

Bosna i Hercegovina  
Federacija Bosne i Hercegovine  
**KANTON SARAJEVO**  
Ministarstvo za odgoj i  
obrazovanje



Босна и Херцеговина  
Федерација Босне и Херцеговине  
**КАНТОН САРАЈЕВО**  
Министарство за одгој и  
образовање

Bosnia and Herzegovina  
Federation of Bosnia and Herzegovina  
**CANTON SARAJEVO**  
Ministry for Education



# NACRTNA GEOMETRIJA

Nastavni plan i program/predmetni  
kurikulum zasnovan na ishodima učenja

# SADRŽAJ

PK1 – Opis nastavnog predmeta .....	2
PK2 – Ciljevi učenja i podučavanja nastavnog predmeta .....	3
PK 3 - Oblasna struktura predmetnog kurikuluma .....	4
PK4 – Odgojno-obrazovni ishodi .....	5
PK5 – Učenje i podučavanje .....	10
PK6 – Vrednovanje u predmetnom kurikulumu.....	11

*Riječi i pojmovi koji imaju rodno značenje korišteni u ovom dokumentu odnose se jednako na muški i ženski rod, bez obzira jesu li korišteni u muškom ili ženskom rodu.*

# PK1 – Opis nastavnog predmeta

Nacrtna geometrija je nastavni predmet kojim se učenici osposobljavaju da koristeći egzaktno metode mogu prikazivati trodimenzionalne figure iz prostora na nekoj dvodimenzionalnoj ravni i da rješavaju prostorne probleme u ravni konstruktivno - geometrijskim putem.

Objekte kojima se inženjeri bave i s kojima se u praksi susreću moguće je, a često i potrebno, geometrijski opisati - dati njihovu idealiziranu apstraktnu formu. Nauka koja omogućava analiziranje, modeliranje, predočavanje i interpretiranje prostornih situacija je upravo nacrtna (deskriptivna) geometrija. U literaturi se često može naći sljedeća definicija te discipline:

Nacrtna geometrija je metoda proučavanja 3D geometrije s pomoću 2D slika. Omogućuje uvid u strukturu i metrička svojstva prostornih objekata, postupaka i principa.

Dakle, nacrtna geometrija je jedna od nauka o projiciranju (uz kartografiju, fotogrametriju, itd.). Ona je nastala iz posve praktičnih potreba tehničkih disciplina (građevinarstvo, arhitektura, mašinstvo...), geografije (kartografija), astronomije i slikarstva (perspektiva). No vremenom se nacrtna geometrija razvila u samostalnu granu geometrije (a time i matematike), tako da je baš nacrtna geometrija ubrzala razvoj geometrije (projektivne geometrije, fotogrametrije itd.).

Kako je nacrtna geometrija nauka o predstavljanju prostornih tijela u ravni projekcija, to je osnova nacrtno geometrije jednoznačni odnos između objekta kojeg predstavljamo i njegove projekcije (jedne ili više njih). Pojednostavljeno rečeno tu se radi o predstavljanju tijela u tri dimenzije na dvodimenzionalnoj ravni - ravni crteža.

Osnovni objekti sa kojima se radi u nacrtno geometriji su tačke, prave i ravni, kao i u euklidskoj geometriji. Geometrijski objekti su idealizacija objekata iz inženjerskog svijeta. Svrha ove idealizacije je opisati osobine objekata inženjerskog svijeta na strogo matematički način (pomoću nekih zakonitosti) kako bi ih se učinilo dostupnim za daljnju obradu.

Nacrtna geometrija kao i matematika razvija strpljenje, istrajnost, urednost, dosljednost i znatiželju. Primjena znanja i različitih načina prikazivanja geometrijskih objekata doprinijet će sveobuhvatnijoj spoznaji okoline i razvijanju interesa za bavljenje inženjerskim poslom, odnosno orijentaciji ka tehničkim fakultetima. Praktično korištenje nacrtno geometrije nalazimo u svakoj branši u kojoj je potrebno precizno tačno nacrtati razne prostorne objekte. To su mašinstvo, građevinarstvo, arhitektura, itd.

Stvaranje predodžbi o okolnom svijetu podstiče razumijevanje i opisivanje kvantitativnih i prostornih odnosa, koji prožimaju svijet oko nas. Odabranim strategijama i tehnikama korištenim za opisivanje istraženog teži se ka razumijevanju pojava iz različitih perspektiva što doprinosi sveobuhvatnom razumijevanju istih.

# PK2 – Ciljevi učenja i podučavanja nastavnog predmeta

Ovaj nastavni predmet ima za cilj da pomogne učenicima da steknu znanja iz nacrtne geometrije koja su im neophodna da bi dobro razumjeli trodimenzionalni prostor, konstruisanje i modeliranje geometrijskih oblika kao i to na koji način se oni realno prikazuju. Dakle, osnovni cilj je sticanje znanja o osnovnim geometrijskim objektima (kao apstrakcijama objekata iz realnog svijeta) i njihovim međusobnim odnosima.

Nacrtna je geometrija nastala iz potreba tehnike (građevinarstva, arhitekture, mašinstva,...) te stoga ona ima za cilj razvijanje sposobnosti predočavanja trodimenzionalnog prostora u ravni (crtež, zaslon računala, skica, plan gradnje) te obavljanja operacija na trodimenzionalnim objektima koristeći njihove dvodimenzionalne prikaze.

Nacrtna geometrija i perspektiva neophodni su i za dalje usavršavanje i primjenu različitih softverskih paketa namjenjenih za dizajn i projektovanje. Zato je jedan od ciljeva svakako i razvijanje sposobnosti tumačenja i određivanja svojstava i položaja objekata u prostoru na temelju njihovih prikaza u ravni uz razvijanje sposobnosti korištenja raznih softvera za 3D crtanje kao što su npr. AutoCAD, Tinkercad, i slično.

Budući da je nacrtna geometrija jedna varijanta primjenjene matematike (geometrije), to su ciljevi i zadaci Matematike istovremeno ciljevi i zadaci Nacrtne geometrije.

Ovaj nastavni predmet treba pomoći učenicima ne samo da steknu temeljna geometrijska znanja i savladaju osnovne geometrijske konstrukcije, već prije svega da razviju sposobnost prostornog razmišljanja.

Proučavanje opisne geometrije ima heurističku vrijednost. Promovira vizuelizaciju i prostorno - analitičke sposobnosti, kao i intuitivnu sposobnost prepoznavanja smjera gledanja i najbolje predstavljanje geometrijskog problema koje će omogućiti njegovo rješavanje.

# PK 3 - Oblasna struktura predmetnog kurikuluma

Oblasti u okviru nastavnog predmeta Nacrtna geometrija su sljedeće uže geometrijske oblasti:

- A Stereometrija
- B Geometrijske konstrukcije
- C Projiciranje
- D Vidljivost
- E Rotacija

## A Stereometrija

Potrebno je ovim nastavnim predmetom dati važnost matematičke strane nacrtna geometrije. Preporučljivo je odmah učenicima dati osnovne definicije, teoreme i odnose iz stereometrije koje će se često kasnije koristiti u izradi zadataka.

## B Geometrijske konstrukcije

Geometrijske konstrukcije, koje se izvode pomoću linijara i šestara, predstavljaju oblast geometrije u kojoj se planimetrijski problem rješava konstruktivnim putem. Završne konstrukcije su prihvatljive i pregledne. Aktivnost učenika treba usmjeriti u pravcu iznalaženja prostornih postupaka i potrebnih uvjeta koje mora ispunjavati očekivani crtež. U okviru ovog nastavnog predmeta obrađuju se konstrukcije pravilnih poligona i razne konstrukcije elipse.

## C Projiciranje

Pri svakoj projekciji i pri svakom crtežu bitno je odrediti koji se dio vidi a koji ne vidi. Zato zadatak uvijek treba riješiti idejno u prostoru, pa tek onda pristupiti projiciranju. Na taj način ćemo kod učenika razvijati prostorni zor.

## D Rotacija

Rotacija je izometrijska transformacija koja ima posebnu važnost u nacrtnoj geometriji. Naime, da bi se dobila prava veličina nekog objekta, potrebno je izvršiti takozvano „obaranje“ ravni, što je ustvari rotiranje odnosno rotacija ravni. U okviru ovog nastavnog predmeta treba obraditi rotaciju tačke, duži, prave i ravni.

# PK4 – Odgojno-obrazovni ishodi

## Srednje

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 1

#### A

#### Stereometrija

A.IV.1 Analizira svojstva geometrijskih tijela.

A.IV.1.1 Modelira uspravna i kosa geometrijska tijela prema njihovoj mreži.

A.IV.1.2 Upoređuje obla i rogljasta geometrijska tijela.

A.IV.1.3 Skicira uspravna i kosa obla i rogljasta geometrijska tijela i njihove elemente.

A.IV.1.4 Skicira mrežu uspravnih obliha i rogljastih geometrijskih tijela.

A.IV.2 Sintetizira matematičke argumente o geometrijskim odnosima i geometrijskim figurama.

A.IV.2.1 Kombinuje svojstva figura u ravni za rješavanje stereometrijskih zadataka.

A.IV.2.2 Kombinuje svojstva uspravnih i kosih geometrijskih tijela i ravanskih figura za rješavanje problemskih zadataka.

#### KLJUČNI SADRŽAJI

Slobodna paralelna projekcija, Polke-Švarcova teorema, Primjeri crteža prostornih geometrijskih figura, Kosa projekcija geometrijskih figura, Geometrijska tijela u specijalnim položajima: Prizma i piramida, Valjak i kupa, Sfera.

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ISHODA UČENJA

##### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline - metodičke smjernice

Dosadašnja znanja o geometrijskim tijelima i elementima prostora se proširuju. Sve što se radi treba biti popraćeno odgovarajućim skicama i pravilnom upotrebom termina. Fokus se stavlja na svojstva geometrijskih tijela i međusobni odnos geometrijskih figura u prostoru. Zadaci ne zahtijevaju izračunavanje površina i volumena, ali traže znanja o odnosima i međusobnim ovisnostima elemenata geometrijskih tijela u prostoru.

##### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Matematika – Nacrtna geometrija razmatra stereometrijske probleme konstruktivno – geometrijskom metodom, a stereometrijski problem je svakako matematički problem, tako da je povezanost neupitna. Takođe se može povezati sa zadacima minimuma i maksimuma u matematičkoj analizi. Informatika – Stereometrijski problemi su veoma pogodni za primjenu IKT-a, jer se mogu vizualizirati u nekom programu dinamičke geometrije kao što je GeoGebra, Robocompass, Tinkercad i slično.

##### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija

Kod učenika razviti sposobnost misaone vizualizacije objekata i prostornih obliha (misaono kretanje objekata i snalaženje sa geometrijskim oblicima objekata i njihovim položajima.)

Razviti osjećaj za geometrijske aspekte svijeta koji nas okružuje i oblike koji formiraju objekti oko nas. Upotrebom programa dinamičke geometrije učenici će steći osjećaj za vizualizaciju i analizu.

Istraživanje geometrijskih tijela u prostoru će svakako doprinijeti razvoju kreativnog i kritičkog mišljenja. Učenik prepoznaje ulogu ove tematske cjeline u nauci, tehnici, inženjerstvu, tehnologiji, umjetnosti i kulturi.

## B.

### Geometrijske konstrukcije

B.IV.1 Analizira svojstva i odnose geometrijskih elemenata, te koristi simbole i različite prikaze.

- B.IV.1.1 Koristi svojstva paralelograma.
- B.IV.1.2 Koristi svojstva paralelnih i okomitih pravih.
- B.IV.1.3 Koristi svojstva pravilnih mnogouglova.
- B.IV.1.4 Opisuje tok konstrukcije upotrebom simbola.

B.IV.2 Kombinuje matematičke argumente o geometrijskim odnosima prilikom konstrukcija.

- B.IV.2.1 Konstruiše pravilni poligon zadanih elemenata.
- B.IV.2.2 Konstruiše elipsu uz date kriterije.
- B.IV.2.3 Konstruiše zlatni presjek.
- B.IV.2.4 Primjenjuje konstrukciju zlatnog presjeka pri konstrukciji zlatnog pravougaonika, zlatne spirale.
- B.IV.2.5 Konstruiše Arhimedovu spiralu.

B.IV.3 Projektuje i dokumentuje web aplikaciju sa korisničkim nalozima.

- B.IV.3.1 Predstavlja idejno rješenje projekta, specifikaciju potreba i plan izvedbe.
- B.IV.3.2 Projektuje web aplikaciju u specijalizovanom okruženju za razvoj kombinujući HTML, CSS, makar jedan skriptni jezik i rad sa bazama podataka.
- B.IV.3.3 Dokumentuje sve faze, servise i alate korištene u izradi web aplikacije.
- B.IV.3.4 Evaluira projekat.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Konstrukcije pravilnih poligona kad je data stranica, Konstrukcije pravilnih poligona kad je dat poluprečnik opisane kružnice, Konstrukcija zlatnog presjeka, Osobine paralelnog projiciranja, Konjugovani prečnici i tangente elipse, Konstrukcija elipse pomoću konjugovanih prečnika, Razne konstrukcije elipse (pomoću definicije, pomoću središta zakrivljenosti, pomoću koncentričnih kružnica), Konstrukcija Arhimedove spirale.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ISHODA UČENJA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline - metodičke smjernice

Dosadašnja znanja o geometrijskim figurama i njihovim konstrukcijama se proširuju. Fokus treba biti na konstrukciji i opisu konstrukcije a ne na složenim dokazima. Posebnu pažnju treba posvetiti konstrukcijama elipse. Ako se uklopi u vremenski okvir, poželjno je uraditi konstrukciju zlatne i Arhimedove spirale.

#### 2. Mogućnosti ostvarenja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Matematika (elipsa, mnogouglovi, geometrijske konstrukcije)

Geografija (elipsa – putanja kretanja planeta)

Fizika (elipsa – Keplerovi zakoni)

Informatika (Geogebra ili neki drugi dinamički program u kom je moguće izvoditi konstrukcije)

#### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija

Razvijati osjećaj za vizualizaciju i analizu koji se podstiču upotrebom programa dinamičke geometrije. Podsticati učenike na istraživanje različitih mogućnosti i kreativno i kritičko promišljanje. Kod učenika razvijati preciznost, urednost, postupnost, te istrajnost dovođenja do konačnog rješenja. Osposobljavati učenika za

apstraktno i prostorno mišljenje, te efikasno povezivanje matematičkih i geometrijskih znanja sa idejama i rezultatima koristeći raznovrsne prikaze. Usmjeravati učenika da artikuliše svoja razmišljanja i sagledava probleme iz različitih perspektiva i upoređuje različite metode rješavanja.

## C.

### Projiciranje

C.IV.1 Interpretira i crta različite vrste aksonometrijskih crteža.

C.IV.1.1 Prikazuje prostorne figure u različitim projekcijama.

C.IV.1.2 Primjenjuje Polke-Švarcovu teoremu prilikom crtanja prostornih geometrijskih figura.

C.IV.1.3 Konstruktivno prikazuje desni koordinatni sistem primjenom aksonometrijske metode.

C.IV.1.4 Crta ortogonalnu projekciju figure.

C.IV.2 Interpretira i crta ortogonalne projekcije geometrijskih objekata na tri ravni (tlocrt, nacrt, bokocrt).

C.IV.2.1 Crta sve tri ortogonalne projekcije tačke, duži i prave zadanih koordinatama.

C.IV.2.2 Određuje tragove, nagibne uglove i pravu veličinu duži odnosno pravih u sve tri projekcije.

C.IV.2.3 Projicira ravan i crta tragove ravni.

C.IV.3 Interpretira i crta projekcije geometrijskih figura i tijela koje se nalaze u specijalnim položajima prema ravni projekcije.

C.IV.3.1 Određuje položaj projekcije figure i geometrijskog tijela u zavisnosti od njihovog položaja u prostoru.

C.IV.3.2 Crta tlocrt, nacrt i bokocrt figure i geometrijskog tijela u zavisnosti od njihovog položaja u prostoru.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Projekcija tačke. Projekcija prave. Projekcija duži. Slobodna paralelna projekcija. Polke-Švarcova teorema. Kosa projekcija. Određenost tačke Monžovim projekcijama. Određenost prave Monžovim projekcijama. Prave u osobitim položajima. Tragovi prave. Nagibni uglovi prave. Projekcije prave. Određenost duži Monžovim projekcijama. Veličina duži i veličina nagibnih uglova. Tragovi ravni. Ravni u osobitim položajima. Projiciranje ravni. Slike u ravni koja je paralelna sa ravni projekcije. Slike u ravni koja je normalna na ravan projekcije.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ISHODA UČENJA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Sadržaje uvoditi ilustrovanjem pojmova i odnosa koristeći prostorne modele ili kompjuterske animacije. Dosadašnja znanja sistematizirati i voditi učenike ka logičkom zaključivanju o vezama koje vrijede, kao i o posljedicama mijenjanja određenih parametara i položaja u prostoru. Koristiti gotove skice koje nam služe kako bismo došli do ideje kako riješiti odgovarajući problem.

#### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Informatika (Autocad ili bilo koji drugi program za izvođenje konstrukcija i projiciranje)

Fizika (Ortogonalna projekcija je čest pojam u mehanici, a različite vrste projiciranja pojavljuju se i u optici.)

Matematika (Analitička geometrija, vektori u prostoru)

#### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija - kompetencijski pristup

Uz pomoć interaktivnih sadržaja ili prostornih modela učenik vizuelizira i donosi zaključke, sintetizira i primjenjuje stečena znanja, rješava konkretne probleme iz nacrtno geometrije, razvija kreativnost i osjećaj za prostor. Učenik zaključuje o nekim geometrijskim odnosima na nov način, predviđa rješenja i smješta ih u

odgovarajući okvir. Poticati učenike da vizuelizacijom uz pomoć različitih softvera analiziraju, izvode zaključke i generaliziraju. Razvijati apstraktno i prostorno mišljenje.

## D. Vidljivost

D.IV.1 Analizira položaj geometrijskih figura u svrhu određivanja vidljivosti.

D.IV.1.1 Razlikuje vidljive od nevidljivih bočnih ivica geometrijskih tijela u različitim vrstama projekcija u zavisnosti od smjera i ugla projiciranja.  
D.IV.1.2 Određuje vidljivost dijelova geometrijskih figura u prvoj, drugoj i trećoj ortogonalnoj projekciji prateći zrake projiciranja, odnosno prolazak kroz kvadrante/oktante.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Slobodna paralelna projekcija, Kosa projekcija, Vidljivost pri projiciranju na jednu ravan, Vidljivost pri projiciranju na dvije ravni, Vidljivost u trećoj projekciji, Geometrijska tijela u specijalnim položajima

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ISHODA UČENJA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Vidljivost objašnjavati pomoću modela ili koristeći kompjutersku animaciju. Voditi učenike da sami zaključuju koji dio figure se vidi, kao i o posljedicama mijenjanja smjera gledanja ili projiciranja.

#### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Informatika (neki softver za vizualizaciju, npr. Tinkercad)

#### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Razumijevanje geometrijskih pojmova i proširivanje dosadašnjih znanja doprinose razvoju prostornog i logičkog mišljenja. Primjenom IKT-a uskladiti nastavu sa zahtjevima vremena i prilika. Pokazivati spremnost za korištenje informatičke i komunikacijske tehnologije kao alata za rješavanje problema. Ohrabrivati isprobavanje novih strategija i pristupa učenju. Unapređivati vještine neophodne za razvoj kreativnog mišljenja, kao i komunikacijsko-kolaboracijske vještine. Osposobljavati učenike da argumentuju stavove, polemishu i uvažavaju sagovornike. Razvijati samopouzdanje, samostalnost, te pozitivan odnos prema radu i kontinuiranom učenju.

## E. Rotacija

E.IV.1 Rješava geometrijske probleme koristeći rotaciju.

D.IV.1.1 Rotira tačku, duž, pravu i različite geometrijske figure oko fiksne tačke za dati orijentisani ugao i oko ose normalne na ravan projekcije.  
D.IV.1.2 Rotira ravan oko fiksne prave za dati orijentisani ugao i oko njenog traga dovodeći je u specijalan položaj.  
D.IV.1.3 Konstruiše konkretnu geometrijsku figuru primjenom rotacije.  
D.IV.1.4 Opisuje preslikavanja ravni izvedena metodom rotacije.  
D.IV.1.5 Primjenjuje rotaciju za određivanje prave veličine duži ili neke druge geometrijske figure.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Veličina duži i veličine nagibnih uglova duži. Rotacija oko ose normalne na ravan projekcija: Rotacija tačke. Rotacija duži. Rotacija prave. Rotacija ravni. Slike u ravni koja je normalna na ravan projekcije. Geometrijska tijela u specijalnim položajima.

### **1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice**

Dosadašnja znanja o rotaciji kao izometrijskoj transformaciji se proširuju, ali pristup ostaje isti. Sve što se radi treba biti popraćeno odgovarajućim skicama, po mogućnosti upotrebom nekog softvera za crtanje. Fokus treba biti na određivanju prave veličine duži odnosno ugla. Dakle učenici trebaju naučiti geometrijsko-konstruktivni put kojim se dolazi do prave veličine i stvarnog oblika neke geometrijske figure. Takođe fokus treba biti na jednostavnijim primjerima u kojima težište zadatka neće biti na komplikovanim konstrukcijama.

### **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Fizika (Rotaciono kretanje)

Matematika (Rotacija, izometrijske transformacije, analitička geometrija u prostoru)

Informatika (Geogebra, Robocompass, Auto Cad, Tinkercad,...)

### **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Učenik razvija sposobnost logičkog i prostornog razmišljanja i predstavljanja datog problema na različite načine. Vizuelizacijom uz pomoć različitih softvera (Geogebra, Robocompass, Auto Cad, Tinkercad,...) analizira i izvodi zaključke, te generalizuje. Kombinuje metode i različitim pristupima dolazi do rješenja, te tako razvija kreativnost.

## PK5 – Učenje i podučavanje

Kurikulum nastavnog predmeta Nacrtna geometrija usmjeren je na svakog učenika pojedinačno kroz razvoj njegovih potencijala u području cjelovitog rješavanja problema uz korištenje geometrijskog pribora i softvera. Uz opšte smjernice i metodološke upute za izvođenje nastave, nastavniku je pružena fleksibilnost u procesu učenja i podučavanja. Iako su sadržaji ponuđeni u predviđenoj satnici, nastavnik ima slobodu posvetiti više ili manje vremena određenoj cjelini ovisno o napretku i zahtjevima učenika. Navedeno se može ostvariti različitim odabirom primjera i zadataka putem kojih učenici usvajaju predviđene ishode učenja. Uz dobru organizaciju časa, poznavanje predviđenih ishoda učenja i kreativnost u rješavanju postavljenih problema, nastavnik treba učenicima pružiti i mogućnost aktivnog učestvovanja tokom rješavanja problema. Potiče se rad u parovima i rad u grupama kako bi se kod učenika razvijala konstruktivna komunikacija, odgovornost i saradnja koje su potrebne u svim područjima života. Podučavanje i učenje Nacrtna geometrije zahtijeva sistemski pristup, a rješavanje problema nacrtna geometrije kod učenika razvija kreativnost i ustrajnost, što ima važnu ulogu u inovacijama i naučnim i tehničkim otkrićima. Kako bi učenje bilo učinkovito, učenici trebaju istraživati, kritički promišljati i usvojeno znanje primjenjivati u rješavanju novih problema. Poticanjem učenika na aktivno uključivanje, promišljanje i odlučivanje iskustvo učenja postaje motivirajuće za njega, a zahtjevnijim zadacima primjerenim učeniku nastavnik osigurava uslove u kojima učenik može eksperimentisati, promišljati i prihvatati pogreške kao sastavni dio učenja i razvoja. Takva iskustva učenja potiču kreativnost, a kao posljedica javlja se trajna usvojenost predviđenih ishoda učenja. Ovim kurikulumom nastavnik učenicima pomaže razviti kritičko mišljenje, sposobnosti učinkovite i funkcionalne upotrebe digitalne tehnologije, sposobnosti kreativnog rješavanja problema, timskog rada te organizacijskih i prezentacijskih vještina. Nastava koja proizlazi iz ovoga kurikuluma treba biti radna, aktivna i iskustvena. Nastavne metode temelje se na učenju radom, na učenju otkrivanjem i istraživanjem i na iskustvenom učenju. Učenjem Nacrtna geometrije učenici uviđaju njenu važnost u svakodnevnom životu i u društvu. Posebno je važno baviti se problemima koji proizilaze iz svakodnevnih realnih situacija. Prilikom izrade zadataka na času, uvijek treba prvo zadatak riješiti idejno u prostoru i ukazati na one geometrijske postupke koji dovode do rješenja, pa tek onda pristupiti izvođenju potrebnih geometrijskih konstrukcija. Učenicima treba skrenuti pažnju da nastoje da u crtežu uvijek vide i osjete prostor, i da uvijek konstatuju postojanje i broj rješenja, pa ako je konstrukcija složena da crtaju samo jedno rješenje, a ako je jednostavna onda sva rješenja. Kod složenijih zadataka treba dati uputstvo učenicima za izvedbu konstrukcije, odnosno rješavanje problema. Informaciona tehnologija je izmijenila načine učenja i podučavanja svih nastavnih predmeta, pa tako i Nacrtna geometrije. Zbog toga je neophodno implementirati korištenje bar jednog od mnogobrojnih softvera i dinamičkih programa za crtanje u nastavni proces. To mogu biti matematički programi kao što je GeoGebra ili Robocompass, razni inženjerski programi kao što je AutoCad, ili programi za 3D modeliranje kao što je Tinkercad. Zbog malog fonda časova, učenici mogu koristiti dinamičke programe za domaću zadaću, pravljenje prezentacija, istraživački rad ili rad na projektu. Nacrtna geometrija je posebno pogodna za projektnu nastavu, samostalno ili u interakciji sa drugim nastavnim predmetima. Ako škola posjeduje 3D printer, svakako ga je preporučljivo koristiti za izradu projektnih zadataka. U tom slučaju za 3D modeliranje preporučuje se koristiti veoma jednostavan i učenicima pristupačan Tinkercad program. Učenje i podučavanje u nastavnom predmetu Nacrtna geometrija odvija se putem individualnog rada, rada u paru i rada u grupama. Za vrijeme savladavanja novih sadržaja i rješavanja problema u svrhu učenja preporučeno je samostalno učenje i učenje u paru koje može biti temeljeno na vršnjačkom podučavanju ali i na prethodno stečenom znanju. Što se tiče saradničkog rada, učenike je moguće grupisati heterogeno prema predznanju u svrhu vršnjačkog podučavanja ali i homogeno kako bi se potaknulo nadarene na dodatni razvoj svojih potencijala.

# PK6 – Vrednovanje u predmetnom kurikulumu

Vrednovanje je sistematsko prikupljanje podataka u procesu učenja i postignutom nivou kompetencija u skladu s unaprijed definisanim i prihvaćenim načelima, postupcima i elementima. Osim toga, vrednovanje u nastavnom predmetu Nacrtna geometrija za svrhu ima i poboljšanje učenja i razumijevanja nastavnih sadržaja, pa kao i ostali nastavni predmeti sadrži tri pristupa vrednovanju:

- vrednovanje za učenje (odvija se za vrijeme učenja i podučavanja, a rezultira kvalitativnom povratnom informacijom - formativno vrednovanje),
- vrednovanje kao učenje (učenici vrednovanjem uče),
- vrednovanje naučenog (sumativno vrednovanje).

Pristupi vrednovanju pridonose postizanju ishoda učenja, ali su istovremeno i odgojni. Vrednovanje učeničkih postignuća u svrhu utvrđivanja nivoa postignutih ishoda učenja predstavlja sistematski proces kontinuiranog praćenja rada učenika koji uključuje prikupljanje prikladnih informacija o učeničkom učenju, napretku i rezultatima. Dakle, procjene postignuća učenika temelje se na integraciji raznih informacija prikupljenih u različitim nastavnim situacijama tokom cijelog obrazovnog razdoblja. Time se ne prati samo ostvarivanje ishoda učenja, nego, što je posebno važno za nastavnika, stiže se i uvid u učinkovitost procesa podučavanja.

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje provodi se prikupljanjem podataka o učenikovu radu i postignućima (ciljana pitanja, grupni radovi, domaće zadaće...) i kritičkim osvrtom učenika i nastavnika na proces učenja i podučavanja. Učenika se potiče na samovrednovanje postignuća uz konkretne kriterije i planiranje učenja zajedničkim raspravama na času i individualnim konsultacijama. Ovi oblici vrednovanja ne bi trebali biti iskazani brožčanom ocjenom jer služe kao povratna informacija učeniku o nivou usvojenosti ishoda učenja u odnosu na očekivanja, a nastavniku kao individualno praćenje rada učenika i pomoć pri poteškoćama.

Vrednovanje naučenog rezultira brožčanom ocjenom. Kriteriji ocjenjivanja moraju biti jasni i javni. Metode vrednovanja naučenog u nastavnom predmetu Nacrtna geometrija su:

- pisane provjere znanja tj. pisane zadaće i/ili kontrolni radovi;
- praktični radovi tj. crteži crtani geometrijskim priborom na papiru ili uz pomoć odgovarajućeg softvera na računaru;
- učenički projekti.

U jednoj provjeri moguće je ocijeniti više elemenata vrednovanja. Kod učeničkih projekata vrednuje se učestvovanje učenika, nivo aktivnosti, komunikacije i saradnje, projektna dokumentacija, krajnji rezultat projekta i prezentacija projekta. Učeniku se može dati zadatak koji će riješiti pomoću neke metode (Mongeova metoda, kosa projekcija itd) i/ili pomoću računara i pisano koristeći matematički jezik opisati problem i njegovo rješenje. Nakon toga učenik može prezentirati svoj rad u razredu i braniti ga odgovarajući na pitanja učenika i nastavnika.

Vrednovanje u nastavi Nacrtna geometrije uključuje uravnoteženost upotrebe vrednovanja naučenog (sumativno vrednovanje) i vrednovanja za učenje i vrednovanja kao učenje koji su mjera poticanja kvalitetnijeg učenja, odnosno učenja s dubinskim razumijevanjem (formativno vrednovanje). Snažno je usmjereno učenju i

razvoju, jačanju učeničkog samopouzdanja i prema njegovanju matematičkih kompetencija. U skladu s tim, elementi vrednovanja (šta se vrednuje) uključuju vrednovanje specifičnih matematičkih znanja, u ovom nastavnom predmetu su to temeljni koncepti i postupci nacrtne geometrije i općih matematičkih kompetencija koje se tiču matematičkih procesa, a to su primjena tehnologije i rješavanje (geometrijskih) problema i modeliranje.

## Profil i stručna sprema

Završen VII stepen ili završen najmanje II ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa koji se sa I ciklusom vrednuje sa najmanje 300 ECTS bodova arhitektonske/građevinske struke ili fakulteta/odsjeka/katedre za matematiku.