

Naslov članka/Article:

Od primerov do modelov

Modelling Real World Situations

Avtor/Author:

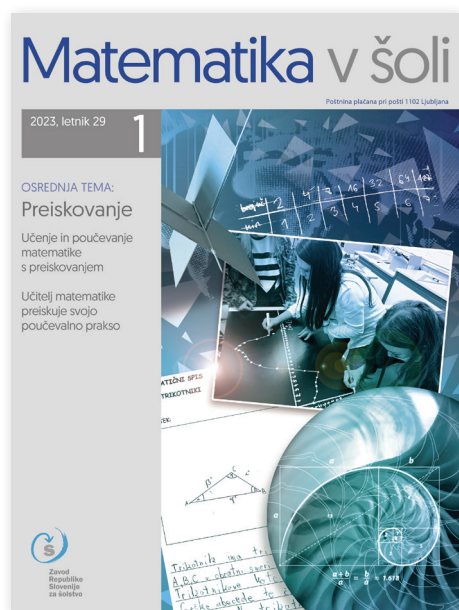
Daniela Beroš, Milena Čulav Markičević, Zlatko Lobar, Ivana Martinić
Prevedla: Lidija Pulko

DOI:

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



Matematika v šoli št. 1/2023, letnik 29

ISSN 1318-010X

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2023

Spletna stran revije:

<https://www.zriss.si/strokovne-revije/matematika-v-soli/>

Od primerov do modelov

Modelling Real World Situations

Daniela Beroš, Milena Čulav Markičević, Zlatko Lobor in Ivana Martinić
V. gimnazija Zagreb

Prevedla: Lidija Pulko, Zavod RS za šolstvo

Izvleček

V članku je predstavljen primer učnega scenarija, ki je nastal v mednarodnem projektu TIME (Teachers' Inquiry in Mathematics Education). Primer iz geometrije v prostoru, ki je bil izveden v srednji šoli na Hrvaškem, so učitelji spremljali po metodi Lesson Study. Dijaki so na podlagi primera iz neposredne okolice opredelili definicijo matematičnega pojma ter na podlagi definicije, ki so jo sestavili njihovi sošolci, izdelali model geometrijskega pojma. Na ta način so ponotranjili pomembnost natančne rabe matematičnega jezika.

Ključne besede: projekt TIME, Lesson Study, geometrija v prostoru, definicija, model

Abstract

This paper outlines a teaching scenario created as part of the international project TIME (Teachers' Inquiry in Mathematics Education). An example from solid geometry was carried out at a secondary school in Croatia and monitored by teachers employing the Lesson Study method. Students defined a mathematical concept using a situation from their immediate environment and then produced a model of the geometric concept based on the definition constructed by their classmates. In this sense, they internalised the significance of the precise usage of mathematical language.

Keywords: TIME project, Lesson Study, solid geometry, definition, model.

Uvod

V mednarodnem projektu TIME¹ (Teachers' Inquiry in Mathematics Education) smo se seznanili z metodo profesionalnega razvoja, poznano kot *Lesson Study*. Cikel *Lesson Study* vključuje prepoznavanje in proučevanje učnega problema, načrtovanje učne ure, izvedbo in kolegialno spremljanje učne ure ter konstruktivno zaključno refleksijo. Vse faze smo načrtovali in izvedli timsko, pri čemer smo imeli ves čas v mislih zastavljene cilje.

Najprej smo poiskali zahtevne in za dijake težko razumljive vsebine, ki bi jih želeli obravnavati na nov način. Odločili smo se za vsebino *Logaritemska skala*² (o kateri smo v tej reviji že pisali) in *Geometrija v prostoru*. Za drugo izvedbo *Lesson Study* smo izbrali vsebino *Razdalja in kot v prostoru* iz sklopa *Geometrija v prostoru*, namenjeno drugemu letniku srednje šole.

Motivacija in cilji

Vsebinsko smo izbrali zaradi pogostih težav dijakov z definiranjem osnovnih pojmov v prostoru, z vizualizacijo geometrijskih prob-

lemov v prostoru in uporabo definicij za reševanje geometrijskih problemov. Z načinom obravnave teh sklopov v učbenikih nismo bili zadovoljni, zato smo se odločili dijakom omogočiti, da definicije oblikujejo sami, namesto da samo reproducirajo že obstoječe formalne definicije.

Želeli smo, da dijaki ob zaključku sklopa *definirajo osnovne pojme prostorske geometrije* kot sta razdalja in kot. Zadali smo si splošne cilje: *razumevanje zapisanih definicij, izdelava ustreznega manipulativnega modela na osnovi zapisane definicije in reševanje geometrijskih matematičnih problemov z življenjskimi situacijami*.

Želeli smo dinamično delavnico, polno raznolikih dejavnosti, v zaključku katere dijaki iz ponujenih materialov izdelajo geometrijski model. Zanimalo nas je, v kolikšni meri bodo oblikovane definicije dijakov podobne formalnim definicijam v učbenikih, ali bodo pravilne, kako natančno jih bodo dijaki zapisali in ali bodo na osnovi definicije, ki jo je oblikovala skupina pred njo, izdelali ustrezni geometrijski model. Želeli smo ugotoviti, ali bo delavnica pripomogla k pravilnemu razumevanju in uporabi definicij pri nadaljnjem reševanju problemov iz prostorske geometrije.

¹ Več na spletni stran projekta TIME: <https://time-project.eu/>.

² Članek: Beroš, D., Čulav Markičević, M., Lobor, Z., Martinić, I. (2022). Logaritemska skala, revija Matematika v šoli 28(1), 40–46.

Potek delavnice

Delavnica je potekala, kot smo načrtovali in zapisali v scenariju. Izvajanju delavnice smo namenili 80 minut. Dijake oddelka smo razdelili v skupine. Skupina prejme delovni list z navodili za samostojno delo, s pomočjo katerega na podlagi primerov iz svojega neposrednega okolja oblikujejo definicijo enega izmed pojmov: *Razdalja med točko in ravnino*, *Kot med premico in ravnino*, *Kot med ravninama*. Primeri so izbrani tako, da ponazarjajo geometrijske pojme v realnih situacijah iz neposredne okolice. Po dve skupini sta delali na istem pojmu.

Po dvakratni ciklični menjavi delovnih listov se vsi dijaki seznanijo s tremi geometrijskimi pojmi, za prvega oblikujejo in zapišejo definicijo, za drugega prejeto definicijo po potrebi nadgradijo in za tretji geometrijski pojem na osnovi prebrane definicije, ki jo je oblikovala skupina dijakov pred njimi, izdelajo manipulativni model. Sledi predstavitev oblikovanih definicij in izdelanih modelov. (Slika 2).

Učitelj vodi pogovor o primerjavi oblikovanih definicij s formalno. Ponujamo nekaj izhodiščnih vprašanj:

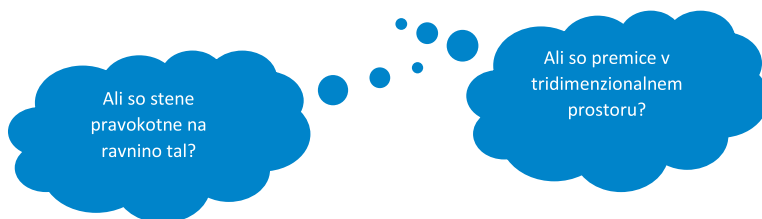
- *Ali definiciji ustrezno opisujeta pojem?*
- *Bi lahko bila definicija jasnejša?*
- *Ali model ustreza definiciji?*
- *So kakšne pomanjkljivosti?*
- *Smo se spomnili vseh posebnih primerov?*

Postopek ponovimo za vsak pojem. Dijaki naj v razpravi sodelujejo enakovredno, saj je vsak član vsake skupine razmišljal o vseh pojmi in njihovih definicijah.

Spremljava pouka

Opazovalci so spremljali potek dejavnosti. Ugotovili so, da so dijaki po prejemu učnega lista z navodili pričeli raziskovati problem. Premikali so stole, odpirali in zapirali okna in učbenike, opazovali lečo projektorja ... Izbrani primeri so bili za dijake primerno izhodišče za oblikovanje definicij. Dijake je bilo treba opomniti, naj na liste ne zapisujejo delnih ugotovitev, temveč končno oblikovano definicijo geometrijskega pojma oziroma medsebojnega odnosa geometrijskih elementov. Definicije, ki so jih zapisale nekatere skupine so, kljub tej usmeritvi, vsebovale opise konkretnih primerov. Na splošno so bile konkretne situacije za dijake koristne in so jih spodbudile k oblikovanju lastne definicije.


Nekateri dijaki so zastavljali zanimiva vprašanja:



Kolikšna je razdalja med lečo projektorja in projekcijskim platnom?

Kako bi izmerili to razdaljo?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo razdalje med točko in ravnino.



Slika 1: Primer delovnega lista – Razdalja med točko in ravnino.



Slika 2: Učitelj vodi pogovor o primerjavi oblikovanih definicij s formalno – Kot med premico in ravnino.

Skupini, ki sta morali oblikovati definicijo razdalje med točko in ravnino, sta delo opravili hitreje, skupini, ki sta se ukvarjali s kotom med dvema ravninama, pa sta imeli najtežjo nalogo in sta zanjo potrebovali nekoliko več časa. Tega problema smo se zavedali že pred izvedbo delavnice, vendar smo vedeli, da se bo skupni časovni obseg dela skupin izenačil.

V fazi dopolnjevanja definicij so člani nekaterih skupin naleteli na težave z razumevanjem zapisa in tako izkusili pomen natančnega izražanja pri matematiki ter spoznali, kolikšno razliko v razumevanju zapisanega besedila lahko povzroči že ena sama beseda.

Najbolj zanimiv in zabaven del ure je bila nedvomno izdelava modela. Dijaki so bili presenečeni in veseli ponujenega materiala ter možnosti ustvarjanja, česar v srednji šoli niso vajeni. Lahko so izkazali ustvarjalnost in ob tem sodelovali s člani svoje skupine.

Na slikah 3, 4 in 5 so prikazani nekateri izdelki dijakov.



Slika 3: Primeri izdelkov dijakov: Razdalja med točko in ravnino.



Slika 4: Primeri izdelkov dijakov: Kot med premico in ravnino.



Slika 5: Primeri izdelkov dijakov: Kot med ravninama.

Za učitelja je najzahtevnejša faza validacije (poročanja, potrjevanja), v kateri je treba natančno prebrati definicije dijakov in se pogovoriti o njihovi pravilnosti, popolnosti in natančnosti. Presoditi mora, ali geometrijski model ustreza prejeti definiciji, ali pa je skupina izdelala model po »občutku«, oziroma ga je morda oblikovala le na osnovi predhodnega znanja.

Navajamo nekaj »nerodno« oblikovanih definicij, učitelj naj podobne zapise izkoristi za učenje in nadgradnjo znanja ter odpravo napačnih predstav.

Razdalja med točko in ravnino:

»Razdalja med točko in ravnino je dolžina dolžine, pravokotne na tisto ravnino, kjer je ena točka te dolžine na ravnini, druga pa je tista, katere oddaljenost od ravnine opazujemo.«

Kot med premico in ravnino:

»Če gre premica skozi ravnino, bo z njo tvorila 4 kote z neke opazovalne točke, ki jih je neskončno veliko. Med temi koti sta nasprotna sovršna, sosednja sta suplementarna. Če je premica vzporedna z ravnino, kota ni. Če premica leži na ravnini, meri kot 180° .«

Kot med ravninama:

»Kot med ravninama je kot, ki ga oklepata pravokotni projekciji premice dveh ravnin na tretjo navpično ravnino.«

Po vsaki izvedeni delavnici smo zbrali povratne informacije dijakov.

Nekatere navajamo:

- »Učno vsebino sem se naučil na zanimiv način in sem jo bolje razumel.«
- »Presenetila me je enostavnost definicij.«
- »Presenetilo me je, da smo kot skupina oblikovali precej natančno definicijo.«
- »Bil sem presenečen, kako smo bili učinkoviti in kako logične in enostavne so te definicije.«
- »Bil sem presenečen, kako je bilo zabavno.«
- »Naučil sem se bolje sodelovati v skupini.«
- »Presenetil me je uspeh naše skupine v danih okoliščinah.«
- »Presenetilo me je, kako zahtevno je bilo razumeti definicijo druge skupine.«

Z odzivi dijakov smo bili zelo zadovoljni, strinjali smo se, da smo dosegli zastavljene cilje. Ostal je le še korak, v katerem bomo presodili, ali so bile izvedene delavnice pomagale dijakom pri razumevanju in uporabi definicij pri nadaljnjem reševanju problemov.

Razprava in zaključki

Vsebinsko *Geometrija v prostoru* smo v projektne timu prepoznali kot zahtevno in za dijake težko razumljivo, zato smo jo želeli obravnavati na nov način. Skozi pogovor in izmenjavo izkušenj smo ugotovili, da je najbolj zahtevna stvar prav uvedba definicij.

V prvi različici smo želeli obravnavati pet pojmov in njihovih definicij:

- pravokotnost premice in ravnine,
- pravokotnost ravnin,
- razdalja med točko in ravnino,
- kot med premico in ravnino ter
- kot med ravninama.

Število definicij smo zmanjšali na tri, saj smo predvidevali, da časovni obseg dveh šolskih ur ne bo zadostoval za vseh pet. Pričakovali smo, da dijaki posameznih elementov ne bodo znali povezati v celotno sliko. Želeli smo oblikovati izhodiščne motivacijske probleme, v katerih bi dijaki izmerili ali izračunali razdalje in velikosti kotov. Izbrali smo primere za oblikovanje definicij in njihovo vizualizacijo, saj je to pomembno za naše nadaljnje delo. Zaradi enostavnosti smo izbrali primere v okolju učilnice, čeprav bi se lahko pogovarjali tudi o poševnem stolpu v Pisi ali zastavi na pročelju stavbe. Izkazalo se je, da so bili dijaki za delo motivirani prav zaradi enostavnosti izbranih primerov in predmetov, ki so bili že v učilnici, da so jih lahko dijaki takoj uporabili.

Menimo, da je delavnica zelo uspešna – večina skupin je uspela pravilno definirati pojme, četudi kdaj premalo natančno. Nekateri zapisi so bili pomanjkljivi, velikokrat brez opažanj in/ali zaključkov. Ustvarili smo izvrstno priložnost, da učitelj opozori na pomembnost natančne definicije in lepoto enostavnosti v matematiki, kar so dijaki prepoznali in omenili tudi v podanih povratnih informacijah.

Zanimivo je bilo opazovati, kako so vse skupine resnično uživale pri izdelavi modelov in bile resnično presenečene, ko so ugotovile, da je večina njihovih definicij pravilnih. Vseh šest skupin je imelo težave in izzive pri razumevanju definicij drugih, saj so bili dijaki postavljeni v vlogo recenzentov. Ugotovili so, da je treba uporabljati natančen matematični jezik, kar je bilo zanje zelo poučno. Na koncu so imeli zahtevno nalogo izdelati model na podlagi definicije nekoga drugega – spet nekaj, česar običajno ne počnejo, a prispeva k boljšemu razumevanju.

Opazili smo, da so skupine posamezne faze zaključile različno hitro, saj je bilo nekatere pojme zahtevnejše definirati ali zanje izdelati geometrijski model. Skupine, ki so posamezno fazo zaključile hitreje, so čas porabile za izboljšanje zapisa definicije ali nadgradnjo geometrijskih modelov.

V naslednjih učnih urah bomo opazovali, kako je izvedena delavnica pripomogla k uspešnosti reševanja nalog, pri katerih je pomembno razumevanje teh definicij. Pričakujemo, da bo razmišljanje in sklepanje dijakov ob reševanju nadaljnjih geometrijskih problemov učinkovitejše in bo dobro izhodišče za nadaljnje usvajanje učnih vsebin. Opisano delavnico bomo izvajali tudi z naslednjimi generacijami dijakov.

Kljub zaključku projekta bomo člani tima nadaljevali z *Lesson Study*. Vsako šolsko leto bomo načrtovali, prilagodili, izvedli in analizirali eno učno vsebino. Odločili smo se, da bomo nagradili sodelovanje, načrtovanje in raziskovanje naše pedagoške prakse ter tako dosegli bistvo tega projekta – opolnomočiti učitelje za skupno strokovno rast.

TIME scenarij – Razdalja in kot

Standardi znanja (pričakovani dosežki)	Dijaki definirajo geometrijske pojme: razdalja med točko in ravnino; kot med premico in ravnino; kot med dvema ravninama.
Splošni cilji	<ul style="list-style-type: none"> • razumevanje zapisanih definicij, • izdelava ustreznega manipulativnega modela na osnovi zapisane definicije, • reševanje geometrijskih matematičnih problemov z življenjskimi situacijami
Potrebno matematično predznanje	<ul style="list-style-type: none"> • v prostorski geometriji ločijo pojme: točka, premica in ravnina, • prepoznajo in opišejo različne medsebojne lege točk, premic in ravnin v prostoru
Letnik, starost dijakov	2. letnik, dijaki stari 15–16 let
Trajanje	80–90 minut
Potreben material	<ul style="list-style-type: none"> • delovni listi za vsakega dijaka, • opis posameznega problema na plakatu formata A3, • različni materiali za izdelavo modelov: karton, kroglice iz stiropora, plastelin, različno dolge palice, lepilo, vrvico, škarje ... • prazni listi, flomastri in druga pisala, magneti za tablo.
<p>Problem: 1a Kolikšna je razdalja med lečo projektorja in projekcijskim platnom? Kako bi izmerili to razdaljo? Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo razdalje med točko in ravnino.</p>	


1b
 Kolikšna je razdalja med žarnico in tlemi?
 Kako bi izmerili to razdaljo?
Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo razdalje med točko in ravnino.


2a
 Kolikšen kot oklepa noga stola z ravnino tal?
 Kako bi izmerili ta kot?
Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med premico in ravnino.

2b
 Kolikšen kot oklepa pisalo z listom, po katerem pišete?
 Kako bi izmerili ta kot?
Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med premico in ravnino.

3a
 Odprite zvezek (prenosni računalnik) tako, da boste ponazorili kot 150° .
 Kako bi izmerili ta kot?
Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med ravninama.

3b
 Odprite okno in z okenskim krilom ponazorite kot 70° .
 Kako bi izmerili ta kot?
Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med ravninama.

Faze	Dejavnosti in navodila učitelja	Dejavnosti in odzivi dijakov
Devolucija/Predstavitev problema (didaktična faza) 5 minut	Dijake razdeli v šest skupin (1a, 2a, 3a, 1b, 2b, 3b). Vsaka skupina prejme delovni list, s pomočjo katerega lahko sami opredelijo definicijo matematičnega pojma na podlagi primera iz neposredne okolice. Po dve skupini hkrati (1a in 1b, 2a in 2b ter 3a in 3b) na osnovi različnih primerov oblikujeta definicijo istega pojma.	Dijaki sledijo navodilom učitelja in oblikujejo skupine. Preberejo navodila na delovnem listu in vprašajo učitelja, če potrebujejo dodatna pojasnila.
Akcija/Delovanje (adidaktična faza) 15 minut	Učitelj opazuje delo skupin in reagira, če se osredotočijo na merjenje in računanje, namesto da bi definirali pojem.	Dijaki razpravljajo o problemu in poskušajo oblikovati ustrezno definicijo.
Devolucija/Predstavitev problema (didaktična faza) 2 minuti	Skupinam naroči, naj izmenjajo liste z zapisanimi definicijami: skupine 1a, 1b in 1c morajo ciklično izmenjati svoje zapise tako, da vsaka skupina dobi nov pojem (npr. da dajo list skupini na levi in ga prejmejo od skupine na desni). Podobno izmenjajo liste skupine 2a, 2b in 2c. Dijakom poda navodilo, naj preberejo nalogo z novim geometrijskim problemom in preverijo definicijo, ki so jo oblikovali dijaki v skupini pred njimi. Dijaki naj premislijo in se dogovorijo, kako je definicijo treba prilagoditi, in jo poskušati narediti »boljšo«. Novo in izboljšano definicijo morajo napisati na nov list.	Dijaki poslušajo in upoštevajo učiteljeva navodila. Ciklično zamenjajo liste z zapisanimi definicijami na način: 
Akcija/Delovanje (adidaktična faza) 15 minut	Učitelj opazuje delo skupin in dijake usmerja, da se osredotočijo na zapis definicij in ne le na primere iz neposredne okolice, ki so jim bili v pomoč pri razmišljanju.	Dijaki preberejo prejeta definicija in po razpravi naredijo potrebne popravke. Novo, izboljšano definicijo napišejo na nov list.

Faze	Dejavnosti in navodila učitelja	Dejavnosti in odzivi dijakov
Devolucija/Predstavitev problema (didaktična faza) 2 minuti	Skupinam naroči, naj ponovno izmenjajo liste. Tako se vsaka skupina seznanji z vsemi tremi matematičnimi pojmi. Skupinam razloži, da je njihova končna naloga izdelava manipulativnega modela s pomočjo priloženih materialov. Model izdelajo izključno na podlagi »izboljšane« definicije matematičnega pojma, ki so jo prejeli od prejšnje skupine.	Dijaki poslušajo in upoštevajo učiteljeva navodila. Ponovno ciklično zamenjajo liste z zapisanimi definicijami na način: 
Akcija/Delovanje (adidaktična faza) 20 minut	Učitelj opazuje skupinsko delo.	Dijaki preberejo prejeto definicijo in izdelajo manipulativni model.
Formulacija/Zapis ugotovitev (adidaktična faza) 6 minut	Ko predstavnik skupin 1a in 2a končata s predstavitvijo, učitelj pritrudi na tablo še formalno definicijo.	Predstavnika skupin 1a in 2a predstavita definicijo in model. Zapis definicije pritrdira na tablo.
Validacija/Poročanje (didaktična in adidaktična faza) 3 minute	Vodi razpravo o predstavljenih definicijah na tabli: Ali definicije dijakov opisujejo dani matematični pojem? Ali je model skladen z definicijo? Ali obstajajo pomanjkljivosti? Ali pogrešamo kakšne posebne primere? Ali lahko definicije naredimo bolj jasne?	Primerjajo formalne definicije s svojimi in sodelujejo v razpravi, v katero se lahko vsi dijaki enakovredno vključijo, saj se je vsak dijak v treh dejavnostih seznanil z vsemi tremi matematičnimi pojmi.
Formulacijo (2 x 6 min) in validacijo (2 x 3 min) ponovimo za vsak matematični pojem (tudi za skupini 1b in 2b ter 1c in 2c).		
Institucionalizacija/Oblikovanje ustaljenega zapisa (didaktična faza) 3 minute	Učitelj dijakom podaja povratno informacijo. Poudari pomen ustrezne rabe matematičnega jezika in natančnih definicij. Izpostavi lepoto preprostosti. <i>Priporočilo: Učitelj pridobi povratne informacije dijakov tako, da postavi dve preprosti vprašanji:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kaj si se naučil? • Kaj te je presenetilo? 	Končno različico definicij dijaki zapišejo v zvezke.

Možni načini, kako lahko dijaki dosežejo standarde znanja	<p>V prvi akcijski fazi lahko dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opazujejo predmet iz vsakdanjega življenja v neposredni okolici, ki je bil opisan na delovnem listu, ga pogledajo z različnih zornih kotov in na podlagi opazovanja naredijo nekaj zaključkov, • narišejo skice, • razpravljajo o opredelitvi matematičnega pojma in o tem, kako zapisati definicijo, • rešijo tudi nalogo, podano kot primer, če jim to pomaga pri oblikovanju definicije. <p>V drugi akcijski fazi lahko dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opazujejo predmet iz vsakdanjega življenja v neposredni okolici, ki je bil opisan na delovnem listu in katerega definicijo so prejeli od prejšnje skupine, ga pogledajo z različnih zornih kotov in na podlagi opazovanja naredijo nekaj zaključkov, • pogledajo skice, ki jih je naredila predhodna skupina, in jih nadgradijo, če presodijo, da je to potrebno, • razpravljajo o definiciji, ki so jo prejeli (ali jo razumejo, ali definira dani matematični pojem, ali jo je treba izboljšati v smislu jasnosti, rabe ustreznega matematičnega jezika ali poenostavitve), • razpravljajo o tem, kako izboljšati definicijo. <p>V tretji akcijski fazi lahko dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> • preberejo definicijo, ki so jo dobili od druge skupine, in jo poskušajo razumeti, • pogledajo material, ki jim je na voljo,
---	---

- razpravljajo o tem, kako z uporabo ponujenega materiala izdelati model matematičnega pojma na podlagi dane definicije,
- izdelajo manipulativne modele.

PRIMERI DEFINICIJ, KI SO JIH OBLIKOVALI DIJAKI

Razdalja med točko in ravnino

- »je oddaljenost točke od njene pravokotne projekcije na ravnino«,
- »je dolžina daljice od točke do njene pravokotne projekcije na ravnino«,
- »je dolžina daljice, pravokotne na to ravnino, kjer je eno krajišče te daljice na ravnini, drugo pa je točka, katere oddaljenost od ravnine opazujemo«,
- »je dolžina najkrajše daljice, ki povezuje to točko in to ravnino«.

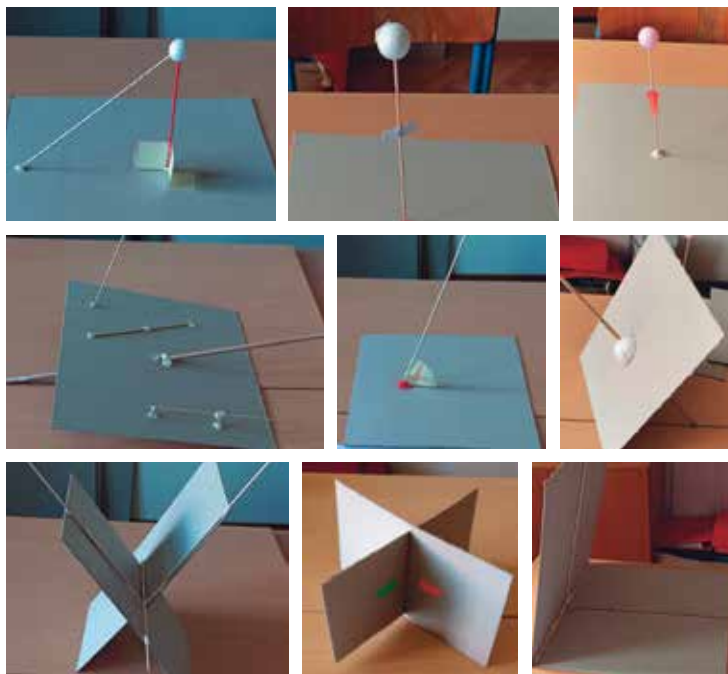
Kot med premico in ravnino

- »je kot med premico in njeno pravokotno projekcijo na to ravnino«,
- »je kot, ki ga premica zapira s premico, ki je njena pravokotna projekcija na dano ravnino«.

Kot med ravninama

- »je kot med dvema premicama, ki ležita na teh ravninah in sta pravokotni na premico, v kateri se ti ravnini sekata«,
- »je kot med dvema žarkoma, ki ležita na različnih ravninah, sta pravokotna na presečišče ravnin in njuno izhodišče je na tej premici«,
- »je kot med premico, ki leži na ravnini, pravokotni na presečišče obeh ravnin, in premico, ki je njena pravokotna projekcija na drugo ravnino«,
- »je kot, ki ga oklepata pravokotni projekciji premic, ki ležita na obeh ravninah na tretji pravokotni ravnini«.

PRIMERI MODELOV, KI SO JIH IZDELALI DIJAKI



Vir fotografij: Arhiv V. Gimnazije Zagreb

Nadaljnje preiskovanje

Koncepti, ki smo jih preučevali v tem scenariju, bodo uporabljeni pri reševanju nadaljnjih problemov v prostorski geometriji, kjer naj bi dijaki uporabljali razdalje in kote v geometrijskih telesih, zlasti piramidah. Običajno imajo dijaki veliko težav pri vizualizaciji in risanju skic, predvsem kota med osnovno in stransko ploskvijo piramide ali med osnovnim in stranskim robom, zato pričakujemo, da jim bo delavnica pomagala pri določanju in računanju kotov in razdalj. To znanje bomo uporabili pri priklicu definicij in lastnosti geometrijskih teles.

1a

Razdalja med točko in ravnino



Kolikšna je razdalja med lečo projektorja in projekcijskim platnom?

Kako bi izmerili to razdaljo?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo razdalje med točko in ravnino.

1b

Razdalja med točko in ravnino



Kolikšna je razdalja med žarnico in tlemi?

Kako bi izmeril to razdaljo?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo razdalje med točko in ravnino.

2a

Kot med premico in ravnino



Kolikšen kot oklepa noga stola z ravnino tal?

Kako bi izmerili ta kot?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med premico in ravnino.

2b

Kot med premico in ravnino



Kolikšen kot oklepa pisalo z listom, po katerem pišete?

Kako bi izmerili ta kot?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med premico in ravnino.

3a

Kot med ravninama



Odprite zvezek tako, da boste ponazorili kot 150° .

Kako bi izmerili ta kot?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med ravninama.

3b

Kot med ravninama



Odprite okno in z okenskim krilom ponazorite kot 70° .

Kako bi izmerili ta kot?

Na podlagi tega primera poskusite zapisati definicijo kota med ravninama.