



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

Tehniška gimnazija

PROSTORSKO MODELIRANJE

Izbirni strokovni predmet (210 ur)

Učni načrt

Ljubljana 2020

Gimnazija; tehniška gimnazija
PROSTORSKO MODELIRANJE
Izbirni strokovni predmet (210 ur)
Učni načrt

Avtorji besedila:

prof. dr. **Žiga Turk**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
prof. dr. **Matjaž Dolšek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Riko Vranc, Srednja gradbena šola in gimnazija Maribor
Goran Perhavec, Srednja gradbena šola in gimnazija Maribor
Boris Plut, Šolski center Novo mesto, Srednja elektro šola in tehniška gimnazija
Mihael Gorše, Šolski center Novo mesto, Srednja elektro šola in tehniška gimnazija
Amela Sambolić Beganović, Zavod RS za šolstvo

Učni načrt je posodobitev učnega načrta Opisna geometrija, ki ga je Strokovni svet RS za splošno izobraževanje sprejel na 131. seji 15. 4. 2010.

Recenzenta:

prof. dr. **Danijel Rebolj**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo
mag. **Branko Bele**, Tehniški šolski center Maribor

Jezikovni pregled: Mira Turk Škraba

Izdala: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ter Zavod RS za šolstvo
Za ministrstvo: dr. **Simona Kustec**
Za zavod: dr. **Vinko Logaj**

Prva spletna izdaja
Ljubljana, 2020

Sprejeto na 205. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 20. 2. 2020.

Objava na spletni strani:

http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2020/programi/gimnazija/ucni_nacrti.htm

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
[COBISS.SI-ID=16941059](https://nuk.ub.uni-lj.si/COBISS.SI-ID=16941059)
ISBN 978-961-03-0489-0 (Zavod RS za šolstvo, pdf)

KAZALO

1	OPREDELITEV PREDMETA.....	1
2	SPLOŠNI CILJI PREDMETA.....	2
3	OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE	3
3.1	Osnove geometrije in prostoročnega risanja (obvezni del 140 ur)	5
3.2	Projekcije in načini projiciranja	5
3.3	Računalniško podprto prostorsko modeliranje.....	6
3.3.1	Digitalni prostorski modeli	6
3.3.2	Uporabniški vmesnik in delovno okolje značilnega 3D modelirnika.....	6
3.3.3	Operacije geometrijskega modeliranja	6
3.3.3.1	Modeliranje ovojnic (Boundary-representation)	8
3.3.3.2	Modeliranje poligonalnih mrež.....	8
3.3.3.3	Metoda temeljnih gradnikov	8
3.3.4	Organizacija digitalnega modela	9
3.3.5	Prikaz modela	9
3.4	Modeliranje inženirskega objekta – mostu (prvi izbirni del 35 ur).....	9
3.4.1	Idejna zasnova objekta.....	9
3.4.2	Modeliranje objekta z izbranim modelirnikom	10
3.4.2.1	Zasnova geometrije temeljev.....	10
3.4.2.2	Zasnova geometrije stebrov	10
3.4.2.3	Zasnova geometrije voziščne konstrukcije	10
3.5	Vizualizacija z umestitvijo v prostor (drugi izbirni del 35 ur).....	11
3.5.1	Priprava digitalnega modela reliefa in površja	11
3.5.2	Umestitev modela objekta v digitalni model terena	11
3.5.2	Izdelava vizualizacije in renderiranja modela objekta	11
3.5.3	Izdelava animacije obhoda in preleta nad terenom oz. modelom	12
3.6	Projektno/raziskovalno delo (tretji izbirni del 35 ur).....	12
4	STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA	13
5	DIDAKTIČNA PRIPOROČILA	15
6	MATERIALNI POGOJI	18
7	ZNANJA IZVAJALCEV	19

1 OPREDELITEV PREDMETA

Risba je eden od osnovnih in najstarejših oblik sporazumevanja v celotnem razvoju človeške civilizacije. Je univerzalni jezik in pomembno orodje za samostojno razmišljanje in komuniciranje z drugimi. Opredeljujejo jo prostor in predmeti, njihove dimenzije, razmerja, medsebojne lege in zakonitosti ter njihova postavitve in vloga v prostoru. Sistematično in matematično korektno predstavljanje trirazsežnih elementov na papir je omogočila opisna geometrija. V sodobnem času so računalniki s pomočjo različnih programskih orodij omogočili prenos in uporabo tega znanja na vse področje grafičnega komuniciranja. To vključuje vizualizacijo in manipulacijo tridimenzionalnih konceptov in podob ter razlago in predstavitev idej na digitalen grafični način.

Pomemben del spoznavnega procesa, povezanega s tem učnim načrtom, vključuje ustvarjanje in uporabo modelov in slik.

Učni načrt Prostorsko modeliranje spodbuja razvoj sodelovalnih veščin v realnih in virtualnih svetovih in spodbuja razumevanje prednosti in odgovornosti, ki so povezane s temi procesi.

Razvija sposobnosti in razumevanja, ki dijake¹ usposablja za potencialne poklicne poti in prihodnje učenje na področjih, kot so arhitektura, gradbeništvo, strojništvo, geodezija, tehnična kemija in mnoga druga.

Predmet naj dijaku vzbudi zanimanje za strokovno področje, vezano na inženirstvo, ki v sebi združuje tehnična, naravoslovna in humanistična znanja.

Predmet neposredno temelji na spoznanjih in temah, ki so zajete v opisni geometriji, matematiki in informatiki, in je podprt z uporabo sodobne informacijske tehnologije. V ospredje postavlja višje miselne procese s poudarkom na nadgradnji osnovnega geometrijskega znanja v zmožnost vizualnega predstavljanja in udejanjanja idej in konceptov v obliki tridimenzionalnih modelov. Cilj lahko dosežemo po klasični poti s papirjem in svinčnikom ali pa s CAD orodji, kot počnejo oblikovalci ali v sodobni inženirski praksi konstruktorji in arhitekti.

Dijake spodbuja k zavestnemu opazovanju okolja, presoji prostorskih leg in odnosov. S teoretičnimi osnovami risanja in modeliranja, tako klasičnega kot računalniškega, pa daje tudi praktične možnosti razumevanja tehniških slik in prenosa lastnih idej v slikovni jezik. Poznavanje geometrije in njenih zakonitosti daje dijaku sposobnost predstavljanja v prostoru, hkrati pa odpre način razmišljanja, ki ga dijak lahko kot dodatno kakovost uporabi pri katerem koli naravoslovnem predmetu nadaljnega študija. Odpira široko polje, ki ga zajema sodobno vizualno komuniciranje.

¹ V tem učnem načrtu izraz dijak velja enakovredno za dijaka in dijakinjo. Enako velja izraz učitelj enakovredno za učitelje in učiteljice.

2 SPLOŠNI CILJI PREDMETA

Dijaki:

- izluščijo bistvene značilnosti glavnih konceptov in teorij, ki se nanašajo na obravnavo teles v prostoru,
- uporabljajo projekcije za prikaz predstavljanja prostorskih elementov,
- rišejo prostoročno skice v perspektivi,
- pridobijo osnovna teoretična in praktična znanja o računalniško podprtem modeliranju in usvojijo uporabo ustreznih programskih orodij,
- opredelijo in presodijo izbiro strategije in metode modeliranja,
- razložijo zgradbo in gradnike digitalnega geometrijskega modela,
- razvijajo prostorsko predstavo,
- raziščejo nekatera poglavja računalniške grafike,
- razvijajo natančnost in sistematičnost pri delu,
- razvijajo sposobnost dela v skupini,
- razvijajo lastno ustvarjalnost in načrtujejo lasten proces učenja,
- izdelajo maketo in 3D natisnejo manjši digitalni model.

3 OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE

Učni načrt za predmet prostorsko modeliranje v tehniških gimnazijah pogloblja razumevanje konceptov, ki jih dijaki delno spoznajo pri pouku naravoslovnih predmetov. Učni načrt vključuje v šolsko prakso tudi aktualne učne vsebine.

Učni načrt je hierarhično urejen in obsega vsebinske sklope, poglavja in cilje. Vsebinski sklopi obravnavajo širše področje geometrijskega modeliranja in vključujejo več poglavij. Posamezni cilji so podrejeni končnemu cilju, ki dijaka vodi do razumevanja poglavij in sklopov. Učni načrt vpeljuje delitev znanj, ki izhajajo iz splošnih in tematskih ciljev ter jedrnih vsebin, na splošna in posebna znanja.

Splošna znanja so znanja, ki so potrebna za splošno izobrazbo in so namenjena vsem dijakom, zato jih mora učitelj obvezno obravnavati. Posebna znanja pa so opredeljena kot dodatna ali poglobljena znanja, zato jih učitelj obravnava glede na zanimanje in zmožnosti dijakov. V učnem načrtu so splošna znanja zapisana v okviru obveznih širših tem.

Pri obveznih in izbirnih vsebinah je predvideno projektno delo. Pri obveznem delu se dijaki izpopolnjujejo v znanju modeliranja, pri izbirnih vsebinah pa načrtujejo, modelirajo in postavijo v prostor inženirski objekt. Predvidena je izdelava makete in manjšega 3D tiska modela.

Posebna znanja v načrtu so opredeljena in zapisana v poševnem tisku, uresničujejo se glede na okoliščine: zanimanje dijakov, pripravljenost za samostojno delo, aktualnost določene gradnje, vpetost v projektno delo.

Pouk vključuje obravnavo vsebin in splošnih znanj, utrjevanje in ocenjevanje ter aktivno sodelovanje dijakov pri načrtovanju objektov po lastni zamisli.

	Število ur
Obvezni vsebinski sklopi	140
Vsebinski sklop 1 Osnove geometrije in prostoročnega risanja <ul style="list-style-type: none"> • Projekcije in načini projiciranja 	35
Vsebinski sklop 2 Računalniško podprto prostorsko modeliranje <ul style="list-style-type: none"> • Digitalni prostorski modeli • Uporabniški vmesnik in delovno okolje 	35
Vsebinski sklop 3 Operacije geometrijskega modeliranja <ul style="list-style-type: none"> • Modeliranje ovojnic • Modeliranje poligonalnih mrež 	35
Vsebinski sklop 4 Operacije geometrijskega modeliranja <ul style="list-style-type: none"> • Metoda temeljnih gradnikov Organizacija digitalnega modela <ul style="list-style-type: none"> • Prikaz modela 	35
Izbirni vsebinski sklopi	70
Vsebinski sklop 1 <ul style="list-style-type: none"> • Modeliranje inženirskega objekta • Idejna zasnova objekta • Modeliranje objekta z izbranim modelirnikom 	35
Vsebinski sklop 2 <ul style="list-style-type: none"> • Vizualizacija z umestitvijo v prostor • Priprava digitalnega modela reliefa in površja • Umestitev modela objekta v digitalni model terena • Izdelava vizualizacije in renderiranje modela objekta • Izdelava animacije obhoda in preleta nad terenom 	35
Vsebinski sklop 3 Projektno/raziskovalno delo	35

3.1 Osnove geometrije in prostoročnega risanja (obvezni del 140 ur)

Cilji

Dijaki:

- na primeru predstavijo osnovne geometrijske pojme,
- iz podatkov znajo prepoznati kvadrante,
- narišejo skico po modelu v razredu,
- rišejo perspektivo iz ene točke – centralna,
- rišejo perspektivo iz dveh točk – kotna,
- *rišejo perspektivo iz treh točk (ptičja, žabja).*

Vsebine

- Osnove geometrijskih pojmov
- Ravninski koordinatni sistem
- Osnove risanja in prostoročnega skiciranja
- Očišče, horizont, bežiščnice, gledišče
- Veščina risanja 3D teles na ploskvi z uporabo perspektive

3.2 Projekcije in načini projiciranja

Cilji

Dijaki:

- uporabijo načine in vrste projiciranja,
- rišejo predmete v pravokotni in poševni projekciji,
- znajo določiti lego posameznih točk, daljic, likov, ravnin in teles v prostoru,
- razumejo tlorisne, narisne in stranske poglede geometrijskih elementov,
- *izdelujejo plašče osnovnih in sestavljenih 3D teles (objektov),*
- določajo dejanske velikosti posameznih geometrijskih likov,
- znajo določiti razdalje in kote med geometrijskimi elementi,
- narišejo perspektivno projekcijo preprostejših geometrijskih teles.

Vsebine

- Vzporedna projekcija
- Centralna projekcija
- Lega v prostoru in prostorski koordinatni sistem
- Prva in druga projekcija
- Kvadranti v prostoru
- Perspektivno projiciranje
- Osnovni prijemi konstruiranja v perspektivi

3.3 Računalniško podprto prostorsko modeliranje

Cilji

Dijaki:

- se usposobijo za računalniško podprto modeliranje kompleksnih teles.

Vsebine

3.3.1 Digitalni prostorski modeli

Cilji

Dijaki:

- spoznajo različne vrste modelov in njihove značilnosti,
- znajo izbrati ustrezen način,
- *znajo vnesti oblak točk v modelirnik,*
- s pomočjo mobilnega telefona in aplikacije 3D skenirajo predmet, ga uvozijo v modelirnik in ugotovijo njegove dimenzije.

Vsebine

- Modeli glede na število dimenzij: od 2D do 6D
- Modeli glede na namen
- Oblak točk
- Posnetek obstoječega predmeta, prostora
- *BIM model*

3.3.2 Uporabniški vmesnik in delovno okolje značilnega 3D modelirnika

Cilji

Dijaki:

- z uporabo spoznavajo uporabniški vmesnik in delovno okolje,
- razlikujejo ravninski in prostorski način,
- znajo nastaviti merilo, enote, poglede,
- *znajo nastaviti, premikati in orientirati koordinatni sistem.*

Vsebine

- Ukazi, delo z meniji
- Koordinatni sistemi, enote, pogledi in okna

3.3.3 Operacije geometrijskega modeliranja

Cilji

Dijaki:

- spoznajo združevanje, »odštevanje« teles,

- spoznajo manipuliranje objektov z raztegovanjem, obračanjem, spreminjanjem velikosti,
- *izdelajo presečno telo med dvema telesoma.*

Vsebine

- Izrivanje iz poligonalnega tlorisa ali iz delov osnovnih teles
- Brisanje ploskev ali robov
- Rekonstrukcija ploskev
- Ukazi za premikanje, rotacijo in razteg teles

3.3.3.1 Modeliranje ovojnic (Boundary-representation)

Cilji

Dijaki:

- modelirajo telesa s ploskvami,
- povezujejo robove v ploskve,
- povezujejo ploskve v telesa,
- *uporabljajo topološke transformacije: izrivanje, vlečenje, rotacija, napenjanje, »pometanje«.*

Vsebine

- Predstavitev teles s pomočjo podatkovne strukture modela
- Presečišča ploskev – robovi, presečišča robov – oglišča
- Geometrijske transformacije: premik, zasuk, skaliranje, zrcaljenje, zamikanje
- Surfaces, faces edges, vertices – površine, lica, robovi, oglišča

3.3.3.2 Modeliranje poligonalnih mrež

Cilji

Dijaki:

- ročno povezujejo točke v trikotniško mrežo,
- avtomatsko generirajo in urejajo poligonalne mreže,
- *generirajo ortogonalne mreže.*

Vsebine

- Delo z oglišči in robovi
- Kontrolne točke v prostoru
- Predstavitev z mnogokotniško ali trikotno mrežo
- Delo s poligoni, površinami in elementi
- Spremembe površin poligonskih objektov

3.3.3.3 Metoda temeljnih gradnikov

Cilji

Dijaki:

- kreirajo osnovna geometrijska in homogena telesa (solids),
- *uporabljajo Boolove operacije za modeliranje sestavljenih teles.*

Vsebine

- 2D gradniki: točka, polilinja, poligon, liki, krivulje, tekst
- 3D gradniki: piramida, valj, stožec, kuboid, krogla, prizma
- Unija, presek, razlika

3.3.4 Organizacija digitalnega modela

Cilji

Dijaki:

- se odločijo o načinu modeliranja,
- povezujejo gradnike modela v skupine in komponente,
- povezujejo komponente v tematske sloje,
- *izdelajo maketo in tridimenzionalno natisnejo manjši model.*

Vsebine

- Organizacija modela in gradnja binarnega drevesa
- Povezovanje gradnikov v tematske sloje – layers

3.3.5 Prikaz modela

Cilji

Dijaki:

- uporabljajo prikaz teles s pogledom v obliki žičnega modela,
- uporabljajo prikaz teles s pogledom v načinu animacije teles,
- znajo postaviti in premikati presečne ravnine s telesom,
- kotirajo telesa v 2D projekcijah,
- *dodajo podrobnosti, materiale, teksture.*

Vsebine

- Tipi ploskev, lica teles, mejne ploskve, konture
- Osnovna očišča in presečne ravnine
- Ukazi za delo z ravninami in preseki teles
- Ukazi za kotiranje
- Prosojnost in sence
- Renderiranje teles

3.4 Modeliranje inženirskega objekta – mostu (prvi izbirni del 35 ur)

3.4.1 Idejna zasnova objekta

Cilji

Dijaki:

- določijo konstrukcijski sistem,
- določijo lokacijo stebrov, podpornikov,
- določijo razpore med stebri,
- določijo horizontalni potek osi objekta,
- določijo vertikalni potek osi objekta,
- *skicirajo model objekta.*

Vsebine

- Skice
- Tloris in prerezi idejne zasnove objekta

3.4.2 Modeliranje objekta z izbranim modelirnikom

3.4.2.1 Zasnova geometrije temeljev

Cilji

Dijaki:

- določijo obliko in višino temeljev,
- določijo prereze temelja,
- *modelirajo temelje.*

Vsebine

- Vertikalni in horizontalni prerezi
- Ortogonalne projekcije na ravnino
- Modeliranje 3D teles

3.4.2.2 Zasnova geometrije stebrov

Cilji

Dijaki:

- določijo elementarni prerez stebra,
- določijo višine stebrov.

Vsebine

- Prerezi stebra
- Prerez razširitve stebra na ležišču
- *Model stebra*

3.4.2.3 Zasnova geometrije voziščne konstrukcije

Cilji

Dijaki:

- določijo debelino spodnje plošče,
- določijo debelino zgornje voziščne plošče,
- definirajo prerez konstrukcije nad stebrom,
- definirajo potek spreminjanja prereza konstrukcije v polju,
- modelirajo voziščno konstrukcijo,
- *modelirajo detajle.*

Vsebine

- Vertikalni in horizontalni prerezi konstrukcij
- Ortogonalne projekcije na ravnino
- Modeliranje s pomočjo CSG gradnikov
- Modeliranje s pomočjo ovojníc

3.5 Vizualizacija z umestitvijo v prostor (drugi izbirni del 35 ur)

3.5.1 Priprava digitalnega modela reliefa in površja

Cilji

Dijaki:

- na podlagi oblaka točk izdelajo digitalni model reliefa in površja,
- vključijo ortofoto posnetek terena Slovenije,
- *izdelajo fotorealistično upodabljanje modela objekta.*

Vsebine

- Oblak točk
- Modeliranje terena s plastnicami in mrežo višin
- Topografski in kartografski podatki
- Ortofoto posnetki Slovenije in relief terena

3.5.2 Umestitev modela objekta v digitalni model terena

Cilji

Dijaki:

- vključijo model objekta mostu v teren,
- *uvozijo model v Google Earth.*

Vsebine

- Zemeljski koordinatni sistem
- Geolokacija
- Digitalni višinski model

3.5.2 Izdelava vizualizacije in renderiranja modela objekta

Cilji

Dijaki:

- lepíjo in izbirajo vzorce in teksture na ploskve teles,
- usmerjajo svetlobo, nastavíjo prosojnost in senčenje,
- izberejo ambientalne pogoje,
- izberejo manjšo resolucíjo in renderirajo model,

- razumejo osnovne pojme in principe delovanja posameznih tehnologij VR, MR, AR,
- *pogledajo izdelek z očali cardboard VR ali oculus ali podobnim orodjem.*

Vsebine

- Virtualna realnost – popolno digitalno okolje
- Difuzna ali razpršena svetloba
- Usmerjanje in viri svetlobe
- Refleksijski koeficienti, uporaba barve, senčenje, sence
- Usmerjenost svetlobe, ambientalni pogoji, odbojnost ploskve
- Mešana realnost – mešano resnično in digitalno okolje
- Razširjena realnost – resnično okolje z digitalnim prekrivanjem

3.5.3 Izdelava animacije obhoda in preleta nad terenom oz. modelom

Cilji

Dijaki:

- *izdelajo animacijo gibanja okrog objekta in preleta objekta.*

Vsebine

- Trajektorije gibanja
- Postavitve kamere

3.6 Projektno/raziskovalno delo (tretji izbirni del 35 ur)

Cilji

Dijaki:

- skupaj z mentorjem identificirajo raziskovalni izziv,
- načrtujejo in izvedejo projektno/raziskovalno delo (delo v okviru projekta – šolskega, regionalnega, mednarodnega, delo v raziskovalnih institucijah ali v podjetjih),
- oblikujejo ugotovitve in sklepe ter na različne predstaviijo projektno/raziskovalno delo.

Vsebina

- Projektno/raziskovalno delo
- Aktualni izzivi
- Trajnostni razvoj

4 STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA

Pričakovani standardi znanja izhajajo iz zapisanih ciljev, vsebin in kompetenc. Napisani so splošno, kar pomeni, da jih bodo dijaki dosegali v različnem obsegu in na različnih taksonomskih stopnjah. S krepko pisavo so označeni minimalni standardi znanja.

Obvezni del

Dijak:

- z osnovnimi prijemi perspektivnega projiciranja prostoročno riše poljubni predmet,
- **prostoročno riše preprosta geometrijska telesa v perspektivnem pogledu,**
- uporablja in zna nastavljeni koordinatni sistem v posameznih pogledih,
- **prikazuje poljubno telo v tlorisu, narisu, stranskem risu,**
- pozna pravila ortogonalnega projiciranja,
- **iz projekcij razbere lego in velikost narisanege telesa,**
- določa dejanske velikosti posameznih likov in zna izmeriti kote med njimi,
- nariše plašče osnovnih 3D teles,
- **se zna odločiti za ustrezen način modeliranja,**
- uporablja oblak točk,
- **uporablja ukaze za manipulacijo 3D teles,**
- modelira telo s pomočjo ovojnic,
- uporablja geometrijske transformacije,
- uporablja topološke transformacije,
- **generira in ureja poligonske mreže,**
- **modelira osnovna geometrijska in homogena telesa (solids),**
- **s pomočjo Boolovih operacij izdelava unijo, presek in razliko teles,**
- poveže gradnike modela v skupine in komponente,
- postavi in premika presečne ravnine s telesom,
- modelira preseke poljubnega telesa s projicirno in splošno ravnino,
- modelira predore različnih teles,
- **zna kotirati like.**

Prvi in drugi izbirni sklop

Dijak:

- **modelira inženirski objekt,**
- generira model terena s plastnicami,
- umesti model v teren,
- **izdelava vizualizacijo modela,**
- **izdelava maketo** in tridimenzionalno natisne manjši model.

Projektno/raziskovalno delo

Dijak:

- **pozna** in uporablja **načela projektnega/raziskovalnega dela**,
- **razume, da ima znanstveno raziskovanje pomembno vlogo pri reševanju aktualnih izzivov**,
- **kritično ovrednoti identificirani predlog z dosedanjimi izsledki raziskav**,
- **svoja dognanja predstavi interesnim skupinam na različne načine** in z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije.

5 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Pouk predmeta prostorsko modeliranje naj izhaja iz kakovostne obravnave učne snovi in stremi k razumevanju osnovnih geometrijskih zakonitosti v prostoru. Poučevanje ne sme zdrsni na raven samega poučevanja uporabe orodja za modeliranja, temveč mora skozi potek, ki ga učitelji v sodelovanju z dijaki postopoma razvijajo, dejansko privzgojiti predstavnost v prostoru in obvladovanje geometrijskih prostorskih zakonitosti. Pri tem naj bo pouk podprt z ustreznimi modeli v razredu ter demonstracijami v računalniških programih.

Pri delu z računalniškim programom dela vsak dijak na svojem računalniku. Če je treba, se dijaki delijo v skupine. Zaradi različnih interesov in zmožnosti je lahko pouk pri izvajanju aktivnih oblik diferenciran, tako da lahko dijaki posamično ali v skupinah po lastni izbiri rešujejo naloge na različnih zahtevnostnih ravneh, pri čemer naj najzahtevnejše naloge vsebujejo probleme, ki predstavljajo izziv tudi za najzmožnejše dijake.

Učitelj je pri izbiri učnih oblik in metod dela avtonomen. Slediti mora temeljnim ciljem, vsebine in izvedbo pouka prilagaja možnostim, ožjemu in širšemu okolju ter interesom dijakov.

Pričakovani dosežki izhajajo iz zapisanih splošnih in operativnih ciljev in vsebin. Vrednotenje dosežkov, preverjanje in ocenjevanje znanja naj vključujejo različne načine in oblike. Učitelj naj upošteva individualnost posameznika in naj bo pri preverjanju in ocenjevanju dosleden, objektiven in strpen. Ocenjevanje naj bo načrtovano in javno.

Znanje preverjamo in ocenjujemo v obliki digitalnega izdelka projektne dela.

Pri vrednotenju dosežkov upoštevamo znanje, razumevanje, uporabo znanja, analizo, sintezo in vrednotenje. Preverjanje znanja opravljamo čim več z nalogami projektne tipa.

Skladno z razvojem sodobne pedagoške stroke, metodike in didaktike učitelj strokovno avtonomno spremlja napredek dijakov pri razumevanju vsebinskih konceptov, doseganju spretnosti in veščin ter razvoju vrednot. Stopnjo doseganja pričakovanih dosežkov učitelj preverja in ocenjuje skladno z izbranimi načini izvajanja pouka. Ocena izkazanih dosežkov naj bo čim bolj celostna, zato priporočamo, da učitelj po lastni strokovno avtonomni presoji uporablja različne načine preverjanja in ocenjevanja izkazanega znanja, pri čemer naj upošteva tudi zmožnosti in individualne posebnosti dijaka. Izkazano razumevanje in povezovanje vsebin in sklopov se kaže v kakovosti končnega izdelka dijakov.

Spremljanje operativnih ciljev naj bo usmerjeno na razvijanje zmožnosti in spretnosti pri uporabi računalniške programske opreme za grafično oblikovanje in modeliranje.

Medpredmetno povezovanje

Na ravni vsebin lahko prostorsko modeliranje na tehniških gimnazijah povežemo z drugimi, predvsem naravoslovnimi, predmeti pri obravnavi interdisciplinarnih problemov.

Na ravni procesnih znanj lahko ta predmet sodeluje z načinom pristopa k reševanju problema, oblikovanjem miselnega vzorca, izdelavo skic, modelov in računalniške risbe. Učitelji na šoli skupno načrtujejo obravnavo določenih vsebin, še posebno pa **projektno delo**, ki lahko združi naravoslovnno-tehniške in družboslovne predmete.

Možnosti konkretnih povezav: Prostorsko modeliranje lahko z računalniško tridimenzionalno risbo in izdelavo maket pripomore k boljši predstavljenosti prostorskih modelov pri matematiki, kemiji in drugih strokovno tehniških predmetih. S poznavanjem načinov projiciranja lahko pomaga pri razumevanju kartografije ter branju in razumevanju sodobnih in starejših slikovnih zapisov umetnosti in zgodovine.

Didaktična priporočila za načrtovanje in izvedbo interdisciplinarnega strokovnega sklopa

Interdisciplinarni strokovni sklop (ISS) daje priložnosti za uvajanje sodobnih didaktičnih pristopov. Z izvedbo vsebin v okviru ISS zagotovimo interdisciplinarno povezovanje vsebin in ciljev različnih strok ter tako pri dijakih razvijamo razumevanje kompleksnosti, povezanosti in soodvisnosti pojavov in procesov različnih strokovnih področij. Oblike vzgojno-izobraževalnega dela v ISS naj spodbujajo sodelovalno učenje in timsko delo dijakov ter sodelovalno poučevanje in timsko delo učiteljev.

V okviru ISS je ključno povezovanje znanja različnih predmetnih (strokovnih) področij, reševanje avtentičnih problemov, opravljanje raziskovalnega in praktičnega samostojnega in skupinskega dela dijakov (učenje z raziskovanjem) s poudarkom na aktivni vlogi dijakov ter spodbujanje razvoja transverzalnih veščin.

Šola lahko načrtuje ISS v tretjem in/ali četrtem letniku, tako da vsebine in cilje ISS črpa iz izbirnih vsebinskih sklopov učnih načrtov najmanj dveh izbirnih strokovnih predmetov tehniške gimnazije, pri čemer znotraj ISS zagotovi realizacijo obveznih vsebinskih sklopov učnega načrta izbranega izbirnega strokovnega predmeta tehniške gimnazije v obsegu 140 ur.

V učnem načrtu za predmet **prostorsko modeliranje** sta vključevanju v interdisciplinarne sklope in povezovanju z drugim strokovnim predmetom **gradbeništvo** namenjena izbirna vsebinska sklopa:

- **Tehnično risanje gradbenih načrtov** in
- **Modeliranje stavb.**

Prav tako sta v učnem načrtu za predmet **gradbeništvo** vključevanju v interdisciplinarne sklope in povezovanju z drugim strokovnim predmetom **prostorsko modeliranje** namenjena izbirna vsebinska sklopa:

- **Modeliranje inženirskega objekta** in

- **Vizualizacija z umestitvijo v prostor.**

Učitelj naj načela in področja trajnostnega razvoja celostno umešča v pouk, pri čemer naj upošteva aktualno problematiko, avtentični pristop in vlogo strokovnega področja pri okoljskem, pa tudi širšem družbenem in ekonomskem vidiku trajnostnega razvoja.

6 MATERIALNI POGOJI

Pri obveznih vsebinah je treba teoretični del dopolniti s praktičnim delom dijakov na računalnikih, tako naj bo teoretičnim obravnavam in predstavitev namenjena tretjina časa, dve tretjini pa praktičnim izvedbam, predvsem za samostojno delo dijakov na računalnikih. Pri pouku in izdelavi projektnih nalog na računalniku je treba dijakom zagotoviti ustrezna delovna mesta, opremljena z vso predpisano strojno, komunikacijsko in programsko opremo.

7 ZNANJA IZVAJALCEV

Učitelj predmeta je lahko tisti, ki ima znanja pridobljena s področja visokošolskega izobraževanja gradbeništva, strojništva, arhitekture ali prometa.

Pri izvedbi vaj znotraj ISS lahko sodeluje laborant z znanji, pridobljenimi s področja srednješolskega izobraževanja gradbeništva, strojništva, prometa ali splošnega srednješolskega izobraževanja.