**Na krilima razlike tlakova**

**Predmet:** Fizika

**Razred:** 1. razred, srednja škola  
**Razina izvedbene složenosti:** početna

**Ključni pojmovi:** dinamički tlak, statički tlak

**Korelacije i interdisciplinarnost:**

- Matematika  
- Biologija  
- Informatika  
- Građanski odgoj i obrazovanje  
- Održivi razvoj  
- Zdravlje

**Obrazovni ishodi:**

* tumačiti statički i dinamički tlak (A)
* tumačiti Bernoullijevu jednadžbu (A, B, C)
* primijeniti Bernoullijevu jednadžbu na primjerima iz prirode i tehnike (A, B, C)
* primijeniti zakon očuvanja energije na primjerima gibanja fluida (B)

*\*U zagradama su navedena slova koja označavaju aktivnosti ovog scenarija poučavanja, a njihovom se realizacijom doprinosi ostvarenju dotičnog ishoda.*

**…………………………………………………………………………………………………..**

**Opis aktivnosti:**

|  |
| --- |
| **A** |

**Kad krovovi polete**

Brojni su primjeri kojima možete započeti razgovor o Bernoullijevu zakonu.

*Kako vjetar diže krovove? Na kojem načelu rade raspršivači spreja ili parfema, ili npr. zubarska sisaljka za slinu? Kako titraju glasnice?*

Razgovarajte s učenicima o tome što je zajedničko svim primjerima, a kako biste im pomogli, izvedite pred njima nekoliko jednostavnih pokusa poput ovih prikazanih [videozapisom](https://www.youtube.com/watch?v=P-xNXrELCmU), u trajanju od 2:34 min., ili [videozapisom](https://www.youtube.com/watch?v=89-V410VhFw), u trajanju od 0:44 min.

Razgovarajte s učenicima o statičkom i dinamičkom tlaku te o načinima njihova mjerenja kako biste mogli postaviti istraživačko pitanje.

*Kako se tlak u fluidu mijenja ovisno o brzini protjecanja i gustoći fluida?*

Potaknite učenike da iznesu pretpostavke o tome kako brzina protjecanja fluida i njegova gustoća utječu na tlak kojim fluid djeluje na površinu uz koju prolazi.

Potom uputite učenike na interaktivnu [simulaciju](https://phet.colorado.edu/en/simulation/fluid-pressure-and-flow).

Neka izaberu polje *protok*(*flow*) te uključe opciju *ravnalo* (*ruler*), kojim će mjeriti promjer cijevi. Na jednome dijelu cijevi neka smanje promjer. Mjerače brzine (*speed*) i statičkog tlaka (*pressure*) neka postave u širi i uži dio cijevi. Gustoću fluida mogu mijenjati uz pomoć opcije *gustoća fluida*(*fluid density*).

Uputite učenike neka mjere statički tlak i brzinu protjecanja za tri različita promjera cijevi kod fluida iste gustoće, a zatim neka ponove postupak držeći promjer užega dijela stalnim, ali mijenjajući gustoću. Podatke o veličinama koje su podešavali te veličinama koje su mjerili neka prikažu tablično u programu Microsoft Excel.

Raspravite o rezultatima (kako statički tlak ovisi o brzini protjecanja i gustoći fluida) te zajedno izvedite Bernoullijev izraz za tlak fluida koji protječe kroz horizontalnu cijev.

Potaknite ih neka sada objasne primjere i pokuse o kojima ste razgovarali prije istraživanja.

Neka pokušaju objasniti kako se zrakoplov održava na visini ili kako olujni vjetar podiže krov.

Razgovarajte na koji način rade glasnice te koje navike mogu utjecati na bolesti glasnica (npr. pušenje).

***Postupci potpore***

U [Didaktičko-metodičkim uputama za prirodoslovne predmete i matematiku za učenike s teškoćama](https://edutorij.e-skole.hr/alfresco/guestDownload/a/workspace/SpacesStore/17d413fe-dce4-4e95-80f6-7f67433c6e4b/Didakticko-metodickeupute-ucenici-teskoce.pdf) možete pronaći kako učenike uključiti u aktivnost gledanja videozapisa i praktičan rad.

Po završetku gledanja videozapisa, po završetku praktičnog rada ili rasprave učenicima možete pripremiti kratke sažetke s najvažnijim zaključcima te ih potkrijepiti slikama ili crtežima. Pri izvođenju izraza za tlak fluida ili uporabi simulacije provjerite razumiju li učenici značenje pojedinih fizičkih veličina i njihovih oznaka (npr. kod učenika sa specifičnim teškoćama učenja) te ih po potrebi dodatno objasnite. Pri rješavanju zadataka učenicima ponudite podsjetnike s izrazima (formulama) i omogućite im uvježbavanje uporabe izraza najprije s manjim brojevima.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| **B** |

**Dok voda teče uzbrdo**

Razgovarajte s učenicima zbog čega je na višim katovima zgrada ponekad u slavinama manji tlak. Raspravite na koji način promjena visine cijevi kojom fluid teče utječe na statički i dinamički tlak.

Uputite učenike na interaktivnu [simulaciju](https://phet.colorado.edu/en/simulation/fluid-pressure-and-flow).

*Što se događa s dinamičkim, statičkim i ukupnim tlakom na dijelovima cijevi različitih presjeka?*

Neka izaberu polje protok (*flow*). Cijev neka podese tako da cijelom dužinom bude jednakog promjera, ali neka ne bude na jednakoj visini. Neka postave mjerač brzine (*speed*) i statičkog tlaka (*pressure*) u oba dijela cijevi te iz izmjerenih podataka odrede dinamički i ukupan tlak.

Raspravite s njima zbog čega se pojavljuje razlika ukupnog tlaka u nižem i višem dijelu cijevi te koje veličine utječu na nju.

Neka potom ponove postupak za još dvije različite visinske razlike, a zatim za još dvije različite gustoće fluida (gustoću fluida mogu mijenjati klikom na *fluid density*).

Podatke neka prikažu tablicom u koju će unijeti mjerene podatke i razliku ukupnog tlaka u programu MicrosoftExcel.

Raspravite s učenicima o rezultatima i zajednički izvedite Bernoullijev izraz koji opisuje tlak u fluidu koji ne teče horizontalno.

Neka vaši učenici primjene naučeno da objasne uvodni problem. Razgovarajte na koji se način on rješava u praksi.

U razgovoru potaknite učenike da uoče da primjere o kojima razgovaramo možemo objasniti i zakonom očuvanja energije. Razgovarajte o povezanosti zakona očuvanja energije i Bernoullijeva zakona.

Isto tako, razgovarajte s učenicima o utjecaju termoelektrana, hidroelektrana, vjetroelektrana i ostalih tipova elektrana na okoliš. Što znaju o njima? Da se nalaze u situaciji da mogu osmisliti energetsku politiku neke zemlje ili regije, kako bi utjecaj na okoliš ili prirodni resursi koje imaju na raspolaganju utjecali na njihove odluke? Što sve treba uzeti u obzir pri osmišljavanju takve politike?

***Postupci potpore***

Simulaciju koja se upotrebljava u ovoj aktivnosti potrebno je učenicima najaviti, ukratko objasniti što će gledati te dodatno po potrebi objasniti rad na simulaciji. Zadatke za rad u programu Microsoft Excel učenicima s teškoćama (npr. s poremećajem pažnje i hiperaktivnosti, učenicima sa specifičnim teškoćama učenja) pripremite na sustavan način na papiru. U [*Didaktičko-metodičkim uputama za prirodoslovne predmete i matematiku za učenike s teškoćama*](https://edutorij.e-skole.hr/alfresco/guestDownload/a/workspace/SpacesStore/17d413fe-dce4-4e95-80f6-7f67433c6e4b/Didakticko-metodickeupute-ucenici-teskoce.pdf) možete pronaći kako učenike uključiti u aktivnost uporabe *web*-simulacija, aktivnost rasprave i praktičan rad.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| **C** |

**Prskalice za bolji pogled**

Pred učenike donesite na primjer sprej ili bocu sa sredstvom za pranje stakla sa raspršivačem. Raspravite s njima o tome kako raspršivači rade. Neka učenici pri tome primjene znanje o Bernoullijevu zakonu i zakonu protoka.

*Možemo li te zakone primijeniti i kako bismo izmjerili brzinu protjecanja fluida u cijevi?*

Donesite pred njih Venturijevu cijev i razgovarajte o načelu na kojem radi. Pri tome će vam pomoći [simulacija](http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_bernoulli&l=hr&zoom=0).

Pitajte učenike: *Kako izmjeriti brzinu protjecanja fluida u Venturijevoj cijevi?*

Podijelite ih u skupine i tražite da osmisle postupak kako Venturijevom cijevi koju imate, a primjenjujući zakone o protjecanju tekućine, odrediti brzinu protjecanja tekućine te neka navedu što im je od pribora još potrebno.

**Napomena:**Potrebno je odrediti gustoću fluida, statički tlak u širem i užem dijelu cijevi te površine obaju presjeka cijevi, a zatim primijeniti jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu da se izračunaju brzine.

Nakon toga raspravite s njima o prijedlozima te provedite mjerenje. Neka se pri radu koriste tabličnim programom Microsoft Excel.

Potaknite učenike da u raspravi budu otvoreni za tuđa mišljenja i prijedloge. Objasnite im i da je planiranje pokusa često timski rad u kojem sudjeluje mnogo ljudi, a rezultat je plod zajedničkog napora.

***Postupci potpore***

Interaktivnu simulaciju učenicima sa specifičnim teškoćama učenja dodatno objasnite i provjerite razumijevanje svih elemenata u simulaciji. Pri rješavanju zadataka učenicima sa specifičnim teškoćama učenja, učenicima s poremećajem pažnje i hiperaktivnosti omogućite uporabu podsjetnika s formulama uz vizualnu podršku kad god je to moguće.

U [*Didaktičko-metodičkim uputama za prirodoslovne predmete i matematiku za učenike s teškoćama*](https://edutorij.e-skole.hr/alfresco/guestDownload/a/workspace/SpacesStore/17d413fe-dce4-4e95-80f6-7f67433c6e4b/Didakticko-metodickeupute-ucenici-teskoce.pdf) možete pronaći kako učenike uključiti u aktivnost mjerenja brzine protjecanja fluida u cijevi i aktivnost rasprave.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Za one koji žele znati više**

Učenike koji žele znati više uputite na [poveznicu](https://www.srednja.hr/zabava/geek-kutak/znanost/video-magnusov-efekt-objasnjen-s-kosarkaskom-loptom-2/). Prikazan je Magnusov učinak s košarkaškom loptom.

Neka pregledaju materijal, a zatim raspravite o tome zbog čega tijela koja se gibaju kroz fluid (npr. lopta kroz zrak) i pri tome rotiraju mogu naglo promijeniti putanju.

Raspravite o tome kako se pri gibanju lopte kroz zrak giba zrak u odnosu na loptu te zašto se javlja sila koja promijeni smjer gibanja lopte. Potaknite ih da razmisle u kojim se sve situacijama taj učinak javlja.

Neka u PowerPointu nacrtaju loptu ili neko drugo tijelo po želji koje se giba kroz fluid i rotira te označe gibanje fluida oko tijela i vektorski prikažu sile koje djeluju na njega.

Skupini učenika koji žele znati više dajte Pitoteovu cijev, manometar s alkoholom, 2 gumene cijevi za spoj cijevi s manometrom, spojke, hvataljke i dva stalka te zatražite da uz pomoć tog pribora osmisle pokus kojim bi odredili brzinu strujanja zraka iz sušila za kosu. Osim toga potrebno im je dati podatke o gustoći alkohola i zraka.

**Napomena:** Jedan krak manometra potrebno je spojiti tako da mjeri statički tlak na stijenki cijevi, a drugi da mjeri ukupni tlak u struji zraka. Primjenjujući Bernoullijev zakon, dobit će da je dinamički tlak zraka u cijevi jednak razlici tlakova u kracima manometra (razlika tlakova može se izraziti kao *gh*, gdje je gustoća alkohola, a *h* razlika visina alkohola u kracima manometra). Iz navedene jednakosti treba izraziti i izračunati brzinu strujanja zraka.

Neka rade u Microsoft Excelu.

**Dodatna literatura, sadržaj i poveznice:**

Dodatna pojašnjenja pojmova možete potražiti na relevantnim mrežnim stranicama – [Google znalac](https://scholar.google.hr/), [Struna](http://struna.ihjj.hr/) (Hrvatsko strukovno nazivlje), [Hrvatska enciklopedija](http://www.enciklopedija.hr/) i sl.

1. E. F. Redish. (2003.): Teaching Physics with the Physics Suite, John Wiley & Sons Inc. 2003.
2. Grant, M.M. , Branch, R.M. (2005.): Project.based learning in a middle school: Tracing Abilities through the artifacts of learning. J. Res. Technol. Edu. 38 (1), 65.-98.
3. Haliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. (2001.): Fundamentals of Physics, J. Wiley & Sons, New York
4. Kadum-Bošnjak, S. (2012.): Suradničko učenje. Metodički ogledi, 19(1) , 181.-199.
5. M. Matijević – T. Topolovčan. (2017.): Multimedijska didaktika, Zagreb, Školska knjiga
6. P. G. Hewitt, J. Suecki, L. A. Hewitt. (2004.): Conceptual Physical Science, 3rd edition, Addison Wesley,
7. R. Krsnik. (2008.): Suvremene ideje u metodici nastave fizike, Zagreb, Školska knjiga

Napomena: Valjanost svih mrežnih poveznica zadnji put utvrđena 15.5.2018.

[Creative Commons licenca](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)  
Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom [Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Prilikom korištenja ovog djela trebate označiti autorstvo djela na ovaj način: CARNET (2017) e-Škole scenarij poučavanja ˝(upisati naslov scenarija poučavanja)˝, [https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/.](https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/)

|  |
| --- |
| Primijenili ste ovaj scenarij poučavanja u nastavi? Recite nam svoje mišljenje popunjavanjem upitnika na ovoj [poveznici](https://upitnik.carnet.hr/index.php/689166?lang=hr). |