

# Izrada eksperimentalnog postava za nastavu fizike

---

Rogić, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:270154>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

Maja Rogić

IZRADA EKSPERIMENTALNOG POSTAVA ZA  
NASTAVU FIZIKE

Diplomski rad

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

SMJER: PROFESOR FIZIKE I TEHNIKE

**Maja Rogić**  
Diplomski rad

**Izrada eksperimentalnog postava za  
nastavu fizike**

Voditelj diplomskog rada: dr.sc. Gorjana Jerbić-Zorc, v.pred.

Ocjena diplomskog rada: \_\_\_\_\_

Povjerenstvo: 1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_  
4. \_\_\_\_\_

Datum polaganja: \_\_\_\_\_

Zagreb, 2016.

## *Zahvale*

*Zahvaljujem svima koji su strpljivo vjerovali u mene i poticali me kad sama nisam našla snage. Svojoj obitelji i prijateljicama Petri K. i Bernardici S. što su imali razumijevanja i energije za mene u enormnim količinama, kao i svojoj mentorici na susretljivosti, poticanju i mudrosti kojom me obasipala. Svom dragom koji mi je dao uzgon da preletim i ovu planinu.*

*I jedno najveće hvala svom bratu Borisu koji me inspirirao za ovaj rad. Kojem ovaj rad i posvećujem jer nisam upoznala vještiju osobu od njega te se samo nadam da ću jednog dana uspjeh razviti pola tih vještina. Za njega, mog Učitelja ...*

## **Sažetak**

Cilj ovog rada je osmisliti izradu eksperimentalnog postava za potrebe nastave fizike, a koja može biti realizirana na satu tehničke kulture. Razrađeno je oblikovanje otvorenog kvadra iz pleksiglasa, koji se koristi kao laboratorijsko posuđe (kada) te dinamometra. Izvedba je zamišljena kroz projektnu nastavu TK i nadopunjuje se fizikalnim konceptima, tj. primjenom u nastavi fizike. Povezivanje nastave fizike i tehničke kulture tako razvija jedan novi način rješavanja problema.

# **Constructing of experimental setups for school physics experiments**

## **Abstract**

The goal of this work is to design the experimental setup for the purpose of teaching physics, which can be realized during the technology classes. The way of forming an open cuboid of Plexiglas, which can be used as laboratory dish, and the dynamometer, has been elaborated. The performance is designed for a technology teaching project which complements by the physical concepts, i.e. in the teaching physics. Linking physics teaching to technology develops a new way of solving the problems.

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Koncept cjeloživotnog učenja .....	1
1.2. Motivacija za izbor teme diplomskog rada .....	2
1.3. Program tehničke kulture i veza sa nastavom fizike .....	2
1.4. Projektna nastava .....	3
2. Izrada otvorenog kvadra .....	5
2.1. Planiranje zadatka .....	5
2.1.1. Radne operacije izvedbe modela .....	8
2.1.2. Upute za rukovanje alatom i očuvanje modela .....	9
2.2. Pokus .....	20
2.3. Metodički komentar .....	22
3. Izrada dinamometra .....	24
3.1. Planiranje zadatka .....	24
3.1.1. Radne operacije izrade modela .....	27
3.1.2. Baždarenje dinamometra .....	31
3.2. Pokus .....	32
3.3. Metodički komentar .....	32
4. Zaključak .....	36
5. Dodaci .....	37
A Montažni crtež kvadra .....	38
B Montažni crtež dinamometra .....	39
6. Literatura .....	40

## 1.Uvod

### 1.1. Koncept cjeloživotnog učenja

Ubrzani rast tehnike i tehnologije utječe na razvoj gospodarstva i stoga je potreba za stručnim usavršavanjem i cjeloživotnim učenjem obaveza svakog člana društva. Zbog toga i unutar nastave TK u učenicima razvijamo potrebu stalnog usavršavanja i cjeloživotnog učenja.

Europska je unija 2006. godine donijela preporuku o ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje. Radi se o skupu od osam kompetencija čiji razvoj je uključen u nastavu tehničke kulture [8] :

- komunikacija na materinjem jeziku
- komunikacija na stranom jeziku
- matematička kompetencija i temeljne kompetencije u prirodnim znanostima i tehnologiji
- digitalna kompetencija
- kompetencija učenja
- društvene i građanske kompetencije
- smisao za inicijativu i poduzetništvo
- kulturološka senzibilizacija i izražavanje

Za vrednovanje obrazovanja i stečenih vještina uspostavljen je Europski kvalifikacijski okvir (EQF) kao alat prevođenja i međunarodne usporedbe kvalifikacija pojedinca radi njegove procjene na tržištu rada.

Hrvatski kvalifikacijski okvir (HKO) predstavlja bitan uvjet za uređenje sustava cjeloživotnog učenja koje čini okosnicu društva znanja i socijalne uključenosti.

Glavna načela i ciljevi HKO-a su:

- osiguravanje uvjeta za kvalitetno obrazovanje i učenje u skladu s potrebama osobnog, društvenog i gospodarskog razvoja,
- jačanje uloge ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje,
- razvijanje kvalifikacija na osnovama jasno definiranih ishoda učenja.

Dakle, to čini ono okruženje koje će uvjetovati polazne točke u organizaciji obrazovnog sustava.



## **1.2. Motivacija za izbor teme diplomskog rada**

Ovaj diplomski rad je osmišljen iz želje da se prikaže značaj povezivanja nastave fizike i tehničke kulture, razvijajući ključne kompetencije unutar jedne nastavne cjeline.

Izrada tehničkih tvorevina može biti organizirana tako da zadovoljava neke potrebe fizike. Tako izrada različitih eksperimentalnih postava uz uvažavanje ishoda nastave tehnike može biti odlična poveznica s nastavom fizike. Pri tome učenici mogu uvidjeti povezanost između dvije različite nastavne jedinice. Omogućuje im se širi pogled na usvojena znanja i njihovo povezivanje. Radeći eksperimentalni postav učenici razvijaju strateško razmišljanje i planiranje. Kako istražiti određenu fizikalnu pojavu, kako izraditi postav za istraživanje zadane pojave, koje materijale koristiti, kako ih povezati, samo su neka od pitanja koja bi učenici trebali postaviti. Od učenika se očekuje i samostalnost u izvedbi dijelova zadataka koje su već susreli. Samim zadatkom izrade učenici dobivaju pozitivan emocionalni doživljaj jer uočavaju svoje sposobnosti. Time usvajanje gradiva fizike ima bolju kognitivnu pozadinu, a i strategija rješavanja problema se predstavlja kroz igru. Učenicima se mora omogućiti sudjelovanje u izboru sadržaja ili ciljeva u ostvarenju zadanog programa. Da bi to bilo omogućeno, nastava koju vodimo mora biti interaktivnog tipa što nam pruža uvid u učeničke interese. Ukoliko se učeničke ideje ne poklapaju sa sadržajima predviđenima za postizanje nekog obrazovnog ishoda, njih treba realizirati u sklopu izborne nastave. Pri čemu valja uzeti u obzir da se program tehničke kulture sastoji se iz tri dijela: temeljni program, izborni program i izvannastavne djelatnosti.

## **1.3. Program tehničke kulture i veza sa nastavom fizike**

Tehnička kultura je nastavni predmet u kojem se stječu opća tehničko-tehnološka znanja i razvijaju umijeća primjene ukupno stečenih znanja iz različitih nastavnih predmeta i područja. Pri tome se razvija djelatna sposobnost, radni odgoj i odgovornost učenika. Cilj nastave tehničke kulture je izgraditi djelatni, poduzetnički i stvaralački tehničko-tehnološki način mišljenja te osposobiti učenike za prepoznavanje i korištenje tehničkih tvorevina životnog okružja [11].

Opća zadaća nastave tehničke kulture je navesti učenike na prvu primjenu svekolikih znanja u tehnici i tehnologiji i razvoj opće tehničke kulture koju čine znanje i djelovanje.

U ovom su radu za izvedbu zadataka predviđena dva blok sata TK na kojem će se izraditi dva predmeta korisna za provedbu pokusa u nastavi fizike. Dinamometar se koristi za određivanje težine nekog predmeta. U slučaju otvorenog kvadra od učenika se traži da istraže i opišu lom svjetlosti na tekućini u posudi. Razmatrajući spomenutu problematiku učenici odgovaraju zašto olovka u čaši izgleda slomljeno kada ju promatramo odozgora. Od učenika zahtijevamo da sami osmisle kako riješiti problem ili istražiti pojave uz navedene tehničke tvorevine. Tražimo da iznesu svoje ideje o tome kako bi realizirali izvedbu zadataka. Komentiramo izvedbene postupke, načine identifikacije, obrade i povezivanja materijala. Nakon izrade zadatka promatramo određenu fizikalnu pojavu te komentiramo.

#### **1.4. Projektna nastava**

Ovaj rad ilustrira kako se nastava TK povezuje, isprepliće i nadopunjuje s nastavom fizike. U postupcima ispitivanja, mjerenja, spajanja, sastavljanja, izravnog djelovanja alatima na materijal i u izradi tvorevine, proces učenja poprima novu dimenziju. Uključivanjem primjene i stjecanjem iskustva u nastavi raste tehnička pismenost i produbljuje se formiranje fizikalnih koncepta kroz izvedbu predloženih zadataka.

Prof. M.Sikirica ističe u svojim radovima [9] da umjesto nastavnikova predavanja, objašnjavanja, diktiranja ili učenja napamet, nastavnim procesom treba dominirati eksperimentiranje, opažanje, mjerenje, iskazivanje rezultata opažanja, razumijevanje, stvaranje zaključaka o opaženim promjenama te razvijanje sposobnosti predviđanja pojava ili događaja na temelju već stečenog znanja. On zaključuje kako nastavnikova predavanja *ex cathedra* treba zamijeniti s učenjem otkrivanjem. Pri tome nastavnik poprima ulogu moderatora koji pomaže pri planiranju rada, pomaže preusmjeravanju na problematična mjesta i na kraju, ukoliko učenici to zatraže, može poslužiti kao jedan od izvora znanja. Učenici time postaju aktivni konzumenti znanja i načina učenja te neće pasivno akumulirati informacije.

Učenje na projektu prikladno je za ostvarivanje složenih ciljeva učenja i poticanje misaonih povezivanja. Projektna nastava potiče samostalnost učenika jer moraju sami istražiti i riješiti problem, otkrivati greške u zaključivanju te pronalaziti nova, prikladnija rješenja ili objašnjenja problema. Poticaji koji vode k razmišljanju, preispitivanju i

analiziranju razvijaju i učenikovo samopouzdanje. Učenici sami generiraju pitanja, otkrivaju svoja predznanja ili manjkavosti u znanju, sami određuju kako će izraziti i pokazati svoja znanja. Rad na projektu prenosi kompetenciju za djelovanje i osjećaj vlastite vrijednosti, te može pripremiti učenike za zahtjeve koje pred njih postavlja profesionalan život (Meyer, [10]).

Predloženim zadacima razvijamo kreativnost učenika, kritičko razmišljanje, pokretačko djelovanje, razvoj poduzetničkog razmišljanja i poduzetništva. Oblikovanjem tehničke tvorevine unutar radnog procesa učenici upoznaju njenu namjenu, način rada, uporabe, održavanja te usvajaju same elemente inženjerstva. Procesom stvaranja proizvoda s razumijevanjem te osvješćivanjem o mogućnosti rješavanja problematike na više načina, osposobljujemo učenike u samostalne građane koji se znaju nositi sa potrebama svakodnevnog života, izborom budućeg obrazovanja te profesionalnog razvoja.

U suštini, provedba ovako opisane nastave, osim što produbljuje ili pak odbacuje učeničke predkonceptije, omogućuje i dopunjavanje fizikalnih kabineta opremom. Prerada materijala, osim znanstvene, tehnološke i ekonomske podloge, može imati i društvenu podlogu. Nove spoznaje i nova gradiva ne predstavljaju se kao zasebne nepovezane cjeline čime se učenike priprema na širi obzor, tj. osposobljuje ih za život.

## **2. IZRADA OTVORENOG KVADRA**

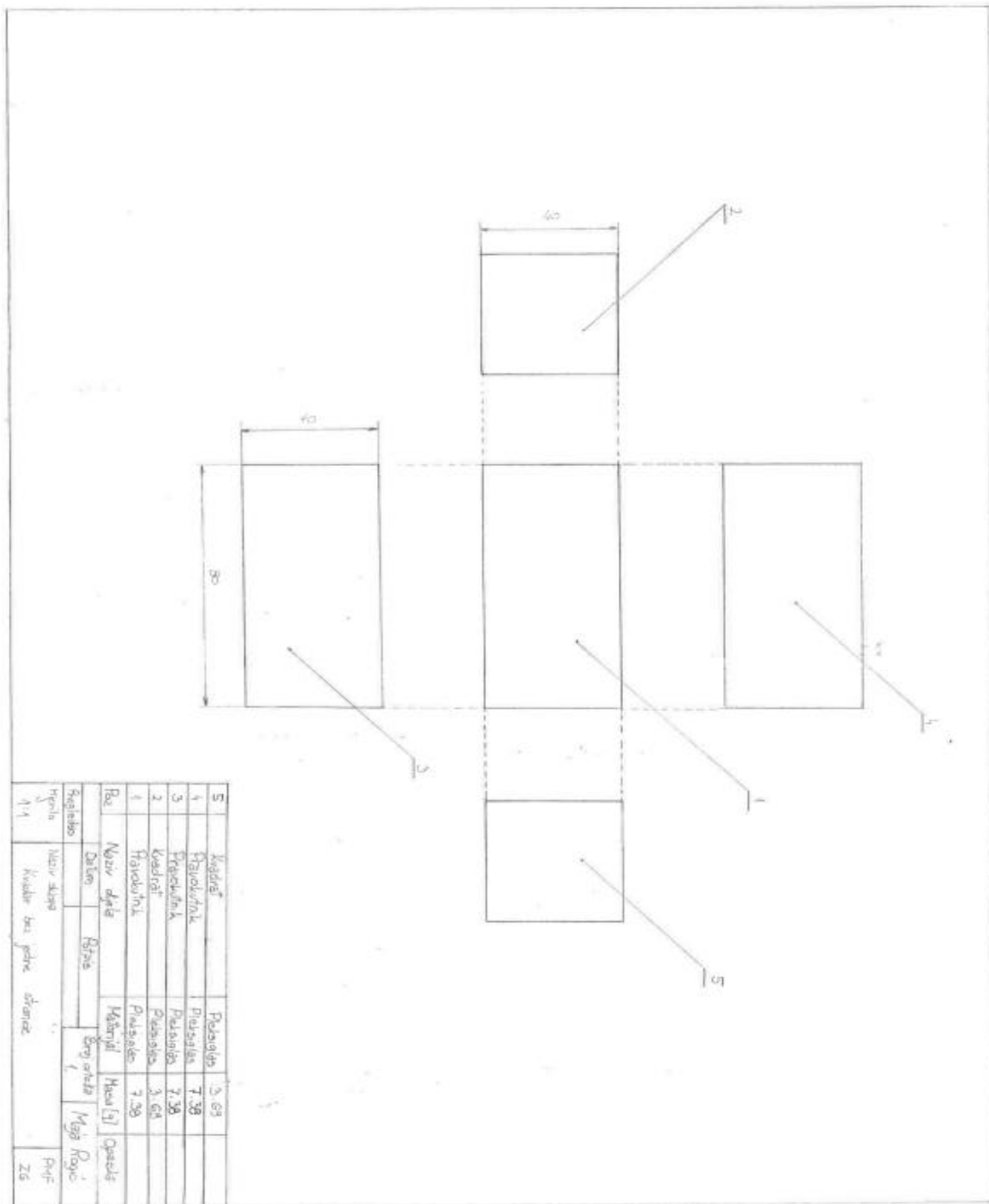
Otvoreni kvadar predočujemo geometrijskim tijelom kvadra kojem je uklonjena jedna ploha. Takvo tijelo u svakodnevicu poprima funkciju posude. Izradom tijela koje je prozirno ono može postati laboratorijsko posuđe. U nastavi fizike može služiti primjerice kod pokusa kojim ilustriramo da između čestica postoji prazan prostor, za prikaz valova na vodi ili za punjenje tekućinama različitih indeksa loma u optici. Punjenjem modela kvadra tekućinama različitih indeksa loma, te promatranjem zraka svjetlosti prije i poslije izlaska iz posudice, učenici će uočiti kako se svjetlost lomi.

U ovom projektnom zadatku vidjet ćemo kako obraditi pleksiglas i izraditi otvoreni kvadar. Taj model može biti temelj za eventualnu daljnju izradu različitih oblika predmeta za kojima postoji potreba u nastavi. Ukoliko nastavni sadržaji tehničke kulture i fizike nisu vremenski korelirani napravljene modele možemo koristiti u nastavku školovanja.

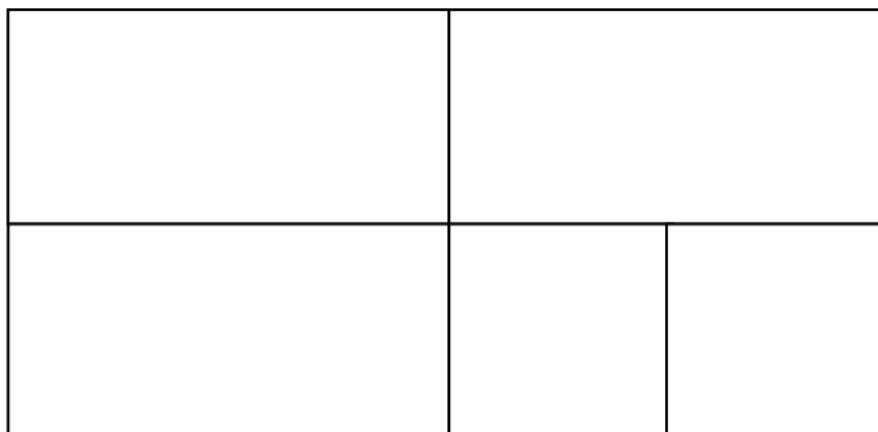
### **2.1. Planiranje zadatka**

Za izradu modela prvo je potrebno napraviti skicu na kojoj definiramo dimenzije ploha koje ćemo oblikovati. Tri pravokutnika i dva kvadrata smo definirali prema potrebama pokusa. Te dimenzije mogu varirati ovisno o tome koja će biti funkcija tog otvorenog kvadra. Dimenzije pravokutnika su (80x40) mm a kvadrata (40x40) mm (vidi sliku 1).

U sastavnici su opisane redom od 1 – 5 pozicije odnosno redoslijed slaganja, povezivanja ploha. Crtež je napravljen u mjerilu 1:1, mase pravokutnika su oko 8 g, a kvadrata oko 4g. Takvim odabirom dimenzija osigurali smo da nema suvišnog materijala te da se plohe jednostavnije režu. Na slici 2 prikazano je kako treba definirati plohe skicom na pleksiglasu čime bi se iskoristio cijeli materijal i ne bi nastao otpad.



Slika 1. Montažni crtež kvadra.



**Slika 2.** Definiranje linija za rezanje na pleksiglasu.

Osim strategije kako realizirati model potrebno je osigurati sav pribor te se upoznati sa svojstvima materijala, osobito ako prvi puta radimo s njime.

Pleksiglas je mekani materijal koji se odvaja lomljenjem, slično kao i staklo. Da bi se lomio, treba prvo skalpelom ucrtati linije lomljenja te potom odvojiti plohe. Ako radimo geometrijske oblike kod kojih plohe zatvaraju kut različiti od  $90^\circ$ , preporučujem duga kliješta s tankim vrhom koja se najčešće koriste u izradi nakita.

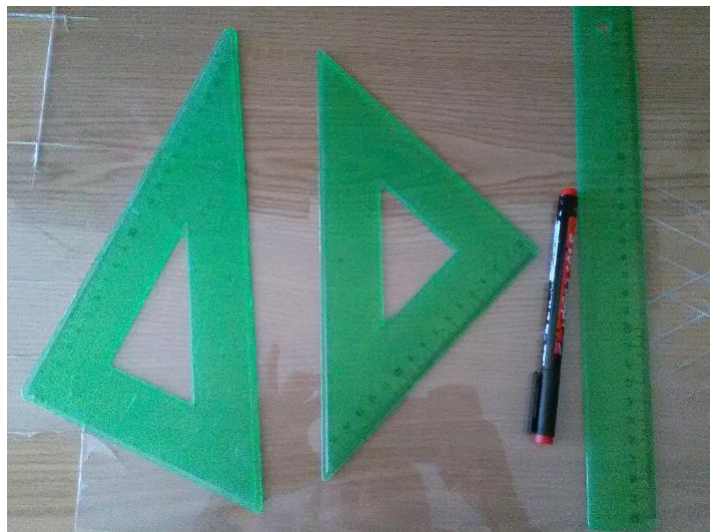
Plohe pleksiglasa mogu se spajati na više načina. Osim ljepilom moguće ih je spajati taljenjem. Zbog dimenzija našeg modela plohe ćemo spajati vrućim ljepilom. Pleksiglas ima odlične tehničke i kemijske karakteristike, a zbog puno manje gustoće od običnog stakla, nalazi primjenu u gotovo svemu gdje i staklo. Iako tehnički nije tip stakla, pleksiglasu se pridodaje naziv akrilno staklo. Kemijski gledano, pleksiglas je sintetički polimer metil-metakrilata (PMMA). Prozirniji je od običnog stakla te ima odlična optička svojstva jer propušta čak 92% vidljive svjetlosti [12]. Osim što je lakši i prozirniji od stakla, teže se razbija zbog elastičnih svojstva. Koristi se kao zamjena za staklo gdje postoji opasnost od loma, ozljeda i povreda te je time odličan u poučavanju TK.

Da bi prepoznali je li neka tvar napravljena od stakla ili pleksiglasa potrebno je nekim oštrim predmetom zagrebat površinu, primjerice rubom novčića. Na staklu neće ostati ogrebotina, a na pleksiglasu hoće.

### 2.1.1. Radne operacije izvedbe modela

#### *Mjerenje i zacrtavanje*

Iz izvedbenog crteža za izradu kvadra vidljivo je kako treba pozicionirati plohe. Za izradu skice na papiru koristit ćemo pribor za tehničko crtanje. Prilikom zacrtavanja oblika na pleksiglas umjesto olovke za pribor ćemo koristiti marker. S obzirom na to da je pleksiglas gladak olovka se na njemu ne bi vidjela. Pribor potreban za crtanje na pleksiglasu su ravnala i marker ( vidi sliku 3).



**Slika 3.** Tehnički pribor potreban za crtanje na pleksiglasu.

Nakon što tehničkim priborom definiramo likove na pleksiglasu prema slici 2, potrebno je provjeriti jesu li zadane dimenzije pravilno ucrtane. Dimenzije pravokutnika su (80x40)mm i ima ih tri, a kvadrata (40x40) mm i ima ih dva.

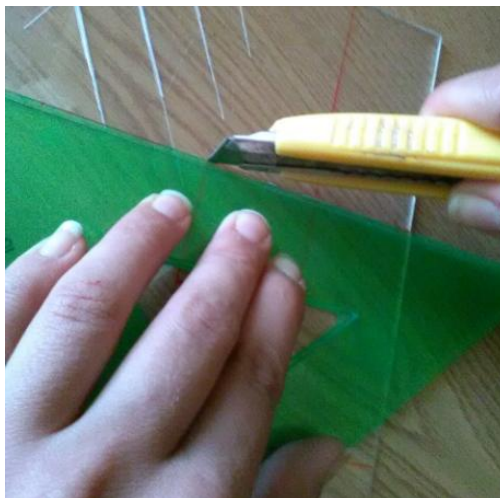
Provjera je bitna u tehničkoj obradi, a provodi se tako da trokutima provjerimo dimenzije bridova i kutove među njima.



**Slika 4.** Zacrtavanje geometrijskih likova na pleksiglas.

### *Ucrtavanje linija skalpelom*

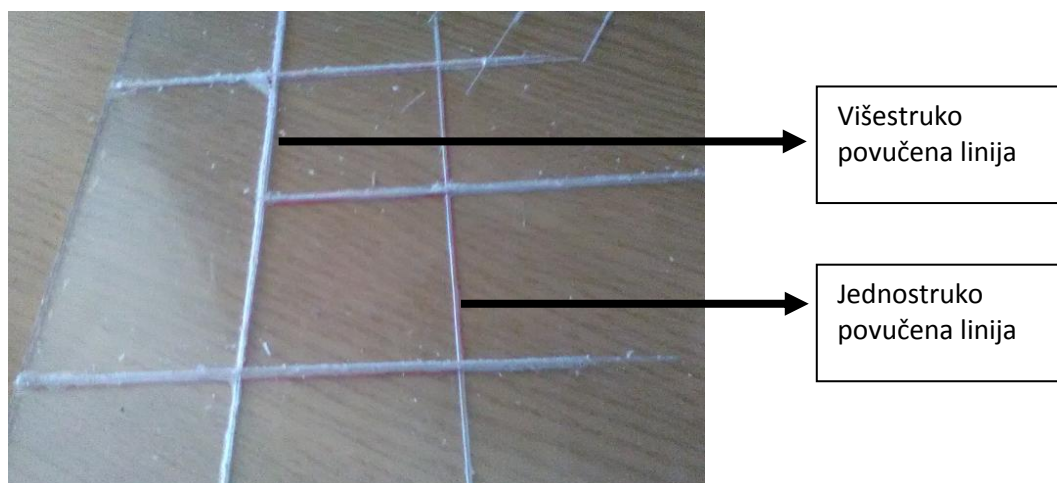
Kada smo zacrtali likove i provjerili njihove mjere možemo krenuti na sljedeću radnu točku. Ona se sastoji od ucrtavanja postojećih oblika pomoću skalpela i ravnala. Kod zacrtavanja skalpelom jako je bitno da ravnalo koje nam služi da zacrtamo linije držimo stabilnim. Također je bitno sami postupak rezanja izvoditi nad nekom pločom tako da pri povlačenju skalpela ne dođe do oštećenja radne površine. U razrednoj nastavi za to se najčešće koriste šperploče.



**Slika 5.** Zacrtavanje linija na pleksiglas skalpelom.



Najvažnija je prva crta koju urezujemo u pleksiglas. Ona će napraviti udubljenje prema postojećoj liniji iscrtanoj markerom. Skalpelom tako urezujemo linije, odnosno definiramo linije po kojima će se lomiti postojeći brid. Da bi dobro definirali jednu liniju potrebno je barem 10 puta proći skalpelom preko određene crte. Kada se urežu sve linije, potrebno je okrenuti pleksiglas na drugu stranu i ponoviti cijeli postupak još jednom. Tako ćemo urezati po jednu liniju s jedne i druge strane pleksiglasa. Postupak ponovimo za sve linije s jedne i druge strane. Time ćemo urezati bridove po kojima ćemo lomiti pleksiglas.



**Slika 6.** Višestruko zacrtavanje linija.

Pleksiglas je mekan, lako se savija, tali i lomi. Debljina pleksiglasa kojeg sam koristila za izradu modela je 15 mm. Postoje i tanje ploče pleksiglasa i na njima neće biti potreban veći broj ucrtavanja linija skalpelom.

Na slici 6 vidimo kako izgleda linija koja je jednom povučena po pleksiglasu, a kako izgleda ona po kojoj smo 10 puta prošli skalpelom. Vidimo također i da kod debljih linija dolazi do trušena materijala. Moramo paziti da nam taj višak ne ometa daljnje urezivanje pa ga s vremenom treba otkloniti.

### ***Lomljenje bridova***

Da bi lomljenje bilo lakše, crte koje smo urezivali u pleksiglas trebaju biti dublje. Moramo paziti i da linije na svojim sjecištima budu dobro zacrtane, tako da prilikom odvajanja ploha ne bi nastala oštećenja u samim pravim kutovima. Zato takvo odvajanje

činimo vršnim kliještima. Kod pravilnih oblika, kao u ovom slučaju, dovoljno je lomljenje rukama.

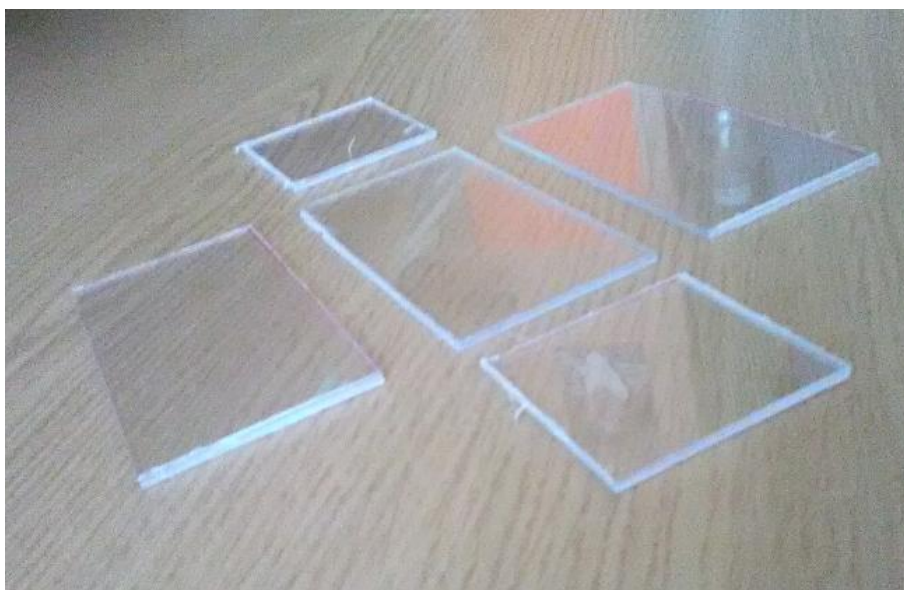


**Slika 7.** Lomljenje pleksiglasa.

Površinu cijele ploče većim dijelom pričvrstimo između ruke i stola. Savijanjem po linijama zacrtavanja doći će do trganja ploče. Takvo trganje provodimo pet puta dok ne dobijemo tri pravokutnika i dva kvadrata.



**Slika 8.** Prikaz elastičnosti pleksiglasa i način odvajanja ploha.



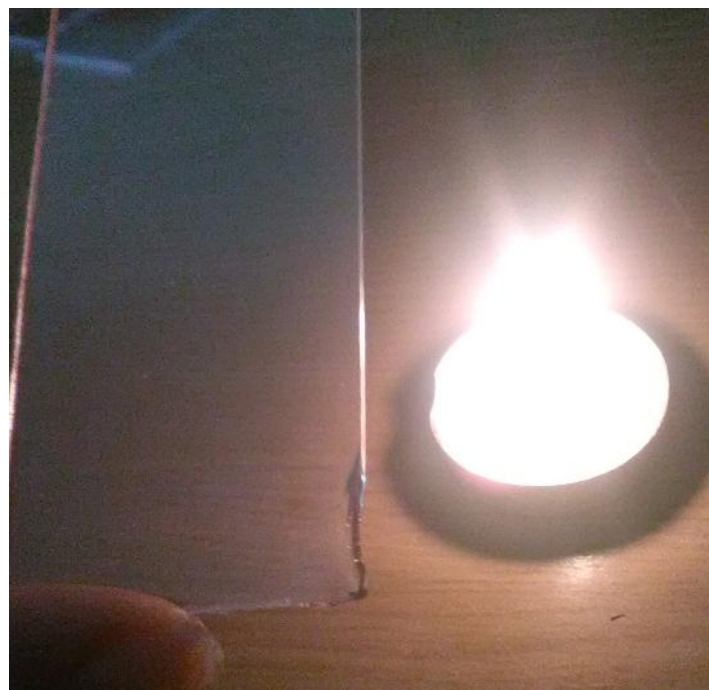
**Slika 9.** Izgled ploha potrebnih za konstrukciju modela.

### *Spajanje ploha*

Zagrijavanjem na plamenu svijeće rubovi pleksiglasa se tale. Prisanjanjem takvih zagrijanih ploha jedne uz drugu lako ih vežemo. Kod ove izvedbe bitno je da su bridovi koje zagrijavamo kratki. Kod bridova većih dimenzija, dok taljenjem dođemo do drugog

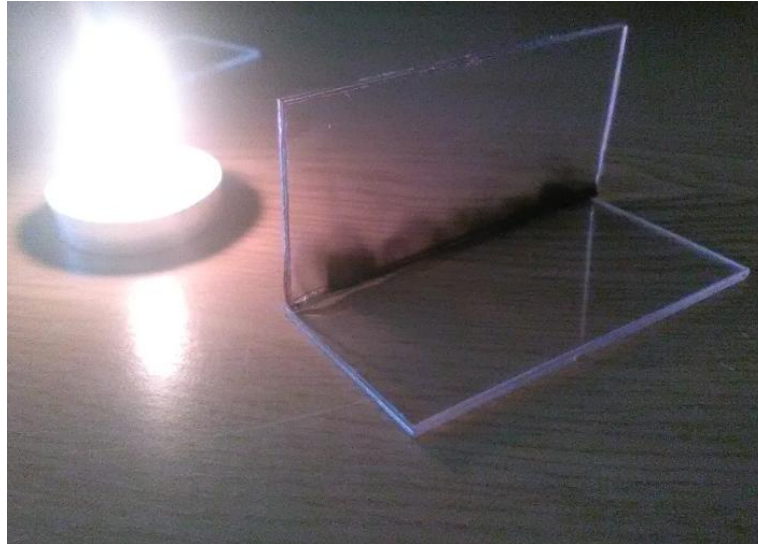
kraja brida, početni zagrijani dio već se ohladio pa ovakav pokušaj spajanja neće uspjeti. Prema osobnom iskustvu smatram da je kod ovakvog tipa obrade povoljna dimenzija manja od 50 mm. Unatoč tome, zbog svoje jednostavnosti odlična je za primjenu u nastavi tehničkog. Također se treba uzeti u obzir i nastanak čađe. Ona se može lako skinuti struganjem, no budući da je pleksiglas mekan moramo paziti da pritom ne oštetimo površine. Razlika između pleksiglasa i stakla je upravo u toj mekoći.

Prije samog spajanja ploha sa ploče pleksiglasa treba skinuti zaštitnu foliju.



**Slika 10.** Prikaz taljenja pleksiglasa.

Taljenje pleksiglasa je jednostavan proces koji ne zahtjeva neki dodatan alat i može se napraviti na običnoj svijeći. Zbog toga je lako primjenjiv u školama. Unatoč tome, pogodno je samo za manje površine zbog brzog hlađenja. Stoga nije moguće primjenjivati taj postupak na svim dimenzijama.



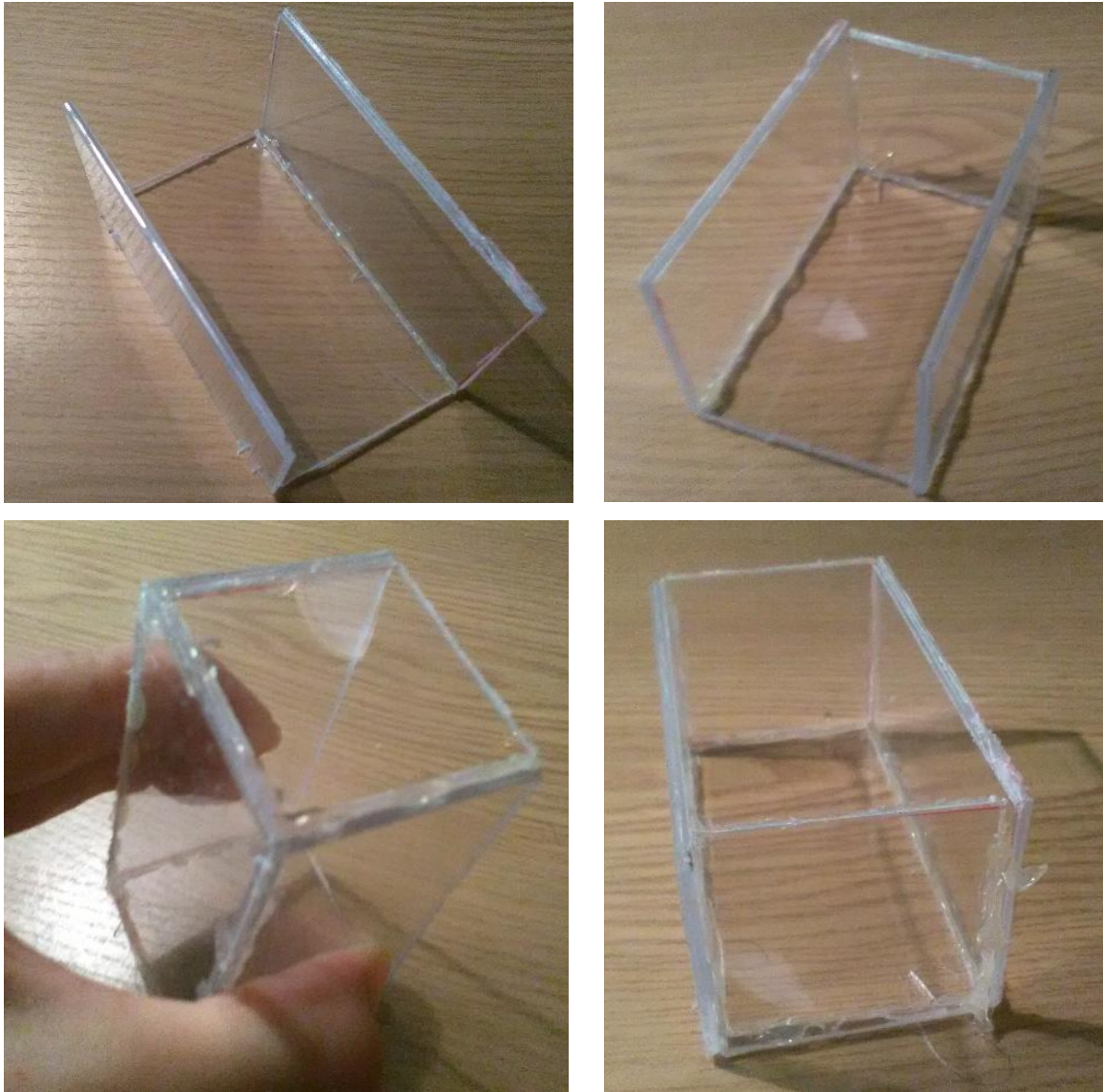
**Slika 11.** Čađa među pločama spojene taljenjem.

Da bismo krenuli povezivati plohe moramo prvo odrediti onu koja će nam biti „baza“. Na nju će biti lijepljene ostale plohe. U sklopu tehničkog dokumenta opisan je redoslijed pozicija kojima spajamo plohe. Potrebno je pripaziti da debljina pleksiglasa (15mm) nema ključnu ulogu pri povezivanju. Zato površinski nedostaci mogu biti zanemareni pri povezivanju vrućim ljepilom. Bridovi se prije povezivanja mogu još obraditi finim brus papirom. Vruće ljepilo se ohladi za nekoliko sekundi što nam omogućuje dobro pozicioniranje ploha. Treba pripaziti da ljepilo ne bude u prevelikom nanosu jer narušava estetiku. Vruće ljepilo je pogodno jer se u slučaju nepreciznog povezivanja može naknadno nadodati nova količina ljepila.



**Slika 12.** Princip lijepljenja vrućim ljepilom.

Kad spojimo sve plohe dobit ćemo željenu posudicu pomoću koje ćemo gledati lom svjetlosti.

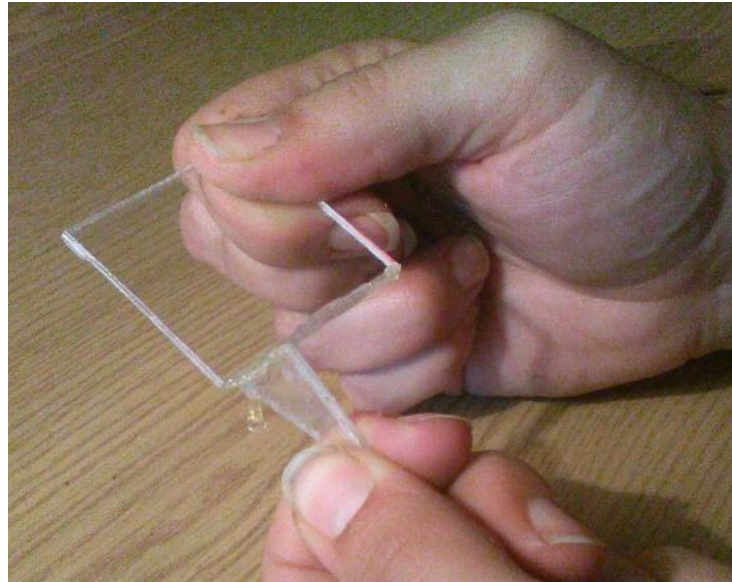


**Slika 13.** Koraci izrade otvorenog kvadra.

### ***Završna obrada i mjere opreza***

Zbog same karakteristike ploha da imaju određenu debljinu, njihovo povezivanje može izgledati grubo. Jedan dio rubova ploha se zbog svojstvenog načina lomljenja ne može više obraditi. Svejedno postoje radnje kojima možemo pripaziti da taj način lomljenja ploha bude precizniji. Jedna od njih je precizno ucrtavanje linija skalpelom. Nakon definiranja ploha moguće je rubove grubo očistiti, a po potrebi i fino sa brus papirom. Stavljanje ljepila treba biti u malom sloju, ali opet dovoljno velikom da poveže plohe. Kod učenika bi ovaj dio zadatka mogao biti najteži za izvedbu. Ukoliko imamo neke manje plohe, nebitne za izvedbu zadatka, možemo im dati da probaju prvo njih spojiti.

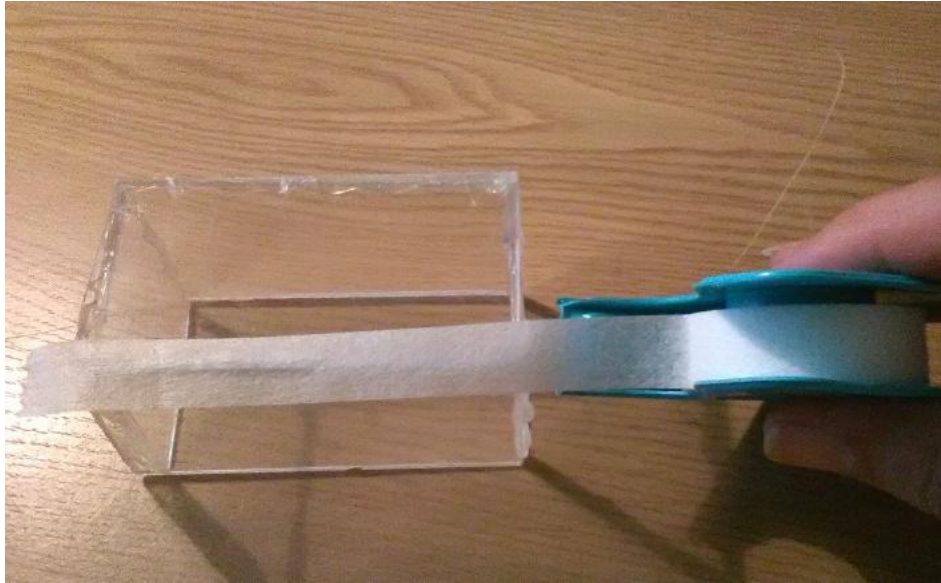
Prilikom upoznavanja s novim materijalima bitno je ostaviti prostora i za upoznavanje sa svojstvima materijala. Ukoliko je naneseo previše ljepila treba ga skinuti sa drugim predmetom, kao na slici 14.



**Slika 14.** Postupak ugladivanja rubova.

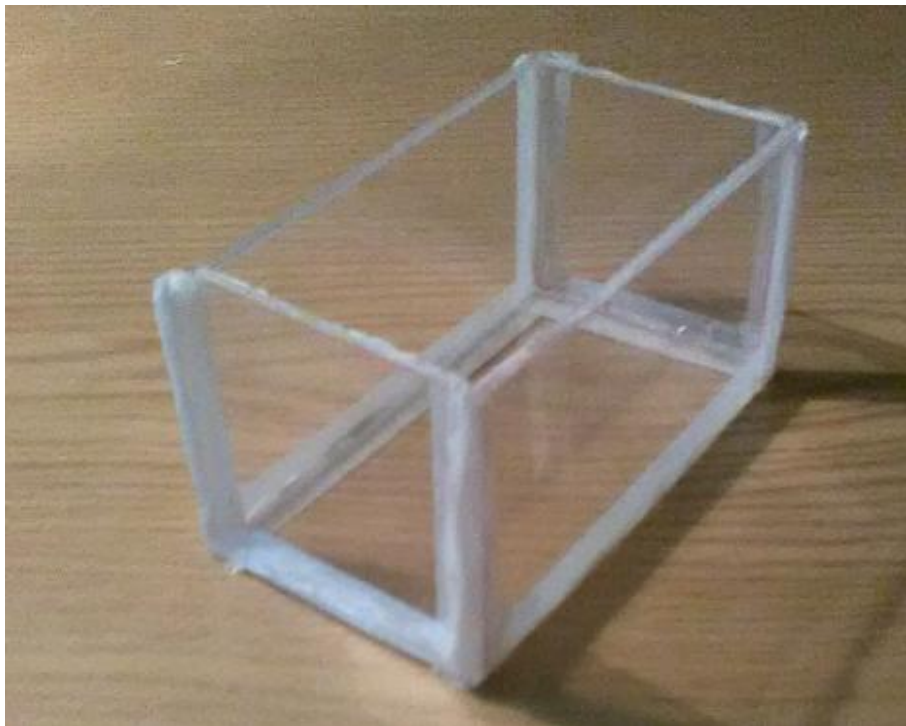
Zbog same estetike rubovi se mogu prekriti, tj. obložiti još i dodatnom trakom. Time nedostaci tokom izrade neće biti vidljivi, a rubovi kvadra biti će više izraženi. Postoje različite trake koje možemo staviti. Možemo koristiti i trake za izoliranje u različitim bojama čime ovaj model možemo učiniti veselijim.





**Slika 15.** Obljepljivanje rubova trakom.

Kad zalijepimo traku na sve rubove osim ovih koji otvoreni, naš konačni model će izgledati kao na slici 16.



**Slika 16.** Model otvorenog kvadra.

### **2.1.2. Upute za rukovanje alatom i održavanje modela**

Zbog materijala kojim je izrađen model, on nije pogodan za pokuse koji uključuju termičku obradu sadržaja u posudici. Treba pripaziti da se plohe ne oštećuju grebanjem. Najbolji način za održavanje čistoće posudice je ulijevanje deterdženta za suđe ili octa s vodom. Sva jača sredstva mogu oštetiti pleksiglas ili spojeve ljepila. Poslije treba papirom za ruke samo prebrisati plohe.

Prilikom izrade potrebno je pripaziti kod upotrebe skalpela. Udaljenost prstiju od ruba ravnala treba biti dovoljna da nam pri urezivanju skalpel ne sklizne na prste i sam taj čin se treba raditi polako. Korištenje vrućeg ljepila također treba biti precizno i polako. Ukoliko stavljate prste na sam ispušt ljepila, moguće je da se lagano opečete.

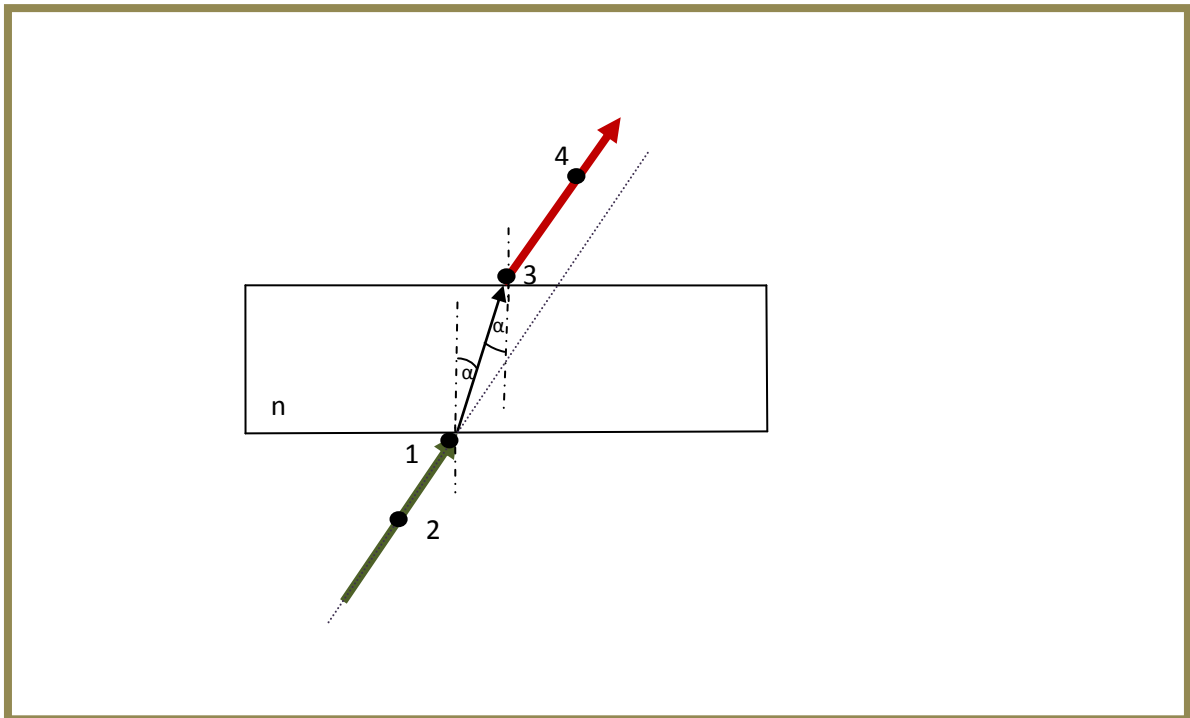
## 2.2. Pokus

U naš model kvadra nalijemo tekućinu. Mi ćemo za potrebe ovog modela staviti vodu. Model s vodom stavit ćemo na ploču od stiropora. Na stiroporu ćemo označiti granice medija zrak-voda. Time smo označili planparalelne ploče.



**Slika 17.** Označavanje granice dvaju medija.

Nakon što smo označili granice proizvoljno ćemo zabosti dvije pribadače u stiropor (pozicija 1 i 2 na slici 18) te one tada određuju upadnu zraku. Spustimo glavu s druge strane posude u ravninu stola, zažmirimo na jedno oko i pokušavamo naći kut pod kojim vidimo da jedna pribadača pokriva drugu. Na mjestu gdje uočavamo da se preklapaju oba predmeta zabijemo 3. pribadaču (pozicija 3 na slici 18). Ponovno spustimo glavu u razinu stola te sada tražimo poziciju u prostoru na kojoj se poklapaju sve tri pribadače i zabijemo četvrtu (pozicija 4 slika 18).



**Slika 18.** Shema izvedbe pokusa.

Koraci izvedbe pokusa:

- zabijemo proizvoljno dvije pribadače, jednu uz rub kvadra, drugu dalje od ruba (položaji 1 i 2 na slici 18)
- gledamo s druge strane kvadra (oči u ravnini stola)
- zabodemo treću pribadaču uz rub kvadra na mjestu na kojem vidimo da se sve tri prekrivaju
- zabodemo četvrtu tako da pokriva prve tri
- spoj položaja pribadača daje put zrake svjetlost

Zabijanjem prve dvije pribadače definirali smo dvije točke prostora kroz koje nam prolazi upadna zraka (na slici 18. crvena strelica), a zabijanjem 3. i 4. pribadače definirali smo dvije točke prostora kroz koje nam prolazi izlazna zraka (na slici 18. zelena strelica). Uočavamo da je izlazna zraka u odnosu na ulaznu paralelna i pomaknuta.

Točke koje dobijemo ubodima pribadače u stiropor spojimo olovkom. S jedne strane planparalelne ploče imat ćemo upadnu zraku, a sa druge strane izlaznu zraku.

### 2.3. Metodički komentar

Izvedba ovog modela je predviđena za blok sat i to kao individualan rad učenika. Veći dio vremena posvećen je izvedbi modela. Diskusija i popunjavanje tablice radnih operacija te alata i pribora s kojim bi ostvarili te operacije ključan je dio za TK. Izvedbu počinjemo mjerenjem i zacrtavanjem likova definiranih veličina. Potom izrađujemo likove prema pozicijama označenima na radnom crtežu i u sklopu toga provjeravamo pravilno rukovanje alatom i preciznost zacrtavanja.

Pitanja koja bi nas vodila u smjeru ostvarivanja nastave:

Koje geometrijske likove imamo opisane na tehničkom crtežu?

Koje geometrijsko tijelo možemo dobiti sastavljanjem tih likova?

Kako bi počeli sa izvedbom zadatka?

Koje radne operacije bi opisale naš zadatak?

S kojim priborom bi ostvarili određene radne operacije?

Koja su svojstva materijala od kojeg ćemo raditi kvadar i kako se on zove?

Kako bi mogli rezati pleksiglas, na koji način bi ga mogli spojiti ?

Vođenje nastave ide u smjeru oblikovanja tablice radnih operacija.

**Tablica 1.** Tablica radnih operacija.

Poz.	Materijal	Radna operacija	Alat i pribor
1.	pleksiglas	mjerenje, zacrtavanje kvadrata definiranih veličina	pribor za tehničko crtanje (olovka, flomaster)
2.	pleksiglas	Kontrola	trokut
3.	pleksiglas	ucrtavanje linija na postojeće nacrtane	trokut, skalpel
4.	pleksiglas	rezanje ucrtanih oblika	trokut, skalpel
5.	pleksiglas	spajanje / taljenje ploha prema izvedbenom crtežu	vruće ljepilo

Nakon definiranja tablice i diskusije o operacijama, alatu i priboru, obilazimo razred i provjeravamo pravilno rukovanje alatom i preciznost.

Obrazovni ishodi nastave tehničkog predviđeni za izradu modela kvadra su sljedeći:

- skicirati projekcije ploha kvadara na papir i pleksiglasa
- precizno izrezati zadane oblike i povezati ih u kvadar

Izrađeni model možemo koristiti u nastavi za proučavanje loma svjetlosti. Ovaj dio fizike se obrađuje u 8. razredu pa je izrada ovog modela predviđena za starije učenike osnovnih škola. Zahtijeva od učenika poznavanje pojmova poput valna zraka, pravocrtno širenje svjetlosti.

Ovaj dio nastave vodili bi sljedećim pitanjima:

Kako bi mogli istražiti put svjetlost pomoću čavlića i naše posudice?

Gdje bi bila granica između različitih sredstva?

Koja sredstva promatramo?

Kako bi mogli predočiti zrake?

Kako se svjetlost širi, u kojem smjeru?

Što možete uočiti, kako se gibala svjetlost?

Obrazovni ishod nastave fizike predviđeni pokusom s lomom svjetlosti prilikom prolaska kroz tekućinu u kvadru:

- uočiti da se svjetlost lomi te svojim riječima objasniti pojavu

Učenike upućujemo da uoče pojavu loma svjetlosti kroz neke njima bliske situacije i tako nastojimo privući njihov interes. Istraživačko pitanje sata može glasiti „Zašto je teško procijeniti dubinu vode kada ulazimo u bazen?“ ili „Zašto veslo uronjeno u vodu izgleda kao da je slomljeno?“

Također učenike treba i upozoriti da baš zbog loma svijetlosti uvijek prije skakanja u vodu, more, bazen, treba preispitati nekim predmetom kolika je stvarna dubina.

### **3. IZRADA DINAMOMETRA**

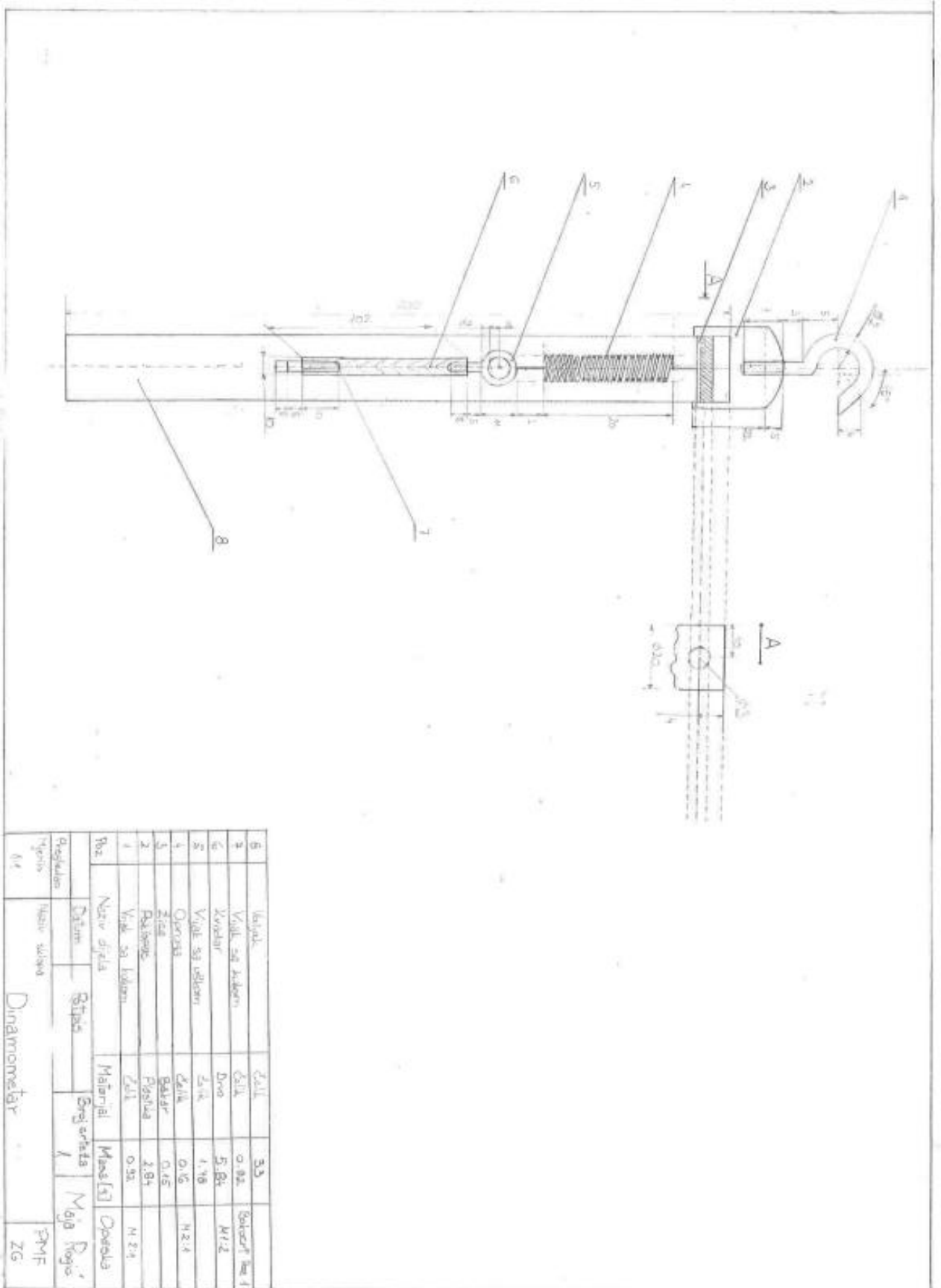
Dinamometar je instrument koji služi za mjerenje sile. Opterećujući ga sa masom određenog iznosa mijenja se duljina opruge i s obzirom da je to opterećenje proporcionalno sili, pomak skale zbog određenog opterećenja nam ukazuje na iznos sile kojom djelujemo na oprugu. U nastavi fizike koristi se u području mehanike, hidrostatike te je prvi među instrumentima s kojima se učenici upoznaju.

Izrada dinamometra na satu tehničke kulture upotpunjuje učeničke uvide u koncept elastične sile i težine te im omogućava i širi doživljaj poimanja tih koncepta. Osim što potiče stvaralački duh, ovaj zadatak razvija ideju istraživanja. Izrada samog dinamometra nije složena na tehničkoj razini, ali zahtjeva znanje čitanja tehničke dokumentacije. Tako da ovaj proces može biti i odlična podloga za upoznavanje čitanja ostalih tehničkih dokumenata ili izvedbenih crteža sa kojima su ljudi u skoro svakodnevnoj uporabi npr. pri slaganju kućanskog namještaja.

#### **3.1. Planiranje zadatka**

Prije same izrade modela učenicima se treba postaviti problem koji treba istražiti. Možemo im zadati da odrede težinu nekog predmeta u razredu. Učeničke ideje treba dobro poslušati da dobijemo uvid u njihovo znanje. Takav pristup omogućava slobodu kreacije, dizajniranja, izbora materijala i razvoj poduzetničkog duha.

Potom učenicima prikažemo model dinamometra i njegov montažni crtež (vidi sliku 19) u kojem tražimo identifikaciju pojedinih dijelova.



Slika 19. Montažni crtež dinamometra.



Dijelovi koji nisu vidljivi na samom modelu vidljivi su kao tehnički pribor na njihovom stolu (slika 20). Dijelovi potrebni za sastavljanje dinamometra su drveni kvadara, 2 vijka s kukom, opruga, 1 vijak s uškom, plastična kapica (poklopac), valjak od metalnih slitina, žica od bakra. U interaktivnoj raspravi treba se postići konsenzus izvedbe zadatka. Izvedba treba biti opisana tablicom radnih operacija. Njenim sastavljanjem diskutiramo o načinu povezivanja materijala. Takav zadatak obavezuje učenike na strateški način razmišljanja.



**Slika 20.** Materijal potreban za izradu dinamometra.

### 3.1.1. Radne operacije izvedbe modela

#### *Povezivanje pojedinih dijelova*

Ako se javi potreba zbog nečistoća na površini kvadra, možemo ga obraditi finim brusnim papirom. Fine obrade su bitne za razvoj estetskog pogleda u učenika.

Na manje stranice baze kvadra izbušit ćemo rupe čavlom i čekićem. One će poslužiti za zavijanje vijka s kukom i vijka s uškom. Obje rupe treba napraviti prije zavijanja vijkom da bi izbjegli nestabilnost. Strateški je pogrešno napraviti jednu rupu i staviti vijak u nju jer više nećemo moći nasloniti tu stranu kvadra na stol da probušimo rupu na drugoj strani. Sve obrade se moraju vršiti na stabilnoj i mirnoj podlozi.



**Slika 21.** Bušenje kvadra.

Nakon što izbušimo rupe vijak s uškom i vijak s kukom zaguramo što više možemo u njih te okrećemo u smjeru kazaljke na satu dok ne budu čvrsto zategnute. Vijak s uškom će poslužiti za povezivanje s oprugom. Dok će vijak s kukom služiti za vješanje utega.



**Slika 22.** Umetanje vijaka.

Vijak s uškom treba povezati s oprugom preko njenog jednog navoja. Vlačne opruge na oba kraja imaju još par navoja s kojima se spajaju. To je jedan od načina kako ne dirajući prepoznati vlačnu od tlačne opruge.



**Slika 23.** Dodavanje opruge.

Kroz navoj na drugom kraju opruge provući ćemo par centimetara žice. Dimenzije žice nisu bitne, ali moramo imati na umu da ne smije biti neka tanka žica koja bi se mogla deformirati pri vješanju utega. Zbog estetskih razloga bilo bi prihvatljivije da je svega par milimetara duža od promjera valjka tako da prilikom stavljanja poklopca preko žice višak materijala bude prekriven.



**Slika 24.** Dodavanje žice na oprugu.

Nakon što objesimo oprugu na žicu, kvadar s oprugom centriramo u valjak i žicu provučemo kroz rupe na valjku. Višak koji viri spustimo gore ili dolje.



**Slika 25.** Povezivanje s valjkom i vidljivi višak žice.

Na poklopac čekićem zakucamo vijak sa kukom te ga stavimo na sustav valjka.



**Slika 26.** Poklopac valjka.



**Slika 27.** Model dinamometra.

Spajanjem dijelova prema pozicijama dobili smo bazu za model dinamometra kojem još nedostaje skala. Izrada skale je zahtjevniji dio zadatka jer zahtjeva od učenika neka znanja iz fizike. Učenici prije skaliranja moraju smisliti princip izvedbe. Za to su potrebna predočavanje koncepta elastične sile i težine, identifikacija proporcionalnost između težine i produljenja opruge.

Ovaj dio izvedbe treba provesti polako kroz pažljivu diskusiju i naveden je u metodičkom dijelu i pripada nastavi fizike.

### ***Mjere opreza***

Kod bušenja rupa u kvadar treba pripaziti na rukovanje čekićem. Nakon izrade modela učenike treba opomenuti na osjetljivost opruge. Njihova znatiželja ih može nagoniti za istezanjem opruge u toj količini da se deformira. Zato treba upozoriti učenike da oprugu ne opterećuju velikim silama.

### **3.1.2. Baždarenje dinamometra**

Dinamometar koji smo dobili još treba baždariti. Označimo na kvadru koliko je izvučen iz valjka kada nije opterećen. To će nam predstavljati nulu. Zatim objesimo uteg od sto grama i označimo na kvadru do kud se produljio. Zatim uzmemo šestar i tu udaljenost prenesemo više puta. Time određujemo skalu od 1 N, 2 N itd. Manje odjeljke dobijemo dijeljenjem jediničnih cjelina na pola, pa na četvrtine itd. Ovisno o željenoj preciznosti dinamometra podijelimo odjeljke na 0.25 N, 0.5 N, 1 N, 1.25 N, 1.5 N, 1.75 N, 2 N itd.



**Slika 28.** Baždareni dinamometar.

### **3.2. Pokus**

Izradom modela učenici bi trebali moć interpretirati funkcioniranje dinamometra a time i uočiti svojstvo skale. Podijelimo određene predmete po razredu i tražimo od učenika da nam očitaju težinu predmeta i da interpretiraju kolika je približna masa predmeta.

### **3.3. Metodički komentar**

Izvedba ovog modela je predviđena za blok sat i to kao individualan rad učenika. Za razliku od izrade prijašnjeg modela ovdje veći dio nastave posvećen razumijevanju baždarenja dinamometra, a time i fizikalnih koncepata. Izvedba zadatka se bazira na čitanju tehničke dokumentacije, slaganju dijelova u model te baždarenju modela. Provedba započinje izradom tablice radnih operacija koja mora biti definirana u sklopu diskusije. Popunjavanje tablice radnih operacija (tablica 2.) te alata i pribora s kojim bi ostvarili te operacije ključan je dio za TK. Baždarenje samog modela zahtjeva od učenika intelektualni angažman te poznavanje koncepta elastične sile, težine i provedbu proporcionalnog zaključivanja.

**Tablica 2.** Tablica radnih operacija.

Poz.	Materijal	Radna operacija	Alat i pribor
1.	Drvo	bušenje rupa na manjim bazama kvadra	čekić i čavao
2.	čelika + drvo	zašarafljujemo vijke u rupe na bazi kvadra	ruke
3.	čelik	umotavamo oprugu na vijak	ruke
4.	Bakar	provlačimo bakrenu žicu kroz oprugu i rupe na valjku	ruke
5.	plastika + čelik	stavljamo na kapicu vijak	čavao i čekić
6.	plastika	kapicu stavljamo na valjak	ruke

Pitanja koja bi nas vodila u smjeru ostvarivanja ishoda nastave TK:

Prema svojoj namjeni kakav je ovaj tehnički crtež koji vam pokazujem?

Identificirajte dijelove s modela na tehničkom crtežu!

Kako bi ostvarili ovaj model pomoću dijelova ispred vas?

Kako povezujemo metalne i drvene predmete?

Da li bi trebali napraviti finu obradu, ako da kojeg dijela?

Kako bi sami mogli napraviti navedene dijelove iz kućanskih dijelova?

Kakva mora biti podloga prije nego što ju počnemo obrađivati? (mirna- sigurnost na radu)

Kakva svojstva imaju materijali koje možemo deformirati?

Koje tehnike povezivanja materijala smo koristili pri izvedbi?

Čime bi osigurali da naš dinamometar traje dulje?



Obrazovni ishodi predviđeni za izradu modela dinamometra vezani uz TK su sljedeći:

- skicirati dinamometar
- identificirati oblike i materijale potrebne za izradu dinamometra
- povezivati zadane elemente prema uputama u jedinstvenu cjelinu
- baždariiti dinamometar

S tehničke strane sat je pogodna vježba za organizaciju radnog prostora, razvoj motoričkih vještina i razvoj strateškog načina razmišljanja. Također, sat je pogodan za razgovor o sigurnosti na radu i načinu što boljeg očuvanja naših proizvoda unutar diskusije o deformaciji tijela. Vidljivo je da prvi dio sata koji posvećujem čitanju tehničke dokumentacije pripada tehničkom opismenjavanju. Vidimo da se područje baždarenja dinamometra usko isprepliće s fizikom.

Obrazovni ishodi predviđeni za izradu modela dinamometra vezani uz fiziku su sljedeći:

- uočiti da se za različite utege opruga više ili manje rasteže
- objasniti zašto se opruga rasteže
- uočiti proporcionalnost između mase utega i produljenja opruge
- provesti baždarenje izradom skale

U najboljem slučaju izvedba dinamometra može biti individualizirana što zahtjeva osobnu snalažljivost. Spomenuti ishodi mogu se ostvariti i grupnim radom u dvoje, a kojima bi se još mogao nadodati razvoj kooperativne suradnje među učenicima.

Moguća pitanja za usmjeravanje toka nastave fizike su:

Imam u ruci uteg od 100g. Koja sila ili sile djeluju na uteg?

Kojeg su smjera i iznosa?

Što će se dogoditi ako uteg objesimo na oprugu?

Kakvu pravilnost uočavamo?

Ovisno o sili kojom djelujemo na oprugu kakvo bi moglo biti produljenje

-ako se za uteg od 1N opruga istegne za 2 cm, koliko će se istegnuti za uteg od 2N?

(sistematizacija podataka i uočavanje pravilnosti (proporcionalnosti) te vraćanje na ideju skale)

Baždarenje:

Imam novi uteg i htjela bi znati koja je njegova težina. Kako bi to mogla saznati?

Kako napraviti jednu skalu da mogu samo očitati silu?

Koliki je najmanji mjerni podjeljak na modelu dinamometra?

Kako bi napravili manji podjeljak?

Kolika je težina danog utega?

Što mislite, hoće li se različite opruge jednako istežati za isti uteg?

Zbog svog sadržaja sat je prigodan za razvijanje proporcionalnog zaključivanja kao i za vježbanje sistematizacije podataka.

#### **4. Zaključak**

U ovom radu pokazali smo povezanost TK s fizikom te vrijednosti sadržaja i aktivnosti koje promiče. Izvedbom dva, u ovom radu opisana, zadatka učenici kroz aktivnost oblikovanja materijala izrađuju tehničke tvorevine, upoznaju doživljaj zadovoljstva stvaranja, usvajaju vrijednosti rada i važnost proizvodnje, stječu samopouzdanje, kritičnost i samokritičnost, razvijaju poduzetnički način razmišljanja i djelovanja. Također, učenici razvijaju vještinu čitanja tehničkih crteža i tehničke dokumentacije pri izradi dinamometra i kvadra. Time se tehnički opismenjuju.

Tehničkim i estetskim vrednovanjem i samovrednovanjem učenici razvijaju samokritičnost i kritičko mišljenje prema radu i rezultatima rada. Takav je razvoj pogodan i za kvalitetniju evaluaciju rezultata u fizici. Povezujući sadržaje nastave fizike s aktualnim problemom izvedbe zadataka učenici, uz pomoć nastavnika moderatora, razvijaju jezične sposobnosti, komunikativnost te kritičko razmišljanje. Osim ovoga, učenici stječu vještine planiranja, organiziranja i provođenja istraživanja, zaključivanja i donošenja odluka, socijalne vještine prepoznavanja pozitivnih učinaka drugih, prihvaćanje objektivne kritike drugih, razvoj odgovornosti za zajednička postignuća te razvoj sposobnosti ocjene i objektivne procjene nekog rada.

Učeničeva samostalnost u traženju odgovora na pitanje ili problem te oslanjanje na vlastite snage u traženju informacija omogućuje aktiviranje svih misaonih operacija koje vode k razumijevanju. Sam proces usvajanja znanja radom na projektu traje duže, ali fizičko iskustvo, koje učenik stječe, modelira učenikove koncepcije i izgrađuje kvalitetnu mentalnu strukturu.

Razvijajući vještine kroz sadržaj TK i fizikalne koncepte, učenicima se približavaju saznanja o metodama znanstvenog istraživanja te znanstveni način mišljenja.

## **5.Dodaci**

A Montažni crtež kvadra

B Montažni crtež dinamometra





## 6.Literatura

- [1] Prijedlog kurikuluma za nastavni predmet Tehnička kultura (6.6.2016):  
<http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Tehnicka-kultura.pdf>
- [2] Vladimir Paar : Udžbenik iz fizike za 8 razred,ŠK , Zagreb 2011.
- [3] ZumbulkaBeštak Kadić, Nada Brković, Planinka Pećina: FIZIKA 7, udžbenik za 8. razred osnovne škole, Alfa element, Zagreb, 2014.
- [4] Bilić Prodanović-Trilin, Naždi, Čović, Šimić, Kenfelj, Vljajinić, Suman: Udžbenik tehničke kulture za osmi razred OŠ,Profil, Zagreb 2014.
- [5] Bilić Prodanović-Trilin, Naždi, Čović, Šimić, Kenfelj, Vljajinić, Suman: Udžbenik tehničke kulture za sedmi razred OŠ,Profil, Zagreb 2014.
- [6] Marijan Vinković, Dragutin Labaš, Stjepan Androlić, Željko Medved: Udžbenik tehničke kulture za šesti razred OŠ,Profil, Zagreb 2014.
- [7] Ružica Gulam, Tamara Valčić, Ivo Tkalec, Mato Šimunović, Dragutin Labaš, Stjepan Androlić, Željko Medved: Udžbenik tehničke kulture za peti razred OŠ, Profil, Zagreb 2014.
- [8] Zakon o HKO-u (6.6.2016):  
[http://www.phy.pmf.unizg.hr/~gorjana/nastava/Informatika/nastavni%20materijali/Zakon\\_o\\_HKO.pdf](http://www.phy.pmf.unizg.hr/~gorjana/nastava/Informatika/nastavni%20materijali/Zakon_o_HKO.pdf)
- [9]M. Sikirica: Metodika nastave kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2004
- [10]Meyer, H.: Didaktika razredne kvake, Educa, Zagreb,2002
- [11]Predavanja Iz Metodike nastave tehničkog:  
[http://www.phy.pmf.unizg.hr/~gorjana/nastava/Tehnika/nastavni%20materijali/metteh\\_novo.pdf](http://www.phy.pmf.unizg.hr/~gorjana/nastava/Tehnika/nastavni%20materijali/metteh_novo.pdf)
- [12] Svojstva pleksiglasa  
<http://www.laserplexx.hr/plexiglas/>