

Problemska naloga v fazi poglobljanja in povezovanja matematičnih znanj

mag. Simona Pustavrh
Šolski center Novo mesto, Srednja elektro šola in tehniška gimnazija

Izvleček

V prispevku sta predstavljena primera problemskih matematičnih nalog, ki ju lahko rešimo po različnih poteh. Pri prvem primeru dijaki računajo višino trikotnika v pravokotnem koordinatnem sistemu v ravnini, v drugem primeru pa z različnimi praktičnimi metodami določijo višino drevesa ob šolskem igrišču. Zaradi kompleksnosti sta nalogi primerni za gimnazijske programe. Izvedemo ju lahko tudi v programih srednjega strokovnega izobraževanja, če metode reševanja nalog prilagodimo znanju dijakov.

Ob reševanju nalog dijaki povežejo znanja različnih matematičnih vsebin, pri tem pa spretno uporabljajo informacijsko-komunikacijsko (IKT) tehnologijo, informacije pa iščejo s pomočjo literature in različnih virov. Z iskanjem različnih poti do rešitve razvijajo divergentno mišljenje, metodo analize in sinteze ter kritični odnos do interpretacije rezultatov. Na koncu vsake aktivnosti smo z dijaki analizirali delo. Dijaki so ocenili aktivnosti kot dobrodošli, saj so svoje znanje uporabili na drugačen način, in si želijo še več podobnih nalog.

Ključne besede: matematična znanja, problemska naloga, različni načini reševanja, trikotnik, višina drevesa

Problem-Solving Task in the Phase of Deepening and Integrating Mathematical Knowledge

Abstract

The article gives two examples of mathematical problem-solving tasks that can be solved in different ways. In the first example, secondary school students calculate the height of a triangle in a plane-rectangular coordinate system; in the second example, they determine the height of a tree next to the school recreation ground using various practical methods. Due to their complexity, the tasks are suitable for general secondary schools. They can also be implemented in secondary technical schools by adapting the task-solving methods to the students' knowledge.

When solving the tasks, the students integrate the knowledge of various mathematical contents, while skilfully using information and communication technology (ICT), and searching for information with the help of literature and various sources. By searching for different paths to the solution, they develop divergent thinking, the method of analysis and synthesis, and a critical attitude towards the interpretation of results. At the end of each activity, the teacher and the students analysed their work together. The students assessed the activities as a welcome addition, since they were able to apply their knowledge in a different way. They would like more tasks of this kind.

Keywords: mathematical knowledge, problem-solving task, different problem-solving methods, triangle, height of tree

Višina trikotnika

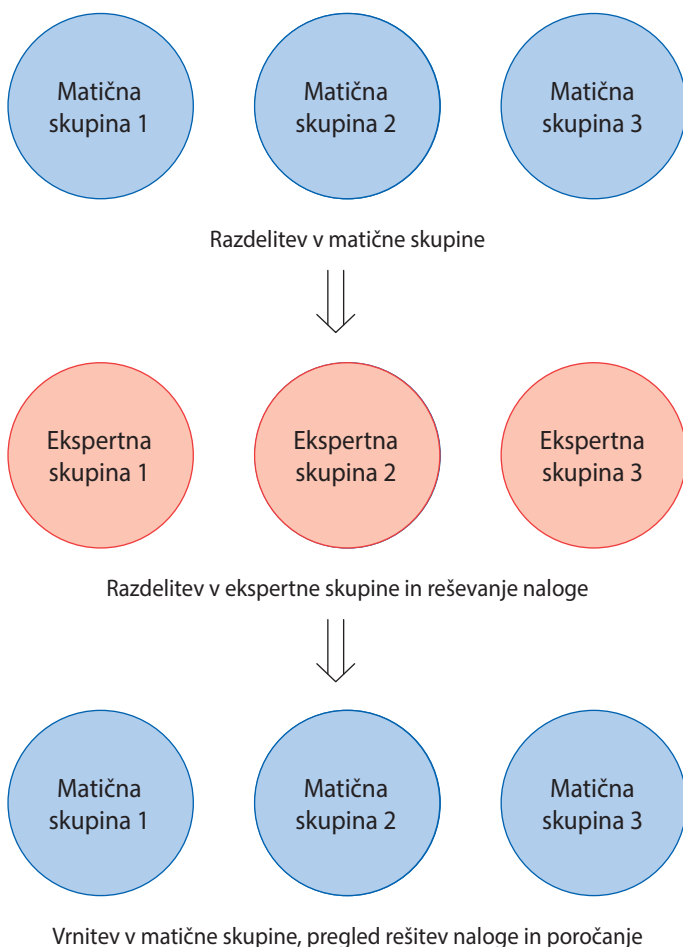
Aktivnost je smiselno izvesti proti koncu tretjega letnika po obravnavi kotnih funkcij in metrične geometrije v ravnini. Dijaki potrebujejo naslednje predznanje: znajo izračunati ploščino trikotnika po različnih obrazcih, izračunajo razdaljo med dvema točkama, uporabljajo kosinusni izrek za izračun velikosti kota v trikotniku, izračunajo kot med vektorjema, znajo zapisati enačbo premice in izračunati kot med premicama, izračunajo oddaljenost točke od premice.

Možen pristop

Zastavitev problema

V uvodnem delu dijake seznanimo z metodo dela in nalogo. Dijake seznanimo s potekom sodelovalnega učenja, in sicer podzvrst sodelovalnega učenja z imenom »sestavljanje«, ki je opisana v [2].

Pri sestavljanju učitelj razdeli dijake v matične skupine, da dijaki vedo, kdo so člani skupine. Nato se dijaki razdelijo v ekspertne skupine in učitelj poda besedilo naloge, za katero imajo dijaki na voljo omejeni čas. Ko poteče čas reševanja naloge, se dijaki vrnejo v matične skupine in drug drugemu predstavijo rešitve, ki so jih oblikovali v ekspertnih skupinah, nato pa skupine poročajo o rešitvah naloge.

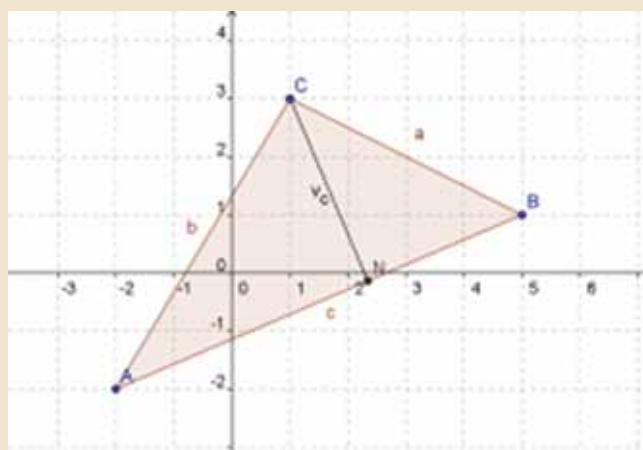


Dijake lahko razdelimo v matične in ekspertne skupine na različne načine. Sama jih razdelim tako, da vsakemu dijaku dam enega od spodnjih lističev (če je dijakov manj, ne razdelimo vseh lističev). Lističi enake barve določajo matične skupine, lističi z enakimi številkami pa ekspertne skupine. V vsaki matični in v vsaki ekspertni skupini so tako po 4 dijaki.

1	2	3	4
5	6	7	8
1	2	5	6
7	8	3	4
1	6	3	8
5	2	7	4
1	2	7	8
5	6	3	4

Ko so dijaki razdeljeni v ekspertne skupine, jim podam besedilo naloge:

V trikotniku z oglišči $A(-2, -2)$, $B(5, 1)$ in $C(1, 3)$ izračunajte dolžino višine na stranico c . Nalogo rešite na čim več različnih načinov.



Razvoj aktivnosti

Dijaki so v svojih ekspertnih skupinah rešili nalogo na več načinov. Ko so se vrnili v matične skupine, so si med seboj predstavili načine, po katerih so reševali naloge v ekspertnih skupinah. Na koncu ure je po en dijak iz vsake matične skupine, ki sem ga poklicala k tabli, predstavil eno od poti do rešitve. Zbrali smo zelo veliko različnih poti reševanja.

Prvi način: Z uporabo formule

$$S = \frac{1}{2} \cdot o \cdot \begin{vmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 \end{vmatrix}$$

izračunamo ploščino trikotnika. Z uporabo formule za razdaljo med točkama izračunamo dolžino stranice c , nato pa iz zveze

$$S = \frac{c \cdot v_c}{2}$$

izrazimo v_c in jo izračunamo.

Drugi način: Zapišemo enačbo premice skozi točki A in B ter enačbo pravokotnice na to premico skozi točko C . Izračunamo presečišče obeh premic, ki je ravno nožišče N . Višina trikotnika na stranico c je enaka razdalji med nožiščem in točko C , izračunamo pa jo po formuli za razdaljo med točkama.

Tretji način: Izračunamo dolžine stranic trikotnika z uporabo formule za razdaljo med točkama, s kosinusnim izrekom izračunamo kot α , nato iz zveze $\sin \alpha = \frac{v_c}{b}$ izračunamo v_c .

Četrti način: Izračunamo komponente vektorjev $\overrightarrow{AB}$ in $\overrightarrow{AC}$, njun skalarni produkt in dolžini obeh vektorjev, nato pa kot med vektorjema, ki je enak kotu α . Višino v_c izračunamo iz zveze $\sin \alpha = \frac{v_c}{|\overrightarrow{AC}|}$.

Peti način: Zapišemo enačbo premice skozi točki A in B ter izračunamo oddaljenost točke C od te premice, ki je enaka v_c .

Šesti način: Zapišemo enačbi premic skozi točki A in B ter skozi točki A in C , izračunamo kot med njima, izračunamo dolžino stranice b , nato pa zopet iz zveze $\sin \alpha = \frac{v_c}{b}$ izračunamo v_c .

Sedmi način: Izračunamo dolžine stranic trikotnika z uporabo formule za razdaljo med točkama, s Heronovim obrazcem izračunamo ploščino trikotnika, nato pa zopet iz formule $S = \frac{c \cdot v_c}{2}$ izračunamo v_c .

Osmi način: Izračunamo dolžine vseh treh stranic, s kosinusnim izrekom kot α , ploščino trikotnika po formuli $S = \frac{b \cdot c \cdot \sin \alpha}{2}$, nato pa iz zveze $\sin \alpha = \frac{v_c}{b}$ izračunamo v_c .

Deveti način: Zapišemo enačbo krožnice s središčem v točki C in s polmerom v_c : $(x - 1)^2 + (y - 3)^2 = v_c^2$. Zapišemo še enačbo premice skozi točki A in B . Uporabimo zamenjalni način reševanja sistema enačb in enačbo premice v eksplicitni obliki vstavimo v enačbo krožnice. Ker želimo, da bo premica tangenta krožnice, mora biti diskriminanta nastale kvadratne enačbe enaka 0, rešitev te enačbe pa je ravno v_c .

Do rešitve lahko pridemo seveda še po kakšni od možnih poti.

Vprašanja za razvoj aktivnosti

Dijake sem vzpodbudila k razmišljanju z dodatnimi navodili, naj primerjajo in vrednotijo rezultate naloge, ki so jih dobili po različnih poteh. Usmerila sem jih tudi k primerjanju metod s ciljem, da ugotovijo, katera metoda je krajša oziroma elegantnejša.

Možne razširitve aktivnosti

Nalogo z istimi podatki lahko uporabimo tudi kot povezovalno nalogo v prvih treh letnikih. Dijakom povemo, da bomo isto na-

logo v prvih treh letnikih rešili večkrat. Na ta način zagotovimo spiralno nadgrajevanje znanja.

V prvem letniku nalogo rešimo na prvi in drugi način, v drugem letniku na tretji in četrti način, ostale načine pa v tretjem letniku. Če učitelj razporedi učno snov drugače, seveda prilagodi tudi vrstni red načinov reševanja.

Načrtovanje

Če aktivnost načrtujemo kot ponovitev snovi v tretjem letniku, predvidimo za to dve do tri šolske ure. Čas, ki ga potrebujejo dijaki za reševanje naloge, je odvisen od njihovega predznanja.

Če nalogo izkoristimo za spiralno nadgrajevanje znanja, načrtujemo nalogo v poglavjih, ki so s to nalogo povezana.

Spremljanje dejavnosti in dosežkov

Če aktivnost izvedemo v enem dnevu v blok urah, učitelj spremlja delo dijakov v skupinah. Z razgovorom jih usmerja, če zaidejo s poti ali nimajo več idej. Napoti jih k uporabi literature. Po končani aktivnosti dijaki predstavijo svoje rešitve. Iz vsake skupine učitelj izbere dijaka, ki predstavi enega od načinov, po katerem so prišli do rešitve.

Če celotne aktivnosti ne izvedemo v istem dnevu (če torej ni blok ure), učitelj lahko pobere izdelke ekspertnih skupin in jih pregleda. Poudarek je predvsem na pregledu strategij reševanja ter na sistematičnem in urejenem zapisovanju poti do rešitve. Kot opazam pri svojih dijakih, so njihovi zapiski pogosto nepregledni, nepopolni in nečitljivo zapisani.

Vprašanja za spremljanje

Cilj aktivnosti je bil ponovitev in povezovanje vsebin prvih treh letnikov, zato so se tudi vprašanja nanašala na povezovanje in ponovitev:

- Koliko različnih poti do rešitve ste uspeli poiskati?
- Katera znanja ste pri tem uporabili? Iz katerega letnika je posamezno znanje? Pri katerem poglavju smo se naučili posameznega znanja?
- Katere formule ste znali na pamet in katere ste morali poiskati v literaturi?

Dosežki dijakov pri ugotovljenem in predpostavljene predznanju

Dijaki so najprej narisali trikotnik v pravokotnem koordinatnem sistemu v zvezek, nekateri so celo odprli prenosnik in trikotnik narisali tudi v Geogebri ter prebrali približno rešitev. Nato so reševali nalogo po čim več različnih načinih. S tem so ponovili velik del snovi prvih treh letnikov. Pri svojem delu so povezovali znanja različnih poglavij, primerjali in vrednotili rezultate naloge, ki so jih dobili po različnih poteh, ugotavljali, katera metoda je krajša oziroma elegantnejša in s tem evalvirali svoje delo, kar pomeni razmišljanje na višjih taksnonomskih ravneh znanja. Vsak dijak je bil odgovoren pri reševanju naloge, da razume rešitve, ki jih je oblikovala skupina, saj so se dijaki na koncu vrnili v matične skupine in so morali vsi poročati, kako so nalogo reševali v ekspertni skupini.

Sprva dijaki niso imeli veliko idej. Nalogo so rešili po enem načinu ali dveh. Vzpodbujala sem jih k nadaljnjemu razmišljanju, brskanju po učbenikih, priročnikih in spletu. Kmalu so se spomnili premic, oddaljenosti točke od premice, Heronovega obrazca ... Boljši dijaki so me presenetili z devetimi načinom, saj ga sama nisem predvidela. Največ težav je bilo pri reševanju naloge z vektorji. Čeprav so dijaki sami podali idejo, da bi nalogo lahko rešili tudi z vektorji, so potrebovali mojo pomoč.

Po izvedenih urah sem se pogovorila z dijaki o novi metodi dela. Izrazili so navdušenje, veseli so bili, da so lahko tudi pri matematiki delali v skupinah. Najbolj všeč jim je bilo, da so delali najprej v ekspertnih skupinah, nato pa v matičnih skupinah. Poleg tega se jim je zdelo pomembno tudi, da so ponovili snov za nazaj in da jih je naloga vzpodbudila k širšemu razmišljanju. Pohvalili so me za izvirnost in želijo si več podobnih ur.

Določanje višine drevesa

Aktivnost izvedemo v drugem letniku po obravnavi podobnosti trikotnikov in kotnih funkcij. Ker se aktivnost izvaja na prostem in ob tem izkoristimo sončno svetlobo, je treba izbrati sončen dan. Vsebinsko kotnih funkcij večinoma obravnavamo v zimskih mesecih, zato lahko aktivnost izvedemo tudi na koncu šolskega leta in z njo ponovimo vsebine drugega letnika.

Možen pristop

Zastavitev problema

Dijake v razredu predhodno uro razdelimo v skupine. Skupine dobijo domačo nalogo, da razmislijo in opišejo, kako bi določili višino drevesa na prostem. V zvezek naj narišejo skice, razmislijo, katere količine bi bilo treba izmeriti, kako in s čim bi jih izmerili ter kako bi izračunali višino drevesa.

Razvoj aktivnosti

Na začetku prve ure dijaki po skupinah pregledajo rešitve naloge, ki so jih za domačo nalogo zapisali v zvezek. Vsaka skupina predstavi svoje rešitve. Učitelj po potrebi dopolni metode, če dijaki niso poiskali vseh, ki jih ima učitelj v mislih (dijaki običajno najdejo dve ali tri poti do rešitve). Učitelj dijake vzpodbudi k razmišljanju o potrebnih pripomočkih za merjenje. Učitelj razdeli učne liste, na katere dijaki skicirajo drevo, metode in zapišejo pripomočke. Nato pripravimo pripomočke za merjenje. Veliko pripomočkov lahko dobimo pri učiteljih fizike in pri hišnikih.

Drugo uro se z učnimi listi podamo na teren – na šolska igrišča, kjer so ravna tla in rastejo drevesa skoraj pravokotno glede na tla. Če tla niso ravna in je drevo nagnjeno, so rezultati še manj natančni. S seboj vzamemo pripomočke za merjenje: dve šestili za tablo (za merjenje kotov) ali kotomer, dve vodni tehtnici – libeli, enakokraki pravokotni trikotnik za šolsko tablo, ogledalo, vsaka skupina pa ima meter. Na terenu postavimo delovne točke, in sicer za vsako metodo svojo delovno točko s potrebnimi pripomočki. Dijaki izmerijo potrebne podatke za vsako od metod.

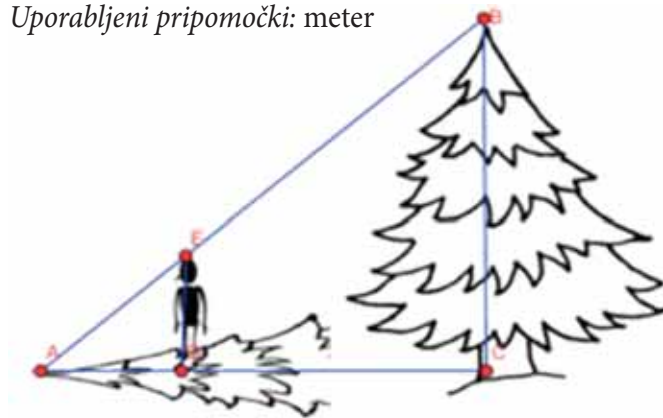
Predlog metod, ki jih lahko izvedemo na terenu:

Prva metoda: Dijak se postavi v senco drevesa tako, da vrh sence njegove glave sovpade z vrhom sence drevesa. Trikotnika ABC in ADE sta podobna. Izmerimo dolžine daljic AD , AC in DE .

Iz razmerja $|AD| : |AC| = |DE| : |BC|$

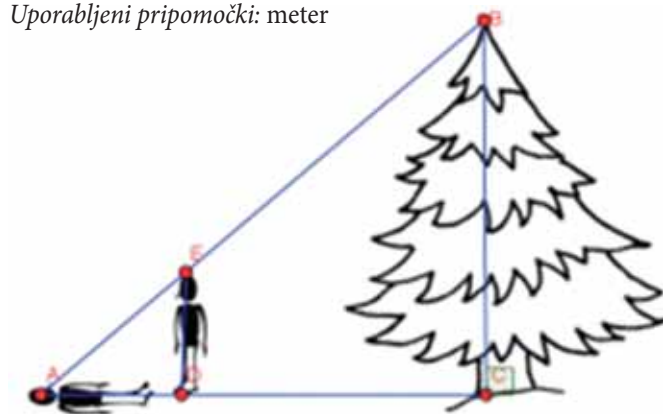
izračunamo višino drevesa BC .

Uporabljeni pripomočki: meter



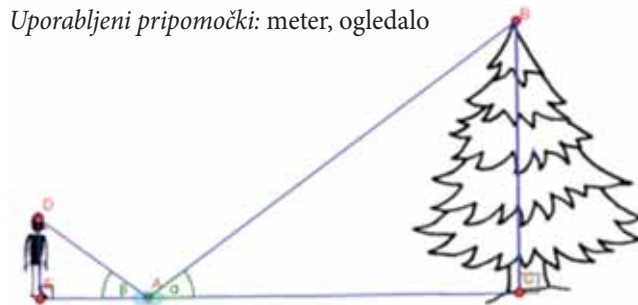
Druga metoda: En dijak leže na tla, drugi dijak se postavi pred njega tako, da ležeči dijak vidi vrh drevesa tik nad glavo dijaka, ki stoji. Trikotnika ABC in ADE sta podobna. Izmerimo dolžine daljic AD , AC in DE . Iz razmerja $|AD| : |AC| = |DE| : |BC|$ izračunamo višino drevesa BC .

Uporabljeni pripomočki: meter



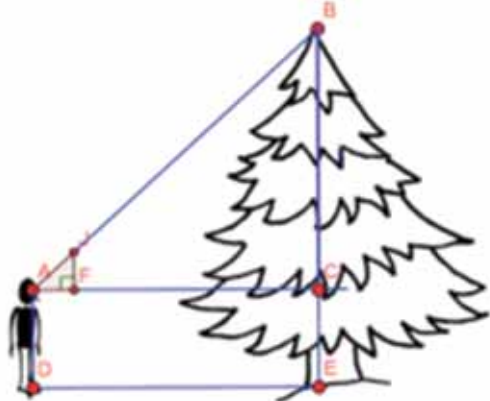
Tretja metoda: Med dijakom in drevesom je ogledalo. Dijak se pomika k ogledalu ali od ogledala, dokler v ogledalu ne vidi vrha drevesa. Ker sta vpadni kot α in odbojni kot β enaka, sta trikotnika ABC in ADE podobna. Izmerimo dolžine daljic AE , ED in AC . Iz razmerja $|AE| : |ED| = |AC| : |BC|$ izračunamo višino drevesa BC .

Uporabljeni pripomočki: meter, ogledalo



Četrta metoda: Dijak vzame enakokraki pravokotni trikotnik AFJ za tablo. Trikotnik poravnava v višini oči tako, da je daljica AF vzporedna s tlemi (konico trikotnika zaščitimo, da se dijak ne zbode v oko). Trikotnika AFJ in ACB sta podobna, zato je daljica AC enako dolga kot daljica CB . Izmerimo dolžini daljic DE in AD . Višina drevesa je enaka $|BE| = |DE| + |AD|$.

Uporabljeni pripomočki: meter, enakokraki pravokotni trikotnik za tablo

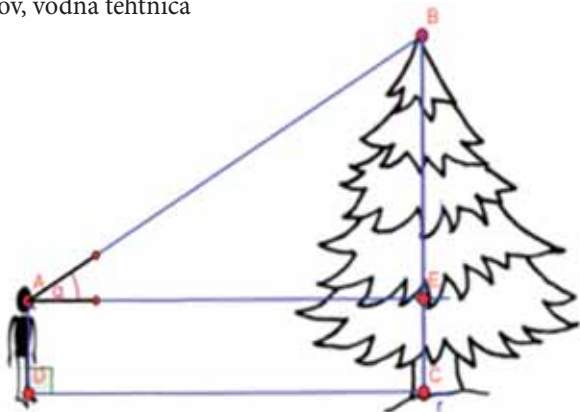


Peta metoda: Dijak s pomočjo šestila, na katerem je mogoče odčitati kot med krakoma, izmeri kot α , pod katerim vidi vrh drevesa. Šestilo poravnava s tlemi s pomočjo vodne tehtnice.

Izmeri še dolžino daljice DC , ki ima enako dolžino kot daljica AE in višino dijaka do njegovi oči, kar je daljica AD .

Najprej iz zveze $\tan \alpha = \frac{|BE|}{|AE|}$ izračunamo dolžino daljice BE , nato pa višino drevesa $|BC| = |BE| + |AD|$.

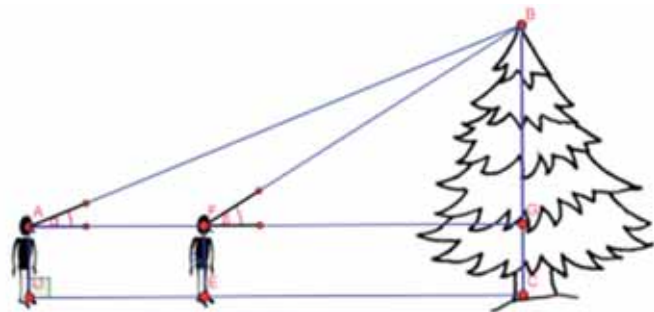
Uporabljeni pripomočki: meter, šestilo ali kotomer za merjenje kotov, vodna tehtnica



Šesta metoda: Predpostavimo, da je drevo na drugi strani reke in dijak ne more izmeriti svoje oddaljenosti od drevesa. Dijak s pomočjo šestila, na katerem je mogoče odčitati kot med krakoma, izmeri kota α in β iz dveh različnih položajev glede na drevo. Izmerimo še dolžini daljic AD in $DE = AF$.

Višino drevesa izračunamo kot rešitev sistema $\tan \alpha = \frac{|BG|}{|AG|}$, $\tan \beta = \frac{|BG|}{|FG|}$, pri čemer je $|AG| = |FG| + |AF|$ in dolžino daljice AF poznamo. Višina drevesa je $|BC| = |BG| + |AD|$.

Uporabljeni pripomočki: meter, šestilo ali kotomer za merjenje kotov, vodna tehtnica



Po opravljenih meritvah si dijaki razdelijo delo. Vsak dijak v skupini obdelava domačo nalogo eno metodo. Opisati morajo tudi uporabnost metode in podati svoje mnenje o natančnosti meritev. Vodja skupine zbere vse učne liste in jih odda učitelju.

Vprašanja za razvoj aktivnosti

Preden se podamo na teren, vzpodbudimo dijake k razmišljanju o sami izvedbi posamezne metode. Zastavimo nekaj vprašanj:

- Za katere metode za določanje višine drevesa pričakujete, da bodo bolj primerne in katere manj?
- Kaj lahko vnaprej poveste o natančnosti meritev, ki jih boste izvedli?
- Predpostavite, katere težave pričakujete pri meritvah na terenu.

Možne razširitve aktivnosti

Pri izvedbi ure na terenu lahko povabimo tudi gozdarja, da izmeri višino drevesa z teodolitom. Dijake lahko napelujemo še na več metod določanja višine drevesa: slikarski način, s fotografiranjem drevesa in dijaka – nato izračunamo višino drevesa s podobnostjo, izdelamo še kakšen pripomoček za merjenje kotov – npr. s kotomerom in vrstico ...

Načrtovanje

Uro načrtujemo v primernem mesecu, da lahko izvedemo metodo s senco drevesa. Primerni meseci so september in oktober na začetku šolskega leta ali maj in junij na koncu šolskega leta. Za izvedbo potrebujemo dve šolski uri. Namesto določanja višine drevesa se lahko odločimo tudi za določanje višine npr. stebra za obcestno svetilko.

Spremljanje dejavnosti in dosežkov

Delo dijakov je treba ves čas opazovati, saj ni pomemben le končni cilj določitev višine drevesa. Pri tem:

- Zabeležimo število metod in ovrednotimo smiselnost metod, ki jih je skupina predlagala pred izvedbo aktivnosti.
- Opazujemo delo posamezne skupine dijakov pri terenskem delu in sodelovanje posameznega dijaka s skupino.
- Pregledamo učne liste.
- Ocenimo delo posamezne skupine po pripravljenem opisnem kriteriju (Tabela 1).
- Po pregledu učnih listov podamo dijakom splošno povratno informacijo o njihovem delu in oceno posamezne skupine.

Če želimo oceniti delo dijakov, lahko ocenimo delo posameznega dijaka ali pa delo celotne skupine. Z ocenjevanjem dela celotne skupine dijake vzpodbudimo k sodelovanju, saj vsak dijak doprinese k oceni skupine. Vendar ne ocenjujmo, če z dijaki predhodno nismo izvedli še nobene aktivnosti z delom v skupini. Pred izvedbo aktivnosti je treba dijake seznaniti z opisnim kriterijem.

Opisni kriterij je treba prilagoditi sposobnostim in izkušnjam dijakov.

Če aktivnosti dijakov ne bomo ocenili, jim podamo le povratno informacijo na podlagi opisnega kriterija. Če želimo delo dijakov oceniti, oblikujemo številčno oceno tako, da postavimo meje za ocene. Po zgornjem kriteriju je mogoče doseči 14 točk. Če se nam zdi katero od področij spremljanja bolj pomembno in želimo, da več prispeva h končni oceni, zgornje točke dodatno ponderiramo (obtežimo).

Če je pri izvedbi aktivnosti sodeloval tudi gozdar, lahko na učnih listih dodamo nalogo, naj dijaki primerjajo svoje rezultate z meritvijo gozdarja. Izračunajo lahko absolutno in relativno napako svojih meritev glede na gozdarjevo meritev.

Vprašanja za spremljanje

Na učnih listih lahko dijakom zastavimo vprašanja, s katerimi preverimo razumevanje problemske naloge. Nekaj primernih vprašanj:

- Katera matematična znanja ste uporabili pri določanju višine drevesa?
- Ocenite natančnost rezultatov in primerjajte med seboj rezultate različnih metod. Kaj ugotovite?

- Katere metode za določanje višine drevesa so se izkazale za bolj primerne in katere manj?
- Opišite težave, ki ste jih imeli pri merjenju na terenu, in podajte predloge za izboljšanje natančnosti meritev.

Dosežki dijakov pri ugotovljenem in predpostavljene predznanju

Delo je potekalo brez posebnih zapletov. Dijaki so bili zelo motivirani. Na terenu so opravili vse meritve in oddali učne liste, ki so bili skrbno izpolnjeni. Z opazovanjem dela dijakov in pregledom izpolnjenih učnih listov sem ugotovila, da so bili cilji ure doseženi: dijaki so uporabljali matematično znanje za rešitev avtentične situacije, sodelovali so v skupini in kritično ovrednotili rezultate. Dosegali so rezultate na višji taksonomski ravni: dijaki so analizirali problem, naredili sintezo in ovrednotili rezultate z vidika uporabljenih metod in natančnosti rezultatov.

Dijaki so ocenili terensko delo kot zelo dobrodošlo, saj pri matematiki običajno sedimo v učilnici. Najbolj jim je bilo všeč, da so lahko pri nalogi uporabili veliko matematičnega znanja in spoznali, kako matematika pride prav. Želijo si več podobnih primerov.

Gradivo

Dijaki so izpolnili učne liste. Vsaka skupina je izpolnila šest učnih listov – za vsako metodo en učni list.

Tabela 1: Predlog opisnega kriterija za ocenjevanje dela skupine

Področje spremljanja	2	1	0
število predlaganih metod	Skupina predlaga vsaj tri metode.	Skupina predlaga eno ali dve metodi.	Skupina ne predlaga nobene metode.
izvirnost predlaganih metod	Predlagane metode so dobre, med njimi tudi kakšna izvirna.	Predlagane metode so dobre, vendar nobena ni prav izvirna.	Predlagane metode niso matematično pravilne.
izvajanje terenskega dela in sodelovanje dijakov v skupini	Vsi dijaki v skupini sodelujejo in skrbno izvajajo meritve. Pri delu se med seboj posvetujejo.	Ne sodelujejo vsi dijaki ali meritve izvajajo neresno.	Ne sodelujejo vsi dijaki in meritve izvajajo neresno.
izpolnjevanje učnih listov	Vsi učni listi so natančno in pregledno izpolnjeni. Vse naloge na vseh učnih listih so rešene.	Učni listi so izpolnjeni nenatančno ali slaba oblika zapisov ali niso rešene vse naloge.	Učni listi so izpolnjeni nenatančno in slaba oblika zapisov in niso rešene vse naloge.
pravilnost uporabe matematičnih znanj in pravilnost izračunov	Vse naloge na vseh učnih listih so matematično pravilno rešene.	Več kot polovica nalog je rešenih matematično pravilno.	Polovica ali manj nalog je rešenih pravilno.
ocena uporabnosti metode	Na vseh učnih listih so podane ocene uporabnosti metod. Ocene so utemeljene.	Uporabnost metod je na vseh učnih listih zapisana, vendar brez utemeljitev.	Uporabnost metod ni podana na vseh učnih listih.
opis težav pri izvedbi in predlogi za izboljšanje meritev	Opis težav pri vseh metodah in podani izvirni predlogi za izboljšanje.	Na vseh učnih listih je le opis težav brez predlogov za izboljšanje.	Naloga ni rešena na vseh učnih listih.



Učni list

Metoda: _____

Člani skupine:

Slika in meritve:

Potrebščine:

Opis metode:

Izračun višine drevesa:

Odgovor:

Ocena uporabnosti metode in natančnosti rezultatov:

Opis morebitnih težav pri praktični izvedbi:

Viri

- [1] Pavlič, G., Kavka, D., Rugelj, M., Šparovec, J. (2012). *Linea nova*. Ljubljana: Modrijan založba.
- [2] Pavlič, G., Kavka, D., Rugelj, M., Šparovec, J. (2012). *Planum novum*. Ljubljana: Modrijan založba.
- [3] Pavlič, G., Rugelj, M., Šparovec, J., Kavka, D. (2012). *Spatium novum*. Ljubljana: Modrijan založba.
- [4] *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi: Knjižnično informacijska znanja* (str. 128). Dostopno na: <http://www.zrssi.si/projektiess/default.asp?pr=2&iz=b3>