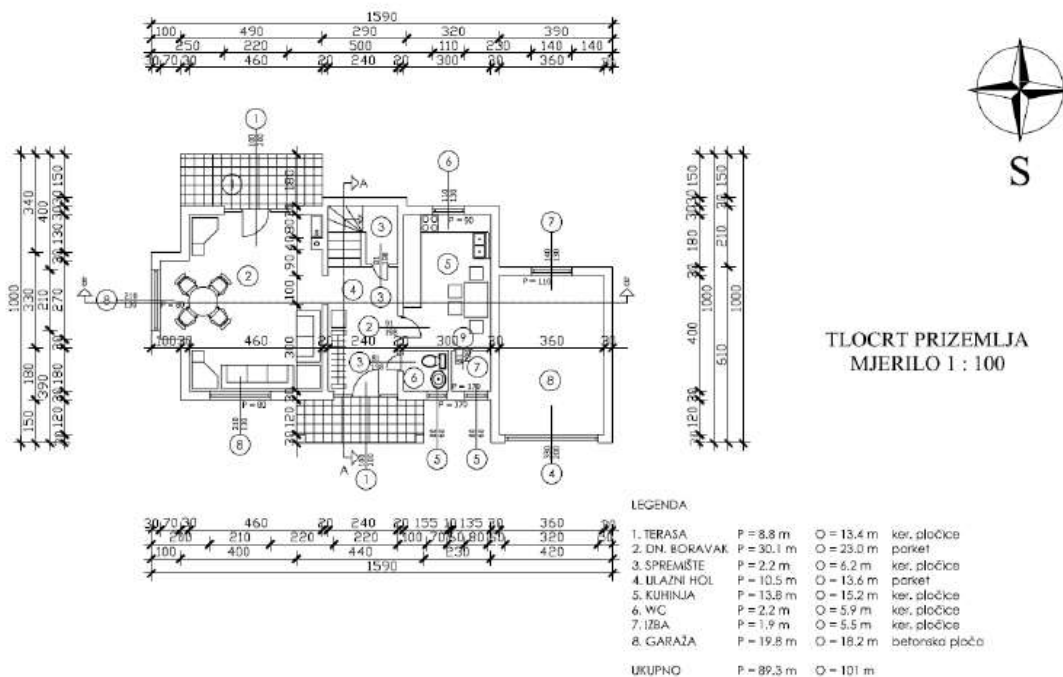
Računala su danas neizbježna u svakom projektantsko-konstruktivskom uredu. Grafički prikazi projektne dokumentacije mogu se izrađivati neusporedivo brže, grafički čisto, bez tragova pogrešaka u crtežu, mogu se multiplicirati, izmjenjivati, beskonačno mnogo puta dodavati i brisati, i sve to putem „klikanja“ miša.

CAD (*Computer Aided Design* – konstruiranje pomoću računala) je znanstveno i tehničko područje koje omogućuje projektantu da uz pomoć računala obradi projekt od prve zamišljene koncepcije do konačnog rješenja. CAD programi za računalno crtanje obuhvaćaju dvodimenzionalno i trodimenzionalno projektiranje i crtanje. Na tržištu postoje mnogobrojni programi vrlo različitih mogućnosti. Većina tih programa opremljena je vrlo velikim brojem različitih alata koji daju neograničene mogućnosti u rukovanju crtežima. Najpoznatiji su računalni programi za crtanje AutoCAD (u raznoraznim doradivanim i unapređivanim inačicama), AutoCAD Architectural, Catia AutoCAD Mechanical, Solid Works, Autodesk Inventor, CADDy. Svaka će inženjerska struka (arhitektonska, građevinska, elektrotehnička, strojarska, geodetska i sl.) prepoznati najkompatibilniji program za svoje potrebe.

CAD programi koriste različite radne tehnike kako bi cjelokupan rad u tim programima bio što brži i uspješniji. To su tehnike crtanja:

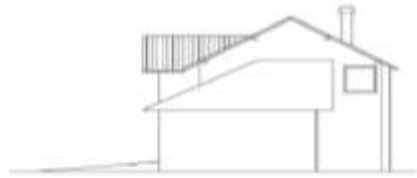
- osnovnih elemenata (točaka, linija, kružnica, elipsi, višekutnika, kružnih lukova, pisanje teksta)
- tehnika funkcija za upravljanje gotovim elementima (označavanje, uvećavanje, umanjivanje, preslikavanje, zrcaljenje, rotiranje, brisanje i sl.)
- tehnika složenih funkcija (šrafiranje, kotiranje, crtanje paralelnih obrisa, povezivanje standardnih elemenata i simbola, prikazivanje prostornih projekcija i pogleda i sl.)
- tehnika izbornika koji omogućuju brži rad s programom i simbolički predstavljaju naredbe za izradu crteža
- tehnika slojeva (*Layer*) – crtanje u određenim slojevima tako da se u konačnici mogu projekti prikazivati kao zasebne cjeline ili kao kompleksni, konačni, izlazni projekt.

Slika 13. Prikaz iscrtanog arhitektonskog projekta pomoću računala (tlocrt i pročelja).





PROČELJE ISTOK



PROČELJE ZAPAD

Izvor: Lučić, T.: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, 2006., str. 16.

Poznavanjem i kvalitetnim radom s računalnim grafičkim programom najviše olakšavamo rad sebi, u pogledu brzine izrade, mogućnosti multipliciranja, dodavanja i oduzimanja od glavnog sadržaja, kopiranja uz doradu i unošenje izmjena, dopuna i sl. Rezultat računalne obrade tehničkih sadržaja su grafički čisti, uredni, vrlo čitljivi projekti. Međutim, istovremeno s koncentracijom na izradu projekta putem računala gubimo na neki način sposobnost maksimalnog orijentiranja na sadržaj pa se u projektima često dogodi nesmotrena pogreška koja proizlazi iz „olakšavanja“ putem rada na računalu, a koja se ne bi gotovo nikako dogodila prilikom ručnog isertavanja jer smo pri ručnom crtanju maksimalno koncentrirani na svaku crtu, točku i svjesni njihovog značenja. Takav se osjećaj podosta izgubi kada se crtač počinje oslanjati na računalni program i pri tom razmišlja o sljedećem potezu kojim će nešto kopirati, prebaciti, umnožiti i sl. Stoga i danas, uz poznavanje računalnih grafičkih programa, mnogi projektanti preferiraju izradu idejnog rješenja ručnim crtanjem, jer se takvim načinom može u potpunosti prepustiti kreativnosti. A nakon što ideja „sjedne“ i bude razrađena, prepušta se daljnji rad tehničkim crtačima koji tada mogu vrlo dobro iskoristiti sve prednosti crtanja na računalu. I još jedna, posljednja, ali ne i najmanje važna činjenica – zahvaljujući medijima za kopiranje datoteka (CD, USB, slanje datoteka e-mail porukama) omogućen je znatno ubrzani proces podjele podloga za izradu svih potrebnih vrsta projekata, građevinskih ili instalaterskih, hortikulturnih i ostalih, prema potrebi i zahtjevu zakona i investitora. Pri tome se štedi vrijeme i novac, jer nije potrebno višekratno fotokopiranje nacрта, najčešće velikih formata. A staričari, instalateri i ostali suradnici vrlo lako svoje dijelove ucrtavaju na već izrađenu osnovnu arhitektonsku podlogu.

AutoCAD program, uključujući sve inačice, najrasprostranjeniji je program u području arhitekture i građevine pa je danas neophodno da budući inženjeri ovih struka savladaju rad u tim računalnim programima kako bi mogli crtati, projektirati, konstruirati i izrađivati tehničku dokumentaciju u ravnini (2D) i kao korak naprijed, koji investitori posebno vole i traže, kreiranje 3D modela u prostoru.

Slika 14. 3D-kompjuterski prikaz zgrade.



Izvor: www.google.hr/3d+prezentacija+zgrade/

Slika 15. 3D-kompjuterski prikaz stana.



Izvor: www.google.hr/3d+prezentacija+stana

5. Zaključak

Cjelokupnim razlaganjem problematike tehničkog crtanja, nacrtna geometrije i računalne izrade tehničke dokumentacije željelo se skrenuti pozornost na važnost „pučkoškolskog“ educiranja iz područja tehničkog crtanja koje se danas u edukaciji sve češće preskače. Svojim radom sa studentima, koji upisuju program Održiva gradnja na studiju Održivi razvoj, stekla sam uvid u predznanje s kojim dolaze bivši učenici srednjih strukovnih škola graditeljskog usmjerenja, a koje je manjkavo za sve bivše učenike gimnazijskih, ekonomskih, trgovačkih i ostalih srednjoškolskih usmjerenja. Moje iskustvo govori kako na visokoškolskim ustanovama ne smijemo kroz malu satnicu nastojati „na brzinu“ uputiti studente u potrebna predznanja, već da je upravo u prvoj godini studija potrebno kvalitetnim radom i programom kroz odgovarajuću satnicu provesti edukaciju iz područja tehničkog crtanja i nacrtna geometrije. U slobodnom prijevodu, moglo bi se reći da ne smijemo zapustiti i zanemariti kvalitetu „starih zanata“ te postati podložni isključivo modernizaciji (koja nudi brza rješenja često preskačući osnovno obrazovanje) što nije uvijek i u svakom pogledu najbolji izbor.

Literatura

1. Lučić, M. (2006). Tehničko crtanje s AutoCAD-om. Osijek, Naklada Lučić.
2. Niče, V. (1992). Deskriptivna geometrija I. Zagreb, Školska knjiga.
3. Niče, V. (1992). Deskriptivna geometrija II. Zagreb, Školska knjiga.
4. osobni arhiv arhitektonske tehničke dokumentacije.
5. Vrkljan, Z.; Kordiš, I. (1982). Oprema građevinskih nacрта. Zagreb, Fakultet građevinskih znanosti.
6. [www.google.hr /3d prezentacija zgrade i stana/](http://www.google.hr/3d prezentacija zgrade i stana/)
7. www.google.hr /maketa+zgrada/