

Projekt IPAQ Peta – Nacrtna geometrija

„Afirmativna nastava i inovativno učenje i poučavanje u gimnazijama u okviru Hrvatskog kvalifikacijskog okvira”

ZLATKO LOBOR¹

U listopadu 2011. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta na svojoj je internetskoj stranici objavilo natječaj „Daljnji razvoj i provedba Hrvatskog kvalifikacijskog okvira (HKO)”. V. gimnazija iz Zagreba na taj se natječaj prijavila projektom pod nazivom „Afirmativna nastava i inovativno učenje i poučavanje u gimnazijama u okviru Hrvatskog kvalifikacijskog okvira”. Iz praktičnih razloga naziv je skraćen u „IPAQ Peta” te se i provodi pod tim nazivom, a njegova realizacija trajat će 18 mjeseci (18. 08. 2013. – 18. 02. 2015.)

Što znači **IPAQ Peta**?

IPA (instrument pretpriступne pomoći) naš je izvor financiranja, a sredstva su usmjerena na financiranje razvoja ljudskih potencijala (IPA komponenta IV)

Q = kvalifikacija (qualification)

Peta = V. gimnazija kao nositelj projekta

Projekt **IPAQ Peta** dio je širega procesa modernizacije sustava obrazovanja u skladu s ciljevima Hrvatskog kvalifikacijskog okvira (HKO) i Nacionalnog okvirnog kurikuluma (NOK) te počiva na preporukama HKO. Stoga je opći cilj projekta podržati razvoj i provedbu HKO u prirodoslovnim gimnazijama. Više o HKO može se naći na stranici: <http://public.mzos.hr/Default.aspx?sec=3393>

Ključne promjene koje donosi ovaj projekt tiču se uloge nastavnika i učenika unutar nastavnog procesa. Namjera je ulogu nastavnika kao predavača zamijeniti ulogom organizatora, menadžera, mentora ili suradnika. Također, ulogu učenika kao pasivnog promatrača treba zamijeniti aktivnim sudionikom nastavnog procesa; treba ga dodatno motivirati i poticati na suradnju i samostalno donošenje odluka, ali i preuzimanja odgovornosti.

¹Zlatko Lobor, V. gimnazija, Zagreb

Specifični ciljevi projekta su:

1. Razvoj i modernizacija obrazovnog sustava i kvalifikacija u gimnazijama.
2. Modernizacija postojećih i razvoj naprednih kurikula za gimnazije temeljenih na ishodima učenja.
3. Razvoj nastavnih kapaciteta za provedbu inovativnog učenja i poučavanja.

Projekt strateški pokriva područje cijele Republike Hrvatske. Škole partneri u projektu su:

- Gimnazija Vukovar
- Srednja škola Pakrac
- V. gimnazija, Zagreb
- Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
- Srednja škola Lovre Montija, Knin
- Gimnazija Metković

Želja je uključiti u realizaciju projekta i sve zainteresirane profesore u Hrvatskoj budući da je cijeli projekt u prvome redu usmjeren na nastavnike, a učenici su krajnji korisnici svih postignutih rezultata.

Projekt **IPAQ Peta** sastoji se od sedam podprojekata:

- **Fizika** – u kojemu će se proširiti postojeći kurikulum iz fizike, tj. izraditi dio kurikula koji se odnosi na vježbe iz fizike za prirodoslovno-matematičke gimnazije;
- **Matematika** – u kojemu će se izraditi kurikulum za izborni sadržaj iz nacrtno geometrije, te razviti i izraditi zbirke vježbi s uputama za nastavnike;
- **Informatika** – u kojemu će se izraditi kurikulum za poučavanje programskog jezika PYTHON;
- **Oblikovanje urbanog okoliša** – podprojekt kojemu je namjera izraditi interdisciplinarni kurikulum iz oblikovanja urbanog okoliša s naglaskom na urbane interpolacije. U ovaj su podprojekt uključeni strani jezici (engleski, njemački i francuski), likovna umjetnost, povijest, geografija, sociologija i etika;
- **Terenska nastava** – podprojekt u kojemu će se izraditi drugi interdisciplinarni kurikulum koji obuhvaća biologiju, kemiju te tjelesnu i zdravstvenu kulturu. Želja je znanstvene metode istraživanja u prirodi prilagoditi učenicima i nastavnicima te se kvalitetno rekreirati u prirodi;
- **Projektna nastava** – podprojekt kojemu je namjera izraditi treći interdisciplinarni kurikulum koji je za sadržaj odabrao održivi razvoj;
- **Nastavne metode** – kurikulum koji će se u prvome redu nadovezati na terensku nastavu, a ciljevi su mu razvijanje metoda usmjerenih na učenika te stvaranje pozitivnog i odgovornog stava prema zdravlju, živome svijetu i prirodi.

U nastavku ćemo se više posvetiti dijelu projekta vezanom uz matematiku. U okviru podprojekta **Nacrtna geometrija** cilj je razviti i izvesti program *Nacrtna geometrija* u trajanju od 60 sati. Pri tome će naglasak biti na perspektivi, odnosno perspektivnoj geometriji.

Škole-partneri u ovome dijelu projekta su V. gimnazija, Zagreb i Gimnazija Metković.

Aktivnosti koje obuhvaća podprojekt:

- razviti metodologiju praćenja i ocjenjivanja učenika koristeći „klikere” (Classroom response system);
- osmisliti i organizirati tri radionice za po 20 nastavnika vezane uz razvoj i provedbu kurikula;
- razviti i izraditi zbirke vježbi s uputama za nastavnike.

Osim navedenih aktivnosti obaveza je promovirati cijeli projekt na Županijskim stručnim vijećima i drugim stručnim skupovima i konferencijama.

U svrhu pilotiranja vježbi koje će se izraditi u sklopu projekta, dio će biti realiziran u okviru nastave, a drugi dio u okviru ljetne škole koja se tradicionalno održava u V. gimnaziji u Zagrebu.

Na kraju, navest ćemo i teme koje će se obraditi u sklopu ovog kurikula. Vježbe obuhvaćene ovim sadržajem moći će se realizirati tijekom jedne nastavne godine, tj. kroz 60 nastavnih sati. Za pojedine teme dane su neke natuknice koje sugeriraju čime ćemo se baviti u okviru te teme.

Sadržaj:

1. Abeceda *Sketchpada* i konstrukcije elementarnih geometrijskih likova

Upoznavanje sa softverom i njegovim mogućnostima.

2. Abeceda stereometrije

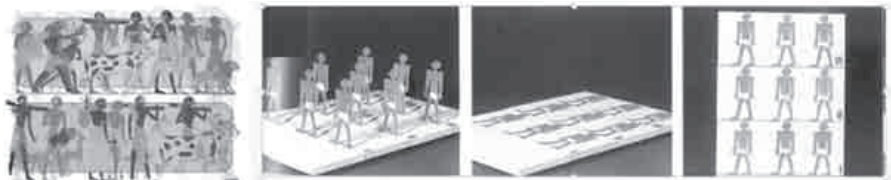
Odabrane teme iz geometrije prostora (Međusobni položaj skupova točaka u prostoru; svojstva i zakonitosti).

3. Povijesne natuknice: poticaji, slikari i utemeljenje perspektive

Perspektiva – način prikazivanja trodimenzijskog prostora na dvodimenzijskoj plohi slike (lat. *Prospectiva* – gledanje, način viđenja svijeta)

Svako stilsko razdoblje ima svoj način prikazivanja svijeta, svoju perspektivu, a ovisi o tome što autori gledaju, što žele prikazati. Tako imamo sljedeće vrste perspektive:

– vertikalna perspektiva (Egipat)



– obrnuta perspektiva (gotika)



– geometrijska perspektiva (renesansa)



– atmosferska perspektiva (barok)



– koloristička perspektiva (20. st.)

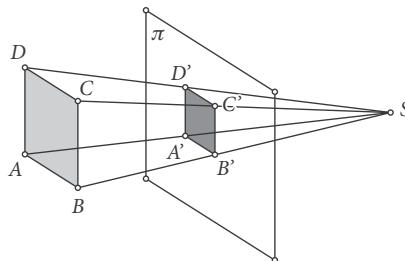


4. O projiciranju: centralno/perspektivno te paralelno i perspektivno projiciranje

Nacrtna geometrija bavi se problemima projiciranja objekata iz 3D na 2D.

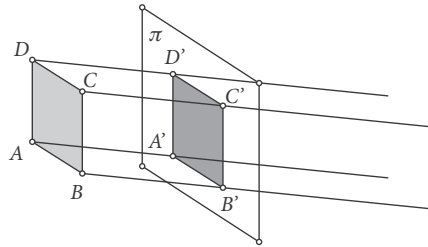
1. Centralno projiciranje

Centralno projiciranje u prostoru sa središtem u točki S i ravninom projiciranja π koja ne sadrži S , jest preslikavanje koje svakoj točki A , koja nije u ravnini što prolazi kroz S , a paralelna je s π , pridružuje točku A' u kojoj pravac određen točkama A i S probada ravninu π .



2. Paralelno projiciranje

Paralelno projiciranje je slučaj projiciranja u kojemu su zrake projiciranja međusobno usporedne. Kada su zrake paralelnog projiciranja okomite na ravninu projekcije, onda je riječ o ortogonalnom projiciranju.



3. Perspektivno projiciranje ili perspektiva

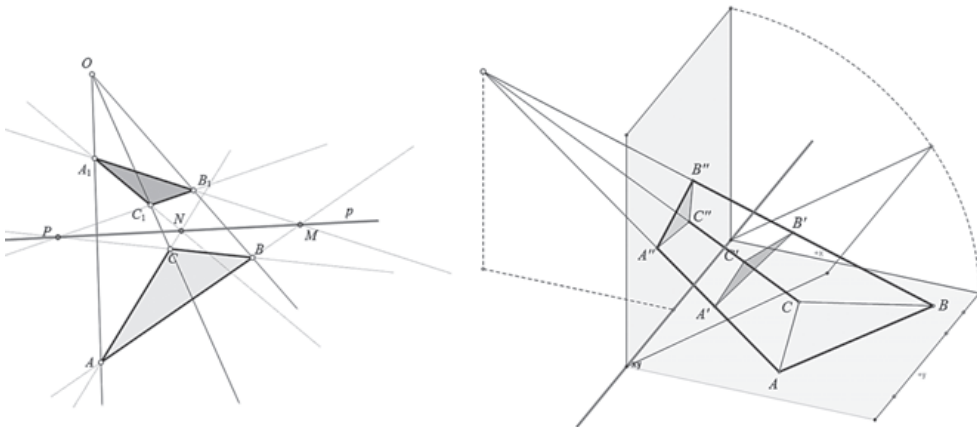
Perspektivna (ili centralna) kolineacija jest preslikavanje skupa točaka i skupa pravaca ravnine na sebe, koje zadovoljava ove uvjete:

- Leži li točka na pravcu, njena će slika ležati na slici tog pravca.
- Spojnice parova pridruženih točaka, koje se nazivaju zrake perspektivne kolineacije, prolaze jednom točkom S koja se naziva središtem perspektivne kolineacije.
- Postoji točno jedan pravac u ravnini čija je svaka točka pridružena sama sebi i koji se zove *os perspektivne kolineacije*.

5. Afinost, Desarguesov poučak i konika kao slika kružnice

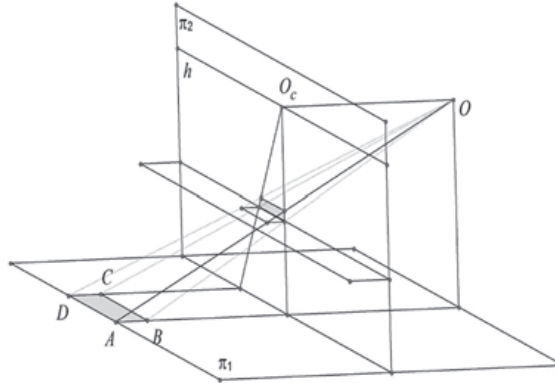
Uvođenje osnovnih elemenata projektivne geometrije koji će se koristiti pri konstrukciji perspektivne slike objekta. Npr. Desarguesov poučak:

Ako su za trokute ABC i $A_1B_1C_1$ pravci AA_1 , BB_1 i CC_1 konkurentni, onda su tri sjecišta pravaca AB i A_1B_1 , BC i B_1C_1 te AC i A_1C_1 kolinearna.



6. Temeljni pojmovi

Definiranje temeljnih pojmova vezanih uz perspektivu.



Horizontalna ravnina π_1 , na kojoj se nalaze objekti, naziva se *ravninom objekta*, a na nju okomita ravnina π_2 zove se *ravninom slike*.

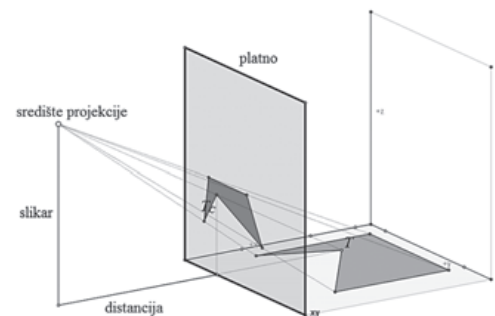
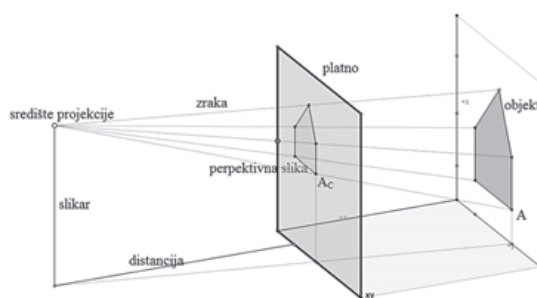
Pravac iz očišta O (prema točki A) zove se *pravcem projekcije* točke P ili *vidnim pravcem*.

Točka A' u kojoj pravac projekcije točke P probada ravninu slike naziva se *slikom točke A* .

Transformacija koja pridružuje točke A i A' koje su uvijek kolinearne s čvrstom točkom O naziva se *perspektivna transformacija*.

Probodište ravnine π_2 i pravca projekcije iz očišta O , koji je okomit na ravninu π_2 , zove se *glavnom nedoglednom točkom O_c* .

Pravac h koji je presječnica ravnine slike π_2 i ravnine položene točkom O paralelno s ravninom objekata π_1 zove se *nedoglednica* ili *horizont* ili *obzor*.



7. Pravila perspektive

Pravila perspektivnog crtanja prvi je opisao **Filippo Brunelleschi**. Potraga za pravilima perspektive rezultirala je sljedećim:

- svi pravci ostaju pravci na perspektivnoj slici;
- svi vertikalni pravci ostaju vertikalno;

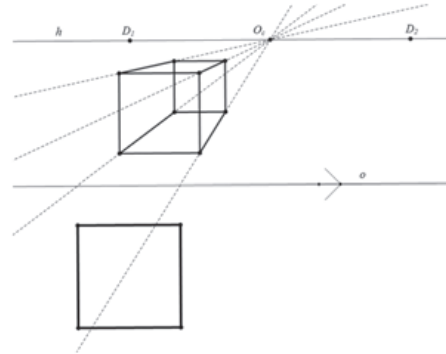
- horizontalni pravac paralelan s osnovicom slike također je na slici paralelan s osnovicom;
- sve dužine smještene u ravnini koja je paralelna s ravninom slike smanjuju se proporcionalno što su udaljenije i ostaju međusobno u istom omjeru kao i originalne dužine;
- sve horizontale koje su okomite na ravninu slike izlaze iz glavne točke;
- sve horizontale koje s ravninom slike zatvaraju kut od 45° (pola pravog kuta) crtaju se iz distancijske točke.

Posljednje sažimanje pravila učinjeno je 1991. godine i sada glasi ovako:

- horizont (obzor) pojavljuje se kao pravac;
- pravci u prostoru pojavljuju se kao pravci na slici;
- skupovi paralelnih pravaca imaju nedogled;
- pravci paralelni s ravninom slike pojavljuju se paralelno i zato nemaju nedogled.

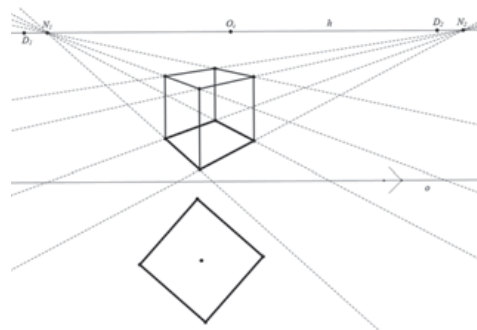
8. Perspektiva s jednim nedogledom

Perspektiva s jednim nedogledom koristi se kada se objekt koji crtamo nalazi direktno ispred nas tako da je jedna (ili više) strana objekta usporedna s horizontom. U tom slučaju pravci paralelni s ravninom projiciranja ostaju paralelni na slici, a pravci okomiti na ravninu projiciranja sijeku se na horizontu u očištu O_c , tj. nedogled je u očištu.



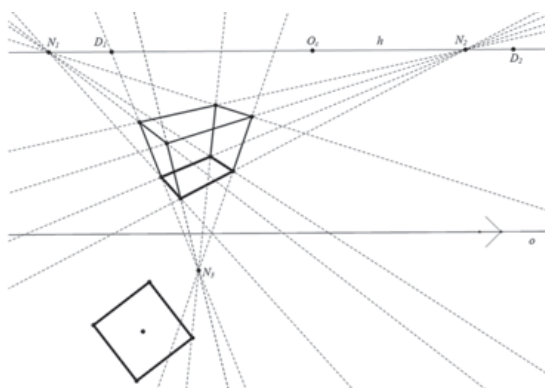
9. Perspektiva s dva nedogleda

Ukoliko želimo snažniji efekat dubine i prostora na crtežu, onda je perspektiva s dva nedogleda efikasniji način crtanja nego perspektiva s jednim nedogledom. Koristi se ako je objekt okrenut prema nama jednim bridom (vrhom kuta).



10. Perspektiva s tri nedogleda

Perspektiva s tri nedogleda javlja se kada gledamo neki visoki objekt iz neke točke u podnožju ili ako gledamo taj objekt s visine. Perspektiva s tri nedogleda (još se zove žablja ili ptičja perspektiva) daljnje je „poopćavanje” perspektivnog vizualiziranja objekata. Tri linearno nezavisna dimenzijska vektora definiraju tri skupa paralelnih pravaca. Svaki smjer, tj. skup paralela ima svoj nedogled!

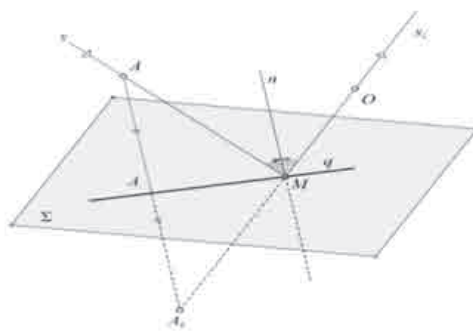
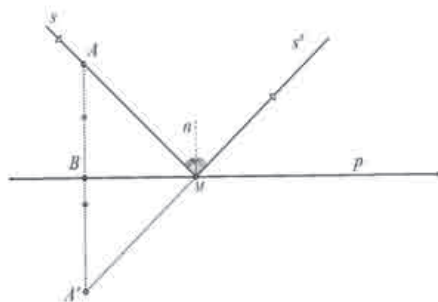


11. Refleksija/zrcaljenje

Konstrukcije zrcaljenja (zrcalne slike) na nekoj ravnini (horizontalnoj, frontalnoj, bočnoj i kosoj) temelji se na zakonu geometrijske optike. Zrcalna je slika virtualna slika objekta simetrična s obzirom na zrcalnu ravninu.

Geometrijska optika definira da su kut između zrake „svjetlosti”/„upadnog” polupravca i okomice na objekt koji reflektira tu zraku i kut reflektirane zrake i te okomice međusobno jednaki, tj. kut „upada” jednak je kutu reflektiranja zrake.

U našem razmatranju objekti koji reflektiraju zrake su pravac i ravnina (zrcalna ravnina ili zrcalo).



12. Sjene tijela

Izvor svjetlosti je točka koja se može nalaziti u konačnosti ili u beskonačnosti. Zrake svjetlosti su svi polupravci s početkom u izvoru svjetlosti.

Ako je izvor svjetlosti u konačnosti, onda se takva rasvjeta naziva *centralnom*. Ako je izvor u beskonačnosti, onda su zrake međusobno usporedne, pa se takva rasvjeta zove *usporedna* ili *paralelna*.

Primjerice, žarulja daje centralnu rasvjetu, a Sunce paralelnu.

Svjetlost osvjetljuje dio tijela. Neosvijetljeni dio nalazi se u samosjeni. Međašnji (konturni) bridovi (ili izvodnice ili krivulje) između osvijetljenih i tamnih ploha zovu se *rastavnice*.

Glavni je zadatak konstruiranja sjena odrediti one dijelove ploha tijela koje su u samosjeni, kao i gdje „pada” sjena tijela (na horizontalnu i/ili vertikalnu ravninu te na drugo tijelo).

Bačenom sjenom neke točke A na ravninu α nazivamo *probodište* zrake svjetlosti kroz A s ravninom α . Bačena sjena dužine, pravca ili krivulje sastavljena je od bačene sjene njihovih točaka. Sjena točke uvijek je točka. Sjena dužine je dužina ili točka. To isto vrijedi za pravac. (Zašto?)

13. Anamorfna perspektiva, ulična i druge perspektive

Anamorfna umjetnost bila je vrlo popularna u 16. stoljeću kao i kasnijim stoljećima. Danas je anamorfno crtanje važno u primjerice reklamnoj industriji zbog postavljanja velikih reklamnih panoa pored autoputa ili na neboderima.

Anamorfna umjetnost je dio perspektive. Poštuje zakone perspektive. Na neki je način ekstremni oblik perspektive jer anamorfna slika nastaje/crta se na ravnini koja nije usporedna sa slikarom/gledateljem. Ta ravnina može biti uspravna (okomita na tlo) i ukošena, tj. zatvara neki kut s ravninom gledatelja. Ta ravnina može biti i horizontalna tj. može biti na tlu.

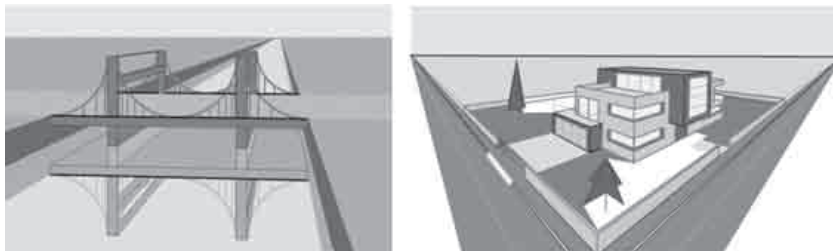
Slike koje se tako crtaju su distorzirane/dilatirane. One se moraju gledati na određeni način (pod određenim kutom ili pomoću cilindričnog odnosno konusnog zrcala) kako bi se dobio uobičajeni doživljaj slike (bez distorzije!).

Primjeri:



14. Izrada projekata

Učenici će u sklopu programa izraditi dva projekta kao završni rad (interijer, eksterijer). Na slikama su neki primjeri već gotovih učeničkih radova:





15. Prezentacija projekata

Učenici će prezentirati svoje radove (drugim učenicima, roditeljima, nastavnicima) na organiziranoj javnoj prezentaciji.

16. Ocjenjivanje projekata i zaključivanje ocjena

*Popis prijedloga projekata:

- analiza umjetničke slike;
- crtanje „nemogućeg” tijela;
- crtanje interijera (sa sjenama);
- crtanje eksterijera (sa sjenama);
- analiza i crtanje predložka za reklamu koja leži na tlu;
- crtanje slike koja se gleda pod nekim kutom, tj. sliku anamorfne umjetnosti;
- analiza Marvelovog stripa i izrada jedne takve slike;
- analiza i izrada slike „forsirane perspektive” i/ili Hitchcockovog zumiranja (primjena perspektive u filmu)

Zaključak

Program *Nacrtna geometrija* realizirat će se uz pomoć računala i odgovarajućeg softvera.

U svrhu pilotiranja projekta, početkom srpnja ove godine organizirat će se Ljetna škola V. gimnazije na kojoj će se izraditi dio materijala za ovaj projekt te testirati već postojeći.

Projekt je otvoren prema svima zainteresiranima koji su se spremni uključiti u sam razvoj i realizaciju projekta.

Izvori:

1. U ovome članku korišteni su dijelovi prezentacije s uvodne konferencije IPAQ Peta projekta.