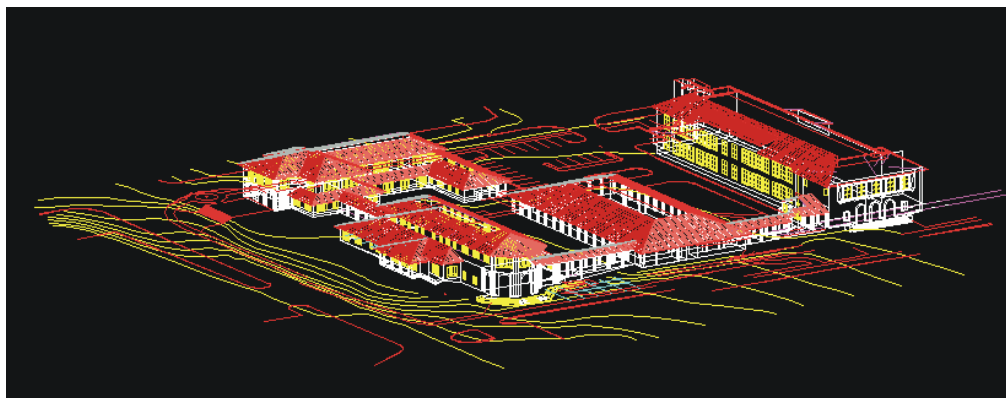




## TEHNIČKO CRTANJE i CAD



dr. sc. Nikola Klem, dipl. ing. el.  
dr.sc. Željko Koški, dipl. ing. arh.  
mr. sc. Irena Otkovic, dipl. ing. građ.

Sažetak dijela predavanja iz predmeta Tehničko crtanje i AutoCad koji je sastavljen za potrebe izvođenja nastave po novom nastavnom programu usklađenom sa Bolonjskom deklaracijom koji se primjenjuje prvi puta u akademskoj godini 2005/06.

## **SADRŽAJ :**

1. NAPUTCI ZA STUDENTE
2. PLAN PREDAVANJA I VJEŽBI
3. TEHNIČKO CRTANJE
  - 3.1. UVOD
  - 3.2. OLOVKE
  - 3.3. TEHNIČKE OLOVKE
  - 3.4. PERO ZA TUŠ I PERO ZA PISANJE
  - 3.5. RAPIDOGRAFI
  - 3.6. CRTAČA DASKA, T-RAVNALO I TROKUTI
  - 3.7. CRTAČA PLOČA
  - 3.8. TROBRIDNO MJERILO
  - 3.9. VRSTE PAPIRA ZA CRTANJE
  - 3.10. FORMATI PAPIRA
  - 3.11. SLAGANJE NACRTA
  - 3.12. MJERILO TEHNIČKOG CRTEŽA
  - 3.13. DOKUMENTI PROSTORNOG UREĐENJA – PROSTORNI PLANOVI
  - 3.14. VRSTE PROJEKATA
  - 3.15. TLOCRTI, PRESJECI I PROČELJA
  - 3.16. DEBLJINE CRTA U NACRTIMA
  - 3.17. KOTIRANJE NACRTA
  - 3.18. KVALITETA TEHNIČKOG CRTEŽA
  - 3.19. PROSTORNI PRIKAZI
  - 3.20. GRAFIČKE OZNAKE MATERIJALA I KONSTRUKCIJA
  - 3.21. GRAFIČKE OZNAKE NAMJEŠTAJA I OPREME
  - 3.22. GRAFIČKE OZNAKE VRATA U TLOCRTU
4. ZADATCI ZA VJEŽBE IZ AUTOCAD-a
5. LITERATURA

# 1. NAPUTCI ZA STUDENTE

## Uvjeti za potpis

Pravo na potpis stiču studenti koji su redovito prisustvovali predavanjima i vježbama iz predmeta Tehničko crtanje i Cad. Studenti koji tijekom semestra imaju više od 30% izostanaka sa predavanja ili vježbi (5 ili više izostanaka) nisu ostvarili pravo na potpis iz navedenog predmeta. Evidencija prisustva vodi se na svim predavanjima i vježbama.

Tijekom vježbi studenti će imati **dva kolokvija i dvije kontrolne vježbe**. Obveza studenata je **polagati** kolokvije i kontrolne vježbe, a ukupna ocjena prizlazi iz uspjeha na ispitu, kolokvijima i kontrolnim vježbama.

Svi studenti su u obvezi biti na predavanjima i vježbama iz Tehničkog crtanja (pogledati Plan predavanja i vježbi). Nakon **I kolokvija** počinju predavanja i vježbe iz AutoCada. Studenti koji procjenjuju da imaju izvrsno znanje u primjeni AutoCada, mogu uz dogovor sa nastavnikom i asistentom izostati sa vježbi iz Cad-a, ali **su obvezi polagati kolokvije i kontrolne vježbe. Studenti koji nisu dolazili na vježbe, a nisu bili dovoljno uspješni u provjeri znanja (kolokviji i kontrolne vježbe), nemaju pravo na potpis, gube pravo izlaska na ispit i morat će slušati predmet Tehničko crtanje i Cad iduće školske godine.**

Studenti na vježbe moraju doći pripremljeni i moraju imati materijal potreban za vježbe, koji će biti dostupan u kopiraonici Građevinskog fakulteta u Drinskoj ulici i na web portalu Građevinskog fakulteta. Studenti koji dođu na vježbe bez potrebnog materijala neće moći pristupiti vježbama.

Studenti koji su redovito nazočili predavanjima i vježbama i koji su zadovoljili u provjeri znanja (kolokviji i kontrolne vježbe) ostvarit će pripadajuću ocjenu iz predmeta Tehničko crtanje i Cad. Oni studenti koji nisu zadovoljni postignutim uspjehom, mogu ocjenu popraviti izlaskom na ispit.

Studenti su u obvezi imati INDEKS na vježbama, a **predočenje INDEKSA je uvjet** za pristupanje kolokvijima, kontrolnim vježbama i ispitu.

## Ispit

Pravo izlaska na ispit imaju studenti kojima je potpisom nastavnika potvrđeno da su ispunili svoje obveze vezane za navedeni predmet. Ispit traje 90 minuta i održava se u Računalnoj učionici.

## **Napomene:**

1. Studentima koji nemaju svoja računala na raspolaganju stoje dvije računalne učionice u Crkvenoj ulici, u terminima u kojima se u učionicama ne održava nastava.
2. Sve obavjesti i dodatne informacije bit će istaknute na Oglasnim pločama.

## 2. PLAN PREDAVANJA I VJEŽBI

### TEHNIČKO CRTANJE I CAD – plan rada 2006/2007.

(2,2)

W	PREDAVANJA	VJEŽBE
1	Vrste projekata i njihovih nacrti (Idejno rješenje, idejni projekt, glavni projekt, izvođački projekt, projekt održavanja, projekt rušenja.	
1v	Nacrti u graditeljstvu: arhitektonski, građevinski, urbanistički, geodetski, elektroinstalacije, strojarski, vodovod i kanalizacija, grijanje.	
2	Elementi nacrti, raspored elemenata na nacrtu, formati papira, razmjera, oznake, crte, šrafure, opisi, pečat, savijanje nacrti.	Upoznavanje sa različitim projektima i različitim nacrtima
3	Čitanje planova	Čitanje planova <b>I KOLOKVIJ</b>
4	Uvod u računalnu grafiku	
4v=5p	Uvod u AutoCAD (pokretanje programa, podešavanje AutoCAD-a), Priprema za crtanje	
6	Zadavanje komandi. Zadavanje podataka, OSNAP. Primjer zadavanja podataka.	Vježba prema predavanjima 5 (1) 01. 11. se gubi (srijeda) održati zajednicke vježbe za dvije grupe ako treba drugi dan
7	Crtanje osnovnih grafičkih elemenata.	Vježba prema predavanjima 6 i početak 7 (2/3)
8	Globalni pregled slike Označavanje objekata.	Vježba prema predavanjima 7 (3)
9	Komande za modifikacije Rad sa hvataljkama	Vježba prema predavanjima 8 i 9 (4)
10	Komande za umnožavanje objekata. Složeni objekti (polilinija i blok)	<b>1. Kontrolna vježba</b> Vježba prema predavanjima 10 (5)
11	Text. Kotiranje. Šrafiranje.	Vježba prema predavanjima 11 (6)
12	Alati. Iscrtavanje na papiru. Razmjena nacrti među programima. Zajednički rad.	<b>2. Kontrolna vježba</b> Kompleksni nacrti (7/8)
13	Demonstratura	Kompleksni nacrti (8/9)
14	Demonstratura	Kompleksni nacrti (9)
15	Demonstratura	<b>II KOLOKVIJ</b>

Ocjena je: I kolokvij 30% + 2 kontrolne vježbe 10% + II kolokvij 60%

### 3. TEHNIČKO CRTANJE

#### 3.1. UVOD

Tehnički crtež predstavlja grafički prikaz građevine ili nekog drugog predmeta temeljem kojeg se građevina može izvoditi odnosno graditi.

Crteži su u povijesti bili sredstvo komuniciranja još prije pojave pisma.

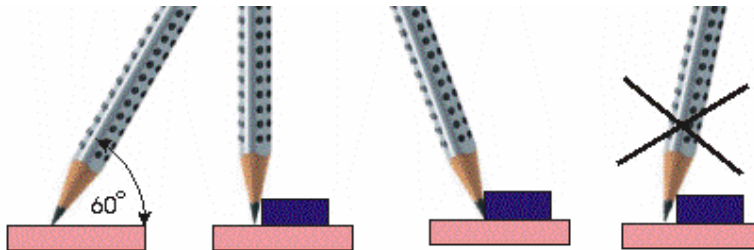
Danas tehnički crtež predstavlja komunikaciju čija pravila su usklađena na međunarodnoj razini.

Tehnički crtež treba biti jasan, pregledan i precizan, kako bi ga različiti stručnjaci mogli tumačiti odnosno koristiti.

Razumijevanje tehničkog crteža u graditeljstvu podrazumijeva tehničku pismenost koja je potrebna za sve koji u tom procesu sudjeluju od projekatanta do onih koji izvede građevinu.

#### 3.2. OLOVKE

Obična olovka sastoji se od grafitne mine odnosno jezgre i drvene obloge okruglog ili šesterokutnog presjeka. Glavna značajka mine je tvrdoća koja ovisi o omjeru grafita i gline u smjesi od koje se proizvodi.



Slika 1. – Položaj olovke pri crtanju

Tvrdoća se označuje međunarodnim oznakama :

**B** (engl. Black: crno) i **H** (engl. Hard: tvrdo)

Ispred slova slova stavljaju se brojke koje označuju gradaciju tvrdoće:

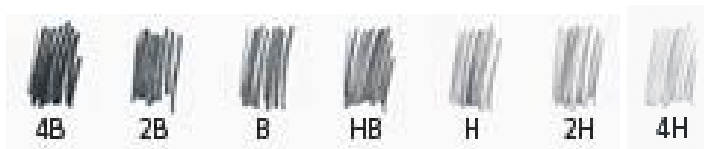
4B, 5B, 6B - vrlo mekane olovke

B, 2B, 3B - mekane olovke

HB, H - srednje tvrde olovke

2H, 3H, - tvrde olovke

4H, 5H, 6H - vrlo tvrde olovke



Slika 2. – Tvrdoća olovki na papiru

### 3.3. TEHNIČKE OLOVKE

Postoje dvije osnovne vrste tehničkih olovaka :

- tehnička olovka s minom na pad promjera najčešće 2 mm i duljine 130 mm



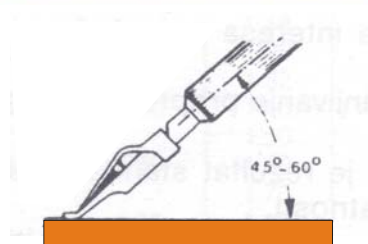
Slika 3. – Tehnička olovka s minom na pad

- patentna tehnička olovka s mehanizmom koji istiskuje uvijek istu debljinu mine. Debljine mina su 0,3 ; 0,35 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 ; 1,0. Patent olovke su najpogodnije za tehničko crtanje jer ostavljaju na papiru crtu stalne širine pa ih ne treba oštiti. Precizno priliježu uz ravnala, trokute i šablone zahvaljujući tankoj metalnoj cjevčici u kojoj se nalazi vrh mine.



Slika 4. – Tehnička tankopotezna olovka s mehanizmom

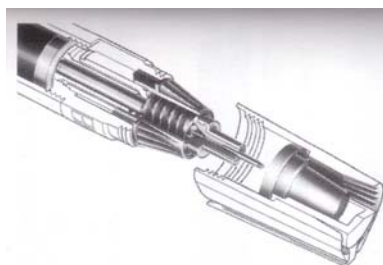
### 3.4. PERO ZA PISANJE I PERO ZA TUŠ



Slika 5. – Pero za pisanje (redis pero) i pero za tuš

Nekada se za tuširanje nacrtu koristio puno jednostavniji pribor. Tuš se u pera unosio u vidu nekoliko kapi i to vrlo često. Novija generacija od ovih pera bila su grafos-pera koja su se zadržala u uporabi sve do 70-ih godina prošlog stoljeća zbog svojih vrlo preciznih mogućnosti u crtanju različitih debljina crta.

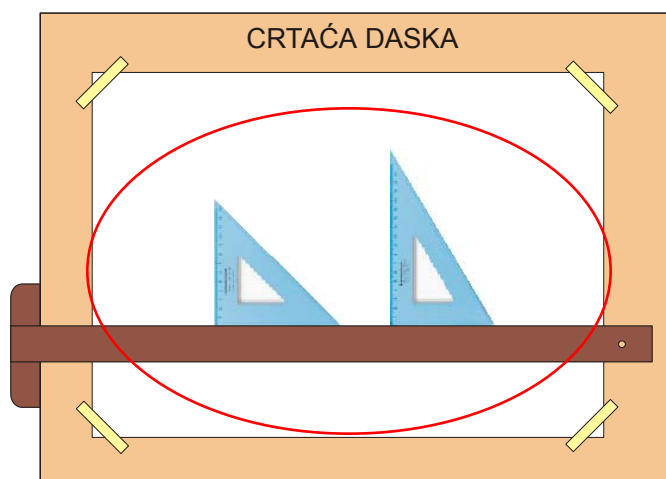
### 3.5. RAPIDOGRAFI



Slika 6: - Rapidografi

Rapidografi su cjevasta tuš-pera koja se danas koriste za crtanje i pisanje. Izumljeni su početkom pedesetih godina prošlog stoljeća u tvornici Rotring. Rapidografi ostavljaju jednakomjeran trag tuša određene debljine na podlozi. Glava pera sastoji se od standardizirane cjevčice i pomične iglice određenih dimenzija, s kanalićima za protok tuša. Debljina crte ovisi o promjeru cjevčice kroz koju tuš prolazi.

### 3.6. CRTAĆA DASKA, T-RAVNALO I TROKUTI

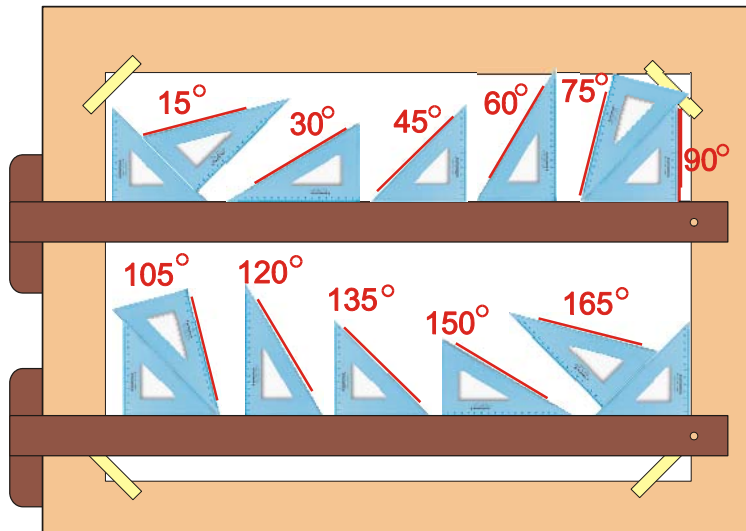


Slika 7. – Crtaća daska, t-ravnalo i trokuti

Crtaća daska izrađuje se od suhog i mekog drveta (topola ili lipa). Rubovi se izrađuju od tvrdog drveta (najčešće kuhana bukovina). Površina joj mora biti ravna i glatka, kao i vanjski rubovi jer po njima klizi T-ravnalo ili «rajšina».

T-ravnalo služi za povlačenje horizontalnih linija na papiru i za vođenje trokuta. Može biti plastično, metalno ili drveno s prozirnim plastičnim bridom za tuširanje da bi se vidjele susjedne crte. Vrlo je važan nepomičan i čvrst spoj glave i ravnala kako bi se osigurala trajna paralelnost crta na papiru.

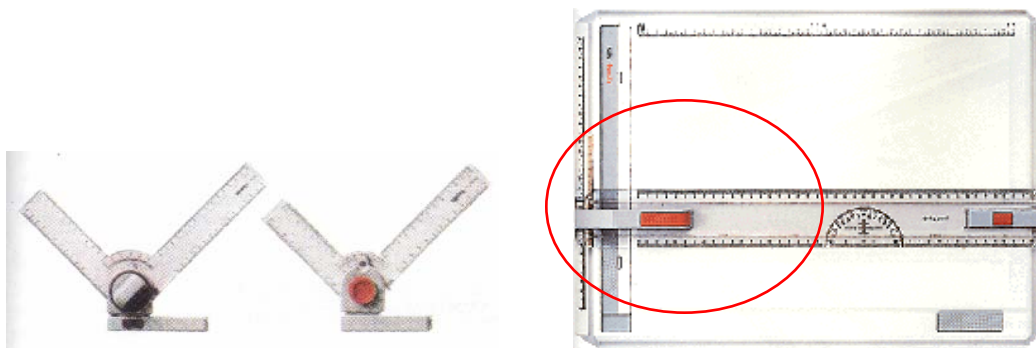
Komplet trokuta sastoji se od dva pravokutna trokuta. Jedan s kutovima od  $30^\circ$  i  $60^\circ$  a drugi s dva kuta od  $45^\circ$ . Trokuti mogu biti plastični, metalni ili drveni, ali sa takvim bridovima koji moraju biti prilagođeni crtanju tušem bez podlijevanja. Trokutima povlačimo vertikalne i kose crte vodeći ih po T-ravnalu.



Slika 8. – Mogućnost crtanja različitih kutova

### 3.7. CRTAČA PLOČA

Proizvode se ploče za crtanje za formate papira A3 i A4. Izrađene su od čvrste, nelomljive i elastične plastike koja čvrsto prianja na ravnu podlogu. Na paralelno crtaće ravnalo može se učvrstiti glava koja omogućuje crtanje linija pod različitim kutovima.



Slika 9. – Crtaća ploča i dodatni pribor



### 3.8. TROBRIDNO MJERILO

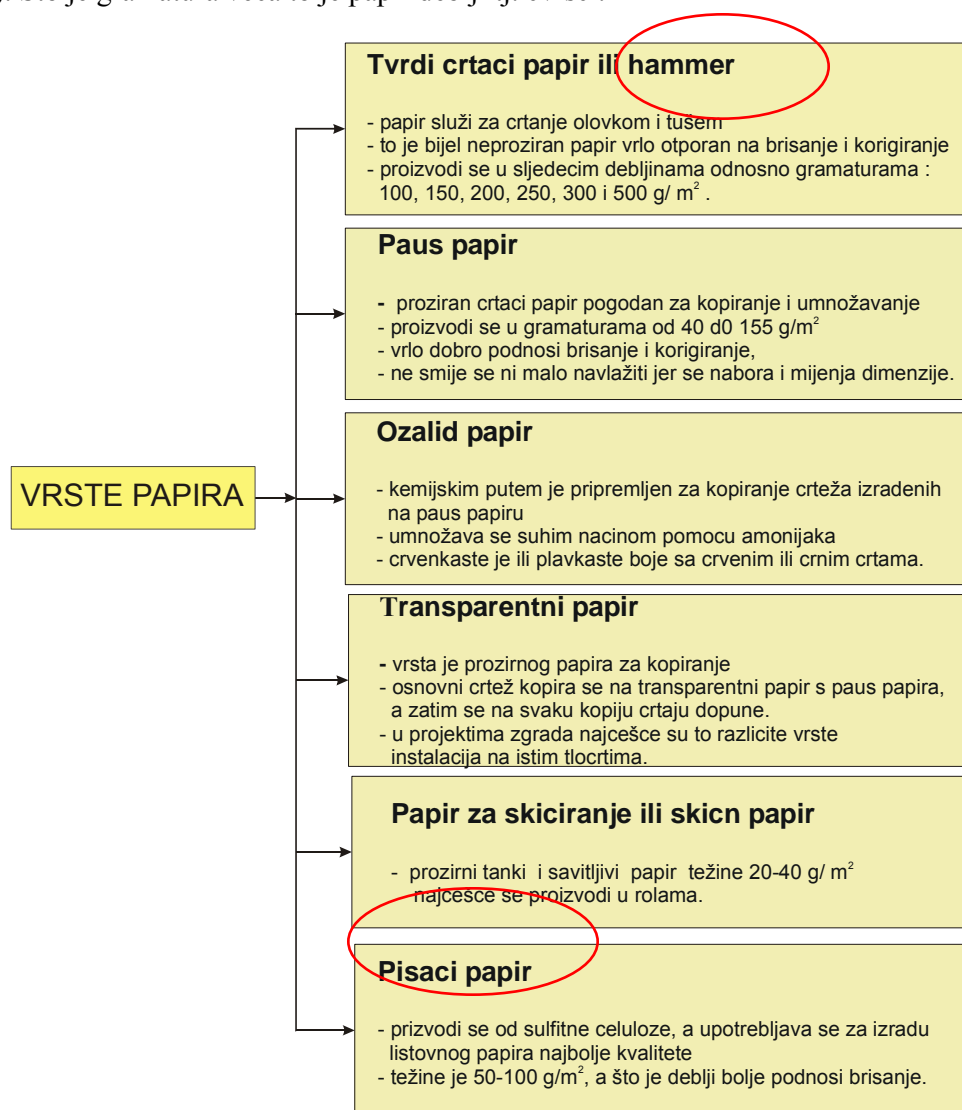
Upotrebljava se za izradu tehničkih crteža u različitim mjerilima. Može biti plastično ili drveno. Zbog svog karakterističnog presjeka pomoću njega može se odmjeravati 6 različitih mjerila. U graditeljstvu je najpogodnija kombinacija sljedećih mjerila : 1:20 (1:200) ; 1:25 (1:250) ; 1:50 (1:500) ; 1:75 (1:750) ; 1:100 (1:1000) i 1:125 (1:1250).



Slika 10. – Trobridno mjerilo

### 3.9. VRSTE PAPIRA ZA CRTANJE

Papir za crtanje može biti različite debljine odnosno mase  $1\text{m}^2$  izražene u gramima ( $\text{g}/\text{m}^2$ ). Što je gramatura veća to je papir deblji tj. čvršći.



### **3.10. FORMATI PAPIRA**

Veličine papira su normirane i odgovaraju DIN normama (Deutsche Industrie Norm) koje se primjenjuju kao međunarodni standard. Formati se označuju slovom i brojem. Širine i duljine različitih formata papira imaju sljedeće karakteristike:

- odnos širine i duljine je  $1: \sqrt{2} = 1:1,414$  (stranica kvadrata prema njegovoj dijagonali)
- iz većeg se formata na manji prelazi sustavom raspolavljanja
- omjer površina susjednih formata je 2:1. Najveći format A0 ima površinu  $1 \text{ m}^2$ , A1 ima površinu od  $0,5 \text{ m}^2$ , itd.

<b>Format A</b>		<b>Format A</b>	
<b>gotove mjere u mm</b>		<b>sirove mjere u mm</b>	
<b>A0</b>	841 x 1189	<b>A0</b>	880 x 1230
<b>A1</b>	594 x 841	<b>A1</b>	625 x 880
<b>A2</b>	420 x 594	<b>A2</b>	450 x 625
<b>A3</b>	297 x 420	<b>A3</b>	330 x 450
<b>A4</b>	210 x 297	<b>A4</b>	240 x 330
<b>A5</b>	148 x 210		
<b>6</b>	105 x 148		
<b>A7</b>	74 x 105		
<b>A8</b>	52 x 74		

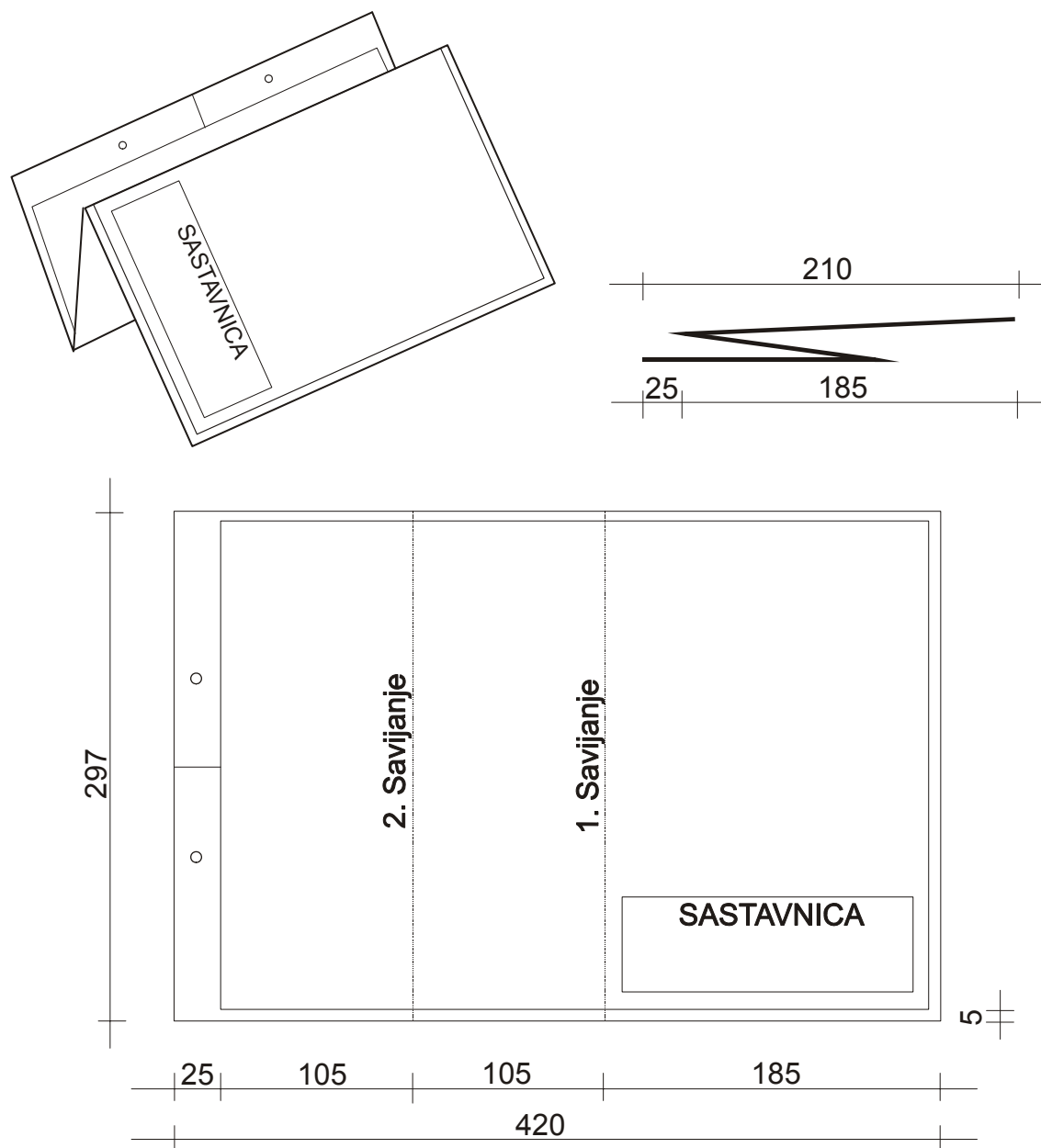
Tablica 1. – Formati papira

Veći formati papira reda **A** kupuju se u «sirovim» dimenzijama. Na rubovima se često pišu zabilješke ili se raspisuje rapidograf.

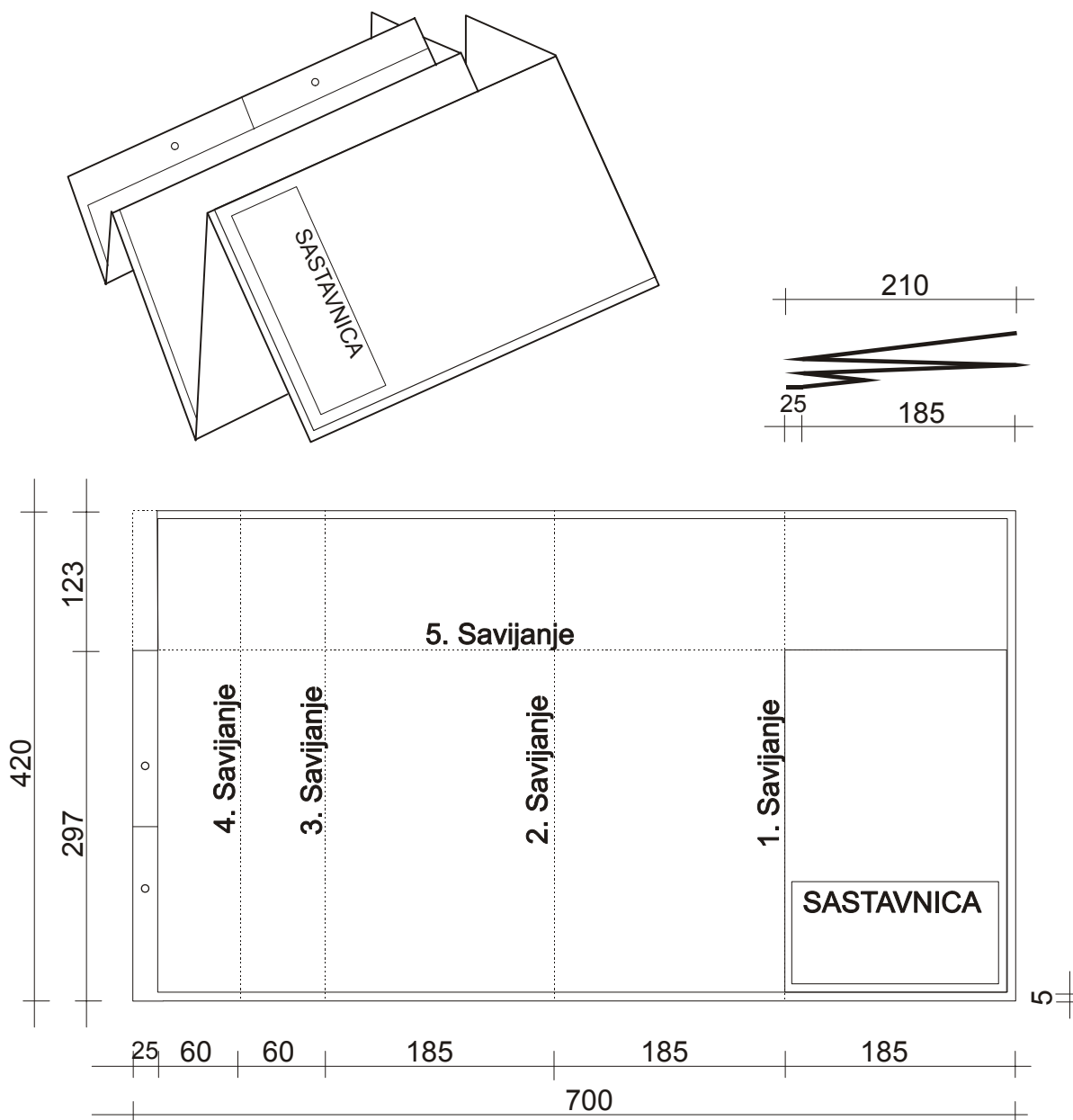
Formati papira reda **B** upotrebljavaju se za knjige časopise i brošure, a formati reda **C** i **D** upotrebljavaju se za izradu papirne konfekcije (mape, omotnice, fascikli, kuverte i sl.).

### **3.11. SLAGANJE NACRTA**

Savijanje crteža, kako bi se oni uvezali u projekte, precizno je određeno posebnim pravilima. Uredno složeni nacrti omogućuju njihovo laše i jednostavnije čitanje. Svi formati nacrti veći od A4 savijaju se i dovode na format A4. Prilikom savijanja stranica na kojoj je sastavnica mora da bude sa gornje strane savijenog crteža. Na taj način može se jednostavnim listanjem presavijenih crteža znati koji se sadržaj nalazi na papiru bez rastvaranja crteža.



Slika 11. – Slaganje papira formata A3



Slika 12. – Savijanje većeg formata papira

### **3.12. MJERILO TEHNIČKOG CRTEŽA**

U različitim vrstama projekata prikazuju se građevine ili predmeti različitih veličina. Budući da njihova stvarna veličina uglavnom prevelika za prikazivanje na ograničenom formatu papira, građevne ili predmeti crtaju se u određenim mjerilima.

Smanjiti građevinu na crtežu u nekom mjerilu znači smanjiti sve njene dimenzije onoliko puta koliko navedeno mjerilo iznosi. O mjerilu ovisi duljina crta na crtežu, a ne veličina građevine ili predmeta u naravi. Mjerilo predodređuje odnos veličina na crtežu prema istim tim veličinama u naravi. Bez obzira u kojem mjerilu se crtež crta u njega se uvijek unose stvarne veličine.

Mjerilo se na crtežu predočuje u obliku omjera dvaju brojeva (1:100 , 1:50). Prvi se broj (djeljnik) odnosi na mjere na crtežu, a drugi (djelitelj) se odnosi na stvarne mjere u naravi. U mjerilu 1:100 znamo da su sve stvarne dimenzije građevine umanjene 100 puta. Mjerilo 1:100 znači da 1 centimetar na papiru znači 100 centimetara u naravi. Ako neka stvarna dimenzija građevine iznosi 12 metara na papiru ćemo je nacrtati kao dužinu duljine 12 cm jer je  $12 \text{ m} : 100 = 12 \text{ cm}$ . Na kotnim crtama u nacrtima uvijek se upisuju stvarne mjere u centimetrima.

MJERILO = 1:1



MJERILO = 1:2



MJERILO = 1:5



MJERILO = 1:10



MJERILO = 1:25



MJERILO = 1:50



MJERILO = 1:100

Slika 13. - Mjerila

### **3.13. DOKUMENTI PROSTORNOG UREĐENJA – PROSTORNI PLANOVI**

Primjenom različitih mjerila u zemljopisnim kartama moguće je prikazati različite zemljopisne cjeline (karte kontinenata, država, regija i sl.).

U Republici Hrvatskoj dokumentima prostornog uređenja određuje se svrhovita organizacija, korištenje i namjena prostora.

Dokumenti prostornog uređenja su:

1. Strategija i Program prostornog uređenja Države
2. Prostorni planovi:
  - Prostorni plan županije i Grada Zagreba **MJ 1:100 000 (MJ 1:25 000)**
  - Prostorni plan područja posebnih obilježja (nacionalni parkovi, parkovi prirode) **MJ 1:100 000 ili 1:25 000**
  - Prostorni plan uređenja općine grada **MJ 1:25 000**
  - Generalni urbanistički plan **MJ 1:10 000 ili 1:5000**
  - Urbanistički plan uređenja **MJ 1:5000 ili 1:2000**
  - Detaljni plan uređenja **MJ 1:1000 ili 1:500**

### **3.14. VRSTE PROJEKATA**

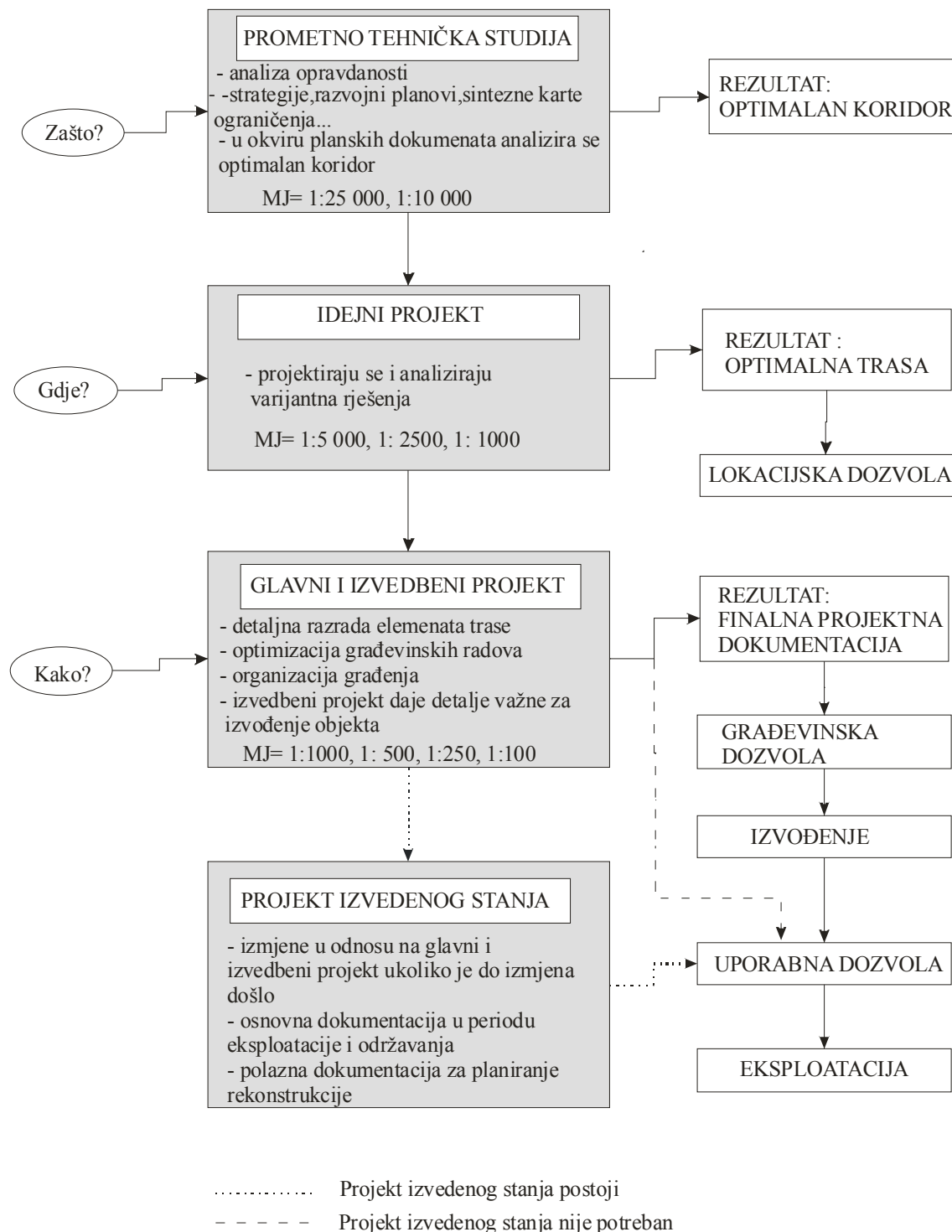
#### **3.14.1 Projekti niskogradnje**

Proces projektiranja hijerarhijski je uređen proces. Povećanjem projektne razine (od studije i idejnog projekta prema glavnom i izvedbenom projektu) smanjuje se širina pristupa, a povećava se detaljnost analiza. Odluke koje imaju najznačajnije ekonomske, prostorne, ekološke i dr. posljedice donose se u ranim projektnim fazama.

Zadatak projektnog tima i donosioca odluka je da svakoj projektnoj fazi pristupaju sa punom stručnom pažnjom i kompetencijom, poštujući metodološke korake istraživanja optimalnog rješenja po velikom i sve većem broju kriterija, od kojih su samo neki striktno tehnički. Vraćanje na raniju projektnu fazu zbog stručno neutemeljenih odluka vuče za sobom niz negativnih posljedica kao što su višestruko povećanje troškova projektiranja, produženje rokova izrade projekta i dr.

##### 3.14.1.1 Izvangradske prometnice

Prikazan je pojednostavljeni algoritam procesa projektiranja za infrastrukturne objekte kao što su izvangradske ceste (slika 14). Mjerila koja su dana u algoritmu trebaju se shvatiti uvjetno. Mjerilo zavisi o veličini objekta i potrebne detaljnosti dokumentacije na određenoj projektnoj razini.



Slika 14. - Pojednostavljeni algoritam procesa projektiranja izvangraskih cesta

Prateća projektna dokumentacija po svojoj detaljnosti prati razinu osnovne projektne dokumentacije. Prateći projekti su:

- geološki projekt (vrste tla i debljina slojeva, hidrogeologija-režimi nadzemnih i podzemnih voda i dr.),

- projekt geodetskog obilježavanja (geodetske podloge za projektiranje, reperne točke, GIS i dr.),
- projekt kolničke konstrukcije (tip, debljina, slojevi kolničke konstrukcije, rezultirajući nagibi, odvodnja i dr.),
- projekti inženjerskih konstrukcija i objekata (propusti, mostovi, vijadukti, tuneli i dr.)
- projekt tehničkih mjera zaštite okoliša (od procjene i modeliranja utjecaja do zaštitnih konstrukcija),
- projekti pratećih objekata ( benzinske crpke, servisne stanice i dr.),
- prometno-tehničke opreme (vertikalna i horizontalna prometna signalizacija, rasvjeta i dr.)
- u gradskim uvjetima projekti instalacija i komunalne infrastrukture i drugi projekti.

Algoritam je u osnovnim koracima analogno primjenjiv i na proces projektiranja izvangradskih sustava željezničkog prometa.

### 3.14.1.2 Gradske prometnice

Zbog postojanja i detaljnosti planskih dokumenata u urbanim uvjetima projektiranje gradskih prometnica započinje na razini Idejnog projekta. U ostalim koracima osnovni principi razrade projektnih faza analogni su izvangraskim prometnicama i prikazanom algoritmu na slici 13.

### 3.14.2 Projekti hidrogradnje

#### 3.14.2.1 Linijski objekti

Za linijske objekte hidrogradnje (vodne građevine za melioraciju, vodoopskrbu i odvodnju, plovni putevi i dr.) analogno je primjenjiv prikazan algoritam na slici 14.

#### 3.14.2.2 Pojedinačni objekti

Za pojedinačne objekte hidrogradnje (regulacijske i zaštitne vodne građevine, brane, uređaji za pročišćavanje otpadnih i pitkih voda, vodocrpilišta, luke, pristaništa i dr.) vrijede principi opisani u Poglavlju 14.3 Projekti visokogradnje.

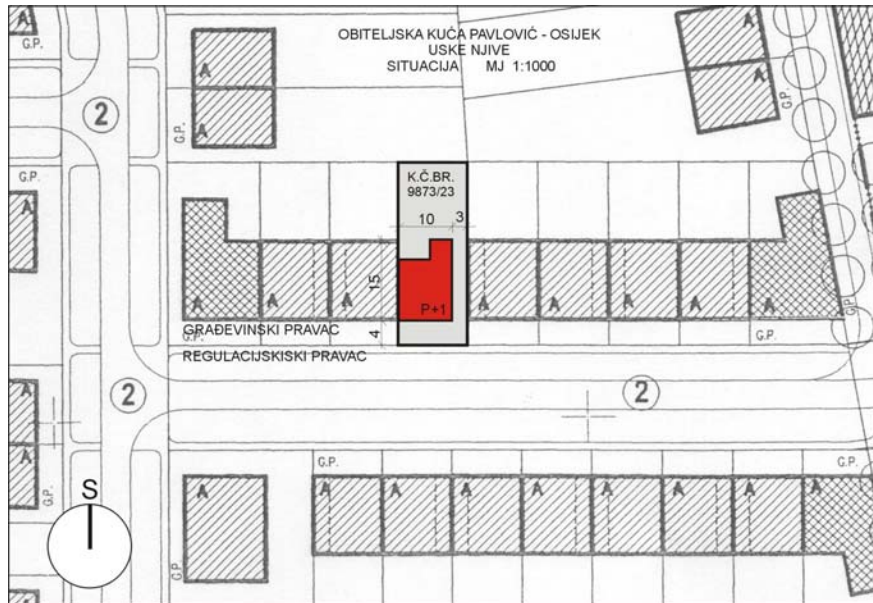
### 3.14.3 Projekti visokogradnje

Proces definiranja neke građevine na papiru započinje arhitektovom zamisli od idejne skice pa sve do Detaljnog nacrt. Svaki stupanj razrade nacrt određeni je pravilima koja razlikuju sljedeće vrste nacrt i projekata:

1. SITUACIJSKI NACRT	MJ 1:500 ILI 1:1000
2. IDEJNI PROJEKT (Idejno rješenje i Idejni projekt)	MJ 1:200 ILI 1:500
3. GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100
4. INSTALACIJSKI PROJEKT	MJ 1:100
5. IZVEDBENI PROJEKT (palirski)	MJ 1:50
6. PLANOVI OPLATE	MJ 1:50
7. DETALJNI NACRTI	MJ 1:25 1:20 1:10 1:5 1:2 1:1
8. KONSTRUKCIJSKI NACRTI	MJERILO PREMA POTREBI

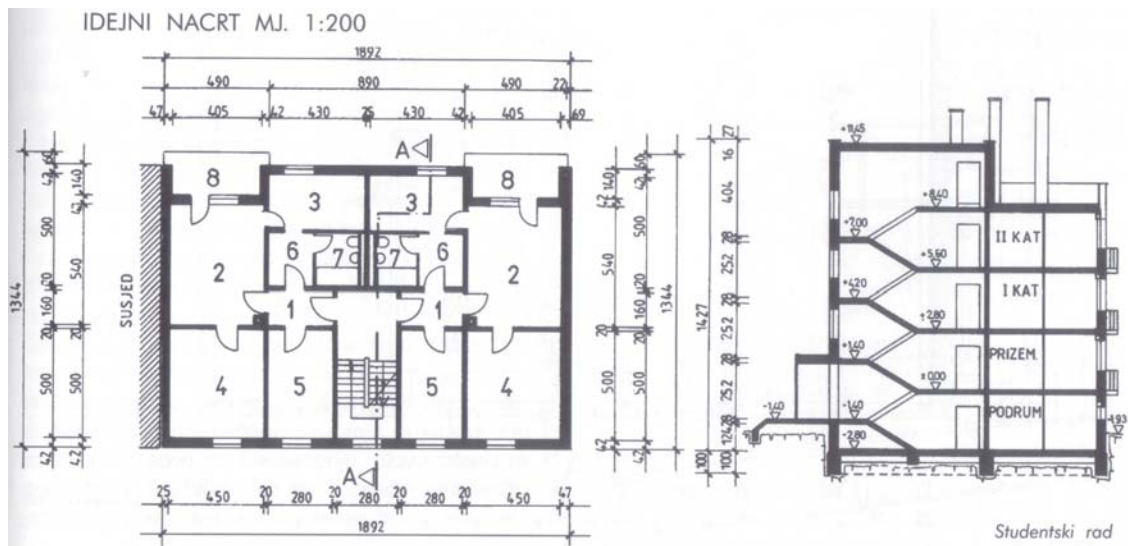


**3.14.3.1. Situacijski nacrti** crtaju se u mjerilu 1:500, a za veće građevine u 1:1000. Prikazuju položaj građevine na parceli i njenu okolicu sa svim pripadajućim podacima.



Slika 15. – Situacija

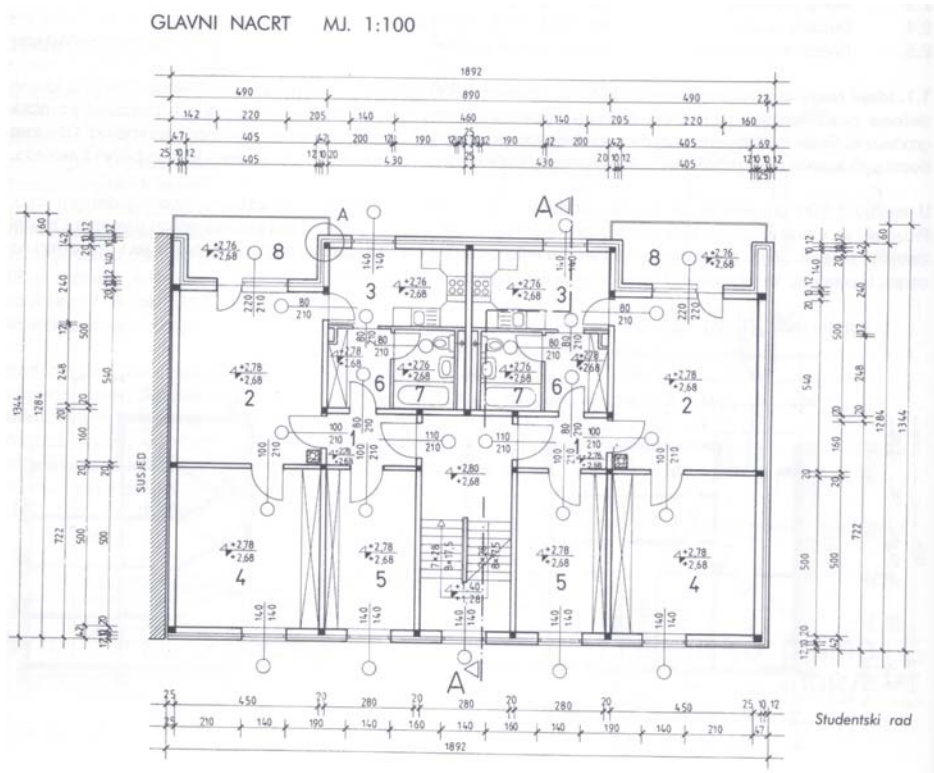
**3.14.3.2. Idejni projekti** crtaju se u mjerilu 1:200 ili 1:500, a za manje zgrade i u 1:100. Sadrže idejno rješenje postavljenog projektnog zadatka. Određuju funkciju, osnovnu nosivu konstrukciju i oblik građevine. Služe za ishodenje **Lokacijske dozvole**, odnosno dobivanje suglasnosti za izradu Glavnog projekta. Služe i za utvrđivanje približnog predračuna građevine.



Slika 16. – Idejni projekt

**3.14.3.3. Glavni projekti** crtaju se u mjerilu 1:100, a iznimno za velike građevine u 1:200. Izrađuju se po usvojenom Idejnom projektu. Utvrđuju koncepciju, funkciju i konstrukciju zgrade te njezin oblik. Služe za opis radova, predračun troškova, statički proračun, kao

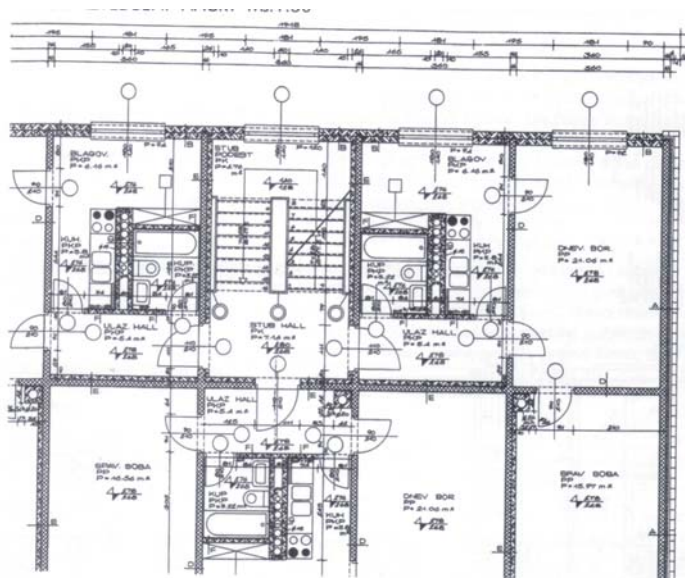
podloga za Izvedbeni projekt i razradu instalacija. Glavni projekt služi za ishođenje **Građevinske dozvole**.



Slika 17. – Glavni projekt

**3.14.3.4. Instalacijski projekti** crtaju se u mjerilu 1:100 i to za svaku vrstu instalacija u građevini posebno (vodovod, odvodnja, grijanje, plin, klimatizacija, električne, telefonske, protupožarne, sigurnosne, gromobranske, računalne instalacije, instalacije ozvučenja itd.).

**3.14.3.5. Izvedbeni projekti (palirski)** crtaju se u mjerilu 1:50, a izrađuju se temeljem Glavnog projekta. Služe za izvođenje građevinskih radova na gradilištu i njihovog usklađivanja sa završnim obrtničkim radovima.



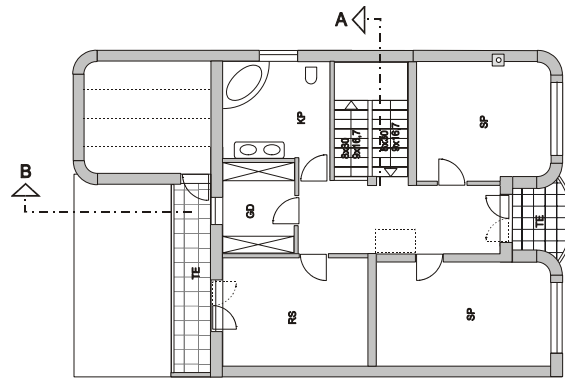
Slika 18. – Izvedbeni projekt



### 3.15. TLOCRTI, PRESJECI I PROČELJA

Različite vrste projekata građevina uvijek sadrže tlocрте (tlorise), presjeke i pročelja (pogledе).

**Tlocrt (tloris)** prikazuje projekciju presjeka horizontalne ravnine za pojedine katove građevine. Položaj zamišljene horizontalne linije presjeka postavlja se u pravilu na 1 metar visine od poda pojedine etaže. Svi presječeni konstruktivni dijelovi crtaju se punim debelim crtama, a svi nepresječeni vidljivi dijelovi, tankim punim crtama



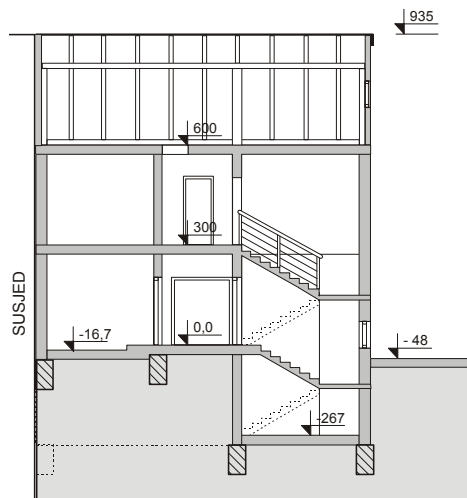
Slika 21. – Tlocrt I kata

**Presjek** prikazuje projekciju presjeka vertikalne ravnine kroz karakteristična mjesta građevine, a obvezno kroz stubište i ulaz u zgradu.

Broj presjeka ovisi o vrsti građevine, a crta ih se onoliki broj koliko ih je potrebno za jasno čitanje projekta.

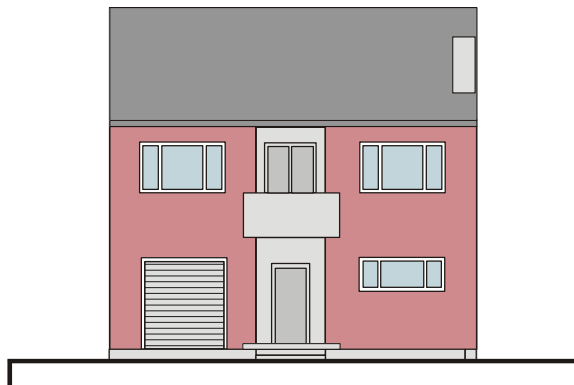
Mjesto presjeka označuje se u tlocrtu debelom crtom crta-točka. Ako je presjek postavljen u pravcu označuje se samo početak i kraj ravnine presjeka, a ako je linija presjeka lomljena onda se u tlocrtu označuje i mjesto loma.

Presjeci se crtaju, kao i tlocrti, da se svi presječeni konstruktivni dijelovi crtaju punim debelim crtama, Svi nepresječeni vidljivi dijelovi crtaju se tankim punim crtama, a zaklonjeni i nevidljivi dijelovi, potrebni za točno čitanje nacрта, crtaju se tankim crtkanim crtama.



Slika 22. – Presjek kroz kuću vertikalnom ravninom

**Pročelja (pogledi)** prikazuju vertikalnu ravninu projekcije koja leži paralelno sa jednom stranicom tlocrta građevine. Crtaju se uvijek 4 pročelja koja se u pravilu poklapaju s 4 strane svijeta (sjever, jug, zapad i istok).





Slika 23. – Pročelje

### **3.16. DEBLJINE CRTA U NACRTIMA**

Preglednost i jasnoća tehničkog crteža postiže se različitim vrstama i debljinama (širinama) crta. Odabir debljina pojedinih crta ovisi o veličini formata papira i o mjerilu crteža. U sljedećoj tablici navedene su debljine (širine) crta u različitim mjerilima tehničkog crteža.

Vrste crta	Primjena	Mjerilo				
		1:1	1:10	1:50	1:100	1:200
široka puna —————	konture presječenih dijelova zgrade i terena	1,4	1,0	0,7	0,5	0,35
srednje široka puna —————	vidljivi bridovi zgrade, konture manjih ili uskih presječenih dijelova zgrade, pogledi	0,7	0,5	0,35	0,25	0,18
uska puna —————	rasteri, kotne crte, šrafitiranja, sanitarna oprema i namještaj, hodne linije na stubištima	0,5	0,35	0,25	0,18	0,18
srednje široka isprekidana - - - - -	nevidljivi bridovi zgrade, otvori u stropu, središnjice krovnih rožnica i drvenih greda	0,7	0,5	0,35	0,25	0,18
uska isprekidana - - - - -	sporedni nevidljivi bridovi, prekidi i prikazivanja	0,5	0,35	0,25	0,18	0,18
široka točka-crta - ■ - ■ - ■ - ■ -	obilježavanje ravnina presjeka, regulacijska i građevinska linija	1,4	1,0	0,7	0,5	0,35
uska točka-crta - . - . - . - . - .	središnjice, simetrale	0,5	0,35	0,25	0,18	0,18

Vrste crta	Primjena	Mjerilo				
		1:1	1:10	1:50	1:100	1:200
slobodnom rukom 	oznaka drva u presjeku, slojnice terena, kamen	0,5	0,35	0,25	0,18	0,18
točkasta 	dijelovi zgrade koji se ruše, sporedne crte	0,5	0,35	0,25	0,18	0,18

Tablica 2. – Debljina crta u nacrtima

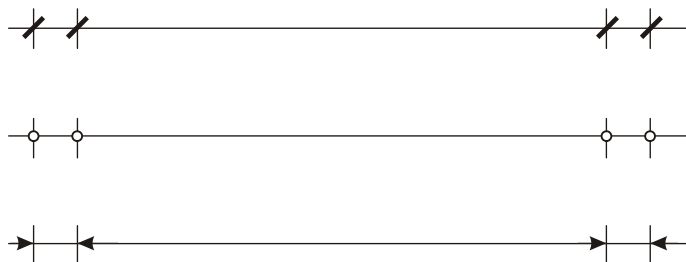
### 3.17. KOTIRANJE NACRTA

Kotiranje nacrtu neophodan je dio svakog tehničkog crteža, a predstavlja unošenje stvarnih mjera u nacrtu. Sve mjere koje se unose u građevinskim nacrtima daju se u **centimetrima**. Površine prostorija u tlocrtima daju se u **m<sup>2</sup>**.

Kotne crte moraju biti paralelne, a pomoćne kotne crte okomito na dio koji se kotira. Kotne crte i pomoćne kotne crte su tanke pune neprekinute crte.

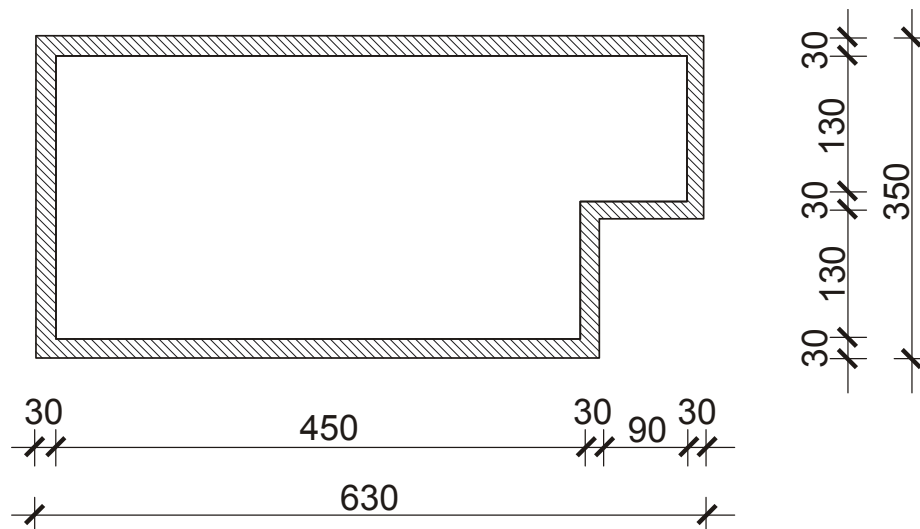
Kotni brojevi upisuju se u sredini iznad kotne crte.

Ograničenja kotnih crta, odnosno presjek kotne crte sa pomoćnom kotnom crtom može se crtati na sljedeća tri načina:



Slika 24. – Glavne i pomoćne kotne crte

Kotne crte u pravilu se postavljaju sa svih strana tlocrta. Kod višestrukog kotiranja uz nacrt bližim se kotnim crtama kotiraju manji dijelovi, a krajnjim kotnim crtama cjelokupna veličina objekta. Međusobna udaljenost kotnih crta i njihova udaljenost od crteže ovisi o mjerilu crteže i formatu papira. Unutarnje kotne crte crtaju se tako da povežu što više elemenata i da idu kroz cijelu građevinu.

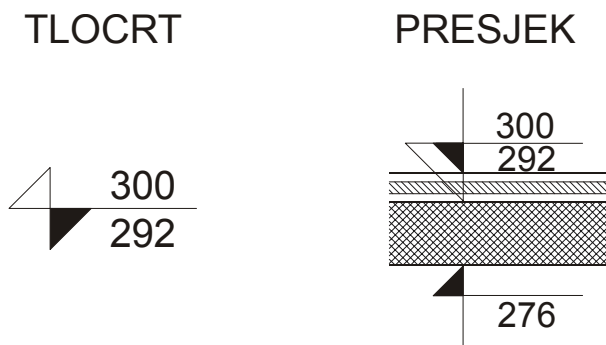


Slika 25. – Način kotiranja tlocrta

Visinske kote u tlocrtu označuju se horizontalnom crtom i sa dva pravokutna trokuta, proziran lijevo iznad crte, a crni desno ispod crte. Iznad crte upisuje se kota gotovog poda, a ispod nje kotni broj visine gornje površine nosive stropne konstrukcije. Sve visinske kote u tlocrtu i presjeku daju se u odnosu na visinsku kotu  $\pm 0,0$  koja je visina gotovog poda stubišnog prostora prizemlja u svakoj zgradi.

Visinske kote u presjeku označuju se horizontalnom crtom i sa dva pravokutna trokuta lijevo ispod crte. Iznad crte upisuje se visina gotovog poda, a ispod nje kotni broj visine gornje površine nosive stropne konstrukcije.

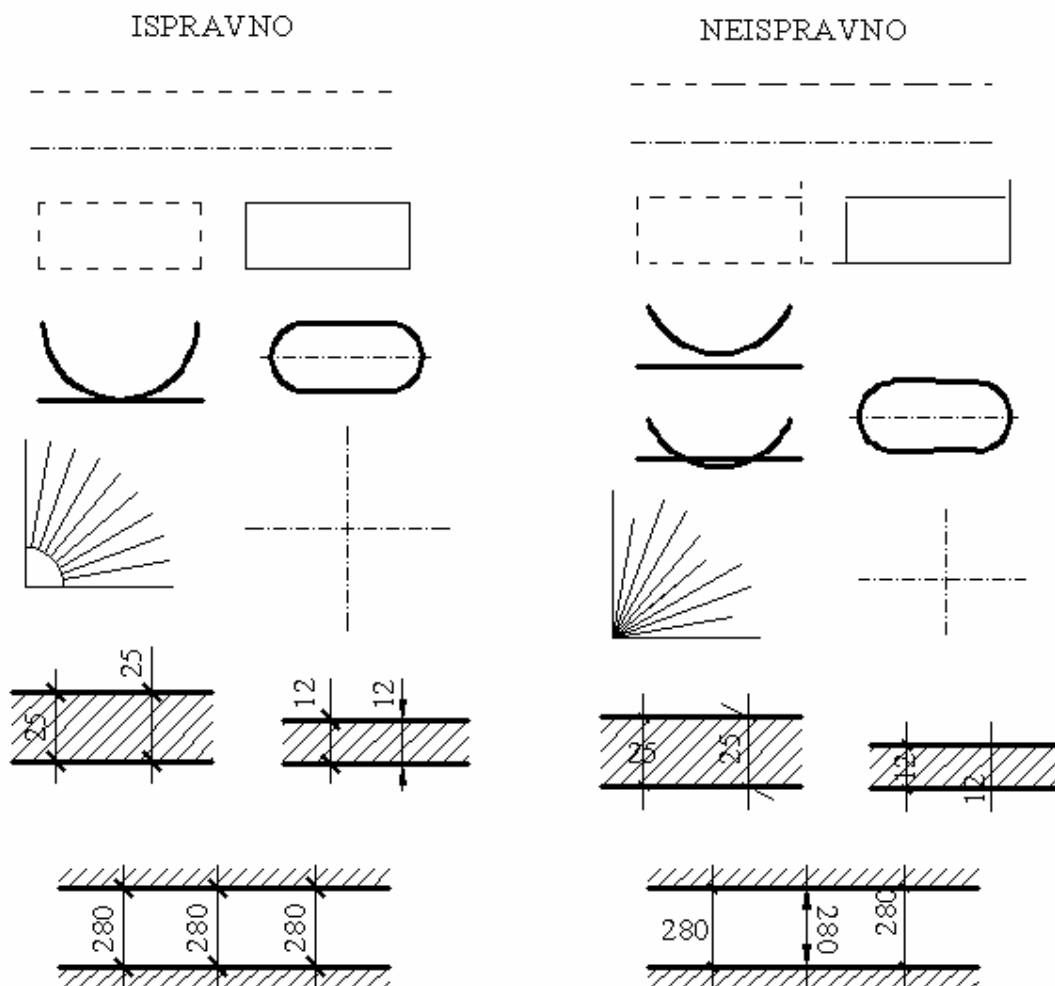
Visinske kote podgleda i donjih dijelova konstrukcije u presjeku označuju se horizontalnom crtom i crnim pravokutnim trokutom, kojem vrh dodiruje ravninu podgleda.



Slika 26. – Visinske kote u tlocrtu i presjeku

### **3.18. KVALITETA TEHNIČKOG CRTEŽA**

Kvaliteta tehničkog crteža najviše se primjećuje u spojevima i križanjima pojedinih crta. Spajanju zakrivljenih i ravnih crta treba posvetiti posebnu pozornost. Spoj trba izvesti tako da se ne primijeti širina osnovne crte. Na sljedećem crtežu (slika 27.) vidi se ispravan i neispravan način crtanja na istim primjerima.



Slika 27. – Kvaliteta tehničkog crteža

### **3.19. PROSTORNI PRIKAZI**

Prikazi građevina u ortogonalnim projekcijama (tlocrtima, presjecima i pogledima) često ne omogućuju dovoljno jasno objašnjenje građevine, pogotovo za one koji ne znaju čitati tehničke crteže. Zbog toga se preporuča izrada i prostornih prikaza građevina koji su gotovo neophodni u Idejnim projektima.

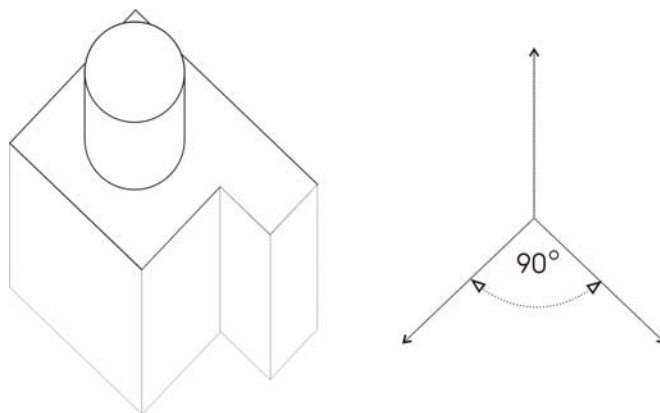
Aksonometrija, izometrija, perspektivni prikaz kao i maketa bitno će olakšati vizualizaciju trodimenzionalnog objekta odnosno buduće građevine.

Iz prostornog prikaza vidljive su sve tri glavne dimenzije građevine predočene na dvodimenzionalnoj ravnini plohe papira.

**Aksonometrija** je prostorni prikaz koji je vrlo pogodan za prostorno predstavljanje neke građevine. Za razliku od perspektivnih prikaza aksonometrija omogućuje mjerenje, kotiranje veličine građevine. Karakteristika aksonometrije je da se najčešće ravnina tlocrta crta u pravoj veličini sa okomitim kutovima između dužine i širine objekta, a da se visina dodaje pod određenim kutom (najčešće  $45^{\circ}$ ).

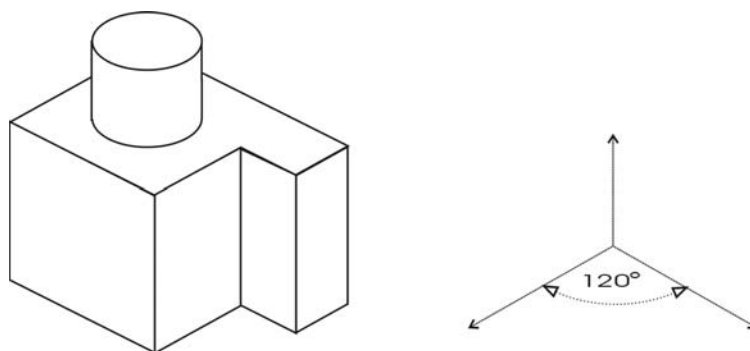
Kod aksonomerijskog prikaza sve paralelne stranice u prostoru ostaju takvima i na crtežu.





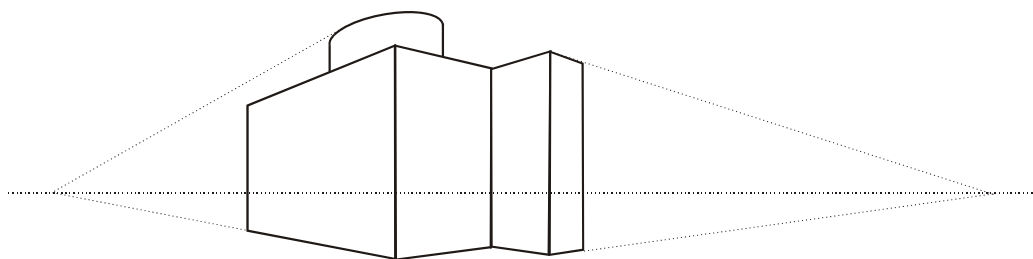
Slika 28. – Aksonometrija složenog geometrijskog tijela

**Izometrija** je način prostornog prikaza u kojem kutovi između duljine, širine i visine objekta iznose  $120^{\circ}$ . Kod izometrijskog prikaza sve paralelne stranice u prostoru ostaju takvima i na crtežu.

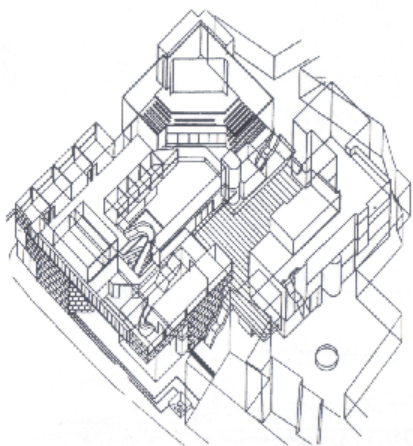


Slika 29. – Izometrija složenog geometrijskog tijela

**Perspektivni prikazi** daju najvjerniju, gotovo fotografsku, sliku nekog objekta ili predmeta. Kod perspektivnih se crteža paralelne crte, koje se udaljavaju od promatračeva oka, crtaju tako da se sastaju ili spajaju u točki nedogleda na liniji horizonta.



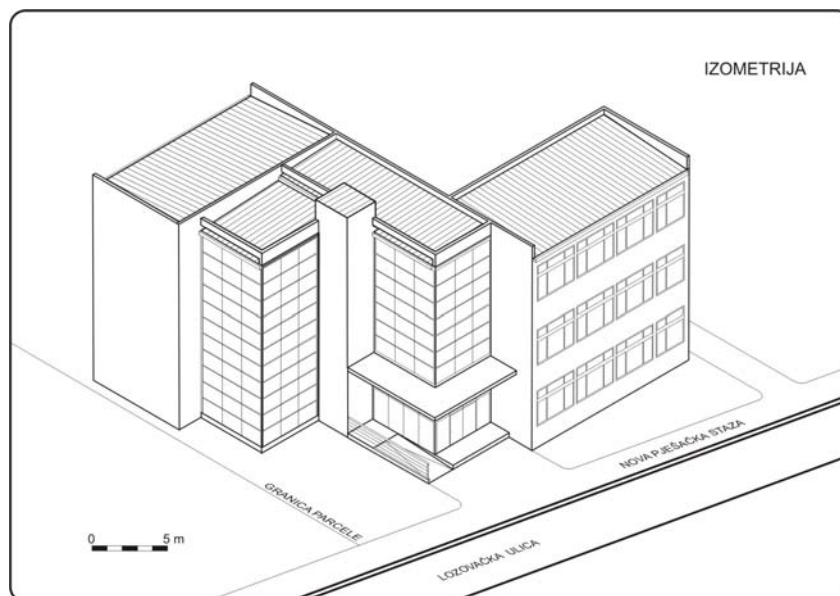
Slika 30. – Perspektiva složenog geometrijskog tijela



Slika 31. – Aksonometrija






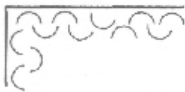
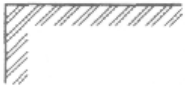


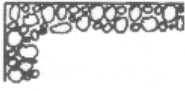





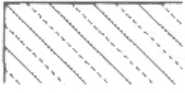




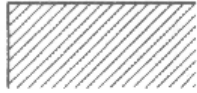

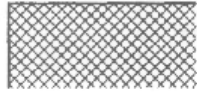
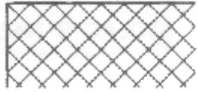
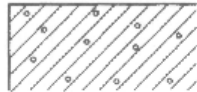

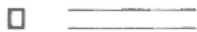


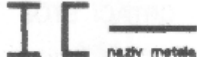


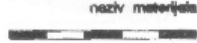
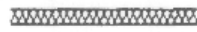
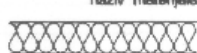


Slika 32. – Perspektiva













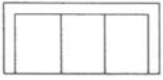
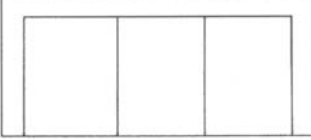

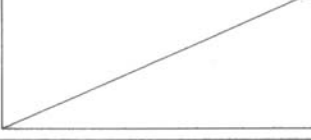
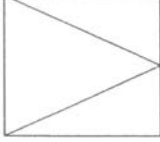
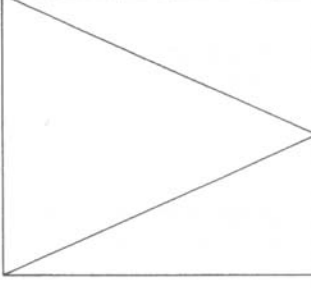
Slika 33. - Izometrija



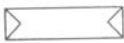
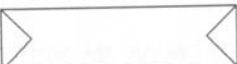

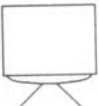



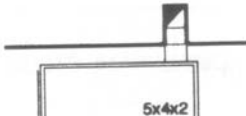




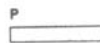


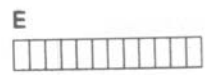
**3.20. GRAFIČKE OZNAKE MATERIJALA I KONSTRUKCIJA**

MATERIJAL	BOJA	1:100	1:50
PRIRODNO SRASLO TLO	SMEĐA		
NASUTO TLO	SMEĐA		
ZEMLJA (HUMUS)	CRVENKASTO-SMEĐA		
KAMEN	PLAVO-SIVA		
KRUPAN LOMLJENI KAMEN	PLAVO-SIVA		
ŠLJUNAK	SVIJETLO SIVA		
PIJESAK	SVIJETLO SIVA		
ZID OD KAMENA	PLAVO-SIVA		
ZID OD OPEKE	CRVENA		

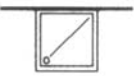
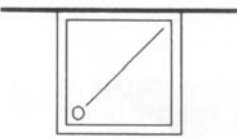
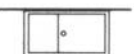
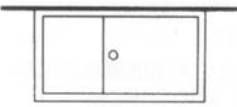
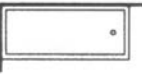
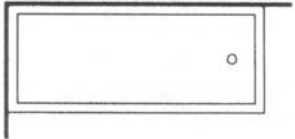
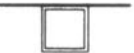
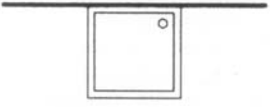
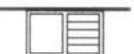
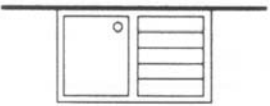

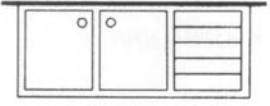






MATERIJAL	BOJA	1:100	1:50
BETON	MASLINASTO-ZELENA		
ARMIRANI BETON	LJUBIČASTA		
LAGANI BETON	MASLINASTO-ZELENA		
DRVO	ŽUTA		
METAL (U PRESJEKU)	MODRA		
STAKLO	TAMNO ZELENA		
HIDROIZOLACIJA	CRNA		
TOPLINSKA I ZVUČNA IZOLACIJA	NARANČASTA		
STARI DIJELOVI GRADNJE KOJI SE RUŠE	ŽUTA		

**3.21. GRAFIČKE OZNAKE NAMJEŠTAJA I OPREME**

ELEMENT	1:100	1:50
STOLAC BEZ NASLONA		
STOLAC S NASLONOM		
NASLONJAČ		
STOL		
CRTAĆI STOL		
TROSJED		
KREVET		
KREVET ZA DVIJE OSOBE		

ELEMENT	1:100	1:50
ORMAR		
POLICA		
TELEVIZOR		
ZIDNA VJEŠALICA		
KALJEVA PEĆ		
KAMIN		
TOPLOVODNI RADIJATOR		
PLINSKI RADIJATOR		
ELEKTRIČNI RADIJATOR		

ELEMENT	1:100	1:50
ELEKTRIČNI GRIJAČ VODE		
ŠTEDNJAK NA KRUTO GORIVO		
ELEKTRIČNI ŠTEDNJAK		
PLINSKI ŠTEDNJAK		
KOMBINIRANI ŠTEDNJAK		
WC ŠKOLJKA		
PISOAR		
BIDE		
UMIVAONIK		

ELEMENT	1:100	1:50
TUŠ-KADA		
SJEDEĆA KADA		
UGRAĐENA KADA		
JEDNODIJELNI SUDOPER		
JEDNODIJELNI SUDOPER S OCJEĐIVAČEM		
DVODIJELNI SUDOPER S OCJEĐIVAČEM		
HLADNJAK		
STROJ ZA PRANJE RUBLJA		
STROJ ZA PRANJE POSUDA		



**3.22. GRAFIČKE OZNAKE VRATA U TLOCRTU**

VRSTA VRATA	1:100	1:50
JEDNOKRILNA VRATA U PREGRADNOM ZIDU		
VRATA KOMBINIRANA S PROZOROM		
DVOKRILNA VRATA		
DVOKRILNA MIMOKRETNA VRATA		
KRUŽNA VRATA		
HORIZONTALNO POSMIČNA VRATA		
VERTIKALNO POSMIČNA VRATA		
HARMONIKA VRATA		