



Sufinancira  
Europska unija

# BE-IN: Najbolje inovativne prakse za inkluzivno i emocionalno obrazovanje s ciljem suočavanja s ranim napuštanjem školovanja u Europi



## BE-IN: Stratificirana nastavna jedinica

Predmet **Osnove tehničke mehanike**

Nastavnice: **Snježana Neuhold, mag.ing.mech., Astrid Neuhold, mag.ing.mech.,  
Nataša Arambašić, dipl.ing.str.**

Škola: **Industrijska strojarska škola Zagreb**



## Nastavna priprema: predmet Osnove tehničke mehanike

Naslov	Nauka o čvrstoći
Teme	Uvod u čvrstoću ( opterećenje, naprezanje i deformacija čvrstog tijela, dimenzioniranje)
Razred (dob)	16 godina
Opis	Obrada novog nastavnog gradiva
Opći ciljevi	Cilj ove nastavne jedinice je omogućiti učenicima razumijevanje osnovnih pojmova vezanih uz čvrstoću materijala, kao i primjenu tih pojmova u praksi. Učenici će biti u mogućnosti objasniti osnovne zakonitosti deformacije i loma materijala, razumjeti važnost ispitivanja čvrstoće materijala u inženjerskim disciplinama te primijeniti stečeno znanje kroz rješavanje problema i eksperimente. Kroz ovu nastavnu jedinicu, cilj je potaknuti razvoj analitičkog razmišljanja, kritičkog promišljanja i praktičnih vještina učenika u području čvrstoće materijala.
Izvori	Z. Vlaić: „Osnove tehničke mehanike“ udžbenik

### Analiza razreda

- razred ima više od 20 učenika, od toga dio radi po redovnom programu, 1/5 ima individualizirani pristup, a nekoliko njih ima prilagodbu programa (*izvorna priprema sadrži precizne podatke*)
- razred je kompaktan, svi se međusobno slažu i podržavaju, nema grupiranja i diskriminacije, ali su vrlo bučni i skloni neprimjerenom ponašanju
- radi se o razredu gdje se mora uložiti veliki trud, koncentracija, energija i domišljatost u održavanju pozitivne i radne atmosfere.

## Nastavni plan

### 1. korak: Motivacija

Ulaskom u razred na sat, učenici ustaju, pozdravljaju nastavnicu na što im ona odzdravlja, zahvali i oni sjednu. To prekida njihovu galamu, označava im početak sata, obavezu da mobitele spreme u torbu (u protivnom bi 90% njih cijelo vrijeme tipkalo poruke, igralo igrice ili gledao YT ili tik-tok – teško se othrvaju „zovu“ mobitela ) i izvade knjige, bilježnice i pribor.

Nakon toga ide naš spontano nastali pozdrav (bez kojega ne žele početi sat) – „Bok škvadro – šta ima?“, na što oni otpjevaju stih iz pjesme Bolesne braće „Lovačke priče“: „Imam para \*ko tajkun, doma nemam bazen, ali zato kupiti ću Jarun.“ Ponekad odrepaju cijelu pjesmu ili neku novu koja je izašla u glazbenom svijetu. To im se sviđa i razvija bliskost između mene kao nastavnice i njih. S obzirom na to da je ponedjeljak i to 7. i 8. sat kada su već umorni za fizikalno matematički predmet – ispričaju mi jesu li imali neku utakmicu, koncert, pripremu za natjecanje, kako ljubav i slične aktualnosti. To je standardan početak sata i opuštanje.

Umorni su i utorak 1. i 2. sat kada opet imamo OTM jer su tada još pospani i treba im neko vrijeme da dođu k sebi pa moramo opušteno i šaljivo početi nastavni sat.

Ako zaključim da su umorni i ne mogu se koncentrirati, dam im papiriće A5 da nacrtaju neki fraktalni crtež, odmore se te podignu koncentraciju i volju za radom ili me to sami zatraže na početku ili usred izvođenja našeg blok sata.

Na ploču napišem velikim slovima ČVRSTOĆA TIJELA (zadnja nastavna cjelina u koju se spaja i stapa sve ono što smo do sada radili na nastavnom predmetu – statika, kinematika i dinamika) i zamolim ih da razmisle kako bi definirali taj pojam.

Na PPT stavim fotografije mosta preko kojeg prolaze automobili i kamioni, dizalice na kojoj visi metalna sajla opterećena na dnu teškim predmetom, staklenog stola na kojem stoji kutija s alatom, napetog užeta između dva stupa na koji je obješeno oprano rublje i sliku dvoje ljudi koji na stalku dinamično udaraju čvrsti metani komad čekićima sa suprotnih strana.

Učenici komentiraju među sobom, prisjećaju se dosadašnjeg gradiva.

OČEKUJEM odgovore: sposobnost tijela da bez deformacije ili loma izdrži opterećenje, sila i protusila na tijelu se poništavaju i daju rezultantu nula, sila opterećenja na tijelo mora biti jednaka od sile kojom se tijelo odupire tom opterećenju.

Zapisujemo odgovore na ploču i komentiramo ih – zašto?, kako?

### 2. korak: Razumijevanje sadržaja

Stavljam im novi slajd na kojem su prikazana tijela opterećena na vlak, tlak, torziju, izvijanje, uvijanje, odrez.

Zamolim ih da promatranjem tih slika pokušaju još pojasniti što je čvrstoća tijela. Dopisujemo nabrojano na ploču i zajednički izvodimo definiciju čvrstoće tijela.

### 3. korak: Analiza/Fokus

**Učenike podijelim u 4 grupe po 5 učenika**, zamolim ih da odrede mentora grupe koji će na kraju izlagati i prezentirati istraživanje i zaključke grupe. **Grupe su miješane** od učenika koji rade po redovnom i individualiziranom i prilagođenom programu.

**Prva grupa** treba na internetu istražiti što je to naprezanje.

**Druga grupa** razmatra što je to deformacija i pokuša nabrojati koje su sve deformacije tijela moguće mijenjanjem težine/sile na njima gledajući u slajd koji je ostavljen na platnu od prethodnog koraka (fotografije mosta preko kojeg prolaze automobili i kamioni, dizalice na kojoj visi metalna sajla opterećena na dnu teškim predmetom, staklenog stola na kojem stoji kutija s alatom, napetog užeta između dvaju stupova na koji je obješeno oprano rublje i sliku dvoje ljudi koji na stalku dinamično udaraju čvrsti metani komad čekićima sa suprotnih strana).

**Treća grupa** dobiva tri štapa koja savijaju, uvijaju, torzijski okreću i zapisuju kakve se deformacije pojavljuju prilikom tih naprezanja. Svaki učenik uzima i svoju gumicu za brisanje i tlači je i razvlači te bilježi ponašanje gumice u tim naprezanjima. Grupa treba zaključiti ostaje li deformacija tijela trajna (plastična) ili se nakon naprezanja tijelo vraća u svoj prvobitni oblik (elastična deformacija).

**Četvrta grupa** dobiva tanke vijke koje uvijaju u komad metala i opterećuju utezima različite težine (sile) i bilježe što se događa s vijkom pod utjecajem različitih težina, dobivaju spužvu koju razvlače i tlače i komad metala u koji udaraju odozgo, a zatim istovremeno sa suprotnih strana bilježeći promjene koje se događaju na tijelu. Grupa treba zaključiti ostaje li deformacija tijela trajna (plastična) ili se nakon naprezanja tijelo vraća u svoj prvobitni oblik (elastična deformacija).

Učenici se mogu i zamijeniti u grupama ako im se zadatak druge grupe čini interesantniji.

Zatim grupa po grupa na način koji sami odrede (vizualno, verbalno ili kombinirano) prezentira svoje zaključke drugim učenicima.

### 4. korak: Sinteza/Primjena

Grupe dobivaju listić s kolažem slika na kojima je prikazano: skakač koji s daske za skakanje skače u vodu, komad aluminijske stlačene u steznoj napravi, djeca koja igraju lastež, dvije metalne ploče različitog materijala (aluminij i čelik) vezane tankim vijkom i dvije metalne ploče istog materijala vezane tankim vijkom, troje djece koja sjede jedan drugome u krilu na plastičnoj klupici, skakač s motkom, most preko kojeg prelazi kamion sa specijalnim teretom.

Učenici na slike upisuju vrste naprezanja, je li deformacija plastična ili elastična te do kakve deformacije može doći na svakom prikazanom primjeru.

## 5. korak: Jezik

Razgovaramo o tome kakva naprezanja su najčešća u njihovoj struci instalatera grijanja i klimatizacije, kakve deformacije oni namjerno rade (savijanje cijevi i slično) i do kakvih neplaniranih deformacija tijela i materijala može doći i dolazi prilikom rada.

Učenici zapisuju u bilježnicu i nadopunjavaju slijedeće rečenice:

1. U svom praktičnom radu susrećem se sa \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ deformacijama materijala ili tijela.
2. Sam radi montiranja radijatora ili klima uređaja izvodim \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ deformacije.
3. Opasnosti od trajnog oštećenja materijala zbog nužnog izvođenja deformacije su mi \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

## 6. korak: Potvrda naučenog/refleksija

Za domaću zadaću će učenici opisati jedan radni zadatak koji rade na praktičnoj nastavi i nabrojati što više naprezanja materijala ili tijela koje rade namjerno ili nenamjerno te prednosti i opasnosti toga (Npr. prednost – lakše i elegantnije te oku ugodnije postavljen sustav grijanja, radijatori i cijevi za dotok. Opasnost – stajanje na skeli gdje može doći do pucanja daske na kojoj stoje od težine tijela i materijala ako nije dobro dimenzionirana, kao i namjerno savijanje bakrene cijevi gdje krivim postupkom ili naglim savijanjem može doći do puknuća cijevi i štete).

## 7. korak: Vrednovanje

Svi učenici, ili samo oni koji žele, će prezentirati opis svojeg radnog zadatka - verbalno, ppt prezentacijom, predajom papira na koji su opisali zadatak. Time ćemo napraviti uvod u novu nastavnu jedinicu - Izračunavanje stvarnog naprezanja i dimenzioniranje.

anthropolis



SÜDWIND



Sufinancira  
Europska unija

Financirano sredstvima Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su stavovi i mišljenja autora i ne moraju se podudarati sa stavovima i mišljenjima Europske unije ili Europske izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih. (Kod projekta: 2021-1-IT02-KA220-SCH-348DE244)