

# Implementacija geofizičkih disciplina s naglaskom na meteorologiji u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi fizike

---

Majstorović, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:217:127526>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
FIZIKA; SMJER: NASTAVNIČKI

**Ivan Majstorović**

Diplomski rad

**Implementacija geofizičkih disciplina s  
naglaskom na meteorologiji u  
osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi  
fizike**

Voditelj diplomskog rada: v. pred. dr. sc., Antun Marki

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

Povjerenstvo: 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Datum polaganja: 25. rujna 2023.

Zagreb, 2023.



## Sažetak

Cilj je ovoga rada prikazati trenutnu sliku prisutnosti meteorologije u hrvatskome školstvu te koliko predviđeni godišnji izvedbeni kurikulumi fizike u osnovnim i srednjim školama sadržavaju poglavlja geofizičkih disciplina, a osobito meteorologije. Ovim radom pokušao sam prikazati što jasniju sliku trenutnog nastavnog sadržaja u osnovnim i srednjim školama u području fizike, odnosno koliko je meteorologija kao znanost o Zemljinoj atmosferi prisutna u kurikulumu te postoji li interdisciplinarna povezanost fizike s drugim predmetima u školstvu.

Na temelju analiziranoga stanja, proučio sam moguće načine kojima bi se u kurikulumu udio ove geofizičke znanstvene discipline mogao uvelike povećati, a samim time i interes učenika za sudjelovanjem u raznim zanimljivim nastavnim satima, sudjelovanjem u eksperimentima, projektima i radionicama.

Ključne riječi: meteorologija u osnovnim i srednjim školama, načini popularizacije meteorologije u školstvu, GLOBE projekt



# **Implementation of geophysical disciplines with an emphasis on meteorology in primary and secondary school physics teaching**

## **Abstract**

The aim of this paper is to show the current picture of the presence of meteorology in Croatian education and to what extent the planned annual implementation curricula of physics in primary and secondary schools contain chapters of geophysical disciplines, especially meteorology. With this work, I tried to present as clear a picture as possible of the current teaching content in primary and secondary schools in the field of physics, i.e. how much meteorology as a science of the Earth's atmosphere is present in the curriculum and whether there is an interdisciplinary connection between physics and other subjects in education.

Based on the analyzed situation, I studied the possible ways in which the share of this geophysical scientific discipline in the curriculum can be greatly increased, thereby increasing students' interest in participating in various interesting lessons, participating in experiments, projects and workshops.

Keywords: meteorology in primary and secondary schools, ways of popularizing meteorology in education



## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Geofizika</b> .....	<b>2</b>
1.1.1. Seizmologija .....	2
1.1.2. Oceanografija.....	4
1.1.3. Meteorologija.....	5
<b>1.2. Začetak geofizike u Hrvatskoj</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Pregled meteoroloških pojmova kao dio fizike u školama</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Meteorologija u osnovnim školama</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1. Zastupljenost meteorologije u kurikulumu fizike</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2. Načini populariziranja meteorologije</b> .....	<b>25</b>
3.2.1. Nastavni sati.....	25
3.2.2. Eksperimenti .....	25
3.2.3. Izrada vlastitih amaterskih uređaja.....	29
3.2.4. Terenska nastava .....	32
3.2.5. Izrada amaterske meteorološke stanice .....	33
<b>4. Meteorologija u srednjim školama</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1. Zastupljenost meteorologije u kurikulumu fizike</b> .....	<b>34</b>
<b>4.2. Načini populariziranja meteorologije</b> .....	<b>36</b>
4.2.1. Nastavni sati.....	37
4.2.2. Eksperimenti .....	37
4.2.3. Terenska nastava .....	40
4.2.4. Izrada napredne meteorološke stanice.....	41
4.2.5. Izrada meteorološkog kutka na internetskoj stranici škole.....	43
<b>5. GLOBE projekt</b> .....	<b>45</b>
<b>6. Zaključak</b> .....	<b>50</b>
<b>7. Dodatak</b> .....	<b>i</b>
<b>8. Literatura</b> .....	<b>xxv</b>





## 1. Uvod

Meteorologija je grana geofizike u kojoj se javlja vapijuća potreba za novim kadrom, ali prije svega za popularizacijom geofizičkih znanstvenih disciplina općenito u javnosti. Svjedoci smo brojnih prirodnih katastrofa i anomalija s kojima javnost ili nije upoznata ili ima potpuno pogrešno mišljenje o njima. Upravo se iz tog razloga, analizom trenutnoga stanja zastupljenosti ove geofizičke discipline u hrvatskome školstvu, razmatraju načini uvođenja novih, dodatnih sadržaja te širenja i promocije meteorologije u školstvu.

Analiza i konkretni prijedlozi za afirmaciju meteorologije u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi, u ovome su radu podijeljeni na dva poglavlja. U svakom su navedene ideje kojima se nastava može učiniti zanimljivijom i konstruktivnijom s obzirom na dob učenika. U konačnici, meteorologija je znanstvena disciplina, koja ne samo da njeguje fiziku u svojim korijenima i bez nje ne može objasniti dinamiku atmosfere, već obuhvaća i područje geografije i informatike, koja je trenutno osobito popularna među učenicima, a sama je od velike važnosti za razvoj današnjih pregleda atmosfere.

Kako bi se uopće objasnila svrha popularizacije geofizičkih disciplina u današnjem školstvu Republike Hrvatske, valja objasniti koje sve geofizičke discipline postoje, što predstavljaju te gdje ih susrećemo u svakodnevnom životu.

## *1.1. Geofizika*

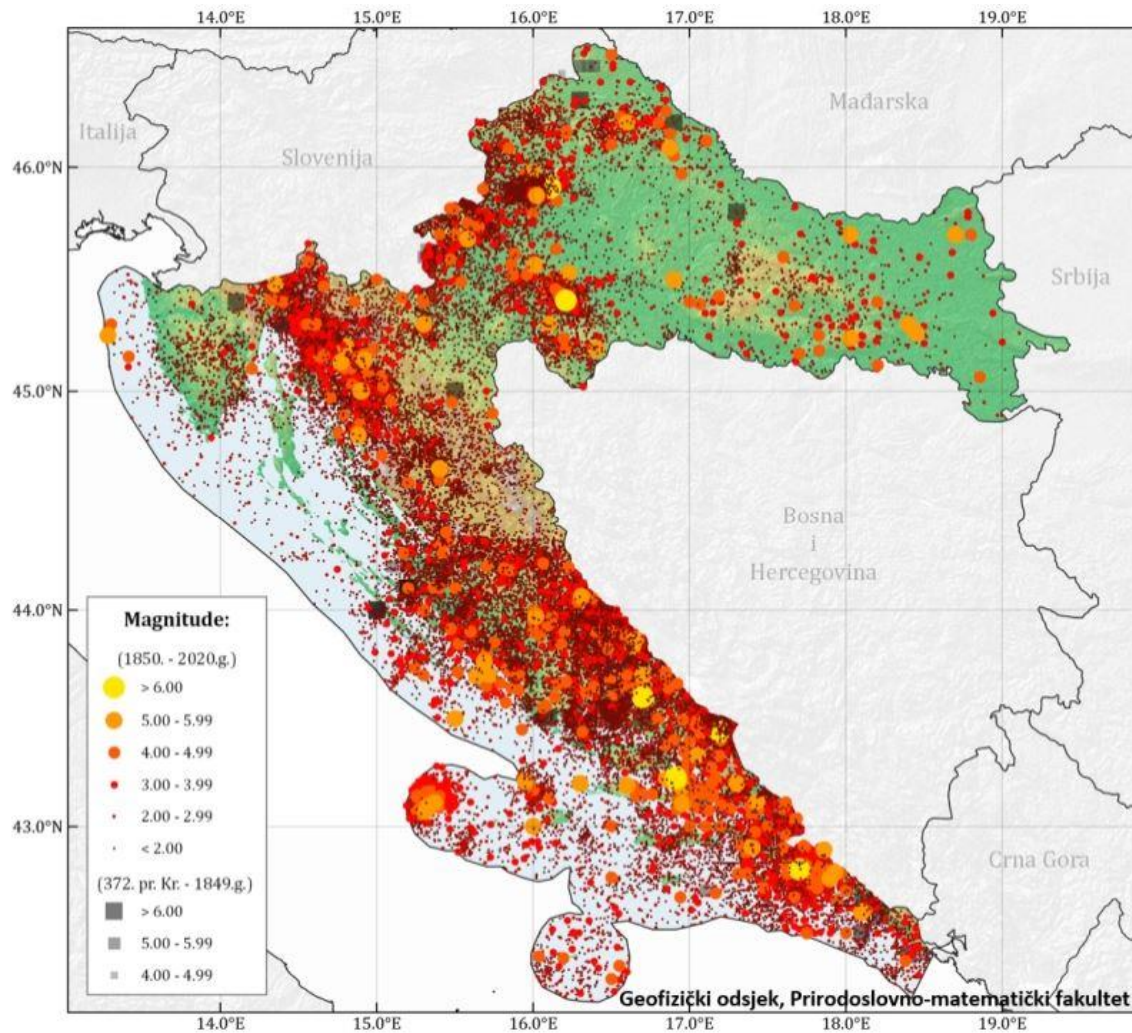
Geofizika je prirodna znanost koja proučava fizikalne procese na Zemlji te njena fizikalna svojstva. S obzirom da geofizika kao znanost obuhvaća vrlo široko područje, Zemljinu unutrašnjost, atmosferu te vodu koja pokriva 71% Zemljine površine, razlikujemo nekoliko geofizičkih disciplina, seizmologiju, oceanografiju te meteorologiju.

### *1.1.1. Seizmologija*

Seizmologija (grč. seismos = potres + grč. logos = znanost) je geofizička disciplina koja se bavi istraživanjem nastajanja potresa, rasprostranjem seizmičkih valova te svih njegovih posljedica na Zemlju i čovjeka.<sup>1</sup> U javnosti je ova geofizička disciplina prepoznata i najtraženija samo u određenim trenucima i periodima, odnosno kada se događaju potresi i kada su ugroženi životi ljudi koji se nalaze na tom području. Potresi su jedna od najneugodnijih prirodnih pojava za čovjeka, a predstavlja ljuljanje tla prilikom čega čovjek gubi stabilnost svoga uporišta na Zemljinu tlu. Potresi se mogu očitovati ne samo u ljuljanju tla, već i u snažnim trzajima Zemljine kore pri čemu dolazi do naglog oslobađanja energije u Zemljinoj unutrašnjosti, što kasnije rezultira razornim potresima koji dovode u opasnosti tisuće ljudskih života. Upravo oni predstavljaju jednu od najvećih strahova i stigmati kod ljudi, osobito onih koji su doživjeli jače potrese što ostavlja i velike tragove na njihovu psihičku stabilnost.

Ono što je zabrinjavajuće u današnjem društvu jest prije svega neupućenost i neznanje javnosti glede potresa, a osobito ponašanja prilikom istih. Panika, bijeg i hysteriziranje su osnovne karakteristike ljudske reakcije na ljuljanje Zemljinog tla što može samo ugroziti zdravlje i život ne samo pojedinca, već i skupine ljudi čije je taj pojedinac dio. Ponašanje jedinke može prouzročiti i slično ponašanje skupine ukoliko ne postoji određen stupanj znanja o potresima kao takvih, te načine preventivnog ponašanja za vrijeme trajanja potresa. Ovo je za sve žitelje, a kada je riječ o obrazovanju, i sve učenike Republike Hrvatske vrlo bitno jer se prema podacima o potresima, objavljenima u Hrvatskom katalogu potresa, mogu uočiti tri regije u kojima je seizmička aktivnost pojačana u odnosu na ostala područja, a to su sjeverozapadna i središnja Hrvatska, Kvarner te Dalmacija.

Slika 1. prikazuje kartu epicentra potresa u Republici Hrvatskoj od godina prije Krista pa sve do 2020. godine. Na karti se nalazi oko 40 000 epicentara, odnosno točaka na Zemljinoj površini koje se nalaze točno vertikalno iznad žarišta samih potresa. Najrazorniji i povijesno najpoznatiji potresi prikazani su Tablici 1.



Slika 1. Karta epicentara potresa na području Hrvatske od prije Krista do 2020. godine prema Katalogu potresa Hrvatske i susjednih područja.<sup>2</sup>

Na temelju podataka koji postoje otkad se vrše mjerenja, ali i zabilješkama o prošlim podrhtavanjima, može se zaključiti kako geografski položaj Hrvatske te njena izloženost potresima nije zanemariva. Štoviše, potrebno je uložiti velike napore kako bi se javnost što bolje informirala o nastanku i vrstama potresa te kako se ponašati za vrijeme njihovog odvijanja. Dobro poznavanje seizmičnosti Hrvatske ne samo da je nužan preduvjet za što bolju procjenu opasnosti nego i bolju prevenciju glede spašavanja ljudskih života.

Ako želimo kao zajednica preživjeti potrese uz što manje žrtava i štete, potrebno je educirati javnost. Upravo je zbog toga, ovu geofizičku disciplinu izuzetno bitno i neophodno, bolje i jasnije predložiti učenicima u osnovnim i srednjim školama, raditi predavanja ne samo o fizikalnoj pozadini potresa i njihovim vrstama, nego o načinima ponašanja za vrijeme njihovog trajanja koji mogu uvelike spasiti vrijedne živote. Posljedično, redovita predavanja učenicima o ovoj geofizičkoj disciplini pobudit će interes

i zanimanje onih učenika koji nikad nisu čuli za geofiziku, niti znaju da tako nešto mogu studirati.

Datum	Mjesto	Magnituda
6. travnja 1667.	Dubrovnik	
9. studenoga 1880.	Zagreb	
2. srpnja 1898.	Trilj	
8. listopada 1909.	Pokuplje	5,8
12. ožujka 1916.	Vinodol	5,8
27. ožujka 1938.	Novigrad Podravski	5,6
29. prosinca 1942.	Imotski	6,2
11. siječnja 1962.	Makarska	6,1
13. travnja 1964.	Dilj Gora	5,7
5. rujna 1996.	Ston-Slano	6,0
22. ožujka 2020.	Zagreb	5,5
29. prosinca 2020.	Petrinja	6,2

Tablica 1. Popis najjačih potresa u RH od 17. st. do danas.<sup>3-7</sup>

### 1.1.2. Oceanografija

Oceanografija kao geofizička disciplina proučava fizička svojstva mora, gibanja u moru te međudjelovanje mora i atmosfere, sastav, strukturu i postanak Zemljine kore u podmorjima, sastav morske vode i sl. Kompleksna je to znanost koja se temelji na spoznajama hidrofizike, hidrokemije, hidrologije, geologije i dr. Obilato se služi saznanjima drugih znanosti te zato razlikujemo fizikalnu, kemijsku, meteorološku, geološku te biološku oceanografiju.

U sâmim su se počecima, oceanografija te oceanografska mjerenja i istraživanja, koristila samo u svrhe plovidbe te za iskorištavanje prirodnih bogatstava podmorja te općenito svjetskoga mora. Pomorci su tako na temelju podataka o morskim strujama, valovima, morskim mijenama i drugim oceanografskim elementima odabirali povoljnije puteve te osiguravali plovidbu i boravak u lukama. Za ribolov je pak vrlo važno poznavati slanost i temperaturu mora, ali i sadržaj hranjivih soli u pojedinim područjima što implicira na riblju raznolikost i bogatsvo tog područja. Kako su potrebe današnjeg čovjeka sve veće, a osobito u eksploataciji plina i nafte, more i morsko podmorje na udaru su svjetskih korporacija koje traže sve veće iskorištavanje istih kao velikog izvora hrane i energije.

Tako se vremenom, prema potrebama čovječanstva, oceanografija razvijala u raznim smjerovima: osiguravanje zaliha slatke vode razvojem ekonomičnih procesa desalinacije, racionalno iskorištavanje morske flore i faune upoznavanjem biljnog i životinjskog svijeta u moru, razvijanje podvodne plovidbe boljim poznavanjem oceanografskih svojstava podvodnog svijeta, razvijanje, traženje i iskopavanje podmorskih izvora energije i nalazišta rudnog blaga.<sup>8</sup>

Prilikom raznih znanstvenih istraživanja na ovome području, nerijetko se provode i meteorološka mjerenja te numerička modeliranja područja Jadrana. Isto tako, prate se i procesi izranjanja i poniranja vodenih masa koji su utoliko važni jer imaju značajne posljedice za život u moru. Procesom izranjanja, uzlaznim se gibanjem prenosi nutrijentima bogata voda iz dubine prema površini, što omogućuje razvoj viših razina hranidbenog lanca. Sva ova područja zanimanja usko su vezana uz primorske predjele RH zbog čega su manje poznata nego u kontinentalnoj Hrvatskoj. Tako u Splitu postoji i Institut za oceanografiju koji se bavi istraživanjem mora i spoznaja o strukturi različitih biljnih i životinjskih populacija u Jadranu, te njihovim odnosom prema raznim čimbenicima. U usporedbi s drugim znanstvenim disciplinama, možemo reći kako je oceanografija u znatno nepovoljnijem položaju jer većinom istražuje pojave koje se ne vide jer su duboko pod morem i na taj način nepristupačne. Razvitak oceanografije upravo nailazi na taj problem, razvijanje specijaliziranih instrumenata i oceanografske tehnike kojom bi se pristupilo najkritičnijim dijelovima podmorja.

S obzirom da se u školstvu ova geofizička disciplina može povezati s raznim predmetima, kemijom, biologijom, fizikom pa i informatikom, izuzetno je korisna međupredmetna spona kojom se vrlo jednostavno i atraktivno može predstaviti, te na taj način potaknuti veće zanimanje u ovome pravcu.

### *1.1.3. Meteorologija*

Za ovaj rad najbitnija geofizička disciplina jest znanost o Zemljinoj atmosferi te promjenama temperature i vlage u njoj koje uzrokuju različite vremenske uvjete i pomoću kojih se nastoji predvidjeti vrijeme na određenom području, to jest meteorologija. Meteorologija dolazi od grčke riječi meteoron koja se odnosila na sve pojave na nebu.

Od samih povijesnih početaka, nastanka civilizacija diljem svijeta postoje razni zapisi koji sugeriraju kako su ljudi i tada pratili vremenske prilike te ih povezivali s raznim stvarima. Kako su tijekom prapovijesti ljudi promatrali prirodne pojave poistovjećujući ih s bogovima, tako su kasnije stari Grci, Kinezi, Babilonci i drugi narodi pratili kretanja

nebeskih tijela što je ujedno i začetak astronomije. Aristotel je u 4. st. prije Krista napisao i prvi udžbenik meteorologije te se stoga smatra i njenim osnivačem. Pojavom kršćanstva ljudi su nerijetko određene meteorološke pojave povezivali sa svecem koji se u to doba godine slavi u katoličkoj liturgiji. Osim što je navedena povezanost meteoroloških pojava sa svecima olakšavala ljudima dane kada trebaju raditi u polju ili ne raditi, kao na primjer „Sveti Antun Opat (17. I.), uzmi motiku pa kopat (ako vrime dopušća)“, ljudi su tu sponu s vremenom koristili i kako bi prognozirali vrijeme za određene dane, ali čak i za vremenske periode poput „Ako je konac mjeseca siječnja vedar, bit će dobra godina“ ili „Ako o Fabijanovu (20. I.) cvita, bit će o Cvitnici mraza“.<sup>9,10</sup> Vidljivo je kako je ljudima oduvijek bilo zanimljivo pratiti vremenske prilike te su i samostalno bilježili određene fenomene tijekom godine kako bi vodili vlastitu prognozu vremena.

S obzirom na tadašnje socijalno-gospodarske prilike kada je čovjek živio od zemlje, obilatosti uroda usjeva, bilo žitarica, bilo voća i povrća te stoke i goveda koje uzgaja, od životne mu je važnosti bilo kakvo će vrijeme biti svake godine jer u protivnome dolazi do egzistencijalnog kraha. Može se zaključiti kako meteorologija i njen razvoj igra ponekad i presudnu ulogu u uzgoju biljnog i životinjskog svijeta te o njoj ovisi i egzistencija tisuća ljudi.

U 17. st. izumljeni su i osnovni meteorološki instrumenti pomoću kojih su sakupljeni prvi podaci meteoroloških motrenja, a time su stvoreni i preduvjeti da meteorologija danas postane samostalna znanstvena disciplina. Prva su motrenja započeli Galilejevi učenici 1654. u Firentinskoj akademiji. Kasnije se razvojem fizikalne znanosti uvode i ljestvice na termometrima, razlučuje se temperatura od topline i sl. U 19. st. su započela mjerenja visokih slojeva atmosfere pomoću slobodnih balona s uređajima za registriranje. Nedugo nakon toga u meteorologiju se uvodi i sinoptička metoda, odnosno istodobno promatranje stanja atmosfere na velikom području. Najznačajnijem razvoju meteorologije pridonijeli su radovi H. Helmholtza, koji je počeo primjenjivati zakone mehanike fluida. Bergenska škola na čelu s J. Bjerknesom uvela je u meteorološku praksu i pojmove zračnih masa i fronti iz čega se razvila vremenska prognoza.

Danas meteorološki podaci umnogome služe gospodarstvu diljem svijeta. Osim za svakodnevne potrebe ljudi, meteorološki su podaci važni u privredi, industriji i tehnici što znatno pomaže ljudima u njihovim projektima i planiranjima raznih aktivnosti. Primjena meteorologije je danas poznata i u prometu, osobito u zračnom gdje se pomno prate vremenske pojave i analiziraju očitani meteorološki podaci kako bi se osigurala zračna prometna sigurnost. Daljnim razvojem i primjenom elektronike u meteorologiji, omogućene

su nove spoznaje za bolje razumijevanje atmosferskih procesa što će uvelike poboljšati kvalitetu i preciznost mjerenja i izrada vremenskih prognoza.

### **1.2. Začetak geofizike u Hrvatskoj**

Razvoj geofizike u Hrvatskoj je nevjerojatno započeo u školskoj nastavi fizike i matematike u fizikalnom kabinetu zagrebačke šestorazredne „Velike realke“ koja se nalazila na današnjem Griču. Tadašnji upravitelji Stožir i Mohorovičić su ujedno bili i profesori u spomenutoj Realci. Dakako, poznato je da je među učenicima tadašnje škole bilo mnogo uglednih i kasnije istaknutih znanstvenih radnika. Mnogi su profesori radili paralelno na Zavodu te u Realci što je rezultiralo izdavanjem i publikacijom, u početku srednjoškolskih udžbenika, a potom i članaka koji su redovito objavljivani u stručnim časopisima za profesore srednjih škola, tada *Nastavnom vjesniku*. Tu su gore spomenuti upravitelji i profesori odigrali veliku ulogu u informiranju javnosti o geofizičkim pojavama (Mohorovičić 1895., Škreb 1912.).<sup>11</sup>

Ono što je posebno zanimljivo jesu sami začeci geofizike u Hrvatskoj. Još 1. prosinca 1861. profesor Ivan Stožir, ujedno i upravitelj Velike realke započeo je s učenicima mjerenja i opažanja stanja atmosfere. U početku su mjerenja vršili na instrumentima dobivenim od Centralnog zavoda za meteorologiju i magnetizam Zemlje u Beču, čime je fizikalni kabinet postao čak i meteorološka postaja II. reda. Svoja su motrenja o izmjenenom tlaku, temperaturi, vlažnosti zraka, vjetru, količini oborine te naoblaci svakodnevno slali u Beč, gdje su podaci redovito objavljivani u svojim godišnjacim člancima. Instrumentalna oprema se održala mnogo godina te je poslužila i za samostalna mjerenja. Glavni rezultat ovog nevjerojatnog poduhvata jest okupljanje entuzijastičnih učenika oko fizikalnog kabineta Velike realke. Može se reći kako je ovaj projekt iznjedrio mnoga istaknuta imena u znanosti koja su pokrenula razvijanje vlastite struke geofizike u Hrvatskoj što je rezultiralo i razvitkom posebne ustanove koja je danas poznata pod imenom Geofizički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Stožirova ideja, osim razvijanja geofizičkih znanosti, bila je i redovito obavještavanje javnosti o točnom vremenu. Zbog toga je svaki dan, točno u podne, iz zgrade Velike realke pucao top te se kasnije razvila i služba točnog vremena gdje se preko zagrebačkog radija davao određeni, ali prepoznatljiv znak točno u podne.



Osim meteorologijom, profesori Realke su pokazali veliki interes i za seizmologiju s obzirom da su krajem sedamdesetih godina 19. stoljeća Hrvatsku i Zagreb pogodili učestali potresi. Nakon velikog zagrebačkog potresa nabavljen je i seizmograf, kojim su se uredno bilježili svi potresi koji su se odvijali nakon toga.

Meteorološki opservatorij koji je nastao tih godina odigrao je presudnu ulogu u popularizaciji geofizičkih disciplina iz čega su se razvila brojna imena koja su ostavila ogromne obole za geofiziku u Hrvata. Ovaj je opservatorij bio izuzetno cijenjen i poznat, ne samo u Hrvatskoj, već i u inozemstvu, te je njegova važnost i svrha postojanja prepoznata što će uvelike pomoći kasnijem radu Opservatorija, održavanju instrumentata te poboljšanja njihovih preciznosti čime će i podaci biti vjerodostojniji.

## 2. Pregled meteoroloških pojmova kao dio fizike u školama

U ovome poglavlju se nalazi pregled najbitnijih i najosnovnijih pojmova i koncepata u meteorologiji koji se na lak i jednostavan način mogu primijeniti u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi. O konkretnim načinima njene implementacije više će biti riječi u narednim poglavljima, dok se sada zadržavamo na teorijskoj pozadini.

Kao što je gore već spomenuto, meteorologija je geofizička disciplina koja se bavi, najgrublje rečeno, fizikom atmosfere. Tako ću i započeti fizikalni presjek gradiva koji nam je bitan i koji možemo implementirati u nastavni kurikulum.<sup>12</sup>

*Atmosfera* je po definiciji smjesa plinova koja obavija Zemlju. Smjesa je to čijih se 99,9% mase nalazi zbijeno unutar donjih 50 km zbog djelovanja sile teže. To ne znači da iznad 50 km nema ponekih molekula atmosferskog plina, dapače i na visini 1000 km još ih ima. Niži dio atmosfere, kada je riječ o malim visinama, nazivamo zrakom. Njegova gustoća ovisi o nekoliko parametara, temperaturi zraka, tlaku i vlažnosti.

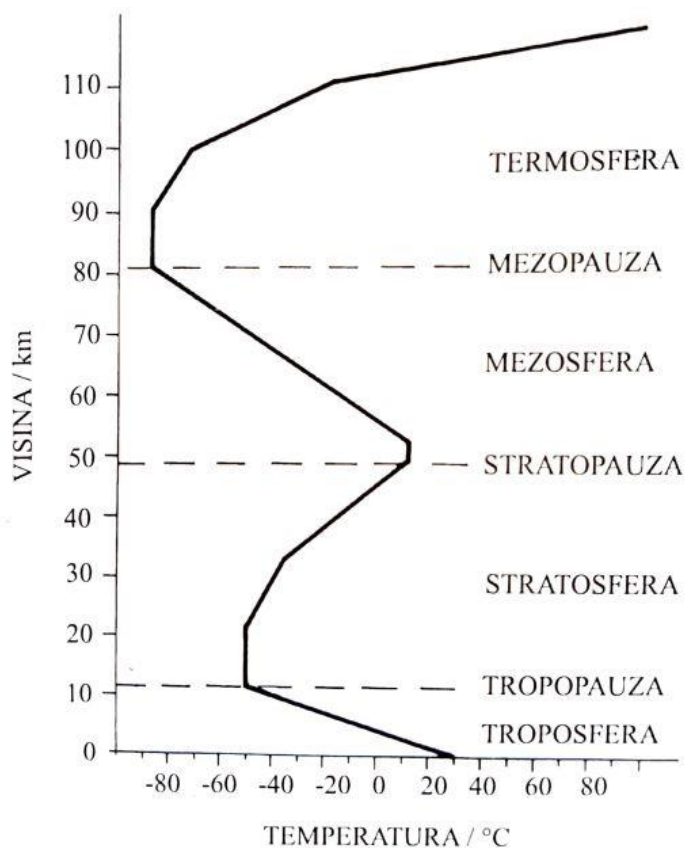
Atmosfera se prema temperaturi može podijeliti na četiri glavna sloja između kojih se nalaze tzv. prijelazni slojevi što je prikazano i na Slici 2.

*Troposfera* je naziv za najniži sloj. Gornja granica joj varira između 9 i 17 km ovisno nalazimo li se na ekvatoru ili polovima. To je sloj koji je podložan utjecajima kopna s kojega u zrak ulazi vodena para, aerosol te ostale primjese. Zračne struje kroz troposferu nailaze na razne prepreke, prije svega u vidu neravne Zemljine površine. Temperatura zraka tako ovisi o izmjenama dana i noći jer je danju tlo izvor topline, dok je noću ponor. No, temperatura zraka, ako gledamo njenu vertikalnu promjenu, opada porastom visine. U troposferi nastaju sve oborine koje poznajemo (kiša, led, snijeg, rosa, inje,...), sve vrste oblaka, no nastaju i razne optičke i električne pojave poput duge, hala, munja itd.

*Stratosfera* je sloj iznad troposfere i seže do otprilike 50 km. Između ta dva sloja nalazi se prijelazni sloj koji se zove tropopauza. U stratosferi gotovo i nema vertikalnog miješanja zraka, što znači da je vjetar pretežno zapadni. Time se onemogućuje brzo čišćenje atmosferskog sloja od raznih štetnih čestica poput freona koji ostaju zarobljeni u sloju duže vrijeme pri čemu nerijetko razaraju sloj bogat ozonom.

Sloj koji se proteže iznad 50 km do 80 km se zove *mezosfera*. Između mezosfere i stratosfere se nalazi prijelazni sloj stratopauza. Temperatura se u tom sloju naglo smanjuje porastom visine zbog čega je gornji sloj mezosfere najhladniji dio atmosfere.

Iznad mezospere nalazi se zrakom vrlo rijedak sloj, *troposfera*, u kojem je dnevni raspon temperatura prilično velik. Mezopauza je prijelazni sloj između tropospere i mezospere.



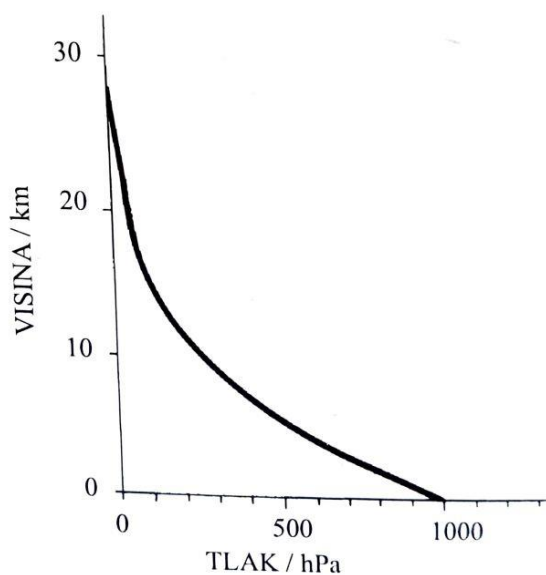
Slika 2. Promjena temperature s visinom u atmosferi. U troposferi i mezosferi dolazi do smanjenja temperature, dok se u stratosferi i termosferi ili ne mijenja ili raste porastom visine.<sup>12</sup>

*Atmosferski tlak:* Konstantno, neprestano i često sudaranje molekula plinova u zraku djeluje kao jedna neprekidna sila po površini na koju djeluje okomito što po definiciji možemo prepoznati kao tlak. S obzirom da je riječ o atmosferi i molekulama zraka koje djeluju silom po površini, riječ je o atmosferskom tlaku zraka. U standardnoj se atmosferi rabi u raznim proračunima, a na razini mora iznosi 1013 hPa. Hektopaskal (hPa) je mjerna jedinica koja je uvriježena u meteorološkoj terminologiji opisivanja tlaka zraka. Tlak  $p$  proporcionalan je gustoći  $\rho$  i termodinamičkoj temperaturi zraka  $T$  što je opisano plinskom jednadžbom:

$$p = R_z \rho T$$

gdje je  $R_z$  plinska konstanta zraka.

Kako se promatrala fluktuacija temperature s porastom visine, tako možemo promatrati i što se događa s atmosferskim tlakom. Naime porastom visine, tlak zraka se isprva smanjuje naglo, a potom sve sporije što je prikazano na Slici 3.



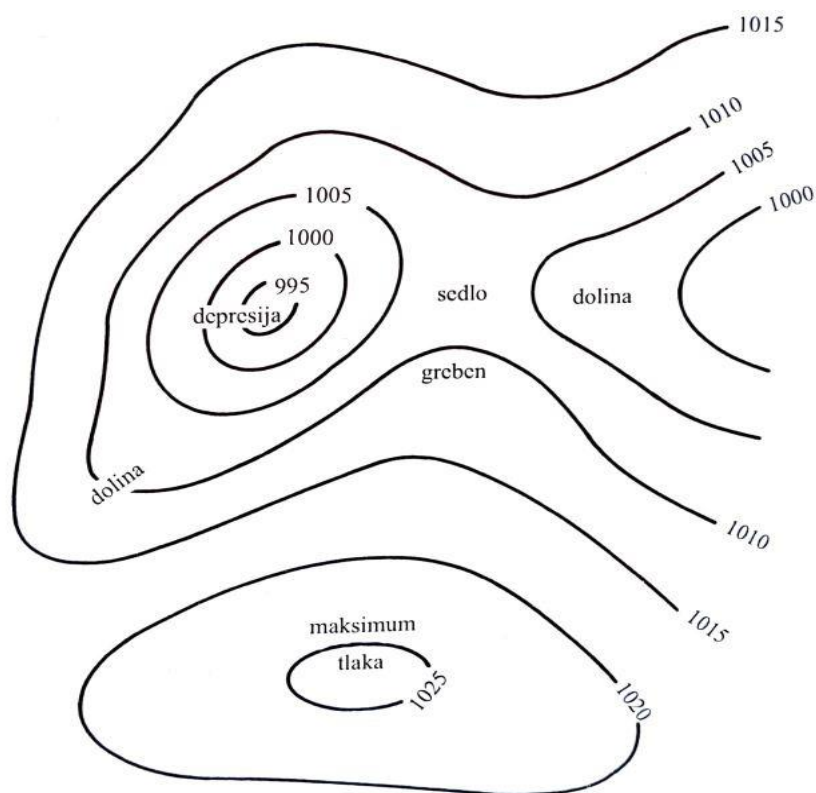
Slika 3. Prikaz promjene atmosferskog tlaka s visinom.<sup>12</sup>

Do smanjenja tlaka dolazi i zbog temperature zraka te je u toplome zraku smanjenje puno sporije od onoga u hladnome zraku gdje je kinetička energija molekula zraka dosta manja u odnosu na topliji zrak, jer je kinetička energija čestica razmjerna temperaturi.

Spomenuta promjena tlaka uzrokuje gradijentnu silu koja djeluje prema gore koja nastoji uravnotežiti tu razliku tlakova, no koja je pak uravnotežena sa silom težom koja djeluje prema dolje te je rezultanta djelovanja ovih sila ravna nuli što se zove hidrostatička ravnoteža. Ukoliko i na određenoj, horizontalnoj razini, tlak zraka nije jednak ponovno se javlja gradijentna sila koja nastoji uravnotežiti tlak zraka te tako pokreće zrak u smjeru manjeg tlaka. Linije jednakog tlaka zraka često su prikazane izobarama. Čitanje karte razdiobe tlaka zraka uvelike se koristi i u vremenskim prognozama te je stoga bitno poznatavati određenu terminologiju za lakše razumijevanje. Prema oblicima izobara razlikuju se depresije, izobara najnižeg tlaka zraka na prikazanom području, zatvorena područja visokog tlaka, doline, grebene, sedlo.<sup>13</sup>

*Stabilnost atmosfere:* Kada je riječ o atmosferi valja razmotriti zamišljenu količinu zraka od nekoliko kubičnih milimetara do nekoliko kubičnih kilometara koja se zove čest zraka. Svaka čest zraka može izmjenjivati energiju s okolinom te na taj način s njome interagirati. Tako i kada čest zraka nema isti tlak s okolinom, ona mijenja visinu prilikom čega se širi dok se diže, a smanjuje dok se spušta. Česti zraka u troposferi mogu imati različitu temperaturu i gustoću od svoje okoline pa je tako toplija čest manje gustoće od okolnog zraka te ju uzgon podiže prema gore. S druge strane hladnija čest je gušća te ona teži spuštanju. Primjetna je vertikalna temperaturna raznolikost o kojoj ovisi i sama

atmosferska stabilnost. Stabilna atmosfera prigušuje vertikalna gibanja dok ih labilna pogoršava te dolazi do većih fluktuacija.

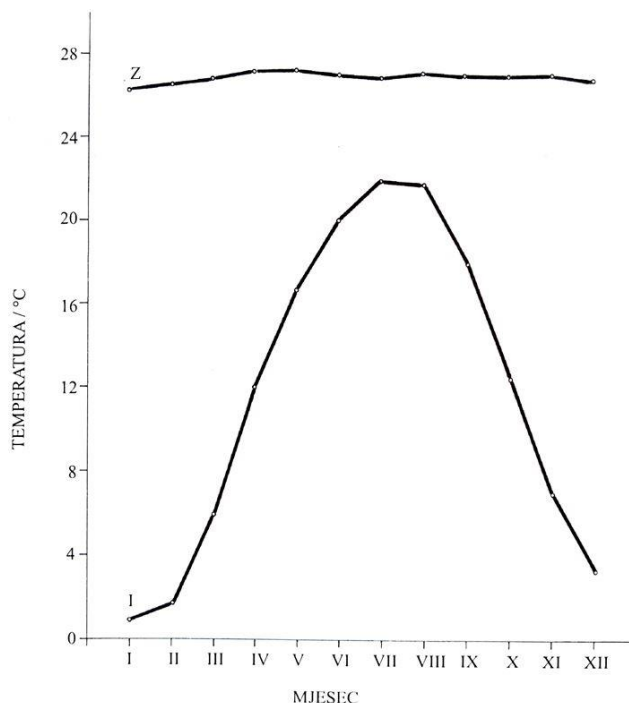


Slika 4. Izobare s raznim oblicima baričkoga polja najčešće se prikazuju na sinoptičkim kartama u hektopaskalima (hPa).<sup>14</sup>

*Vertikalno miješanje zraka:* Sljedeća bitna komponenta jest toplinska konvekcija, odnosno vertikalno miješanje zraka do kojeg dolazi kada se ugrijani zrak pri tlu uzgonom diže, a na njegovo mjesto dolazi hladniji zrak iz viših slojeva koji se zagrijava i podiže čime se kružni proces nastavlja. Toplinska je konvekcija najčešće prisutna danju dok Sunčevo zračenje zagrijava površinu Zemlje, odnosno tlo koje zagrijava prizemni zrak. Noću nema zagrijavanja te eventualno gibanje može biti na kosom području gdje se hladni zrak može spustiti u udolinu.

Što je temperatura podloge viša, odnosno niža, to se troposfera jače grije i hladi od svoje podloge. Temperatura zraka najčešće ovisi o visini Sunca i trajanja dana koji se pravilno mijenjaju zbog čega i postoji pravilna temperaturna izmjena tijekom dana. Osim o spomenutom parametru, temperatura zraka ovisi i o obilježjima Zemljine površine. Primjerice, na otocima je temperatura stalnija i blaža nego na kopnu samim time što oceani i mora imaju mnogo stalniju površinsku temperaturu, dok je na planinama niža nego u nizinama. Na temperaturu utječu i oblaci, vjetar kao i horizontalno pomicanje velikih masa

zraka. Prilikom praćenja godišnjeg hoda temperature, nepravilna iskakanja i anomalije se otklanjaju, a mjerenja se mogu prikazati grafički. Takvo jedno klasično gibanje temperature zraka u godini prikazano je za tropski (gornja linija) i izvantropski pojas Zemlje.



Slika 5. Godišnja fluktuacija temperature na ekvatoru (gornja krivulja) te na izvantropskom dijelu Zemlje (donja krivulja).<sup>14</sup>

*Nastanak oblaka:* U donjim dijelovima troposfere nalazi se najviše vodene pare u zraku pod kojom razumijevamo vlagu u zraku. Koliko vodene pare ima u zraku prema najvećoj mogućoj količini pri istoj temperaturi zraka zove se relativna vlažnost zraka. Pri većem zasićenju relativna vlažnost je stopostotna. Ukoliko dolazi do porasta temperature zraka, uz jednaku količinu vodene pare u zraku, relativna vlažnost zraka se smanjuje te je dnevni hod relativne vlažnosti suprotan dnevnom hodu temperature zraka.

Kako bi došlo do nastajanja oblaka i magle potrebna je visoka relativna vlažnost zraka te aerosol određenih svojstava na kojemu se taloži voda u tekućoj ili krutoj fazi. Čestice aerosola pri relativnoj vlažnosti od oko 70% počinju upijati vlagu te postaju u početku vlažne, a potom i mokre ako se relativna vlažnost nastavi dalje povećavati. Takve se čestice aerosola iz tog razloga nazivaju i jezgrama ukapljivanja. Prema tome, zrak koji u sebi sadrži mnogo sićušnih čestica vode ili leda nije proziran, nego bijel, siv ili pak taman, a ovisno o tome jesu li čestice tekuće ili čvrste te o njihovoj gustoći. Magla se najčešće sastoji od kapljica, dok oblaci mogu biti vodeni, ledeni ili miješani. Ukoliko se takav zrak

nalazi u visini zovemo ga oblakom, a ako se nalazi u nizini zovemo ga maglom. Oblak se raspada onda kada je isparavanje postojećih kapljica i kristala brže nego stvaranje novih.

Zrak se, kao što smo vidjeli, u atmosferi može dizati i spuštati i pri tome ohlađivati na 4 načina: termičkom konvekcijom, orografskim dizanjem, konvergencijom zraka te dizanjem uz frontalnu plohu te stoga razlikujemo te četiri vrste oblaka.

Oblaci termičke konvekcije su poznati kao kumulusi (Cumulus, Cu) ili dobro vertikalno razvijeni kumulonimbusi (Cumulonimbus, Cb). Najčešće nastaju zbog nejednoliko zagrijane površine kada čest zraka postane topliji od zraka koji ga okružuje pri čemu se čest krene dizati te uz dovoljno vodene pare dolazi do njegovog zasićenja i nastanka oblaka.<sup>15</sup>









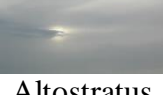











Orografski oblaci nastaju kada zračna masa prelazi preko obronka ili planine pri čemu se uz povjetrinsku stranu planine zračna masa uzdiže prilikom čega dostigne razinu kondenzacije čime nastane vidljiva oblačna kapa nad planinom.

Konvergencijski oblaci nastaju tijekom horizontalnog zblizavanja (konvergencije) zraka u prizemnom sloju pri čemu dolazi do vertikalnog dizanja zraka koji se hladi te uz dovoljno vodene pare, na razini kondenzacije nastaje oblak, a nerijetko i kiša kao oborina. Takav tipičan oblak je cirostratus (Cs).

Frontalni oblaci nastaju uz dizanjem toploga zraka uz frontalnu plohu na mjestu dodira dviju zračnih masa, a najpoznatiji su stratokumulusi (stratocumulus, Sc), kumulonimbus i cumulus, nimbostratusi (Ns), altostratusi (As), cirostratusi te cirusi (Ci).<sup>16-18</sup> U Tablici 2. prikazani su navedeni oblaci s pripadnom slikom, latinskim i hrvatskim nazivom, oznakom i simbolom te značenjem.

Sve oblake možemo podijeliti u tri osnovne skupine, na visoke, srednje i niske oblake. Njihove visine variraju o položaju na Zemlji, odnosno nalaze li se u polarnom području, tropskom ili pak u umjerenom. U umjerenom pojasu niski oblaci su oni do 2 km nadmorske visine, srednji oblaci sežu 2-7 km te visoki 5-13 km. Svaka ova osnovna skupina razdiobe oblaka sadrži neke posebne rodove oblaka, a neki su od njih navedeni u Tablici 2. Svaki rod sadrži svoje vrste i podvrste sa svojim osobinama.

*Nastanak oborina:* Elementi oblaka imaju promjere nekoliko desetaka mikrometara. Da bi nastala oborina čestice, od kojih se sastoje oblaci, moraju višestruko narasti. Oblaci tako sadrže kapljice i ledene kristaliće nad kojima se ravnotežni tlakovi razlikuju zbog čega zrak može biti zasićen vodenom parom u odnosu na led te istodobno nezasićen s obzirom na vodu. Iz tog razloga kapljice isparavaju, dok se na postojećim kristalima para obara kao led.

ROD OBLAKA			
Latinski naziv	Hrvatski naziv	Oznaka i simbol	Značenja
 Cirrus	Runjavac	Ci 	Vlaknast
 Cirrocumulus	Runjavi humnjak	Cc 	Vlaknast i grudast
 Cirrostratus	Runjavi vitrak	Cs 	Vlaknast i slojast
 Alto cumulus	Visoki humnjak	Ac 	Srednje visok i grudast
 Altostratus	Visoki vitrak	As 	Srednje visok i slojast
 Nimbostratus	Kišni vitrak ili kišnik	Ns 	Kišni i slojast
 Stratocumulus	Vitrasti humnjak	Sc 	Grudast i slojast
 Stratus	Vitrak	St 	Slojast
 Cumulus	Humnjak	Cu 	Grudast
 Cumulonimbus	Humnjak kišni	Cb 	Grudast i slojast

Tablica 2. Vrste oblaka s njihovim latinskim i hrvatskim nazivljem te pripadnim simbolom, oznakom i značenjem.<sup>17</sup>

Količinski gledano, kristalića je malo jer je malo ledenih jezgara u odnosu na jezgre ukapljivanja te se svaki taj kristal povećava na štetu mnogih kapljica što je razlog brzog rasta kristala. Kako se čestice unutar oblaka međusobno sudaraju, tako se i kristali sudaraju i međusobno slijepe u jedno zbog čega nastaje snijeg. Ukoliko se kristali sudare s kapljicom, ta se voda na kristalu smrzne te ovisno o brzini pojedinih procesa mogu nastati



različite tvorevine poput solike, ledenih zrna te sugradice. Ove se tvorevine na putu do tla mogu otopiti što na tlu donosi kišu, dok mogu i u takovom obliku, kakav su imale u oblaku, dospjeti do Zemljine površine.<sup>19</sup>

U slučaju kada u oblaku postoji jako vertikalno miješanje, ledene čestice uspiju po nekoliko puta prijeći po oblaku prije no što uspiju ispasti iz oblaka, te zbog neprestanog dizanja i spuštanja sakupljaju izravno led na sebe i stvaraju ledene grude koje mogu dosegnuti promjere oko centimetra, ponekad manje, a ponekad i više. Ova se oborina zove tuča. Ukoliko se putem do Zemlje otopi, nastaje kiša.

Rosulju poistovjećujemo s vrlo slabom kišom, a ona nastaje samo u niskim oblacima i magli koje mogu dati oborine promjera svega 0,5 mm. Ukoliko je čvrstog agregatnog stanja, zovemo ju zrnati snijeg.

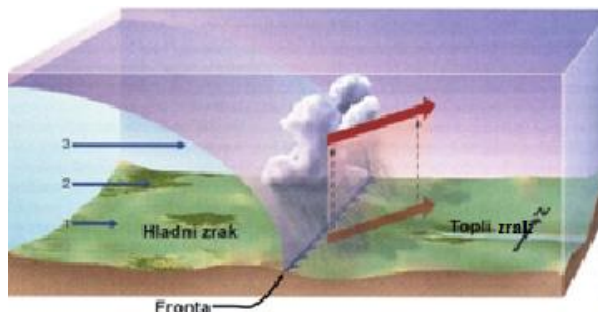
Postoje i oborine koje ne padaju nužno iz oblaka, već koje se izlučuju iz najnižeg sloja zraka zasićenog vodenom parom. Pri noćnom ohlađivanju nastaje rosa, ako je temperatura iznad ništice (0°C), a ako je niža nastaje mraz. Inje može nastati u vrlo hladnoj magli koja se giba.

*Strujanja zraka:* Gibanje zraka općenito se zove strujanje. Strujanje zraka može biti zatvorenog tipa koje zovemo kruženje, a može biti i paralelno sa Zemljinom površinom što je vjetar.<sup>14</sup> Čestice zraka struje u raznim smjerovima, generalno idu u smjeru strujanja no tu dolazi do jakih turbulencija i kovitlanja pri čemu nepravilno vijugaju oko njega. Oko vertikalne osi postoje određeni vrtlozi koji uz određene uvjete mogu nastati. S obzirom na geografski položaj, može nastati polarni vrtlog na polarnim područjima, ciklone i anticiklone na umjerenim pojasevima te cikloni u tropskom pojasu. Tornada i pijavice mogu nastati iz olujnih oblaka, pješčani vrtlozi u pustinjama te prašinski vrtlozi nad vrlo ugrijanim tlom.

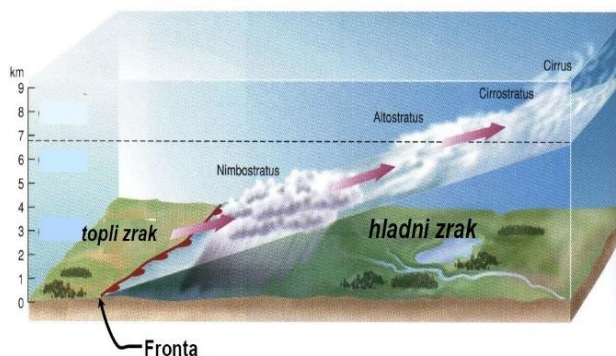
Spomenuli smo već sile koje su se javljale po zamišljenoj vertikalnoj osi, gradijentna sila koju uzrokuje vertikalna razlika tlakova te sila teža. Postoje i horizontalne razlike tlaka koje su posljedica razlika u temperaturi te je stoga osnovni razlog strujanja nejednoliko grijanje. Na zrak Zemlja svojom rotacijom uzrokuje i silu koja zrak zakreće udesno od prvobitnog smjera koji je bio upravljen prema nižem tlaku te se zove Coriolisova sila.

Kada zrak stagnira nad jednoličnom podlogom, bilo nad oceanom, snijegom ili pustinjom, ogromna količina zraka će poprimiti neka svojstva podloge nad kojom se zadržava te se ta velika količina zraka zove zračna masa. Zračne mase stoga kada ih se pokrene, mogu u druge krajeve donijeti, shodno podlozi nad kojom se zadržavala,

promjenu vremena. Tako jedna zračna masa može naići na drugu pri čemu jedna potiskuje drugu te nastaje prijelazno područje koje se naziva frontom. S obzirom na nadiranje i povlačenje zračnih masa, razlikujemo toplu i hladnu frontu. Kada topla zračna masa nadire, a hladna se povlači, nastaje topla fronta i suprotno.



Slika 6. Prikaz hladne fronte gdje na topli, stacionaran zrak nalijeće hladna, najčešće i suha zračna masa veće gustoće zbog čega dolazi do dizanja toplije zračne mase nad hladnom što donosi novu zračnu masu koja je praćena oborinom, promjenom smjera i povećanom brzinom vjetra.



Slika 7. Prikaz tople fronte gdje nalijeće topla zračna masa koja se sporo giba te dolazi do spontanog uzdizanja toploga zraka uz blagi nagib. Nastaju slojeviti oblaci Ns, As, Cs i Ci od kojih Ns i As stvaraju oborinu te dolazi do porasta temperature i vlage.

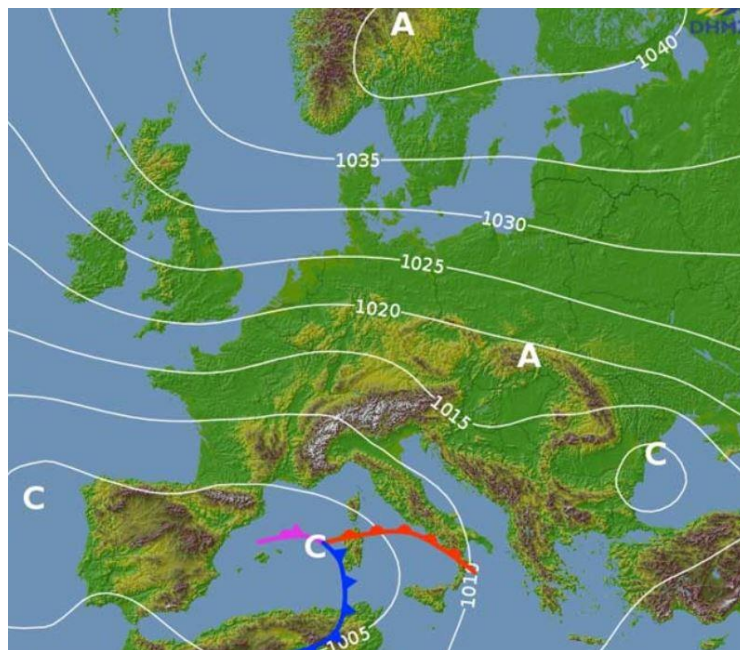
Izrazito tople i hladne fronte nalaze se u razvijenim ciklonama. Ciklona predstavlja područje niskog tlaka zraka te ju je na sinoptičnim kartama dovoljno prepoznati po zatvorenim izobarama i vjetru na sjevernoj polutki koji puše suprotno gibanju kazaljke na satu te je malo zakrenut prema središtu ciklone.<sup>20</sup>

S druge strane, poznato je i zatvoreno područje izobara visokog tlaka zraka koje se naziva anticiklona. Oko tog područja na sjevernoj polutki vjetrovi pušu u smjeru kazaljke na satu te su otklonjeni od središta anticiklone.<sup>14</sup> Vrijeme u anticikloni je postojano, odnosno stabilno, a hoće li se unutar nje sâme dogoditi razvijanje određenih oborina ovisi o količini vlage u zraku.

*Prognoza vremena:* S obzirom na sve metode pristupa informacijama trenutnog stanja atmosfere, nastoji se čim bliže i vjerodostojnije predvidjeti buduće stanje atmosfere u određenom vremenskom razdoblju. Prognoza vremena se vrši na temelju poznavanja početnog stanja atmosfere te vanjskih utjecaja koji dovode do preraspodjele energije u

atmosfera. Točna i precizna vremenska prognoza podrazumijeva poznavanje informacija o prošlom stanju atmosfere te razumijevanje fizikalnih zakona koji upravljaju atmosferskim pojavama i tehnička sredstva za njihovo prikupljanje.

Prognoza može biti kratkoročna, srednjoročna i dugoročna. Kratkoročna prognoza daje pojedinosti razvoja vremenskih prilika za određeno područje u razdoblju do najviše 48 sati, dok srednjoročna daje opće stanje vremena na širem geografskom području za 3-10 dana unaprijed. Dugoročne prognoze daju opće karakteristike prosječnog vremena za mjesec unaprijed ili pak duže razdoblje od nekoliko mjeseci. Dvije osnovne metode, kojima se izrađuje prognoza vremena, jesu sinoptička i numerička metoda. Sinoptičkom se metodom meteorološki podaci s pojedinih postaja prikazuju na sinoptičkim kartama te se sintetiziraju u određeni dinamički logičan model atmosfere. Na temelju tog se modela radi usporedba s razvojem sličnih vremenskih prilika u prijašnjim razdobljima te se u konačnici prema vremenskim promjenama procjenjuju najvažnije osobine budućih vremenskih prilika. Numerička metoda prognoze vremena iziskuje kvantitativne karakteristike praćenja stanja atmosfere, pri čemu se predviđanja numerički analiziraju i proračunavaju na temelju jednadžbi gibanja atmosfere ili pak statističkom obradom podataka o ponašanju vremena.<sup>20</sup>



Slika 8. Sinoptička karta nastala prognozom vremena sinoptičkom metodom. Na karti su vidljive bijele krivulje izobare s odgovarajućim slovima središta ciklona (C), odnosno anticiklona (A). Hladne i tople fronte prikazane su plavom i crvenom krivuljom.<sup>21</sup>

*Opasne vremenske prilike:* Grmljavinske oluje nerijetko odvuču pozornost promatrača te povećavaju njegovu zainteresiranost za razumijevanje nastanka ove, a i drugih opasnih pojava. Munje su glavna karakteristika takvih vremenskih pojava jer mogu biti

opasne za ljude. Munje koje udaraju u tlo ili o predmete zovu se gromovi. Uz neke se oluje ponekad može pojaviti i tornado koji predstavlja vrtložni vjetar obilježen oblacima u obliku lijevka. Zrak oko tog lijevka vrlo brzo kruži oko njega te se naglo diže usisavajući krovove i druge predmete na koje tornado na svome putu naleti.

*Prikupljanje meteoroloških podataka:* Kako bi se što bolje i preciznije pratila stanja atmosfere, tijekom godina su se razvijali mnogi meteorološki instrumenti. Mjerenja koja su potrebna, ili radi obrade i korištenja podataka, ili radi izrade vremenskih prognoza, vrše se neprekidno. Sva se mjerenja obavljaju na meteorološkim postajama posebno odabranih položaja te se većinom svrstavaju na prizemna, visinska i daljinska motrenja.<sup>14</sup> Napretkom tehnike pa tako i meteorologije, nastoji se što više podataka stanja atmosfere ostvariti digitalno te mjerenja čim više automatizirati.

Prizemna motrenja sastoje se od čistog opažanja bez korištenja instrumenata te od mjerenja instrumentima do 10 m visine. Meteorološko motrilište unutar kojega se postavljaju instrumenti moraju imati pomno odabrane položaje za određene instrumente ovisno o tome što mjere. Tako se barometar za mjerenje atmosferskog tlaka postavlja u prostoriju bez velikih kolebanja temperature i jačeg strujanja zraka, a također mora biti zaklonjen od Sunčevih zraka i toplinskih izvora u okolini. Na meteorološkim se postajama drži u posebnom ormariću koji je izrađen u obliku trostrane prizme. Instrument kojim se neprekidno prati i registrira tlak zraka zove se barograf.

Mjerenje temperature na meteorološkim postajama vrši se pomoću termometara punjenih živom ili alkoholom. Živinim se termometrom mjeri temperatura zraka u određenim meteorološkim terminima. Nerijetko se uz ovaj suhi termometar, prema kojem se uspoređuju svi ostali termometri za mjerenje, koriste i maksimalni (živin) te minimalni (alkoholni) termometar čiji je stalak pri tlu prikazan slikom Slika 9. Termograf pak služi za neprekidno registriranje temperature zraka. U meteorološkom motrilištu potrebno ga je postaviti unutar meteorološke kućice (Slika 10.) čije se kućište postavlja na 2m iznad tla kako bi se na toj visini pratila temperatura zraka. Kućište je zatvoreno kako bi zaštitilo mjerne instrumente od izravnog utjecaja zračenja, oborine ili jakog vjetra. Najčešće su obojane bijelom bojom kako bi što više odbijala Sunčevo zračenje te se tako sačuvala od truljenja.<sup>22</sup>



Slika 9. Stalak minimalnog termometra pri zemlji<sup>22</sup>



Slika 10. Meteorološka kućica<sup>23</sup>

Temperatura tla također može biti koristan podatak za širok spektar ljudi. Standardne dubine na kojima se temperatura tla mjeri jesu 2, 5, 10, 20, 30, 50 i 100 cm. Instrument kojim se mjeri zove se geotermometar.

Vlažnost zraka još je jedan u nizu važnih meteoroloških elemenata koji je potrebno mjeriti na ovakvim motrilištima. Instrumenti za mjerenje vlažosti zraka jesu higrometar i higrograf koji se ujedno nalaze u meteorološkoj kućici (Slika 11.). Za određivanje vlažnosti zraka koriste se i razne vrste psihrometara.

Posljedni instrument koji sadži meteorološka kućica je Picheov psihrometar, a služi za mjerenje isparavanja. Isparavanje se može mjeriti i instrumentima klase A ukoliko se nastoji mjeriti isparavanje sa slobodne vodene površine.<sup>23</sup>

Slika 11. pokazuje raspored mjernih instrumenata. Tako se s lijeve strane nalaze termograf i higrograf, a desno maksimalni i minimalni termometar te psihrometar s aspiratorom. Higrometar se postavlja na posebnu kuku koja je inače pričvršćena za strop kućice, a Picheov isparitelj se danas rijetko postavlja. U kućici se još mogu nalaziti suhi i mokri termometar.<sup>22</sup>





Slika 11. Meteorološka kućica iznutra.<sup>22</sup>

Na meteorološkim motrilištima potrebni su i instrumenti koji motre smjer i jačinu vjetra. Za to se koristi vjetrokaz koji pomoću vjetrulje određuje smjer vjetra. Danas se pomoću elektroničkih anemometara ili anemografa određuje smjer i brzina vjetra. Ručni anemometri služe za priručno mjerenje brzine vjetra na 2 m od površine tla, no može se upotrijebiti i na visini same vjetrulje. Električni ručni anemometri služe za mjerenje trenutne brzine vjetra te se njime mogu određivati i maksimalni udari vjetra, mahovitost te srednja brzina vjetra. S druge strane, anemograf neprekidno bilježi smjer i brzinu vjetra.

Određivanje naoblake<sup>15</sup> vrši se motrenjem i predstavlja prekrivenost neba oblacima te se izražava količinom svih vidljivih oblaka prisutnih na nebu za vrijeme motrenja. Ukupna se količina oblaka u atmosferi utvrđuje procjenom zastrtoga dijela neba bez obzira na vrstu oblaka te se izražava osminama ili desetinama što je prikazano u Tablici 3.

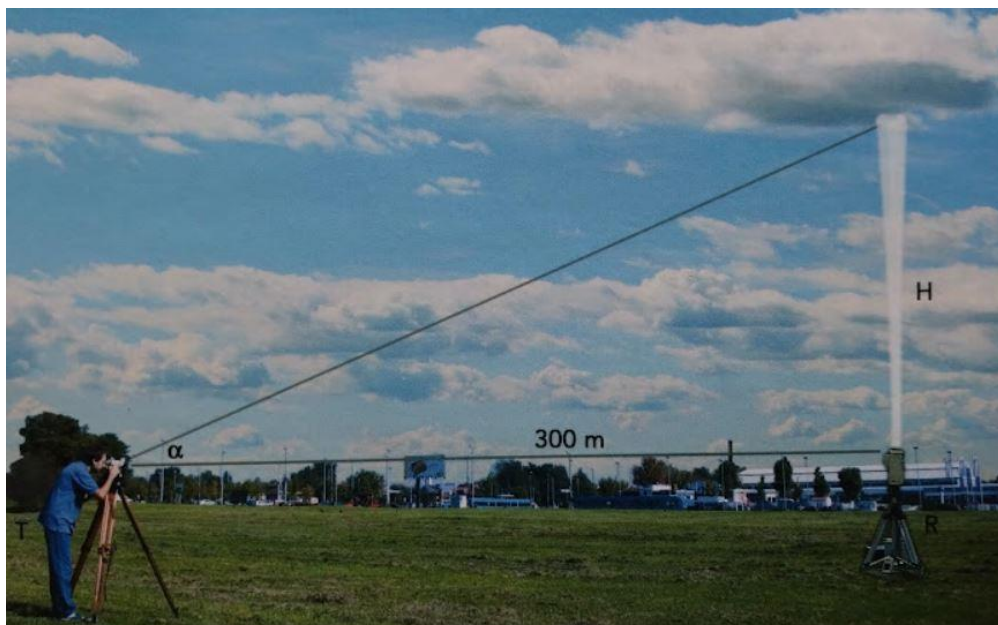
Vrijednosti u desetinama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vrijednosti u osminama	0	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8

Tablica 3. Prikaz određivanje naoblake u osminama i desetinama gdje pojedini brojevi označavaju prisutnost naoblake.<sup>22</sup>

Tako 0 označava potpuno vedro, a 8 potpuno oblačno vrijeme. Brojevi između označavaju naoblaku, za manje brojeve manju, a za veće brojeve i veću naoblaku. Uz to se može određivati i visina ( $H$ ) podnice oblaka<sup>22</sup> pomoću reflektora. Reflektor se postavlja 300m od mjesta motrenja te za vrijeme mjerenja osvijetli donji dio oblaka što se vidi kao mrlja. Kut visine promatranja se određuje pomoću klinometra ili kakvog drugog instrumenta te je pomoću tih podataka moguće odrediti traženu visinu oblaka:

$$H = 300 \operatorname{tg} \alpha \text{ [m]},$$

gdje je  $\alpha$  kut motrenja oblaka. Izgled u prirodi prikazan je na Slici 12.



Slika 12. Prikaz mjerenja visine oblaka pomoću reflektora na položaju R gdje je H visina oblaka,  $\alpha$  kut motrenja oblaka s položaja T.<sup>22</sup>

Meteorološke postaje sadrže i kišomjere, instrumente za mjerenje količine oborine. Za mjerenje količine krutih oborina, poput snijega, također se koristi kišomjer. Ukoliko se u kišomjeru nalazi neotopljeni snijeg kišomjer je potrebno odnijeti u prostoriju i sačekati da se snijeg otopi te potom menzurom izmjeriti i kao tekuću oborinu. Za duža vremenska razdoblja koriste se veći kišomjeri koji se nazivaju totalizatori. Uz to, moguće je odrediti vrijeme početka, završetka, ukupnog trajanja oborine te njene jačine pomoću pluviografa kojega također većina meteoroloških postaja koristi. Postaje, osobito u kontinentalnim dijelovima, sadrže i snjegomjere, instrumente za mjerenje visine snježnog pokrivača.

*Digitalni prikaz podataka:* Zapis svih podataka obavlja se u ASCII i XML formatu te se na takav način formiraju dnevne datoteke koje je potrebno obraditi. Obrada podataka se vrši pomoću programske podrške WMM i ARM koje omogućuju prikaz podataka mjerenja na monitoru računala mjernog sustava, grafički i numerički.<sup>22</sup>

### 3. Meteorologija u osnovnim školama

U ovome se poglavlju nešto pobliže govori o implementaciji meteorologije u osnovnim škola. Za početak ćemo vidjeti kakav je današnji kurikulum fizike u osnovnim školama, gdje se meteorologija može implementirati te s kakvim nastavnim ishodima.

Potom ću navesti glavne ideje i načine na koje se meteorologija može popularizirati među učenicima te kako da se potakne veće zanimanje za učenjem i studiranjem geofizičkih disciplina.

### 3.1. Zastupljenost meteorologije u kurikulumu fizike

Da bismo vidjeli kakva je zastupljenost meteorologije u hrvatskim školama potrebno je napomenuti kako se meteorologija susreće na satima geografije u šestom razredu osnovne škole. U tim se udžbenicima nalaze poglavlja koja obrađuju klimu u kojoj živimo, temperaturu i tlak zraka, vjetar, vlagu, naoblaku, vrste padalina, itd. Gotovo su svi meteorološki elementi pokriveni na satima geografije u osnovnim školama, a ujedno je to i prvi doticaj učenika s meteorologijom.



Slika 13. Izvadak iz udžbenika geografije za šeste razrede osnovnih škola.

Nastavni ishodi<sup>24</sup> koje donose ove teme na nastavi geografije su sljedeći:

*GEO OŠ B.6.5. Učenik opisuje atmosferu i vrijeme, objašnjava najvažnije klimatske elemente, prikuplja i analizira podatke o vremenu te obrazlaže važnost vremenske prognoze.*

*GEO OŠ B.6.6. Učenik objašnjava složene utjecaje na obilježja klime, uspoređuje klimatske dijagrame te čita kartu klasifikacija klima.*

Godišnji izvedbeni kurikulum kojega objavljuje Ministarstvo znanosti i obrazovanja u svojim preporučenim modelima izvedbe nastave područje atmosfere povezuje s klimom Zemlje koja kasnije djeluje na prirodu, floru i faunu gdje se spominju i oborine koje također imaju značajan utjecaj za život biljnog, životinjskog svijeta te izravan



utjecaj na život čovječanstva. Međutim, kada je riječ o godišnjem izvedbenom kurikulumu nastave fizike preporučeni model poglavlja za sedmi razred je:

Nastavna tema	Mjesec	Nastavna tema	Mjesec
Uvodni sat	IX.	Atmosferski tlak i hidrostatički tlak	III.
Pokusi u fizici		Uzgon	
Inicijalni test		Rad	
Fizičke veličine i mjerne jedinice		Snaga	
Mjerenje duljine tijela		Energija	
Mjerenje površine	X.	Oblici energije – kinetička energija	
Volumen pravilnih tijela		Gravitacijska energija	
Volumen nepravilnih tijela		Elastična potencijalna energija	
Mjerenje mase vagom		Pretvorbe energije	
Određivanje gustoće tijela	XI.	Zakon očuvanja energije	V.
Gustoća tvari		Čestični sastav tvari	
Sila – uzrok promjena		Molekule i atomi	
Elastična sila		Agregacijska stanja	
Mjerenje sile dinamometrom	XII.	Toplinsko širenje tijela	VI.
Sastavljanje sila		Mjerenje temperature	
Sila teža i težina tijela		Unutrašnja energija	
Sila trenja	I.	Promjena unutarnje energije	
Učinci sile trenja		Specifični toplinski kapacitet	
Težište		Zaključivanje ocjena	
Zakon poluge	II.		
Primjene poluge			
Tlak			

Tablica 4. Popis nastavnih tema za fiziku sedmih razreda osnovnih škola.<sup>24</sup>

Izrijekom u kurikulumu nastave fizike ne piše decidirano niti jedna nastavna tema meteorologije, osobito ne onako kako smo mogli primijetiti u nastavi geografije. S obzirom na odjeljak u kojem smo vidjeli sve meteorološke elemente i komponente, meteorologija se može implementirati u sljedećim nastavnim temama: *Određivanje gustoće tijela*, *Gustoća tvari*, *Sila teža i težina tijela*, *Sila trenja*, *Tlak*, *Atmosferski tlak i hidrostatički tlak*, *Uzgon*,

*Energija, Agregacijska stanja, Mjerenje temperature.* Treba spomenuti da su ovo nastavne teme u kojima je najlakše uvesti meteorološke pojmove te treba voditi računa da se nastavno gradivo ne zasićuje ogromnom količinom pojmova već odabрати nekoliko nastavnih tema u kojima će se na zanimljiv način uvesti određeni pojmovi.

Nastavne teme osmog razreda ne obuhvaćaju toliko širok raspon geofizičkog područja. Ovdje se nalazi i njihov popis: *Električni naboj, Nastanak i vrste valova, Rasprostiranje i odbijanje svjetlosti, Razlaganje svjetlosti na boje.*

Zastupljenost meteorologije u nastavi fizike u osnovnim školama ne postoji, a jedini način njene popularizacije ovisi isključivo o nastavniku. Nastavnici imaju slobodu uvoditi i ovu granu fizike u svoj kurikulum nastave fizike. Treba voditi računa da se đacima omogući susret s geofizikom kao znanošću ondje gdje je to moguće napraviti. Također valja imati na umu ne preopteretiti redovan kurikulum fizike dodatnim gradivom, no ukoliko postoji izvannastavna aktivnost iz fizike, moguće je takovo gradivo obrađivati na tim dodatnim satima.

### **3.2. Načini populariziranja meteorologije**

Ljudi se međusobno razlikuju po karakteru, fizičkom izgledu, razmišljanju, itd. Tako je i u školstvu. Nastavnici fizike se međusobno razlikuju, neki više vladaju gradivom kojega predaju dok neki manje. Najbitnija osobina svakog nastavnika je da razumije ono što predaje. No, neki nastavnici jednostavno imaju dar predavanja i nekome najdosadnije nastavne teme može učiniti najzanimljivijima te ću zato pokušati navesti nekoliko zanimljivih ideja kojima bi se meteorologija mogla približiti učenicima.

#### *3.2.1. Nastavni sati*

Prije svega potrebno je pripremiti nastavne sate za određene meteorološke koncepte ili pojmove koje želimo uvesti. Ovdje se stoga donosi primjer pripreme za nastavni sat koji se može održati kao prvi nastavni sat na temu *Atmosferski tlak*. Ovaj se posebno napisani nastavni sat obrađuje odmah nakon što se uvede pojam tlaka, a može i nakon hidrostatskog tlaka. Nastavna priprema se nalazi u Dodatku.

#### *3.2.2. Eksperimenti*

Još jedan zanimljiv način na koji se meteorologija može približiti učenicima je putem jednostavnih eksperimenata, a niže se donosi niz eksperimenata koji se mogu upotrijebiti za razna područja nastave.

Atmosferski tlak

<i>Pokus I</i>	
Pribor:	staklena boca, komad papira
Postupak:	Komadić papira zgužvamo te stavimo na grlo vodoravno položene staklene boce. Grlo boce okrenemo prema sebi i puhnemo u nju.
Rezultat:	Kada puhnemo u papirić, papirić će se odbiti unatrag te će ispasti iz boce.
<p>U ovome pokusu prije no što puhnemo učenici će misliti da će papirić odletjeti u bocu no dogodi se suprotno zbog našeg puhanja u papirić gdje dio zraka ode u bocu te se od unutarnjih stijenki boce zrak odbija stvarajući veći tlak unutar boce nego izvan nje te u konačnici zrak izbaci papirić van boce.</p>	

<i>Pokus II</i>	
Pribor:	Plastična boca, balon
Postupak:	Balon stavimo u bocu tako da grlom balona obujmimo grlo boce te pušemo u balon.
Rezultat:	Balon nećemo uspjeti napuhati, vidjet ćemo samo oscilacije vrlo slabog napuhavanja balona kako upuhujemo zrak u balon.
<p>U ovome pokusu se može jednostavno pokazati kako tlak zraka u boci ne dozvoljava širenje balona.</p>	

<i>Pokus III</i>	
Pribor:	Plastična boca probušena u donjem dijelu sa strane, balon
Postupak:	Balon kao u Pokusu II stavimo u bocu na isti način te pušemo.
Rezultat:	Sada smo balon uspjeli napuhati te je balon uspio raširiti unutar boce. Kada prekinemo dotok zraka u balon i pustimo, balon će se vratiti na početnu poziciju.
<p>Ovaj pokus je vrlo sličan prethodnome, no ovaj puta smo balon uspjeli napuhati. Sada zrak nije stvorio tlak kojim je zaustavljao balon kao u pokusu II već je jednostavno izašao kroz rupu pri dnu boce kako se volumen balona povećavao. Kako bi učenicima ovo bilo jasnije, može se za vrijeme upuhivanja zraka u balon pored ove boce staviti drugu položenu bocu. Prije no što krenemo upuhivati zrak u balon, rupicu boce usmjerimo prema drugoj položenoj praznoj boci. Kako upuhujemo zrak u balon, on se širi te zrak kroz rupicu izlazi te udara o susjedno praznu bocu koja se kreće gibati.</p>	

<i>Pokus IV</i>	
Pribor:	Plastična boca probušena u donjem dijelu sa strane, balon

Postupak:	Balon kao u Pokusu III stavimo u bocu na isti način, ali prije puhanja prstom zatvorimo rupu na boci te pušemo.
Rezultat:	U ovome slučaju balon nismo uspjeli napuhati.
Ovim pokusom ponavljamo fizikalnu pozadinu pokusa II samo na drugačiji način.	

<i>Pokus V</i>	
Pribor:	Plastična boca probušena u donjem dijelu sa strane, balon
Postupak:	Balon kao u Pokusu II stavimo u bocu na isti način te pušemo, no ovoga puta kad ga napušemo, prstom zatvorimo rupu na boci.
Rezultat:	Sada smo balon uspjeli napuhati te je balon uspio zauzeti prostor unutar boce. Kada prekinemo dotok zraka u balon i pustimo, balon je ostao napuhan.
Ovaj pokus je učenicima fascinantn jer balon je napuhan, a vidljivo u grlu boce otvoren, no iz nekog razloga ostaje napuhan. Za bolje dočaravanje može se uzeti dugačka čačkalica i staviti u balon kako bi se učenici uvjerali da je balon napuhan te da je unutar njega samo zrak. Naime zrak ne može kroz rupu na boci ući u bocu i potisnuti balon prema gore te balon ostaje napuhan.	

<i>Pokus VI</i>	
Pribor:	Plastična boca probušena u donjem dijelu sa strane, balon, slamka
Postupak:	Balon kao u Pokusu II stavimo u bocu na isti način te pušemo. Nakon što smo napuhali balon zatvorimo rupu na boci prstom. Potom ulijemo nešto vode u balon te ga zavežemo. Balon napunjen vodom će sada biti zarobljen u boci. Pokušamo ga izvaditi, no većeg je obujma od promjera grla boce pa upotrijebimo slamku. Slamku stavimo u bocu pored balona te balon povučemo prema gore. Kako balon povlačimo prema gore tamo slamkom upuhujemo zrak u bocu što dodatno pogura balon van iz boce.
Rezultat:	Balon napunjen vodom smo uspjeli izvaditi iz boce jer smo puhanjem u slamku stvorili veći tlak zraka u boci koji je potisnuo balon van boce.
Ovaj pokus je najbolje započeti već napravljenim pokusom, odnosno započeti s balonom u boci. To je ono što učenike jako zanima, kako je moguće da se toliki balon nalazi u boci? Početni problem će im izuzetno privući pozornost te za vrijeme izvođenja eksperimenta nasatvnik ima svu moguću pozornost.	

Vjetar

<i>Pokus „Kako nastaje vjetar?“</i>	
Pribor:	Dvije veće plastične posude s rupom na svojim prednjim dijelovima, staklena cijev promjera rupe na posudama, suha zemlja, grijalice, voda, led, plastična boca s dimom
Postupak:	Plastične posude se postavljaju jedna nasuprot drugoj te se povežu staklenom cijevi. Jednu posudu se napuni suhom zemljom te se uključe grijalice kako bi zagrijavale tu zemlju. U drugu posudu se ulije voda s ledom.
Rezultat:	Kada prinesemo dim iz plastične boce na kraj staklene cijevi hladne posude, vidjet ćemo kako se dim kreće nekom brzinom prema drugom kraju cijevi, ondje gdje se nalazi topla plastična posuda.
<p>Ovaj pokus je u nekim školama teže izvediv, no pribor koji je potreban dostupan je u najobičnijim trgovinama. Vrlo je zanimljivo pokazati zašto je nastao vjetar u ovome slučaju. Kako zagrijavamo zemlju, tako ona zagrijava okolni zrak koji se posljedično uzdiže. S druge strane, imamo hladni zrak koji je zbog svoje gustoće teži te tone. Drugim riječima, mjesto koje je imao topli zrak prije nego što se uzdigao, zauzet će hladni zrak koji je pao, a mjesto koje je imao hladni zrak prije nego se počne kretati zauzet će topli zrak. Ovo je i u prirodi poznato kruženje zraka, cirkulacije u kojima se vjetar pravilno mijenja tijekom 24 sata.</p>	

## Oblaci

<i>Pokus Oblaci</i>	
Pribor:	Papir za pečenje, olovka, plastična posuda, pjena za brijanje, bijelo tekuće ljepilo za škole, četkica za bojanje
Postupak:	U plastičnu posudu stavimo pjenu za brijanje te na nju istresemo nešto bijelog tekućeg ljepila te sve zajedno promiješamo. Na papiru za pečenje ocrtao olovkom Zemljinu površinu. Kistom demonstriramo osnovne vrste oblaka s obzirom na visinsku udaljenost od tla.
Rezultat:	Najbolje je pokazati kumuluse, ciruse, stratuse i kumulonimbuse. Kistom se može dočarati visina oblaka, jesu li grudasti ili nisu, nose li oborinu ili ne te mnoge druge stvari zanimljive o oblacima.
<p>Ovim pokusom učenici vrlo jednostavno uče o oblacima. Ovaj se pokus može izvesti ukoliko se na satu fizike spomene nastajanje oblaka ili se konstruira poseban sat na kojem se govori o oblacima. Nakon što se učenici susretnu s osnovnim pojmovima i vrstama oblaka, podijeli im se svakome ili parovima navedeni set za pokus te ih se pusti</p>	

da sâmi nacrtaju oblake koje žele. Nakon pokusa predstavljaju pred drugim učenicima vrste oblaka koje su nacrtali te eventualno evaluiraju nove naučene spoznaje o oblacima.

### *Tornado*

<i>Pokus Tornado</i>	
Pribor:	Jedna prazna plastična boca i jedna plastična boca napunjena vodom gotovo do vrha, metalna podloška promjera grla boce, ljepljiva traka, bojilo (dodatno)
Postupak:	Plastičnu bocu napunjenu vodom se postavi na stol te se potom metalna podloška promjera grla boce postavi na grlo boce. Prazna plastična boca se okrene naopako, grlom prema dolje te postavi na podlošku. Sve se dobro oblijepi trakom kako kasnije ne bi curila voda, a i kako bi se dvije boce dobro povezale. Sustav dvije boce se potom okrene naopako i zarotira.
Rezultat:	Nakon što se eksperiment napravi kako piše u postupku, okretanje sustava boca po zamišljenoj kružnici uzrokovat će tornado u boci.
Kako okrećemo bocu tako voda uz stijenke boce krene izlaziti iz gornje boce u donju koja je prazna. Kako voda uz stijenke izlazi iz gornje boce i puni donju, zrak iz donje boce izlazi i puni gornju bocu. Put kojim zrak prolazi iz donje boce u gornju je kroz središte vrtloga tornada. Ovome se pokusu mogu pridodati razna bojila koja će obojati tornado što učenicima može biti još vizualno preglednije i reprezentativnije, a time i puno zanimljivije. Pomoću ovog eksperimenta može se objasniti razlog nastajanja tornada, učenicima jednostavnim i razumljivim jezikom.	

#### *3.2.3. Izrada vlastitih amaterskih uređaja*

Osim što učenici kroz eksperimente mogu ostvariti efektne i zanimljive meteorološke pojave u svojem razredu ili pak svojoj kući, mogu izrađivati i vlastite uređaje za mjerenje određenih meteoroloških komponenata.

#### *Barometar*

Izrada vlastitog barometra može biti projekt kojeg se zada učenicima. Učenici tako mogu izraditi barometar te napisati sastavak u znanstvenom okviru koji sadrži uvod, eksperimentalni postav, razradu, zaključak, slike. Ovime se učenike može jako dobro pripremiti za srednju školu, ali i općenito za organizirana pisana izvješća koja će kad tad u

budućnosti izrađivati. Amaterskim barometrom učenici ne mogu točno bilježiti iznose atmosferskoga tlaka jer to ovaj barometar ne daje, ali paralelno mogu pratiti promjenu tlaka s redovitim izvještajima na stranicama Državnog hidrometeorološkog zavoda. Time se nastavlja priča o povoljnom i nepovoljnom vremenu koja se protezala i kroz pokuse, a što je ujedno i najzanimljiviji dodir učenika s meteorologijom – prognoza vremena. Barometar se izrađuje na vrlo jednostavan način te ovdje donosim postupak kako ga izraditi.

<i>Barometar</i>	
Pribor:	Široka plastična ili staklena boca (staklenka), balon, elastična gumica, plastična slamka, školsko bijelo tekuće ljepilo, komad kartona
Postupak:	Na široko grlo staklenke postavi se balon tako da gornja stijenka staklenke bude potpuno ravna. Potom na njeno središte postavimo vrlo malo ljepila na koje postavimo slamku. Ako je slamka predugačka potrebno ju je odrezati. Također kraj slamke koji pokazuje prema van treba malo podrezati koso kako bi kraj slamke bio usmjeren. Na kartonu je potrebno označiti crticom početni položaj slamke, a sve položaje iznad označiti s dodatne dvije žute crtice, a sve položaje ispod označiti s dvije plave crtice.
Rezultat:	Kada je vanjski tlak visok djelovat će na stijenkicu balona na kojoj se nalazi jedan kraj slamke te će taj kraj povući prema dolje što će rezultirati time da se drugi kraj slamke pomakne prema gore, odnosno prema žutim crticama koje označavaju povoljno vrijeme. Kada je vanjski tlak nizak, događa se suprotno i slamka pokazuje prema donjim plavim crticama što sugerira nepovoljno vrijeme.
Ovim se pokusom učenici mogu igrati malih prognostičara vremena gdje na jednostavan i zabavan način prate kretanja visokog i niskog tlaka u atmosferi. Također učenici mogu pratiti dnevne iznose atmosferskog tlaka na stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda te tako redovito pratiti mijenjanje vremena.	

Također, učenici ovaj instrument za praćenje vremena mogu izraditi i kao projekt u praktičnom, ali i pisanom dijelu poput znanstvenoga rada. Primjer takvog jednog rada učenice 7. razreda Salezijanske osnovne škole u Zagrebu nalazi se u Dodatku.

### *Higrometar*

Kao amaterski mjerni instrument vrlo je zgodno napraviti i higrometar. Ovaj instrument mjeri vlažnost zraka te kao i barometar, koji je govorio motritelju je li tlak zraka povišen ili snižen, tako će i higrometar motritelju sugerirati je li vlažnost zraka velika ili mala. Ovdje je način kako napraviti vlastiti higrometar.

<i>Higrometar</i>	
Pribor:	Čekić, škare, dugačka plosnata žvakaća guma umotana u foliju, čačkalica, čavao, konzerva, marker, komad drveta
Postupak:	Žvakaću gumu izvaditi iz njene folije te foliju presaviti po duljoj stranici i škarama, po presavijenom dijelu, prerezati kako bismo dobili dva dijela folije. Jedan komadić folije na jednom kraju odrezati tako da izgleda poput olovke. Potom se konzerva okrene naopako, dnom prema gore, te se čavlom i čekićem napravi vrlo mala rupica na sredini dna konzerve. Nakon toga se kroz rupu umetne čačkalica tako da otprilike $\frac{3}{4}$ čačkalice ostane iznad rupe. Folija, prethodno pripremljena, zalijepi se na čačkalicu te se presavije cijela oko čačkalice, a vrh pokazivača folije se otkloni da pokazuje u stranu. U onom pravcu u kojem pokazivač folije pokazuje, ocrtaj markerom po dnu konzerve crtica. Potrebno je označiti još dvije dodatne crtice te ih označiti slovima „V“ i „N“ što označava visoku i nisku vlažnost. Kako bi se omogućio uvjet vlažnosti, dovoljno je upotrijebiti vlastiti dah. Dahne se u foliju omotanu oko čačkalice te se promatra što se događa.
Rezultat:	Pokazivač folije se s početne crtice označene markerom na dnu konzerve pomaknuo prema crtici označene slovom „V“ što označava visoku vlažnost. Tu vlažnost smo postigli vlastitim dahom jer je papir upio vodu iz zraka čiju smo koncentraciju povećali svojim dahom.
Ovaj se instrument može napraviti i projektno kod kuće, ili na izvannastavnoj aktivnosti. Učenici ovime dobivaju vrlo jednostavan i amaterski način za određivanje vlažnosti zraka u prostoru ili gdje se već instrument nalazi.	

### *Termometar*

Uz barometar i higrometar, termometar je još jedan u nizu amaterskih mjernih instrumenata. Također postoji vrlo jednostavan način za njegovu izradu koji je opisan niže.



<i>Termometar</i>	
Pribor:	Vrlo mala prazna plastična bočica, crveno bojilo za hranu, pribadača, olovka, plastična slamka, voda
Postupak:	Po sredini čepa male plastične bočice pribadačom se napravi mala rupa. Potom je olovkom potrebno proširiti rupu kako bi bila promjera te olovke. Nakon toga se plastična slamka provuče kroz rupu na čepu, ali toliko da ne dira dno bočice. Bočica se napuni vodom te se oboja crvenom bojom za kuhanje te se začepi zajedno sa slamkom. Kroz slamku je zatim potrebno puhnuti kako bi se razina crveno obojene vode povisila te je termometar spreman za mjerenje.
Rezultat:	Ukoliko termometar postavimo u posudu s vrućom vodom, stupac crveno obojene vode se počinje dizati jer dolazi do ekspanzije tekućine povišenjem temperature. Ako nakon toga termometar postavimo u posudu s ledom, primijetit ćemo kako se razina crveno obojene tekućine smanjuje.
Napravljeni termometar se može demonstrirati u sklopu nastave ili pak učenici mogu sami izrađivati svoje na izvannastavnoj aktivnosti.	

Ovime su učenici dobili amaterske instrumente koji mjere visoke i niske temperature, vlažnosti zraka i atmosferske tlakove što može poslužiti samo kao uvod u svijet meteorologije, kupnjom vlastitih mjernih instrumenata te time izrade i vlastite meteorološke stanice.

#### *3.2.4. Terenska nastava*

Uz klasične nastavne sate u školi ponekad je vrlo korisno napraviti i izvanškolsku aktivnost za učenike. Tako je moguće organizirati i terenske nastave. One se mogu odvijati na nekoliko načina. Jedan od njih je odabrati dan u tjednu kada se može promatrati nekoliko vrsta oblaka te učenicima pripremiti dnevnik motrenja oblaka čije se određivanje vrši pomoću Međunarodnog atlasa oblaka<sup>18</sup> što je navedeno u odjeljku. Od klasifikacije oblaka dovoljno je prepoznati njihov rod te eventualno njihov oblik. U osnovnoj školi zanimljivo je dati učenicima vodič<sup>25</sup> za klasifikaciju oblaka (vidjeti dodatak).

S obzirom na pregled nebeskoga svoda moguće je i određivanje gustoće oblaka. Također se može napraviti i procjena naoblake kako je opisano u odjeljku. Ukoliko postoje oborinski ili kakvi drugi znakovi atmosferskih pojava na nebu, predlaže se i njihovo popisivanje prikladnim simbolima.

Dnevnik motrenja je unaprijed pripremljen te ga nastavnik daje učenicima koji ga nadopunjavaju tijekom terenskih nastava. Dnevnik motrenja moguće je primjenjivati prvenstveno za učenike koji pohađaju izvannastavnu aktivnost te tako mogu voditi mjesečni dnevnik motrenja. Također, cijeli je razred moguće izvesti na terensku nastavu, no to je preporučljivo napraviti jednom u polugodištu ili jednom godišnje.

Dnevnik motrenja za osnovne škole moguće je pronaći u Dodatku C.

### *3.2.5. Izrada amaterske meteorološke stanice*

Amaterska meteo stanica samo je jedna od ideja kojima se može učenike zainteresirati za geofizičke discipline. Učenicima je uvijek zanimljivije pratiti nastavu uz razne eksperimente, ali osobito neke procese na koje mogu sâmi utjecati i koje mogu sami izrađivati. Tako nastavnik fizike može u sklopu svoje izvannastavne aktivnosti izraditi vlastitu meteo stanicu. U početku to mogu biti instrumenti koje učenici mogu izraditi sâmi kao što je opisano u odjeljku, a potom se mogu nabaviti precizniji instrumenti za mjerenje čime će učenici povezivati svoje izrađene mjerne instrumente s onim koji se danas koriste na meteorološkim postajama.

Za vlastiti meteorološki park potrebna je mala površina zemlje u školskome dvorištu gdje bi se instrumenti smjestili. Time bi učenici dobili približan dojam što je sve potrebno raditi tijekom vođenja meteorološke stanice te o čemu sve treba voditi računa. Osim mjerenja konkretnih parametara atmosfere, vodili bi i dnevnik motrenja oblaka i oborina kao što je objašnjeno u odjeljku.

Mnoge stvari mogu učenicima pobuditi želju i entuzijazam za meteorologiju i iskustva koja uz nju neminovno idu. Na taj se način može djeci omogućiti osnovno potrebno znanje meteorologije koje će imati bez obzira što kasnije studirali, što je i konačni cilj – obrazovanje učenika kako bi postali pošteni građani koji znaju cijeniti svoj rad i svoje znanje i koji ga nadasve znaju u kasnijem životu i primijeniti.

## 4. Meteorologija u srednjim školama

### 4.1. Zastupljenost meteorologije u kurikulumu fizike

U ovome odjeljku cilj je prikazati trenutno stanje zastupljenosti meteorologije u srednjim školama, a osobito u nastavi fizike. U osnovnoškolskoj nastavi fizike nije se vidjela gotovo nikakva zastupljenost meteorologije kao znanstvene discipline, no unutar kurikuluma geografije jest. Zato valja pogledati koristi li se meteorologija u geografiji srednjih škola te postoji li ikakva zastupljenost u nastavi fizike.

Za početak pogledajmo kurikulum geografije. U prvom razredu srednje škole nastave geografije obrađuje se cjelina pod nazivom „Klima“. Unutar te cjeline nalazi se osam tema koje sveukupno obuhvaćaju 14 radnih sati, a one su sljedeće. Teme s njihovim nastavnim ishodima koji se kroz njih ostvaruju su prikazane Tablicom 5.

Nastavna tema	Nastavni ishodi
Temperatura zraka	<b>GEO SŠ B.1.3.</b> Učenik objašnjava utjecaj klimatskih modifikatora na određene klimatske elemente koristeći se geografskim kartama i IKT-om. <b>GEO SŠ B.1.4.</b> Učenik objašnjava uzroke i posljedice svih razina cirkulacije atmosfere s primjerima iz svijeta i Hrvatske koristeći se geografskim kartama i IKT-om. <b>GEO SŠ B.1.5.</b> Učenik se koristi sinoptičkom kartom za razumijevanje prognoze vremena.
Tlak zraka	
Vlaga u zraku i padaline	
Geografska raspodjela klimatskih elemenata i utjecaj klimatskih čimbenika na klimatske elemente	
Efekt staklenika	
Cirkulacija zraka	
Praćenje i prognoziranje vremena	
Klima (ponavljanje)	

Tablica 5. Nastavne teme s pripadnim brojem sati i nastavnim ishodima u nastavi geografije prvih razreda srednjih škola.<sup>24</sup>

Vidljivo je kako meteorologija i njeni osnovni pojmovi bivaju implementirani u nastavu geografije ne samo u osnovnim već i u srednjim školama. Nastavni ishod GEO SŠ B.1.5. je posebno zanimljiv jer njime učenik ima sposobnost čitati sinoptičku kartu te se njome koristiti. Ovakvi su ishodi vezani za kurikulum gimnazijskih programa srednjih škola.

U šumarsko drvodjelnim srednjim školama u prvome razredu u kurikulum je uvršten predmet pod nazivom „Meteorologija“. Neki od ishoda za spomenuti predmet prikazani su u tablici niže.

Ishodi
Razlikovati klimatske elemente od klimatskih pojava.
Prisjetiti se kruženja vode u prirodi i agregatnih stanja vode.
Usporediti apsolutnu vlažnost zraka i relativnu vlažnost zraka.
Opisati nastanak oblaka i magle.
Nabrojati vrste oborina i objasniti njihov nastanak.
Objasniti kako se dijeli klima s obzirom na količinu oborina i što je kišni faktor.
Istražiti utjecaj orografskih elemenata na mikroklimu staništa.
Utvrđiti utjecaj klimatskih elemenata i pojava na tlo.
Prikupiti podatke mjesečnih vrijednosti temperature zraka, tlaka zraka i padalina za mjesto u kojem živi (ili za najbližu meteorološku postaju).
Pronaći na <a href="https://meteo.hr">https://meteo.hr</a> ili na nekoj drugoj mrežnoj stranici navedene vrijednosti.
Prikupljene podatke prikazati tablično.
Izraditi u Microsoft Excelu klimadijagram.
Analizirati klimadijagram u svim njegovim elementima.
Nacrtati grafički prikaz kruženja vode u prirodi.
Podijeliti Hrvatsku i Europu na klimatske zone te odrediti kojoj zoni pripada moj zavičaj.

Tablica 6. Nastavni ishodi koje je moguće ostvariti u nastavi meteorologije u šumarskim drvodjelnim školama.

Učenici u šumarskim drvodjelnim strukovnim školama imaju također, po ishodima, razvijen nastavni sadržaj koji uključuje dobar udio meteorologije. Osim osnovnih pojmova koje učenici mogu naučiti, pred učenike se stavljaju stvarna mjerenja koja su prikazana pomoću numeričkih grafova ili tablica te ih takve analiziraju. No kakva je prisutnost meteorologije u nastavi fizike?

Nastavna tema	Nastavni ishodi
Rad, snaga korisnost	FIZ SŠ D.1.5. Tumači i primjenjuje rad, snagu. Primjenjuje zakon očuvanja energije.
Jednoliko pravocrtno gibanje	FIZ SŠ C.1.1. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje.
Vertikalni hitac	FIZ SŠ B.1.3. Primjenjuje II. Newtonov zakon.

Sila trenja Sila trenja i reakcija podloge i napetosti niti Elastična sila Analiziranje II. Newtonovog zakona	
Fluidi i tlak Pascalov zakon Vanjski tlak na tekućinama	FIZ SŠ B.2.1. Primjenjuje zakone statike fluida. Objašnjava sile u fluidima, pritisnu silu i tlak. Objašnjava načelo hidrauličkog tijeska.
Hidrostatski tlak Atmosferski tlak	Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka.
Zakoni za idealni plin Jednadžba stanja idealnog plina	FIZ SŠ D.2.3. Analizira i primjenjuje zakone idealnog plina i molekulsko-kinetički model plina.
Promjena unutarnje energije izmjenom topline i radom	FIZ SŠ D.2.4. Analizira termodinamičke procese i sustave.

Tablica 7. Nastavne teme s pripadnim ishodima u kurikulumu fizike gimnazijskih srednjih škola.<sup>24</sup>

Od cijeloga kurikuluma fizike nema ni traga geofizičkim disciplinama već se ponovno mora tražiti način o implementiranju meteorologije u sate po redovnom nastavnom programu. U tablici su prikazane neke nastavne teme s brojem sati i pripadnim nastavnim ishodima u koje se može ubaciti zanimljiva primjena raznih modela u meteorologiji. Načini na koje se meteorološki elementi, pojmovi i koncepti mogu uključiti u redovnu nastavu navedeni su kroz sljedeće odjeljke.

#### **4.2. Načini populariziranja meteorologije**

S obzirom na neprepoznatljivost važnosti geofizičkih disciplina pa tako i meteorologije, potrebno je i u srednjim školama dati određen doprinos za razvojem tih zapostavljenih znanstvenih, a nama tako bitnih područja. Premda na geografiji učenici srednjih škola gimnazijskih programa mogu učiti o pojmovima u meteorologiji, fizika je izvrstan predmet da to znanje podignu na višu razinu. Zanimljivi nastavni sati, eksperimenti te razni projekti mogu dati ogroman obol u populariziranju meteorologije te njenom boljem razumijevanju.

#### 4.2.1. Nastavni sati

Prvi način na koji se meteorologija može ukorijeniti u nastavni kurikulum fizike srednjih škola jest održati u sklopu redovnih nastavnih sati i neke znanstveno popularne nastavne sate sa zanimljivim eksperimentima i sl. U prethodnome odjeljku je bilo više riječi u uključenosti meteorologije u gimnazijski nastavni program te je dan naglasak na određene teme srodne meteorologiji unutar kojih je najlakše i najbolje iskoristiti brojne zanimljive meteorološke koncepte.

Ovdje se stoga donosi primjer jednog takvog nastavnog sata u sklopu nastavne teme *Jednadžba stanja idealnog plina*. Nastavna je priprema osmišljena kao jedan školski sat u svrhu evaluacije naučenoga gradiva te skladno tome bi se realizirala po završetku spomenute nastavne teme. Nastavna priprema jednog takvog sata nalazi se u Dodatku.

#### 4.2.2. Eksperimenti

##### Tlak

<i>Tlak</i>	
Pribor:	Novine, drveno ravnalo
Postupak:	Nekoliko listova novina raširimo i postavimo na stol do njegovog ruba. Drveno ravnalo postavimo ispod novina, ali tako da dio ravnala viri van stola. Rukom naglo udarimo u ravnalo.
Rezultat:	Drveno ravnalo će puknuti. Ako položimo samo drveno ravnalo na stol da jedan dio viri van stola i udarimo o taj dio, ravnalo će pasti na pod. Dok ako na dugi kraj ravnala postavimo novine, tlak zraka će vršiti pritisak uglavnom prema dolje te izazvati silu dovoljno veliku da dođe do pucanja ravnala.
Ovaj pokus se može izvoditi i u srednjim i u osnovnim školama jer se u ovome pokusu vidi osnovno djelovanje sile po površini (tlak zraka).	

##### Oblaci

<i>Oblaci</i>	
Pribor:	Prazna plastična boca, izopropanol, pumpa s gumenim prigušivačem
Postupak:	U praznu bocu se stavi malo izopropanola te se boca malo rotira oko svoje osi. Potom se pumpom upuhuje zrak u bocu kroz grlo boce kako bi se

	povećao tlak u boci. To povećava temperaturu unutar boce. Potom se čep pumpe izvadi iz boce te dolazi do naglog pada temperature zbog doticaja sa zrakom sobne temperature.
Rezultat:	Nakon što se isprate sve upute nastane oblak. Voda koja se oslobodila iz alkohola automatski se kondenzirala kada se čep otvorio. Alkohol se koristio da bi se stvorio hladan zrak pa umjesto korištenja leda, ovo je brži način da se dobije hladniji zrak. Rotiranjem boce oko svoje osi, voda će ispariti iz alkohola te smo na brz način dobili vodenu paru.
Ovim pokusom se može i dalje eksperimentirati. Tako se recimo može nastaviti pumpati što će podići tlak u boci te će oblak nestati što ponovno vodi prema povoljnom vremenu kada imamo visoki tlak zraka. Sustavi niskoga tlaka zraka ne donose tako povoljno vrijeme što možemo vidjeti kada opet skinemo čep.	

#### Kiša

<i>Kiša</i>	
Pribor:	Grijač za kuhanje, lončić s vodom, lončić s ledom
Postupak:	Lončić s vodom postavimo na električni grijač te zagrijavamo vodu. Voda vremenom počinje isparavati što je vidljivo. Potom lončić s ledom postavimo iznad mjesta isparavanja te ga rukom ili pomoću stalka držimo neko vrijeme na tom mjestu.
Rezultat:	Nakon nekog vremena će nastati kiša. Voda u prirodi može isparavati ili zbog Sunca koje ju zagrijava ili Zemljine površine koja ju zagrijava. S obzirom da želimo napraviti kondenziranu vodenu paru, iznad mjesta isparavanja postavljamo lončić s ledom koji će predstavljati oblak odnosno sloj hladnog zraka. Iz dna hladnog lončića je započela izlaziti para poput magle. Kako vodena para udara u hladni lončić tako se kondenzira na dnu hladnog lončića. S obzirom da vodena para cijelo vrijeme udara u dno lončića, tako te kapljice koje se na dnu kondenziraju postaju sve veće i veće te zbog težine počinju padati što u konačnici zovemo kišom.
Ovim se pokusom može jasno povezati i nastajanje oblaka u izričaju kondenzacije te povezati s kruženjem vode u prirodi. Preporuča se za srednjoškolsku nastavu kao opservacijski pokus.	

## Uragan

<i>Uragan</i>	
Pribor:	Posuda s vodom, kuhača sa širom lopaticom, boja za kuhanje
Postupak:	Vodu u posudi zamiješamo te dodamo boju za kuhanje.
Rezultat:	Nastane oblik vrtloga uragana koji se zbog boje jako dobro vidi.
Ovaj eksperiment je lagan i jednostavan za izvedbu pred učenicima. Uz ovaj pokus se preporuča paralelno pomoću digitalnih sredstava pokazati kako iz zraka izgleda pravi uragan te usporediti s onim dobivenim eksperimentom. Pokus može poslužiti kao uvod u sat.	

## Tornado

<i>Tornado</i>	
Pribor:	Visoka staklena posuda napunjena vodom, ručni mikser, grafoskop, boja za kuhanje ili svjetlucave čestice
Postupak:	U staklenu posudu s vodom uronimo ručni mikser te zavrtime vodu.
Rezultat:	Nastaje tornado gdje se vidi vrtložno kretanje vode kako vodu zavrtime ručnim mikserom. Potom se u vodu mogu staviti svjetlucave čestice i potom zavrtiti vodu. Većina se svjetlucavih čestica zavrti unutar samog vrtložnog kretanja tornada.
Ovaj se eksperiment može izvesti odmah nakon eksperimenta s uraganom te tako uklopiti u nastavni sat. Učenicima se može zadati i projektni zadatak u kojem će izraditi svoj tornado u boci.	

## Mraz i rosa

<i>Mraz i rosa</i>	
Pribor:	Plastična posuda u kojoj se nalazi led, metalna konzerva u kojoj se nalazi led, posuda s vodom, posuda soli
Postupak:	U plastičnu posudu s ledom dodamo vodu, a u metalnu konzervu s ledom dodamo šest žlica soli te ga promiješamo 40-ak sekundi. Ostavimo eksperiment minutu da odstoji.
Rezultat:	Na plastičnoj su se posudi, tamo gdje se nalazi led i voda ispod, nahvatale kapljice vode, ono što u prirodi zovemo rosa. Iznad tog područja je suho.



	Na vanjskoj stijenci metalne konzerve se može primijetiti smjesa soli i leda koja je stvorila mraz.
Pokus se također može izvesti unutar sata kao jedan njegov dio kako bi se demonstrirali mraz i rosa. Može se podijeliti učenicima da oni izrade pokus pomoću radnog listića. Ono što se u atmosferi obično događa jest ako dodamo sol u smjesu leda, hladi se puno brže nego što bi se dogodilo da se nalazio samo led.	

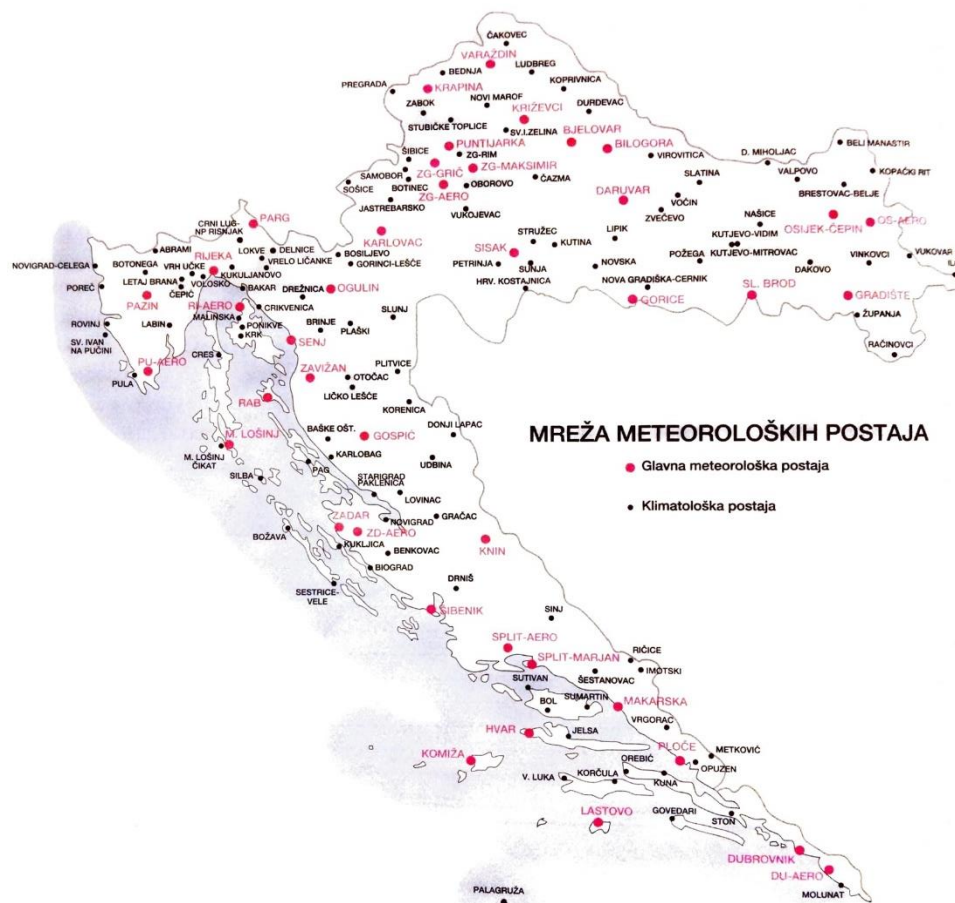
#### 4.2.3. Terenska nastava

Terenska nastava u srednjim školama se može izvesti izvan grada matične škole. Tako se za terensku nastavu čitavog razreda može uzeti posjet nekim meteorološkim postajama. Meteorološke postaje dijele se na glavne, obične i kišomjerne. Dio su mreže DHMZ-a s profesionalnim meteorološkim motriteljima, a u njima se vrše motrenja i mjerenja atmosfere, no ovisno o području na kojem se nalaze rade posebne programe (agrometeorologija, hidrologija, zaštita okoliša i sl.). Na običnim meteorološkim postajama, koje su također dio osnovne mreže DHMZ-a, vrše se opažanja i mjerenja meteoroloških elemenata. Trenutna geografska razdioba glavnih i običnih meteoroloških postaja prikazana je na Slici 14.

Na meteorološkim se postajama tako mogu organizirati predavanja voditelja postaja koji bi učenicima pobliže objasnili kako postaje funkcioniraju, što sve zapisuju, kakve programe rade, od čega se sastoji njihov dan na postaji, koje sve instrumente koriste, itd. Preporuka je za veća razredna odijeljenja posjet većim meteorološkim posjetama.

Također u sklopu terenske nastave moguće je organizirati i posjet Geofizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu kako na temu meteorologije, tako i na temu geofizike općenito. Na ovaj način, uz prisustvo nekoliko predavača, učenicima se mogu geofizičke discipline znatno približiti.

Ukoliko postoji manja grupa učenika, u sklopu nekih dodatnih sati fizike ili u sklopu raznih projekata na temu meteorologije, moguće je izvesti posjet nepristupačnijim meteorološkim postajama poput Zavižana i Lastova ili pak na Puntijarku. Brdski su to lokaliteti koji se mogu posjetiti u kasno proljeće i ranu jesen zbog žestokih zima, osobito na Zavižanu. Učenicima bi takav izlet zasigurno bio zanimljiv, izazovan i avanturistički osobito zbog specifičnosti geografskog lokaliteta na kojemu se postaje nalaze.



Slika 14. Prikaz postojeće geografske raspodjele glavnih i običnih meteoroloških postaja u Republici Hrvatskoj.<sup>22</sup>

#### 4.2.4. Izrada napredne meteorološke stanice

Kako učenici u osnovnim školama mogu pratiti jednostavnim modelima kretanja temperature, tlaka i vlažnosti zraka te tako šturo prognozirati vrijeme, pred učenike srednjih škola stavlja se ipak malo ozbiljniji pristup. Poput stare zagrebačke Velike realke u kojoj se razvila čitava priča o Geofizičkome zavodu i iz koje su iznikli brojni hrvatski znanstvenici i stručnjaci na raznim područjima, razvija se ideja o ponovnoj angažiranosti srednjih škola za takve poduhvate. Možda baš ovakav pristup populariziranja geofizike urodi plodom te osim novih znanstvenih zvanja, javnost dobije skupine ljudi koji imaju znanje o svakodnevnim pojavama na Zemlji u vidu bilo koje od geofizičkih znanosti.

Ovdje treba voditi računa osobito o tipu srednjih škola na koje ovakav zahtjevan projekt cilja. Prije svega se može govoriti o gimnazijama, osobito prirodoslovno-matematičkim, te tehničkim srednjim školama. Naravno, riječ je o srednjim školama koje imaju programe fizike tijekom sve četiri godine školovanja te onima koje imaju i dodatne sate poput prirodoslovno-matematičkih. Taj gimnazijski smjer, potrebno je dobro ciljati u smislu izrade meteorološke stanice jer u sâmom imenu takova škola sugerira da podučava

prirodne znanosti i razvija prirodoslovan način razmišljanja kod učenika. Tehničke škole ne moraju nužno biti nositelji projekta zbog možebitne nezainteresiranosti učenika, no može biti involvirana izradom određenih uređaja ili pak njihovih komponenata ili eventualnih popravaka uređaja koje ovaj projekt donosi. Poljoprivredne i šumarske srednje škole, također mogu imati vlastiti meteorološku postaju osobito za mjerenje temperature tla što može biti od velike koristi za mnoge praktične vježbe. Premda ovakvi tipovi srednjih škola nemaju fiziku, meteorologija, njeni elementi i načini čitanja stanja atmosfere i njeno bilježenje može igrati veliku ulogu u obrazovanju ovog spektra učenika koji se neće susresti s fizikom u životu, ali će poznavati osnovne zakonitosti atmosfere što u konačnici i jest cilj.

Napredna meteorološka stanica rad može započeti nabavkom osnovnih instrumenata koji su potrebni za mjerenje stanja atmosfere. Ovdje se nastavniku stavlja na izbor redovito praćenje obavijesti i natječaja Ministarstva znanosti i obrazovanja ili pak obrazovnom području sličnim institucijama, a u svrhu financiranja projekata.

Za početak rada srednjoškolske meteorološke postaje potrebno je vršiti sva potrebna mjerenja. Sva se mjerenja rade na meteorološkome motrilištu za što se preporuča dio školskog dvorišta. U tu svrhu potrebno je opskrbiti meteorološko motrilište osnovnim instrumentima. Kako bi se mjerenja izvršila na visini 2 m od tla potrebna je meteorološka kućica unutar koje se postavljaju određeni mjerni instrumenti kako je opisano u odjeljku. Uz mjerenja temperature i vlažnosti zraka moguće je kasnije meteorološko motrilište nadograđivati te dodati instrumente koji će mjeriti brzinu vjetra te oborine. Uz ova osnovna meteorološka mjerenja, opažanje je također sastavni dio jedne takve meteorološke stanice. Taj se dio rada očituje u opažanju atmosferskih pojava, količine oblaka na nebu, vidljivosti i dr. Time škola dobiva običnu meteorološku postaju o kojoj se brinu učenici zajedno sa svojim nastavnikom. Mjerenja se mogu pratiti svakodnevno te tako bilježiti podatke i u digitalnome obliku.

Nastavni ishodi koji bi se ostvarili ovim načinom populariziranja meteorologije među učenicima su mnogobrojni i ovise o širini mjerenja koje škola svojim projektom obuhvaća. Uzevši u obzir čitavo meteorološko motrilište, mogu se ostvariti ishodi kao što je niže navedeno.

Ishodi
Istražuje pojam naoblake i raspravlja o kruženju vode u prirodi.
Konstruira prikaz kruženja vode.

Kvalitativno povezuje pojavu isparavanja vode s vlažnošću zraka.
Analizira i povezuje pojam tlaka zraka s težinom zračnih masa.
Povezuje pojavu vjetrova s kretanjem zračnih masa, tlakom i razlikama u temperaturi.
Razlikuje kategorije prekrivenosti neba oblacima te određuje kategoriju naoblake.
Analiziranjem naoblake procjenjuje koliki je dio neba prekriven oblacima.
Bilježi odgovarajuću kategoriju naoblake.
Očitava vrijednosti na skali termometra.
Očitava maksimalne i minimalne temperature zraka pomoću termometra.
Povezuje strukturu termometra s njegovom funkcijom i svojstvom žive.
Kvalitativno razlikuje pojmove trenutačne, maksimalne i minimalne temperature zraka.
Konstruira graf dnevnog kretanja temperature.
Na grafu kvalitativno određuje točke najniže, najviše te trenutačne temperature.
Pomoću skale termometra očitava vrijednosti ispod i iznad nule te određuje razliku u stupnjevima.
Očitava maksimalnu, minimalnu i trenutačnu temperaturu na termometru te bilježi rezultate.
Razlikuje vrste oborina.
Raspravlja o uvjetima u kojima pada kiša i uvjetima u kojima pada snijeg.
Konstruira grafičke prikaze izmjerenih podataka u odabranom vremenskom razdoblju, objašnjava tijek krivulja za temperaturu i količinu padalina te povezuje uočene varijacije s drugim opažanjima i iskustvom.
Uočava mogućnost pogreške u rezultatima.
Raspravlja o mogućim uzrocima pogreške.
O načinu tijeka krivulja za pojedina mjerenja pretpostavlja njihova daljnja kretanja.

Tablica 8. Mogući nastavni ishodi prilikom izrade vlastite meteorološke stanice.

#### 4.2.5. Izrada meteorološkog kutka na internetskoj stranici škole

Izradom vlastite meteorološke stanice (meteo-stanica), te prikupljanjem mjerenja, podataka s iste, moguće je sve podatke obraditi u određenim programima i prikazati ih ili na internetskoj (web) stranici škole ili pak na vlastitoj internetskoj stranici. Učenici bi tako, osim što samostalno vrše opažanja i mjerenja meteoroloških elemenata, podatke bi upisivali i objavljivali ih na internetskoj stranici škole. Time ostatak učenika i svi posjetitelji stranice dobivaju svakodnevni temperaturni hod te očitavanja tlaka, oborine, visine snježnog pokrivača, jačine vjetrova i sl. na vlastitoj školskoj meteo-stanici. Ovakav

poduhvat povezuje fiziku, a sânim time i meteorologiju s informatikom. Ovakva međupredmetna povezanost može imati dodatnog obrazovnog učinka kod učenika koji, osim što imaju dobar udio u poznavanju meteorologije, koriste i svoje informatičke i programerske sposobnosti, vođenjem internetske stranice te obrađivanjem mjerenih podataka s vlastitog školskog motrilišta. Na nastavniku je hoće li aktivirati ovakvu međupredmetnu povezanost fizike i informatike što bi uvelike podiglo zanimanje za internetsku stranicu škole, a i za školu kao takvu, školu koja propagira prirodoslovnu znanost i njen razvitak jer se tako i zove.

## 5. GLOBE projekt

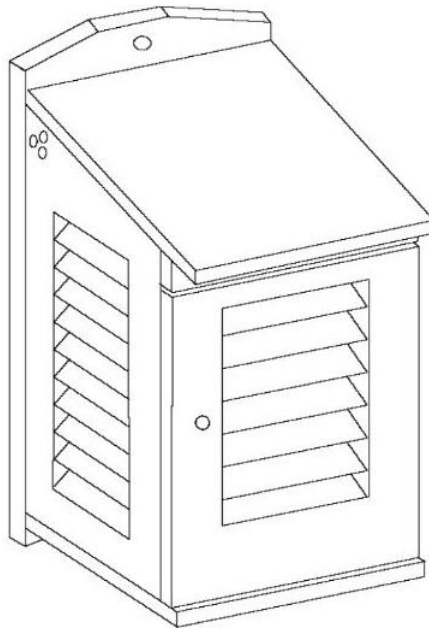
Svaka škola, bilo osnovna ili srednja, svoje zanimanje za prirodoslovje može iskazati pomoću projekta GLOBE (Globalno učenje i opažanje za dobrobit okoliša). Ovaj projekt zahtjeva redovita i kontinuirana učenička mjerenja i opažanja u školskoj okolini i to u područjima atmosfere, vode, pokrova i tla. Projekt je godine 1994. eksperimentalno pokrenut u Sjedinjenim Američkim Državama, nakon čega su pristup projektu zatražile i mnoge druge zemlje. Među njima je i Republika Hrvatska, godinu dana kasnije. U projekt je danas uključeno više od 120 zemalja svijeta.<sup>26</sup>

Učenici unutar ovoga projekta primjenjuju naučena teorijska znanja na konkretnim primjerima u neposrednom školskom okolišu razvijajući pritom brojne vještine. Škole koje su dio projekta nalaze se u GLOBE bazi podataka koja je javno dostupna, a koja se očituje u obliku numeričkih tablica i grafikona. Na takav način brojna mjerenja, koja škola provodi na svojem lokalitetu, postaju dio jedne velike baze podataka čime se omogućuje pristup informacijama o atmosferi, vodi, pokrovu i tlu za tražena mjesta.

Puni smisao projekta jest korištenje baze podataka za brojna učenička ili školska istraživanja na temelju sakupljenih podataka, a u mogućostima neposredne elektroničke komunikacije unutar svjetske GLOBE mreže.

Tako se unutar GLOBE projekta može naći veća skupina učenika s različitim interesnim područjima, atmosfere, hidrosfere, biosfere ili pedosfere. Kada je riječ o atmosferi projekt donosi obrazac u kojem uvodno govori o svrsi mjerenja stanja atmosfere te potom daje eksplicitne naputke o izradi vlastitog meteorološkog motrilišta. U naputcima se navodi izrada termometrijske kućice koja služi za mjerenje temperature prikazana na Slici 15.

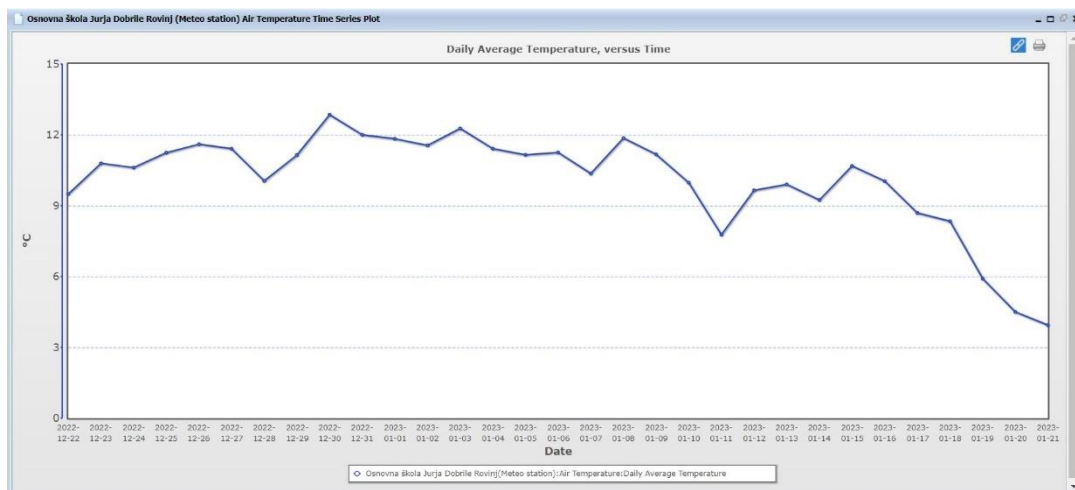
S obzirom da se atmosferske pojave mogu opažati i mjeriti, projekt donosi oba vida praćenja atmosferskih stanja. Uz određivanje naoblake, vrste oblaka te aerosola, postavljaju se i određeni mjerni instrumenti na prethodno pripremljeno motrilište. Ovdje se poseban naglasak daje onim najjednostavnijim mjernim instrumentima: termometru, higrometru te kišomjeru. Uz to, neki programi obuhvaćaju mjerenje ozona i visine snježnog pokrivača. Za svako od navedenih mjerenja dâne su detaljne upute kako pojedino mjerenje izvršiti. Uz potrebnu opremu naveden je i redosljed očitavanja prilikom mjerenja. Upute vrlo jasno i koncizno govore o svakom koraku kojega je potrebno izvesti prilikom uzorkovanja te nakon, kako bi se uzorkovani podaci zapisali nakon provedenog mjerenja.



Slika 15. Kućica za mjerenje temperature

Napredni tečaj donosi mjerenja relativne vlažnosti zraka digitalnim higrometrom, barometrom i smjera vjetra te obradu podataka.<sup>27</sup>

Zapisivanjem mjerenih podataka, učenici provode i njihovu obradu. Tako škole svoje podatke prikazuju pomoću numeričkih tablica, grafova koji su dostupni na GLOBE stranici. Osnovna škola Jurja Dobrile u Rovinju je primjer uključenosti u ovaj projekt gdje svakodnevno prate brojne meteorološke elemente koji se odmah prikazuju grafički. Time je grafički prikazan i temperaturni hod po danima za meteorološko motrilište te škole.



Slika 16. Kretanje temperature po danima na meteorološkom motrilištu OŠ Jurja Dobrile u Rovinju.<sup>28</sup>

Integracije GLOBE projekta i njegovih sadržaja u osnovne i srednje škole s ishodima i pripadnim sadržajem prikazana je u Tablici 9.

Odgojno-obrazovni ishodi	Nastavni sadržaj	GLOBE sadržaj
<b>FIZ OŠ A.7.1.</b>		
Uspoređuje dimenzije tijela. Uspoređuje mase tijela. Objašnjava zapis i značenje fizičke veličine. Analizira gustoće tijela različitog oblika i sastava. Opisuje primjene mjerenja gustoće.	Fizička veličina, duljina, površina i volumen, masa, gustoća	Određivanje vlažnosti tla. Određivanje sastava tla. Vođenje dnevnika mjerenja i motrenja. Mjerenje količine oborine.
<b>FIZ OŠ B.7.2.</b>		
Analizira učinke međudjelovanja.	Međudjelovanje, sila, vektor, sila na dodir	Određivanje smjera vjetra.
<b>FIZ OŠ B.7.3.</b>		
Konstruira koncept sile trenja. Objašnjava trenje.	Međudjelovanje, sila trenja, faktor trenja	Princip rada vjetrulje
<b>FIZ OŠ B.7.5.</b>		
Konstruira koncept tlaka. Kvalitativno objašnjava podrijetlo hidrostatičkog i atmosferskog tlaka. Analizira utjecaj tlaka na primjerima.	Tlak, hidrostatski i atmosferski tlak	Mjerenje tlaka zraka. Analiza podataka o tlaku zraka u GLOBE bazi (na različitim nadmorskim visinama).
<b>FIZ OŠ D.7.6.</b>		
Opisuje kinetičku energiju. Povezuje rad i energiju. Analizira pretvorbe energije.	Rad, džul, kinetička energija, pretvorbe energije, snaga	Princip rada vjetrulje. Povezati brzinu vrtnje s kinetičkom energijom i snagom.
<b>FIZ OŠ A.7.7.</b>		
Razlikuje svojstva tijela. Opisuje model čestične građe tvari. Objašnjava agregacijska stanja modelom čestične građe tvari.	Tijelo, tvar, čestica, molekula, međuprostor, agregacijsko stanje	Određivanje sastava tla. Oblaci - opis nastanka i sastav oblaka.
<b>FIZ OŠ A.7.8.</b>		
Objašnjava toplinsko širenje tijela. Objasnjava promjenu	Unutarnja energija i toplina: temperatura,	Temperatura vode. Temperatura tla.



gustoće tijela s temperaturom.	mjerenje temperature	Princip rada termometra.
<b>FIZ OŠ D.7.9.</b>		
Primjenjuje koncepte unutarnje energije, topline i temperature. Objasnjava načine promjene unutarnje energije toplinom (zračenje, strujanje i vođenje). Analizira promjenu unutarnje energije.	Unutarnja energija, vođenje, strujanje, zračenje, toplinska ravnoteža, zakon očuvanja energije, toplinski vodiči i izolatori, specifični toplinski kapacitet	Mjerenje temperature tla, zraka i vode. Usporedba promjene temperatura (zraka i vode) iz mjerenja ili GLOBE baze. Mehanizmi nastanka vjetra i zagrijavanja atmosfere.
<b>FIZ OŠ B.8.1.</b>		
Opisuje međudjelovanje električnih naboja.	Električni naboj, električna struja	Opažanje grmljavinskih oblaka (Cb), opažanje munja
<b>FIZ OŠ A.8.4.</b>		
Razlikuje električne izolatore i vodiče. Analizira električni otpor trošila. Objasnjava zašto vodič pruža otpor pri protjecanju električne struje. Objasnjava Ohmov zakon.	Električni otpor trošila, ovisnost električne struje o električnom naponu, Ohmov zakon	Princip rada otpornog termometra (digitalnog termometra).
<b>FIZ OŠ C.8.8.</b>		
Analizira rasprostiranje svjetlosti.	Svjetlost, zraka svjetlosti, optičko sredstvo	Određivanje prozirnosti vode.
<b>FIZ SŠ D.1.5.</b>		
Tumači i primjenjuje rad, snagu. Primjenjuje zakon očuvanja energije.	Energija, unutrašnja energija, rad, snaga, korisnost	Smjer vjetra. Princip rada psihrometra. Razlika suhog i mokrog termometra.
<b>FIZ SŠ B.1.3.</b>		
Istražuje ovisnost ubrzanja o sili i masi. Određuje iznos sile teže i opisuje slobodni pad. Određuje iznose elastične sile, reakcije podloge, sile trenja i napetost niti.	Trenje, reakcija podloge, dijagram sila, rezultantna sila	Princip rada vjetrulje.

FIZ SŠ C.1.1.		
Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje.	Pomak, vremenski interval, srednja brzina	Fenologija - mjerenje brzine rasta lista
FIZ SŠ B.2.1.		
Primjenjuje silu uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.	Tlak, hidrostatički tlak, vanjski tlak na fluid, sila uzgona, atmosferski tlak	Atmosferska mjerenja - tlak zraka; promjena tlaka po visini.

Tablica 9. Prikaz integracije GLOBE nastavnih sadržaja u nastavu fizike osnovnih i srednjih škola s pripadnim nastavnim ishodima.

GLOBE sadržaj koji se može lako integrirati u redovan nastavni sat osnovnih i srednjih škola nudi zanimljiva nastavna predavanja, ali i eksperimentalna mjerenja i izradu mnogih projekata.

Projekt GLOBE pokazao se kao vrlo korisna i zanimljiva platforma za razvijanje prirodoslovlja i to ne samo meteorologije. Srž projekta je omogućiti učenicima jasniju vizualizaciju znanosti, kroz atraktivna mjerenja i terensku nastavu otkrivati zanimljivu stranu znanosti. U konačnici, istraživanja na temelju obrađenih podataka je istinska vrijednost koju ovaj projekt pokušava razviti kod mladoga čovjeka. Znanstveni pristup problemu te znanstveni zapis uočenoga. S obzirom na detaljnu upućenost u učenička izvođenje mjerenja i opažanja, projekt je odlična prilika svakoj školi da popularizira prirodne znanosti, bilo u osnovnim, bilo u srednjim školama. Uključenost u projekt donosi i sudjelovanje na nizu natjecanja koje projekt organizira, a također i stručnim skupovima te raznim radionicama.

## 6. Zaključak

Ljudi su danas, htjeli to ili ne, zahvaćeni brojnim vremenskim pojavama koje uvelike utječu na njihov život i rad, od zemlje koju obrađuju i čiji rod ovisi o vremenu kroz godinu, pa sve do prometa koji također ovisi o mnogim vremenskim (ne)prilikama. Ta ovisnost o vremenskim promjenama pred ljude stavlja nužnu angažiranost u praćenje atmosferskih događaja te zbog toga zahtijeva i određenu razinu znanja praćenja meteoroloških podataka. No, svijest o tim problemima i znanje potrebno za razumijevanje vremena o kojem svakodnevno ovisimo dolazi prije svega iz obrazovnih institucija.

U radu je prikazan koliku prisutnost meteorologija kao geofizička disciplina ima u današnjem hrvatskom školstvu. Kao dio nastavnog kurikulumu, meteorologija kao pojam zastupljena je u nastavi geografije u osnovnim školama i u srednjim školama gimnazijskih programa. U strukovnim školama poput šumarstava i drvodjelstva, meteorologija se javlja kao zaseban predmet. No u sâmoj srži meteorologije dominira fizika bez koje ne možemo spoznati po kojim se zakonitostima atmosfera oko nas ponaša. Prisutnost meteorologije u nastavi fizike ravna je nuli i zato je na nastavnicima velika odgovornost hoće li učenicima uspjeti prenijeti i ovo, za njih bitno znanje. Tako svaki nastavnik ima izbor hoće li u svoje sate redovnih nastavnih tema unijeti i koncepte meteorologije i njenih primjera. S obzirom da se treba prilagoditi kurikulumu kakav jest, potrebno je uložiti dosta truda kako bi se što zanimljive učenicima uspjela prikazati ova geofizička disciplina. Nastavni sati puni interakcije, kako s nastavnikom tako i međuučeničke, rješavanje koceptualnih problema i radnih listića, sudjelovanje u eksperimentima, izrada vlastitih uređaja za mjerenje atmosferskih pojava te izrada i vlastitog meteorološkog parka u granicama škole. Sve su ovo mogući načini nastavničkog pristupa koji unutar svojih sati nastoji dotaknuti prirodne znanosti u njihovoj bîti. Projekti koji se mogu roditi iz ovakvih poduhvata mogu biti od velike važnosti ne samo školi nego i lokalnoj zajednici škole. Tako se sva meteorološka mjerenja mogu zapisivati čiji se podaci mogu obrađivati i prikazivati na stranicama škole. U sklopu GLOBE projekta školama se upravo pruža takav način populariziranja znanosti preko terenskih nastava, znanstveno-kritičkog rješavanja koceptualnih problema te „govorom“ s prirodom gdje priroda govori kako se ponaša i kako će se ponašati, a sve pomoću mjerenih vrijednosti meteoroloških elemenata. Učenicima se ovdje pruža široka paleta angažiranosti i širine napredovanja.

Kako se svojevremeno rodio geofizički zavod, a njime i mnoga zvučna imena u znanosti tada, nedvojbeno je kako ovakve vrste projekata mogu uvelike povećati ne samo

popularizaciju geofizičkih znanosti kao takve, već povećati i kvalitetu poznavanja atmosferskih stanja i pojmova. Iz takve se skupine mladih ljudi rađaju budući intelektualci i znanstvenici.

Meteorologija ovdje nije sama i ne nastupa kao samostalna geofizička disciplina, tu su i mnoge druge te upravo zato ne treba propustiti priliku i u kurikulum nastave fizike unijeti geofizički entuzijazam i zanimanje za svijet oko nas.

## 7. Dodatak

### DODATAK A

<b>Cjelina</b>	Međudjelovanje
<b>Tema</b>	Atmosferski tlak
<b>Domena</b>	B-Međudjelovanje
<b>Planirano trajanje</b>	2 sata

<b>Ishod:</b>	<b>B.7.5. FIZ SŠ</b>
	Analizira utjecaj tlaka.
	<b>B.7.10. FIZ SŠ</b>
	Istražuje fizičke pojave.
	<b>B.7.11. FIZ SŠ</b>
Rješava fizičke probleme.	
<b>Razrada ishoda:</b>	<b>B.7.5.</b>
	Definira i opisuje pojam tlaka. Kvalitativno objašnjava podrijetlo atmosferskog tlaka. Analizira utjecaj tlaka na primjerima.
	<b>B.7.10.</b>
	Istražuje pojavu pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
<b>B.7.11.</b>	
Vizualizira problemsku situaciju. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rezultat.	

#### Integriranje s drugim predmetima<sup>24</sup>

##### Informatika INF OŠ

**B.7.4.** Koristi se simulacijom pri rješavanju nekoga, ne nužno računalnoga, problema.

##### Matematika MAT OŠ

**D.7.5.** Odabire i preračunava odgovarajuće mjerne jedinice.

### **Geografija GEO OŠ**

**B.6.5.** Učenik opisuje atmosferu i vrijeme, objašnjava najvažnije klimatske elemente, prikuplja i analizira podatke o vremenu te obrazlaže važnost vremenske prognoze.

### **Povezanost s međupredmetnim temama<sup>25</sup>**

#### **odr A.3.3.**

Razmatra uzroke ugroženosti prirode.

#### **ikt A.3.2.**

Učenik se samostalno koristi raznim uređajima i programima.

#### **ikt C.3.3.**

Učenik samostalno ili uz manju pomoć učitelja procjenjuje i odabire potrebne među pronađenim informacijama.

#### **uku A.3.2.**

Primjena strategija učenja i rješavanje problema.

Učenik se koristi različitim strategijama učenja i primjenjuje ih u ostvarivanju ciljeva učenja i rješavanju problema u svim područjima učenja uz povremeno praćenje učitelja.

#### **uku A.3.3.**

Kreativno mišljenje.

Učenik samostalno oblikuje svoje ideje i kreativno pristupa rješavanju problema.

#### **uku A.3.4.**

Kritičko mišljenje.

Učenik kritički promišlja i vrednuje ideje uz podršku učitelja.

#### **uku B.3.1.**

Planiranje.

Uz povremenu podršku učenik samostalno određuje ciljeve učenja, odabire strategije učenja i planira učenje.

#### **uku B.3.2.**

Praćenje.

Uz povremeni poticaj i samostalno učenik prati učinkovitost učenja i svoje napredovanje tijekom učenja.

**uku B.3.4.**

Samovrednovanje/samoprocjena.

Učenik samovrednuje proces učenja i svoje rezultate, procjenjuje ostvareni napredak te na temelju toga planira buduće učenje.

**uku D.3.2.**

Suradnja s drugima.

Učenik ostvaruje dobru komunikaciju s drugima, uspješno surađuje u različitim situacijama i spreman je zatražiti i ponuditi pomoć.

**osr B.3.2.**

Razvija komunikacijske kompetencije i uvažavajuće odnose s drugima.

**osr B.3.4.**

Suradnički uči i radi u timu.

<b>Strategije</b>	Demonstracija pokusa, razgovor s učenicima, postavljanje pitanja/potpitanja, učenici sudjeluju u pokusima.
<b>Oblici rada</b>	Frontalni, individualni, grupni.
<b>Nastavna sredstva i pomagala</b>	Udžbenik, priprema, plastična boca, voda, staklena čaša, papir, novinski papir, ravnalo, staklena posuda, komadi leda, prazna limenka, hladna voda, hvataljka za roštilj, električni štednjak, plastična boca na kojoj probušimo rupicu, čep boce, niska staklena čaša s ravnim dnom i ne širokog grla, računalo

**Tijek nastavnog sata****Uvod**

Pratite li vremensku prognozu? Možete li gledajući vremensku prognozu pretpostaviti hoćete li imati kišovito ili suho vrijeme? Spominje li se tlak u vremenskim prognozama? Kakav je to tlak? Ako smo u vodi promatrali težinu stupca vode, što sada promatramo? Pišemo naslov na ploču 'Atmosferski tlak'. Što znači atmosferski tlak? Što on predstavlja? Djeluje li i na vas atmosferski tlak?

Učenicima se može prikazati opservacijski pokus pomoću magdeburških kugli. Ovakav se postav pokusa može pronaći i u radnim kutijama s pokusima za učenike osnovnih škola (primjerice izdavača Školska knjiga).

**Opservacijski pokus: Magdeburške kugle**

**Pribor:** dvije plastične polukugle, medicinska štrcaljka, gumena brtva, dvije cjevčice, nepovratni ventil, metalna kukica, dva metalna prstena

**Tijek izvođenja:** Na krajevima polukugli se nalazi uska rupica kroz koju se provuku metalni prstenovi. Polukugle se spoji tako da se između njih umetne gumena brtva. Na jednoj od polukugli se nalazi otvor u kojega se umetnu cjevčice, spojene na ventil po jedna sa svake strane ventila. Potom se jedan kraj sustava cjevčica-ventil-cjevčica umetne u polukuglu, a na drugi se spoji medicinska štrcaljka. Da bi se pokus izveo pravilno, potrebno je prstima ruke pritisnuti polukugle jednu prema drugoj te istovremeno medicinskom štrcaljkom isisati zrak iz spojene kugle. Potom pokušamo razdvojiti kugle pomoću prstenova koji se nalaze na njihovim krajevima.

**Pitanja:** Kako možemo pričvrstiti polukugle da čine kuglu? Je li to moguće učiniti i bez da kugle držimo rukom? Što se dogodi kada kroz cjevčice i ventil puhnemo? U kojem smjeru se zrak kreće? Da ne moramo upuhivati zrak kroz cjevčice, koji instrument možemo koristiti? Kako medicinskom štrcaljkom možemo djelovati na protok zraka kroz cjevčicu? U kojim smjerovima? Što se dogodi kada djelujemo medicinskom štrcaljkom na spojene polukugle? Kako smo postigli takav sustav? Zašto se zrak ne vraća kuglu? Zašto polukugle ne možemo razdvojiti?

**Zaključak:** Kada isišemo zrak iz kugle, unutar nje nastaje vakuum te ih je nemoguće razdvojiti. Zbog stvaranja vakuuma unutar kugle, atmosferski tlak izvana na kuglu je puno veći od tlaka unutar kugle i kuglu ne možemo razdvojiti.

Ovdje se preporuča ispričati i zanimljiv događaj iz 1657. godine kada je Otto Guericke, fizičar, a ujedno i gradonačelnik Magdeburga, osmislio upravo takav pokus. Međutim Guericke je polukugle pokušao razdvojiti pomoću 16 upregnutih konja, po osam konja koji su polugle vukli sa svake strane – većinom bezuspješno. Međutim, ponekad bi snažan napor i uspio što je i zapisano u *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica De Vacuo Spatio*: “Ako ih katkada ipak, ali uz najveće naprezanje, uspješe rastaviti, odjeknu tada pucanj kao iz puške kremenjače”.

Govorili smo cijelo vrijeme o atmosferskom tlaku, međutim odakle on dolazi? Što pritišće magdeburšku kuglu? Napravimo paralelu s hidrostatskim tlakom.

**Zaključak uvodnog dijela:** Atmosferski tlak nastaje zbog težine stupca zraka.



## Središnji dio

**Istraživačko pitanje 1:** U kojim sve smjerovima zrak djeluje na predmete?

**Istraživački pokus 1:** Horizontalno djelovanje tlaka.

**Pribor:** plastična boca na kojoj probušimo rupicu, voda, čep boce

**Tijek izvođenja:** Prethodno probušenoj plastičnoj boci skinemo čep te ulijemo vodu u nju. Vidimo kako voda kroz rupicu istječe van. Međutim zatvorimo čep boce te je mlaz vode koji je išao kroz rupicu boce prema van sada zaustavljen.

**Pitanja:** Što će se dogoditi kada u bocu otvorenog čepa ulijemo vodu? Zašto postoji mlaz vode prema van? Što ako zatvorimo čep boce? Zašto se mlaz vode kroz rupicu zaustavio? Što na njega djeluje? U kojem smjeru djeluje tlak? Djeluje li atmosferski tlak na rupicu u oba slučaja – i s otvorenom i sa zatvorenom bocom? Što da smo probušili rupu s druge strane boce? Ovdje možemo probušiti rupe i na sve četiri strane bocu ukoliko je potrebno radi jasnijeg shvaćanja.

**Zaključak:** Atmosferski tlak djeluje horizontalno u svim smjerovima.

**Istraživački pokus 2:** Vertikalno djelovanje tlaka.

**Pribor:** niska staklena čaša s ravnim dnom i ne širokog grla, običan papir, voda

**Tijek izvođenja:** Napunimo staklenu čašu do vrha vodom te na nj stavimo običan papir kojeg pridržavamo rukom za stijenku grla čaše. Potom čašu s papirom, kojega i dalje držimo, okrenemo naopako te maknemo ruku s papira. Čaša puna vode, grlom prema dolje, miruje s papirom određeno vrijeme. Ovdje se preporuča eksperiment izvesti nad umivaonikom ili kakvom posudom.

**Pitanja:** Kada napunimo čašu i okrenemo je naopako, što očekujemo da će se dogoditi? Međutim, ako pridržavamo papirom, okrenemo naopako te pustimo papir, što će se dogoditi? Zašto voda ne istječe? Što vodi ne dopušta istjecanje? U kojem smjeru djeluje tlak?

**Zaključak:** Atmosferski tlak djeluje vertikalno.

**Zaključak istraživačkog pitanja:** Atmosferski tlak djeluje u svim smjerovima.

Zrak, tj. čestice zraka, djeluju silom na predmete u svim smjerovima. Ta je sila posljedica atmosferskog tlaka.

## **Istraživačko pitanje 2:** Kako izmjeriti atmosferski tlak?

Prikupljamo učeničke ideje kako možemo izmjeriti atmosferski tlak, osobito jer sun a prethodnim satima obradili gradivo hidrostatskog tlaka i tlaka općenito. Potom možemo pokazati novi uređaj – živin barometar.

Zašto živa ne istječe iz barometarske cijevi? Što ju sprječava da u potpunosti iscuri? Živa je u ravnoteži sa zrakom (okolinom). Kolika je razina ravnoteže? Što uravnotežuje stupac žive? Kolika je visina tog stupca? Učenici na temelju visine  $h$  mogu izračunati tlak koji stupac žive vrši na tu razinu. Koliki je tlak zraka koji sprječava živu da iscuri?

Ovdje možemo uvesti i novu mjernu jedinicu za tlak, mmHg (milimeter živina stupca).

Zaključak istraživačkog pitanja: Mjerimo ga barometrom. Živinim barometrom se određuje u mmHg.

## **Aplikacijski pokus 1:** Implozija limenke.

**Pribor:** staklena posuda, hladna voda, limenka, komadi leda, električni štednjak, hvataljka za roštilj

**Tijek izvođenja:** U staklenu posudu stavimo hladnu vodu u koju dodatno stavimo komade leda kako bi se voda održala hladnom dulje vrijeme. Potom napunimo limenku vodom (dvije-tri žlice vode) i stavimo ju na električni štednjak. Kada voda u limenci dobro zavrije, hvataljkom ju maknemo s električnog štednjaka te prinesemo posudi s hladnom vodom i ledom u koju uronimo limenku, ali okrenutu naopako (otvor prema dolje).

**Pitanja:** Koji je ključan korak koji smo u pokusu napravili? Zašto je limenka morala biti vruća? Zašto smo morali čekati da voda u limenci zavrije? Što se događa s vodenom parom u limenci kada je stavimo iznad hladne vode? Kako to možemo primijetiti? Zašto limenka naposljetku implodira, odnosno sva se skupi? Odakle nastaje tlak? Postoji li tlak u limenci? Gdje je veći, unutar ili van limenke?

**Zaključak:** Kada limenku uronimo u hladnu vodu, vodena para se ohladi i kondenzira u tekuću vodu. To znači da se volumen vode u limenci višestruko smanjuje. Vodena para tako nestaje, dok zrak izvan limenke i dalje ostaje te gura njene stijenke prema unutra te ju potpuno sabija.

## **Aplikacijski pokus 2:** Možemo li prognozirati vrijeme pomoću tlaka?

**Pribor:** sinoptičke karte (možemo pokazati više primjera sinoptičkih karti pomoću

projektor), računalo

**Pitanja:** Zamislimo da po Europi postavimo mnogo barometara koji će mjeriti atmosferski tlak. Biti će dosta onih koji će imati iste vrijednosti. Kako ćemo ih međusobno povezati?

Na takvoj će se karti pojaviti područje visokog tlaka zraka. Što se tada događa po zamišljenoj jediničnoj površini? Djeluje sila prema dolje. Na što djeluje sila? Što se događa s tim zrakom kako se spušta prema dolje? Ovakav proces najčešće rezultira postojećim vremenom te je znak anticiklone. Suprotan proces donosi najčešće nestabilno vrijeme i zove se ciklona.

**Zaključak:** Linije koje spajaju točke istog iznosa tlaka zraka zovu se izobare i prikazuju se krivuljama najčešće na sinoptičkim kartama u vremenskim prognozama.

Kad barometar očitava visok tlak zraka i ima stabilne vrijednosti to znači postojano vrijeme (anticiklona), dok ako vrijednosti padaju to sugerira da se sustav niskog tlaka zraka primiče te se može očekivati nepovoljno vrijeme (ciklona).

### Završni dio

**Konceptualni zadatak:** U Ogulinu na meteorološkoj postaji izmjeren je tlak zraka 1006 hPa, u Dubrovniku 1023 hPa, a u Gradištu 1013 hPa. Gdje je najveća vjerojatnost kiše?

Ovaj zadatak se preporuča prikazati u obliku karte kako bi učenici sami mogli odrediti iznos i mjesto prikupljenog podatka te ih adekvatno zapisati. Odgovor je u Ogulinu.

**Računski zadatak:** U rukama držimo papir A4. Ako je tlak zraka u prostoriji 1013 hPa, kolikom silom zrak odozgor pritišće papir?

$$A (\text{površina na koju djeluje sila na papir}) = (210 \times 297) \text{ mm} = 0,06 \text{ m}^2$$

$$p (\text{tlak}) = 101300 \text{ Pa}$$

$$F = p \cdot A = 6,1 \text{ kN}$$

Kako samo svojim rukama možemo izdržati toliku silu? Čestice zraka djeluju silom u svim smjerovima.

### Istraživačka pitanja za domaću zadaću:

Je li tlak zraka veći na razini mora ili na planini?

Na višim nadmorskim visinama stupac zraka je sve rjeđi, prema tome je stupac zraka manji i tlak je niži.

Kome će prije zavrijeti voda; teti na Sljemenu ili nama u razredu?

Ovaj se dio može istražiti i u sklopu terenske nastave ili škole u prirodi kada učenici mogu zaista pitati kuhare na planinarskim domovima. Niži tlak zraka snižava temperature vrenja

pa će voda provrijeti prije na Sljemenu nego u razredu. (Ovdje se radi bolje razlike u tlakovima može uzeti Mount Everest ili kakav drugi planinski vrhunac).

### **Zaključna pitanja:**

Možete li na temelju atmosferskog tlaka pretpostaviti dolazi li kiša? Što biste očekivali, niži ili viši tlak? Uoči kiše tlak zraka je niži, a za lijepoga vremena viši.

Možete li na temelju sinoptičke karte pretpostaviti u kojem će dijelu Europe biti povoljno, a u kojem nepovoljno vrijeme?

Kada je tlak zraka povišen i vlada lijepo vrijeme mušice lete visoko. No kada tlak zraka padne i poveća se vlaga u zraku, lete nisko. Zbog toga i lastavice lete nisko loveći sitne mušice pa po letu lastavica možemo zaključiti je li tlak zraka nizak ili visok.

## **Plan ploče**

### **ATMOSFERSKI TLAK**

**Opservacijski pokus:** Magdeburške kugle

**Pribor:** dio koji učenici pišu u svoje bilježnice

**Tijek izvođenja:** dio koji učenici pišu u svoje bilježnice

**Zaključak:** Zbog stvaranja vakuuma unutar kugle, atmosferski tlak izvana na kuglu je puno veći od tlaka unutar kugle i kuglu ne možemo razdvojiti.

**Istraživačko pitanje 1:** U kojim sve smjerovima zrak djeluje na predmete?

#### **Istraživački pokus 1**

**Pribor:**

**Tijek izvođenja:** dio koji učenici pišu u svoje bilježnice

**Zaključak:** Atmosferski tlak djeluje horizontalno u svim smjerovima.

#### **Istraživački pokus 2**

**Pribor:** dio koji učenici pišu u svoje bilježnice

**Tijek izvođenja:** dio koji učenici pišu u svoje bilježnice

**Zaključak:** Atmosferski tlak djeluje vertikalno.

**Zaključak istraživačkog pitanja:** Atmosferski tlak djeluje u svim smjerovima.

Zrak, tj. čestice zraka, djeluju silom na predmete u svim smjerovima. Ta je sila posljedica atmosferskog tlaka.

**Istraživačko pitanje 2:** Kako izmjeriti atmosferski tlak?

Mjerni instrument: živin barometer

Mjerna jedinica: mmHg

$p = 101325 \text{ Pa}$  (normalni atmosferski tlak)

$p = 1013 \text{ hPa}$  (hektopaskal)

$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$

**Zaključak istraživačkog pitanja:** Mjerimo ga barometrom. Živinim barometrom se određuje tlak u mmHg.

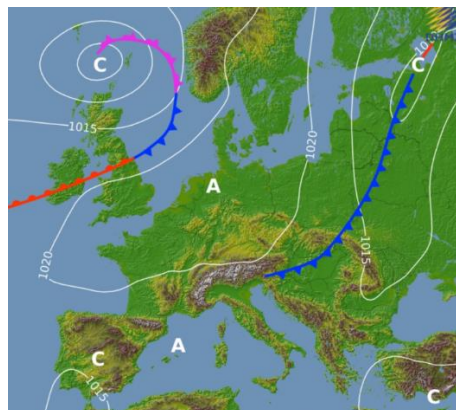
**Aplikacijski pokus 1:** Implozija limenke.

**Pribor:**

**Tijek izvođenja:**

**Zaključak:** Tlak zraka izvan limenke postane veći od unutarnjeg te potpuno sabija stijenke limenke.

**Aplikacijski pokus 2:** Možemo li prognozirati vrijeme pomoću tlaka?



**Zaključak:** Linije koje spajaju točke istog iznosa tlaka zraka zovu se izobare i prikazuju se krivuljama najčešće na sinoptičkim kartama u vremenskim prognozama.

Barometar koji očitava visok tlak zraka i ima stabilne vrijednosti označava postojano vrijeme (anticiklona), dok barometer čije vrijednosti padaju sugerira da se sustav niskog tlaka zraka primiče te se može očekivati nepovoljno vrijeme (ciklona).

## **Dodatni zadatak**

### **Aktivnost**

Prognoza vremena pomoću sinoptičkih karata.  
Rješavanje konceptualnih i računskih zadataka.

## **Prilog uz pripremu**

### **Udžbenik**

“Fizika oko nas 7”, Školska knjiga, Zagreb, 2019.

### **GiK Fizika**

<https://mzo.gov.hr/vijesti/okvirni-godisnji-izvedbeni-kurikulumi-za-nastavnu-godinu-2021-2022/4522>

### **Edutorij Fizika 7**

[https://edutorij.eskole.hr/share/proxy/alfresconoauth/edutorij/api/proxy-guest/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25101\\_Atmosferski\\_tlak.html](https://edutorij.eskole.hr/share/proxy/alfresconoauth/edutorij/api/proxy-guest/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25101_Atmosferski_tlak.html)

## DODATAK B

<b>Cjelina</b>	Termodinamika
<b>Nastavna tema</b>	Oblaci
<b>Domena</b>	D - Energija
<b>Trajanje</b>	1 sat

<b>Odgojno-obrazovni ishodi:</b>	<b>FIZ SŠ D.2.3.</b>
	Analizira i primjenjuje zakone idealnog plina i molekulsko-kinetički model plina.
	<b>FIZ SŠ D.2.9.</b>
	Istražuje fizičke pojave.
<b>Razrada ishoda:</b>	Učenik opisuje pokus u kojem su se istraživali uvjeti za nastajanje oblaka, navodi varijable o kojima nastajanje oblaka ovisi i na koji način, opisuje nastanak oblaka.

<b>Međupredmetna povezanost</b>
<b>uku A.4/5.1.</b>
Učenik samostalno traži nove informacije iz različitih izvora, transformira ih u novo znanje i uspješno primjenjuje pri rješavanju problema.
<b>pod B.4.2.</b>
Planira i upravlja aktivnostima.
<b>ikt A 4. 1.</b>
Učenik kritički odabire odgovarajuću digitalnu tehnologiju.
<b>osr B 4.2.</b>
Suradnički uči i radi u timu.

<b>Tijek nastavnog sata:</b>
<b>Uvod</b>
Kako nastaju oblaci? Zašto su neki oblaci visoko na nebu, a neki nisko? Zašto su neki oblaci tamniji? Slušamo razmišljanja i odgovore učenika. Potom možemo učenicima prikazati slike raznih vrsta oblaka pomoću računala te ih na temelju slika oblaka pitati očekuju li kišovito vrijeme/nevrijeme itd.

**Opservacijski pokus 1:** Promatranje različitih vrsta oblaka.

**Pribor:** Isprintane klasifikacije za učenike.

**Tijek izvođenja:** Učenicima se podijele klasifikacijske liste oblaka te se pomoću projektora mogu puštati slike pojedinih vrsta oblaka koji odgovaraju onima na klasifikacijskim listovima. Učenici na temelju klasifikacijskih listova zaključuju mogu li očekivati od pojedinih oblaka kišovito vrijeme.

Vodič za klasifikaciju oblaka je odličan za takve potrebe:

[https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD\\_vodic\\_oblaci.pdf](https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD_vodic_oblaci.pdf).

Vodič za klasifikaciju niskih oblaka:

[https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD\\_niski\\_oblaci.pdf](https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD_niski_oblaci.pdf)

Vodič za klasifikaciju srednjih oblaka:

[https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD\\_srednji\\_oblaci.pdf](https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD_srednji_oblaci.pdf)

Vodič za klasifikaciju visokih oblaka:

[https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD\\_visoki\\_oblaci.pdf](https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017WMD_visoki_oblaci.pdf)

**Pitanja:** Pitanja se formiraju o tipu oblaka: predstavljaju li ovi oblaci izgled za kišovito vrijeme/nevrijeme/sunčano vrijeme, tj. suho...

**Zaključak:** Na temelju određenih vremenskih zapažanja poput sijevanja, grmljavine, Sunce koje se vidi kao sjajna mrlja, prisutnosti neprekidnih/isprekidanih slojeva oblaka, prisutnosti pramenova, tamnosivih/plavkastih slojeva učenici pomoću klasifikacijskog lista zaključuju o kojim se vrstama oblaka radi.

Kako zapravo nastaju oblaci? Slušamo komentare i ideje učenika. Oblaci su nakupina vodenih kapljica, ledenih kristala ili smjese kapljica i kristala.

**Opservacijski pokus 2:** Nastajanje oblaka.

**Pribor:** prazna plastična boca, izopropanol

**Tijek izvođenja:** Izopropanol se stavi u praznu plastičnu bocu, prozirnu tako da je dobro vidljivo. Zatvori se čepom te plastičnu bocu zavrtnemo toliko da se gotovo napravi čvor na njenom središtu (ovo mora biti jako mekana plastična boca). Potom se boca otpusti u prvobitno stanje te se otvori čep boce. Stiskajući bocu istiskujemo paru izopropanola nalik oblaku. Potom možemo ponovno začepiti bocu te ju ponovno zavrnuti.

**Pitanja:** Kakav će biti tlak unutar boce kada ju zavrtnemo? Što će se s tlakom u boci dogoditi kada bocu otpustimo? Što je ono što sada vidimo u boci? Što će se dogoditi ako ponovno zavrtnemo bocu? Što na temelju tlaka u boci možemo zaključiti o vremenu?



**Zaključak:** Kada bocu zavrtnemo, povećamo tlak unutar nje. Čim bocu otpustimo, tj. vratimo ju u prvobitno stanje, smanjimo tlak. To smanjenje tlaka u boci omogućuje kondenzaciju čestica vodene pare na čestice izopropanola u boci. Upravo tako nastaju i oblaci, zagrijavanjem, hlađenjem i kondenziranjem vodene pare pri niskom tlaku zraka. Ako ponovno zavrtnemo bocu, povećat ćemo tlak zraka i „oblak“ će odmah nestati. Ovo je i jedan od razloga zašto područja visokog tlaka zraka u atmosferi donose sunčano vrijeme (izostanak oblaka), a područja niskog tlaka zraka oblake, a time oborine. Ovdje možemo pisati naslov na ploču te pojedine zaključke izvedenog opservacijskog pokusa.

### **Središnji dio**

Koji uvjeti su potrebni da bi se formirao oblak? Koje fizikalne veličine moramo promatrati u tome slučaju? Smislite vlastiti eksperimentalni postav kojim biste mijenjanjem fizikalnih veličina utjecali na stvaranje oblaka.

**Istraživačko pitanje:** Koje fizikalne veličine utječu na nastajanje oblaka?

Učenici daju svoje odgovore i ideje, a veličine za koje smatraju, a točne su pišemo na ploču. Možete li provjeriti pokusom da navedene veličine utječu na nastajanje oblaka? Potom se može učenicima zadati zadatak da osmisle pokus, a nakon njihovih ideja načina izvedbe pokusa predstavi im se eksperimentalni postav za izvedbu pokusa.

*Učenici na istraživačka pitanja odgovaraju pomoću eksperimenta te je stoga najbolje učenike podijeliti u grupe.*

### **Istraživački pokus 1**

**Pribor:** plastična boca, izopropanol, gumeni čep, pumpa s dugačkim, tankim pipkom, higrometar.

Za početak mjerenja učenike se može pitati na koji se način može mijenjati vlažnost zraka unutar zatvorene boce. Potom prelaze na eksperimentalni dio. U bocu redom stavljaju 10, 20 i 30 mL izopropanola te nakon svakog stavljanja digitalnim higrometrom očitavaju vlažnost unutar boce. Treba napomenuti da se to napravi uvijek istim brojem stiskanja pumpom čime je tlak ovdje približno konstantna veličina jer ručnim stiskanjem pumpe ne možemo biti potpuno sigurni da ćemo uvijek imati jednak tlak. Ovdje je zgodno pitati koja je varijabla zavisna, a koja nezavisna? U tablici se nalazi i stupac u kojem učenici procjenjuju ispunjenost boce parom izopropanola, odnosno oblakom te i na temelju toga zaključuju o gustoći izopropanola, tj. oblaka.

Količina izopropanola	Vlažnost	Ispunjenost boce oblakom (% - procjena)
10 mL		
20 mL		
30 mL		

**Zaključak:** Upumpavanjem zraka u bocu, povećava se broj plinovitih čestica, tj. povećava se tlak na površinu tekućine. Što se stavlja u veće količine izopropanola, više se molekula oslobodilo u zrak unutar boce čime se povećala vlažnost zraka unutar boce. U kontaktu sa sobnim zrakom dolazi do hlađenja plina jer naglo ekspanira čime para izopropanola kondenzira. Što je veća vlažnost, kondenzirana para izopropanola je gušća.

### Istraživački pokus 2

Sada se učenici okreću sljedećoj fizikalnoj veličini, tj. temperaturi.

**Pribor:** plastična boca, izopropanol, gumeni čep, pumpa s dugačkim, tankim pipkom, digitalni termometar.

Prije prelaska na eksperiment učenici ponovno trebaju odrediti koja varijabla je zavisna, koja nezavisna. Eksperiment započinju stavljanjem 10 mL izopropanola u bocu što se promiješa te se boca postavi na stol. Potom se zatvori gumenim čepom te se utiskuje zrak pomoću pumpe. Nakon određenog broja potisaka pumpom, učenici mjere temperaturu i bilježe procjenu ispunjenosti boce parom izopropanola (oblakom). Nakon prvog mjerenja otvore bocu, te ponove s istom količinom izopropanola.

Broj potisaka	Temperatura	Ispunjenost boce oblakom (% - procjena)

**Zaključak:** Većim brojem potisaka pumpe dovodimo molekule zraka izvan boce u bocu te tako povećavamo tlak unutar boce te se temperatura shodno tome povećala. Sada u boci imamo zrak koji je topliji spram onoga izvan boce te jednom kada se čep skinuo s boce, dodir hladnijeg zraka izvana i toplijeg iz boce dolazi do kondenzacije, nastanka oblaka. Kako se postigla takva temperatura? Objasnite jednadžbom stanja idealnog plina. Sve većim brojem upumpavanja zraka u bocu podigao se tlak u boci, dok je volumen boce bio

nepromijenjen. Gledajući jednadžbu stanja idealnog plina  $pV=nRT$ , vidimo kako vrijedi  $p/T=\text{konst.}$  Ovo vodi na zaključak da povećanjem tlaka pri stalnom volumenu, dolazi do porasta temperature.

#### **Završni dio**

Što oblaci zapravo predstavljaju? Koji su uvjeti kondenzacije? Kako pojačati kondenzaciju? Oblaci se sastoje od kapljica vode ili kristala leda koji su toliko mali i lagani da mogu ostati u zraku. Kada se zrak diže u atmosferu postaje hladniji i pod manjim je tlakom. Kako se zrak hladi, dio vodene pare se kondenzira. Također kako tlak zraka opada, nešto vodene pare se isto kondenzira čime se formira oblak.

#### **Plan ploče**

##### **OBLACI**

**Opservacijski pokus 2:** Nastajanje oblaka.

**Pribor:** prazna plastična boca, izopropanol

**Tijek izvođenja:**

**Zaključak:** Kada bocu zavrtnemo, povećamo tlak unutar nje. Čim bocu otpustimo, tj. vratimo ju u prvobitno stanje, smanjimo tlak. Smanjenje tlaka u boci omogućuje kondenzaciju čestica vodene pare na čestice izopropanola u boci.

**Istraživačko pitanje:** Koje fizikalne veličine utječu na nastajanje oblaka?

Temperatura, vlažnost.

#### **Istraživački pokus 1**

**Pribor:** plastična boca, izopropanol, gumeni čep, pumpa s dugačkim, tankim pipkom, higrometar.

**Zaključak:** Upumpavanjem zraka u bocu, povećava se broj plinovitih čestica, tj. povećava se tlak na površinu tekućine. Što se stavljaju veće količine izopropanola, više se molekula oslobodilo u zrak unutar boce čime se povećala vlažnost zraka unutar boce. U kontaktu sa sobnim zrakom dolazi do hlađenja plina jer naglo ekspandira čime para izopropanola kondenzira. Što je veća vlažnost, kondenzirana para izopropanola je gušća.

#### **Istraživački pokus 2**

**Pribor:** plastična boca, izopropanol, gumeni čep, pumpa s dugačkim, tankim pipkom,

digitalni termometar.

**Zaključak:** Većim brojem potisaka pumpe dovodimo molekule zraka izvan boce u bocu te tako povećavamo tlak unutar boce te se temperatura shodno tome povećala. Sada u boci imamo zrak koji je topliji spram onoga izvan boce te jednom kada se čep skinuo s boce, dodirom hladnijeg zraka izvana i toplijeg iz boce dolazi do kondenzacije, nastanka oblaka.  
 $pV=nRT$ ,  $p/T=\text{konst.}$

### Prilog uz pripremu:

GIK Fizika, Fizika 2. razred SŠ

<https://mzo.gov.hr/vijesti/okvirni-godisnji-izvedbeni-kurikulumi-za-nastavnu-godinu-2021-2022/4522>


























































Kako nastaju oblaci?

<https://scied.ucar.edu/learning-zone/clouds/how-clouds-form>

Kako napraviti oblak u boci?

<https://playingwithrain.com/make-a-cloud-in-a-water-bottle/>









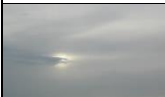

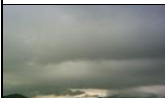









## DODATAK C

DNEVNIK MOTRENJA  METEOROLOŠKIH POJAVA		Lokacija:																														
		Datum:																														
Naoblaka	Simbol	Opis																														
<p>Upute za određivanje naoblake:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"> 0</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>Potpuno vedro; na nebu nema oblaka</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>1/8 pokrivenosti neba oblacima (ili manje)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 2</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>2/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 3</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>3/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 4</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>4/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 5</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>5/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 6</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>6/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 7</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>7/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 8</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>8/8 pokrivenosti neba oblacima</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td>potpuno oblačno nije moguće odrediti naoblaku (magla, prašina)</td> </tr> </table>			 0		Potpuno vedro; na nebu nema oblaka	1		1/8 pokrivenosti neba oblacima (ili manje)	 2		2/8 pokrivenosti neba oblacima	 3		3/8 pokrivenosti neba oblacima	 4		4/8 pokrivenosti neba oblacima	 5		5/8 pokrivenosti neba oblacima	 6		6/8 pokrivenosti neba oblacima	 7		7/8 pokrivenosti neba oblacima	 8		8/8 pokrivenosti neba oblacima			potpuno oblačno nije moguće odrediti naoblaku (magla, prašina)
 0		Potpuno vedro; na nebu nema oblaka																														
1		1/8 pokrivenosti neba oblacima (ili manje)																														
 2		2/8 pokrivenosti neba oblacima																														
 3		3/8 pokrivenosti neba oblacima																														
 4		4/8 pokrivenosti neba oblacima																														
 5		5/8 pokrivenosti neba oblacima																														
 6		6/8 pokrivenosti neba oblacima																														
 7		7/8 pokrivenosti neba oblacima																														
 8		8/8 pokrivenosti neba oblacima																														
		potpuno oblačno nije moguće odrediti naoblaku (magla, prašina)																														

Slika 17. Naoblaka izražena u osminama, pokrivenost neba i pripadni meteorološki simbol<sup>15</sup>

Naziv oblaka	Oznaka i simbol	Značenje

Upute za prepoznavanje i označavanje oblaka:

ROD OBLAKA				
Latinski naziv		Hrvatski naziv	Oznaka i simbol	Značenja
 Cirrus		Runjavac	Ci 	Vlaknast
 Cirrocumulus		Runjavi humnjak	Cc 	Vlaknast i grudast
 Cirrostratus		Runjavi vitrak	Cs 	Vlaknast i slojast
 Altostratus		Visoki humnjak	Ac 	Srednje visok i grudast
 Altostratus		Visoki vitrak	As 	Srednje visok i slojast
 Nimbostratus		Kišni vitrak ili kišnik	Ns 	Kišni i slojast
 Stratocumulus		Vitrasti humnjak	Sc 	Grudast i slojast
 Stratus		Vitrak	St 	Slojast
 Cumulus		Humnjak	Cu 	Grudast
 Cumulonimbus		Humnjak kišni	Cb 	Grudast i slojast

Naziv oborine	Simbol	Napomena

Uputa za označavanje oborine:

●	kiša	✧	pljusak snijega
•	rosulja	⊞	grmljavina
✱	snijeg	T	grmljenje
✧	susnježica	∩	rosa
▲	tuča (grad)	⊥	mraz (slana)
⊞	kiša koja se ledi	∇	inje
⊞	rosulja koja se ledi	∩	poledica
△	sugradica	≡	magla
⊞	krupa (solika)	≡	magla-nebo vidljivo
△	zrnat snijeg	≡	ledena magla
✧	pljusak kiše	⊙	sijanje Sunca

Slika 18. Popis oborina i pojava s njihovim pripadnim simbolima<sup>22</sup>

**DODATAK D**

DNEVNIK MOTRENJA							Opažać:			
METEOROLOŠKIH POJAVA							Lokacija:			
Vrijeme mjerjenja	Temp.	Naoblaka	Vjetar		Oborine		Visina snijega	Vlažnost	Vrsta oblaka	Napomena
			Smjer	Jačina	Kiša	Snijeg				



# IZRADA BAROMETRA

IME I PREZIME: Lucija Sečen

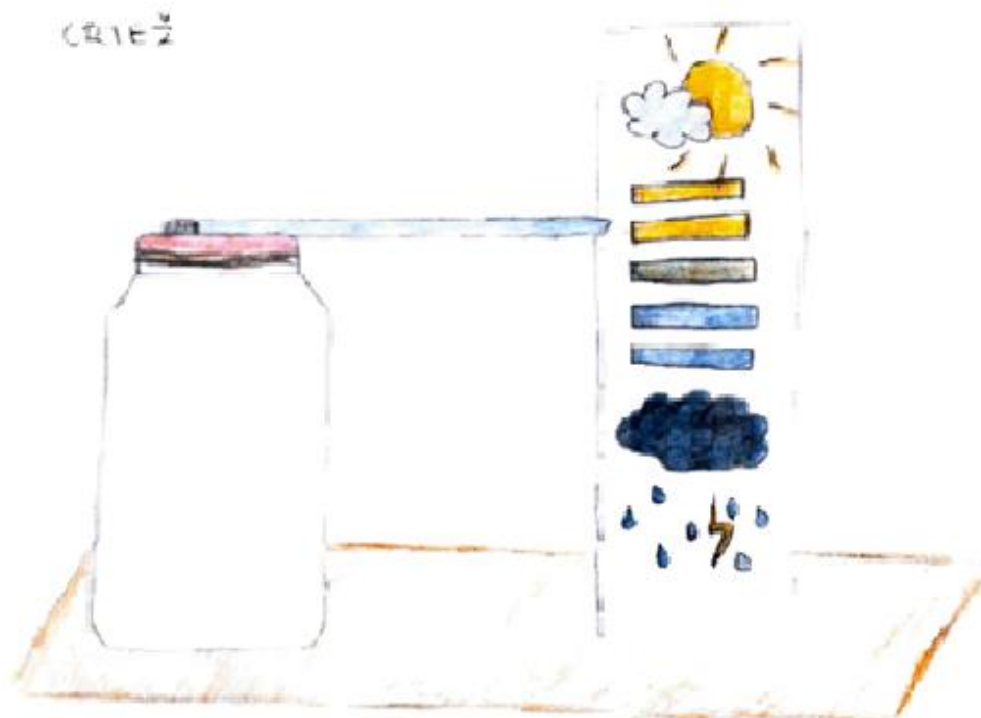
DATUM: 29.4.2022.

## UVOD

U ovom članku ću pisati o barometru, za što on služi, kako sam izradila barometar, koje sam rezultate mjerenja postigla te zaključak mog rada. Barometar je uređaj za mjerenje atmosferskog tlaka. Prvi barometar izumio je Evangelista Torricelli 1643. te je na njegovu pokretu utemeljen najjednostavniji oblik barometra sa žuom. Razlikujemo žuom barometar i aneroidni barometar. Sprava koja kontinuirano mjeri tlak i bilježi ga na milimetarski papir naziva se barograf.

## EKSPERIMENTALNI POSTAV

Za izradu barometra koristila sam staklenku, balon, 2 kuhinjske gumice, slamku, karton, A4 papir i selotejp. Od alata sam koristila škare. Za početak uzela sam staklenku, 2 kuhinjske gumice i balon. Izrezala sam onaj dio balona koji se poše kako bih dobila okrugli dio s rupom koji sam stavila na otvoreni dio staklenke i oko balona sam stavila 2 kuhinjske gumice kako bi ga držale. Zatim sam uzela slamku i jedan vrh izrezala ukoso, a drugi sam zaljepila sa selotejpom na staklenku. Nakon toga, uzela sam karton i napravila trokutasti oblik te sam ga prekrila bijelim papirom. Označila sam kišno i sunčano vrijeme. Zaljepila sam papir s oznakom vremena na karton koji je podloga te sam pored toga učvrstila staklenku. Kada sam izradila svoj barometar započela sam pratiti vrijednosti tlaka i vrijeme.






## RAZRADA

Barometar je uređaj koji služi za mjerenje atmosferskog tlaka. Njime se mogu prognozirati vremenske prilike. Kada je vani sunčano vrijeme tlak je visok, slamka se izdiše, a balon udubljuje to pokazuje na polje sunčano vrijeme. Anticiklona je područje visokog tlaka i tada je lijepo i sunčano vrijeme. Kada je vani kišno vrijeme tlak je nizak, slamka se spušta, a balon se izdiše i to pokazuje na polje kišovito vrijeme. Ciklona je područje niskog tlaka i tada je ružno i kišno vrijeme.

U današnje vrijeme koristi se digitalni barometar koji u sekundi može očitati vrijednost tlaka u prostoru. Koriste se u istraživanjima, industriji hrane, farmaceutskoj industriji... Često puta je barometar u kombinaciji s higrometrom (mjerenje vlažnosti zraka). Prednosti digitalnih barometra su da daju precizne mjerne podatke, automatski prikupljaju podatke, lako im se očitava ekran i lako se rukuje njima.

Zadnjih par dana pravila sam promatranje tlaka zraka i položaj slamke na barometru kojeg sam izradila:

datum	20.4.	21.4.	22.4.
tlak (hPa)*	1015	1015	1010
položaj slamke na barometru			
temperatura zraka	8°	9°	10°

\*izvor Dhm2

## ZAKLJUČAK

Zaključujem da se slanka na barometru koji sam izradila pokazuje točnu prognozu vremena sukladno izmjerenu tlaku.

Projekt izrade barometra mi je bio vrlo zanimljiv i kreativan. Naučila sam da je barometar koristan za izradu vremenske prognoze te da polje visokog tlaka označava lijepo vrijeme, a polje niskog tlaka ružno vrijeme. To sam najbolje primjetila tijekom praćenja vremena odnosno tlaka zraka kroz 3 dana.

## 8. Literatura

- <sup>1</sup> Popularizacija geofizike, *Prirodoslovno-matematički fakultet*, [https://www.pmf.unizg.hr/geof/popularizacija\\_geofizike/seizmoloski\\_pojmovnik](https://www.pmf.unizg.hr/geof/popularizacija_geofizike/seizmoloski_pojmovnik), 30. 11. 2022.
- <sup>2</sup> Arhiva Geofizičkog odsjeka, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu; Herak i sur. (1996); Markušić i sur. (1998); Ivančić i sur. (2002, 2006, 2018)
- <sup>3</sup> Herak, M., Herak, D., Markušić, S., Revision of the earthquake catalogue and seismicity of Croatia, 1908–1992, // *Terra Nova*, Vol 8, (1996.), str. 86-94.
- <sup>4</sup> Markušić, S., Herak, D., Ivančić, I., Sović, I., Herak, M., Prelogović, E., Seismicity of Croatia in the period 1993-1996 and the Ston-Slano earthquake of 1996. *Geofizika*. Vol. 15 (1998), str. 83-101.
- <sup>5</sup> Ivančić, I., Herak, D., Markušić, S., Sović, I. and Herak, M.: Seismicity of Croatia in the period 1997–2001. // *Geofizika*, Vol. 18–19, (2002), str. 17–29.
- <sup>6</sup> Ivančić, I., Herak, D., Markušić, S., Sović, I., Herak, M.: Seismicity of Croatia in the period 2002 – 2005. // *Geofizika*, Vol. 23 (2), (2006), str. 87 – 103.
- <sup>7</sup> Ivančić, I., Herak, D., Herak, M., Allegretti, I., Fiket, T., Kuk, K., Markušić, S., Prevolnik, S., Sović, I., Dasović, I., Stipčević, J.: Seismicity of Croatia in the period 2006–2015 // *Geofizika*, Vol. 35 (2018), str. 69-98
- <sup>8</sup> Vučak, Z., Vukičević, S., *Suvremeni pogledi na oceanografiju*, Split : Hidrografski godišnjak 1966, 1967.
- <sup>9</sup> Sijerković, M. Pučke izreke: O pučkim prognozama vremena. *Vijesti iz hidrometeorološke službe Socijalističke Republike Hrvatske (Zagreb)*, Vol. 18, (1968), str. 42–45.
- <sup>10</sup> Čelan Gaganić, A., Pučke izreke o vremenu, Split : Hrvatsko kulturno društvo Napredak, 2007.
- <sup>11</sup> Penzar, B. i sur. Geofizički zavod u Zagrebu i meteorološki opservatorij na Griču od 1861. do 1986. Geofizički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, 1986.
- <sup>12</sup> Penzar, B. i sur. *Meteorologija za korisnike*, Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, Školska knjiga, 1996.
- <sup>13</sup> Čadež, M., *Meteorologija*, Beograd : Beogradski izdavački grafički zavod, 1973.
- <sup>14</sup> Penzar, B. i sur. *Meteorologija za korisnike*. Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb : Školska knjiga. 1996.
- <sup>15</sup> Grbec, B., Matić, F., *Oblaci*. Split : Institut za oceanografiju i ribarstvo, 2015.



- <sup>16</sup> Katušin, Z., Međunarodni atlas oblaka, Knjiga I, priručnik za opažanje oblaka i drugih meteora, Zagreb : Državni hidrometeorološki zavod, 2006.
- <sup>17</sup> Katušin, Z.. Međunarodni atlas oblaka. Knjiga II. Zagreb : Državni hidrometeorološki zavod, 2006.
- <sup>18</sup> International Cloud Atlas, Volume I, Revised edition 1975; Manual on the Observation of Clouds and other Meteors; (Partly Annex I to WMO Technical Regulations) WMO-No. 407, Secretariat of the World Meteorological Organization - Geneva - Switzerland 1975
- <sup>19</sup> Makjanić, B., Osnove meteorologije, Zagreb : Hrvatsko meteorološko društvo, 1967.
- <sup>20</sup> Radinović, Đ., Analiza vremena, Beograd : Zavod za izdavanje udžbenika SRS, 1969.
- <sup>21</sup> Objave, *Meteo.hr*, [https://meteo.hr/objave\\_najave\\_natjecaji.php?section=onn&param=objave&el=priopcenja&daj=pr19112018](https://meteo.hr/objave_najave_natjecaji.php?section=onn&param=objave&el=priopcenja&daj=pr19112018), 5. 12. 2022.
- <sup>22</sup> Naputak za opažanja i mjerenja na glavnim meteorološkim postajama, Zagreb : Državni hidrometeorološki zavod, 2008
- <sup>23</sup> Gburčik, P., Meteorološki instrumenti i osmatranja, Beograd : Izdavačko-informativni centar studenata, 1975.
- <sup>24</sup> Godišnji izvedbeni kurikulum, *Ministarstvo znanosti i obrazovanja*, <https://mzo.gov.hr/vijesti/okvirni-godisnji-izvedbeni-kurikulumi-za-nastavnu-godinu-2021-2022/4522>, 31. 11. 2022.
- <sup>25</sup> Vodič za klasifikaciju oblaka, *Klima*, [https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017\\_WMD\\_vodic\\_za\\_klasifikaciju\\_oblaka.pdf](https://klima.hr/razno/dogadjanja/2017_WMD_vodic_za_klasifikaciju_oblaka.pdf), 2. 12. 2022.
- <sup>25</sup> Nastavni plan i program, *Agencija za strukovno obrazovanje*, <https://www.asoo.hr/obrazovanje/strukovno-obrazovanje/kurikulumi-nastavni-planovi-iprogrami/sumar-stvo-prerada-i-obrada-drva/>, 15.12.2022.
- <sup>26</sup> Program GLOBE - Priručnik za mjerenja Atmosfere II, *Projekt GLOBE*, <https://drive.google.com/file/d/1w6hnbFPKawRo847IZldB7gWL7S8OHbiV/view>, 13. 12. 2022.
- <sup>27</sup> Program GLOBE - Priručnik za mjerenja: Atmosfera II, Meteorološka mjerenja II dio, Napredni tečaj, *Projekt GLOBE*, <https://drive.google.com/file/d/1Gtc1vtFZ8eHKbpPD7hgXOEsbDRZxH7fF/view>, 13. 12. 2022.
- <sup>28</sup> Program GLOBE, *Projekt GLOBE*, [https://vis.globe.gov/GLOBE/?site\\_id=233863](https://vis.globe.gov/GLOBE/?site_id=233863), 13. 12. 2022.
- <sup>25</sup> Međupredmetne teme, *Škola za život*, <https://skolazazivot.hr/medupredmetne-teme/>, 11. 11. 2022.