# Terenska nastava fizike: posjet znanstvenom laboratoriju

**Bračun, Snježana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:192188

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**
**MATEMATIČKI ODSJEK**

Snježana Bračun

# TERENSKA NASTAVA FIZIKE: POSJET ZNANSTVENOM LABORATORIJU

Diplomski rad

Zagreb, rujan, 2018.

Ovaj diplomski rad obranjen je dana _____ pred nastavničkim povjerenstvom u sastavu:

1. **_____, predsjednik**
2. **_____, član**
3. **_____, član**
4. **_____, član**

Povjerenstvo je rad ocijenilo ocjenom _____ .

Potpisi članova povjerenstva:

1. **_____**
2. **_____**
3. **_____**
4. **_____**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**
**MATEMATIČKI ODSJEK**

Snježana Bračun

# TERENSKA NASTAVA FIZIKE: POSJET ZNANSTVENOM LABORATORIJU

Diplomski rad

Voditelj rada:
doc. dr. sc. DALIBOR PAAR

Zagreb, rujan, 2018.

*Zahvaljujem se mentoru prof. doc. dr. sc. Daliboru Paaru na podršci i pomoći pri izradi ovog rada. Također zahvaljujem dr.sc. Ticijani Ban sa Instituta za fiziku i dr.sc. Milivoju Uroiću sa Instituta Ruđer Bošković na izdvojenom vremenu i materijalima.*
*Veliko hvala mojim roditeljima i bratu bez kojih ne bi uspjela.*

# Sadržaj

1 Uvod ..... 1
2 Izvanučionička nastava ..... 3
2.1 Obaveze i prava sudionika izvanučioničke nastave ..... 4
2.2 Posjet ..... 12
2.3 Etape posjeta ..... 13
3 Koncepti posjete znanstvenom laboratoriju ..... 15
3.1 Područja znanstvenog rada laboratorija ..... 18
3.2 Osnovno znanje fizike ..... 19
3.3 Zainteresiranost za znanstvena istraživanja ..... 20
3.3 Buduća karijera u znanosti ..... 21
4 Institut za fiziku ..... 22
4.1 Posjet Laboratoriju za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome ..... 23
5 Institut Ruđer Bošković ..... 27
5.1 Posjet Laboratoriju za nuklearnu fiziku ..... 28
6 Zaključak ..... 35
7 Literatura ..... 36
Sažetak ..... 37
Summary ..... 38

# 1 Uvod

Obrazovni sustav u Republici Hrvatskoj još uvijek je koncipiran na učenju u učionici. Promjenom kurikuluma teži se tome da se sustav unaprijedi izlaskom iz učionice i da se učenicima omogući obrazovanje koje će moći primijeniti u svakodnevnom životu. Nastavnicima će biti dana veća autonomija te će samim time biti kreativniji u radu koji podrazumijeva i organiziranje posjeta institucijama u okviru terenske nastave.

Učenici u učioničkoj nastavi uče teorijske činjenice i većina njih nije u mogućnosti interpretirati na odgovarajući način stvarnost. Kako bi ih dodatno motivirali i potaknuli na razmišljanje i povezivanje obrazovnih sadržaja možemo organizirati terensku nastavu. Terenska nastava će potaknuti aktivnost i intelektualne sposobnosti učenika ukoliko je dobro organizirana, osmišljena i ukoliko su učenici uključeni u sve etape od pripreme do realizacije takvog oblika nastave.

Učestalo razmišljanje svih sudionika obrazovnog procesa iskrivljeno jer o ovoj vrsti nastave ne razmišljaju kao o učenju već kao o izletu. Razlog takve percepcije može biti i činjenica da se ovaj oblik nastave organizira rijetko, a nastavnici nedovoljno povezuju sadržaje i aktivnosti u učionici prije i nakon terenske nastave sa sadržajima koji su dostupni ili se izvode na terenu. Terenska nastava ne mora biti samo odlazak u institucije kao što su muzeji, prezentacijski centri i istraživački laboratoriji, već to može biti i odlazak u park koji se nalazi pored škole.

Ovaj diplomski rada odgovoriti će na sljedeća pitanja:

- Što je terenska i izvanučionička nastava i zašto je važna?
- Koje su prednosti i nedostaci izvanučioničke nastave?
- Što je posjet znanstvenom laboratoriju?
- Kako organizirati posjet Laboratoriju za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome i Laboratoriju za nuklearnu fiziku?
- Kako povezati posjet znanstvenom laboratoriju s nastavnim planom i programom?
- Koliko je važna priprema svih sudionika posjeta?
- Kako ostvariti ishode i ciljeve posjeta znanstvenom laboratoriju?

Tijekom boravka u Laboratoriju za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome i Laboratoriju za nuklearnu fiziku istraženi su odgovori na gore navedena pitanja. U završnom dijelu rada detaljno je navedeno kako organizirati i provesti posjet navedenim laboratorijima, a da on bude zanimljiv učenicima i usklađen s nastavnim planom i programom. Predložene su aktivnosti prije, tijekom i nakon posjeta kojima će biti ostvareni kognitivni i afektivni obrazovni ciljevi.

## 2 Izvanučionička nastava

Pravilnik o izvođenju izleta, ekskurzija i drugih odgojno-obrazovnih aktivnosti izvan škole propisuje da je izvanučionička nastava oblik nastave koji podrazumijeva ostvarivanje planiranih sadržaja izvan školske ustanove.

Izvanučionička nastava je iskorak u našem tradicionalnom odgojno-obrazovnom sustavu gdje se još uvijek većina nastave odvija u školi/učionici. Tijekom proteklih desetljeća u obrazovnom sustavu nekih zemalja sve je veći interes za posjete različitim lokacijama i terensku nastavu pa i naši nastavnici teže tome. Ovakva vrsta nastave je zanimljiva učenicima jer pojave/pokusi koje nemaju priliku vidjeti u učionici mogu vidjeti u stvarnom okruženju. Izlaskom iz učionice učenici će se naći u novoj okolini kojoj se moraju prilagoditi. Opažanjem, racionalnim i logičkim zaključivanjem povezati će i nadopuniti znanje stečeno u klasičnoj nastavi s izvanučioničkom nastavom.

U izvanučioničku nastavu svrstavamo nastavu koja se odvija izvan školske ustanove i učionice, kao što su[1]:

- školski izleti
- školske ekskurzije
- terenska nastava
- škola u prirodi
- škola plivanja
- posjet

Ostvaruje se u nastavne dane i prema trajanju dijeli se na:

- poludnevnu
- dnevnu
- višednevnu

[1] Članak 2 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

## 2.1 Obaveze i prava sudionika izvanučioničke nastave

Prema Pravilniku korisnicima usluga u izvanučioničkoj nastavi smatraju se[2]:

- učenici koji sudjeluju
- roditelji/skrbnici/udomitelji
- učitelji
- stručni suradnici
- ravnatelji

**OBVEZE I PRAVA UČENIKA**

Obveze učenika su[3]:

- sudjelovati u aktivnostima prije, tijekom i poslije izvanučioničke nastave ili drugih odgojno-obrazovnih aktivnosti u skladu s planiranim,
- odgovorno izvršavati preuzete zadatke i obveze,
- pravodobno dolaziti na ugovorene sastanke,
- ne odvajati se od razreda ili skupine bez dozvole voditelja ili pratitelja,
- ponašati se primjereno i pristojno na svim mjestima izvanučioničke nastave, u prijevoznim sredstvima, ugostiteljskim objektima, domovima ili drugim smještajnim objektima ili ustanovama koje posjećuju, poštujući kućni red i/ili druge propise objekta u kojem borave,
- brinuti o vlastitom zdravlju i sigurnosti i ne ugrožavati zdravlje, sigurnost i integritet drugih sudionika izvanučioničke nastave
- ne uzimati ili poticati druge učenike na konzumaciju alkohola, duhanskih proizvoda opojnih sredstava i/ili drugih nedopuštenih sredstava,
- izvijestiti učitelja o svakom problemu i teškoći.

Prava učenika su:

- pravodobno uključivanje u dogovor o odabiru odredišta izvanučioničke nastave i planiranje aktivnosti,
- pravodobne informacije vezane uz izvanučioničku nastavu,
- sigurno sudjelovanje u izvanučioničkoj nastavi,

[2] Članak 3 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)
[3] Članak 21 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

- pomoć učitelja i/ili turističkoga pratitelja.

## OBVEZE I PRAVA RODITELJA/SKRBNIKA/UDOMITELJA

Obveze roditelja su[4]:

- sudjelovanje na izvanučioničkoj nastavi s izabranim davateljem usluga potvrditi potpisivanjem ugovora,
- informirati učitelja voditelja o eventualnim zdravstvenim ili drugim teškoćama i specifičnim potrebama učenika,
- dati učitelju broj telefona i/ili mobilnoga uređaja na koji ga može kontaktirati u slučaju potrebe,
- uputiti svoje dijete i upozoriti ga na norme društveno prihvatljivog ponašanja, moguće opasnosti, zabranu korištenja alkohola, opijata, nikotina i narkotika te na nužnost poštovanja odluka učitelja za vrijeme izvanučioničke nastave,
- prihvatiti obvezu dolaska po svoje dijete u slučaju bolesti ili težih povreda određenih pravila,
- snositi financijsku odgovornost za štetu za koju je učitelj utvrdio da je namjerno počinilo njegovo dijete.

Prava roditelja su:

- predložiti odredište izvanučioničke nastave u skladu s nastavnim programima,
- potpisom suglasnosti potvrditi pristanak za sudjelovanje svog djeteta na izvanučioničkoj nastavi ili drugoj odgojno-obrazovnoj aktivnosti,
- dobiti na vrijeme informacije vezane uz realizaciju izvanučioničke nastave kao i potrebne informacije tijekom njezine provedbe ili u drugim opravdanim slučajevima,
- pisano zatražiti od razrednika izuzeće za sudjelovanjem djeteta u obvezatnoj izvanučioničkoj nastavi u slučaju zdravstvenih teškoća njegova djeteta ili zbog drugih opravdanih razloga,
- postaviti upit i dobiti odgovor vezano uz uočene nedostatke u organizaciji i realizaciji izvanučioničke nastave i drugih odgojno-obrazovnih aktivnosti,
- nadoknada troškova i odšteta od strane davatelja usluga u slučaju pretrpljene štete zbog propusta u organizaciji i provedbi izvanučioničke nastave.

[4] Članak 22 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

## OBVEZE I PRAVA UČITELJA

Obveze učitelja voditelja i učitelja pratitelja su[5]:

- predlagati plan i program te odredište izvanučioničke nastave,
- predlagati aktivnosti za učenike,
- sudjelovati u pripremi i realizaciji predviđenih aktivnosti s učenicima,
- pružati učenicima pomoć i dati informacije vezane uz realizaciju planiranih aktivnosti,
- provjeriti jesu li svi učenici stigli na dogovoreno mjesto,
- osigurati učenicima vrijeme za odmor i razmotriti prijedloge i/ili pritužbe,
- voditi računa o zaštiti prava i sigurnosti učenika,
- brinuti o potrebnim nastavnim sredstvima i pomagalima za realizaciju planiranih aktivnosti.

Prava učitelja voditelja i učitelja pratitelja su:

- sudjelovati u radu Povjerenstva,
- zatražiti i dobiti pomoć ravnatelja i stručnih suradnika u pripremi i realizaciji izvanučioničke nastave,
- obavijestiti ravnatelja o nepoštivanju ugovora od strane ponuditelja,
- podmireni troškovi smještaja za višednevnu izvanučioničku nastavu,
- naknada dnevnice za službeni put u skladu s propisima.

## OBVEZE I PRAVA RAVNATELJA

Obveze ravnatelja školske ustanove su[6]:

- osigurati učenicima i učiteljima organizaciju i realizaciju izvanučioničke nastave ili drugih odgojno-obrazovnih aktivnosti izvan škole u skladu s nastavnim programom ili kurikulumom te odredbama ovog Pravilnika,
- poticati učitelje i stručne suradnike na provođenje izvanučioničke nastave,
- omogućiti učiteljima sudjelovanje na stručnim skupovima vezanim uz planiranje i ostvarivanje izvanučioničke nastave,
- omogućiti učiteljima, stručnim suradnicima, učenicima i roditeljima predlaganje ostvarivanja izvanučioničke nastave i drugih odgojno-obrazovnih aktivnosti izvan škole,

[5] Članak 20 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)
[6] Članak 16 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

- omogućiti objavljivanje javnoga poziva za odabir ponude,
- osigurati zakonitost postupka izbora ponude i poštivanje ovog Pravilnika,
- imenovati povjerenstva,
- osigurati potrebna nastavna sredstva i pomagala za izvođenje izvanučioničke nastave u skladu s planiranim aktivnostima,
- osigurati pratnju učenicima u skladu s propisima,
- imenovati učitelja voditelja i učitelja pratitelja u skladu s planiranim ciljevima te ovim Pravilnikom,
- izdati putne naloge i osigurati financijska sredstva za troškove izvanučioničke nastave i dnevnice učitelja i/ili stručnih suradnika i pratitelja djece s teškoćama u skladu s propisima,
- osigurati zamjenu za učitelje koji su na izvanučioničkoj nastavi kako bi se rad u školskoj ustanovi nesmetano ostvarivao,
- organizirati nastavu za učenike koji ne sudjeluju u izvanučioničkoj nastavi,
- obavijestiti roditelje o možebitnim problemima na izvanučioničkoj nastavi,
- omogućiti učenicima i učiteljima izlaganje radova s izvanučioničke nastave u prostoru školske ustanove ili objavu radova učenika na internetskim stranicama školske ustanove u skladu s propisima,
- tražiti očitovanje davatelja usluga u slučaju da su uočeni propusti u realizaciji izvanučioničke nastave, odnosno tražiti postupanje u skladu s propisima,
- podnijeti izvješće o godišnjoj realizaciji izvanučioničke nastave školskom odboru,
- vijeću roditelja, učiteljskom vijeću i osnivaču školske ustanove.

Prava ravnatelja su:

- tražiti pisano izvješće učitelja o realizaciji svake izvanučioničke nastave, a u slučaju potrebe tražiti i dopune,
- uputiti na stručno usavršavanje učitelja koji na temelju izvješća nije ostvario planirane ciljeve i zadaće ili nije postupao u skladu s odredbama ovog Pravilnika,
- uskratiti nabavu i neopravdane izdatke za nastavna sredstva i pomagala planirana za izvođenje izvanučioničke nastave, ako nisu u skladu s planiranim aktivnostima.

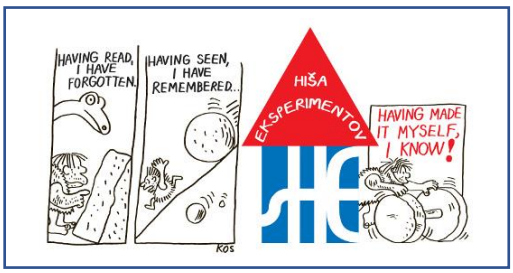
**OBVEZE ŠKOLSKE USTANOVE**

Pravilnikom o izvođenju izleta, ekskurzija i drugih odgojno obrazovnih aktivnosti izvan škole propisano je da je školska ustanova dužna od roditelja zatražiti pisanu suglasnost za sudjelovanje djeteta u izvanučioničkoj nastavi najmanje sedam dana prije njezina izvođenja[7].

U nastavku je dan primjer suglasnosti roditelja za terensku nastavu posjet Hiži eksperimentov u Ljubljani iz Osnovnoj školi Rudeš.

[7] Članak 5 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

Osnovna škola Rudeš
Jablanska 51, Zagreb
tel.: 01/3861-584, 01/3878-736
e-mail: ured@os-rudes-zg.skole.hr




## POSJET HIŠI EKSPERIMENTOV, LJUBLJANA, SLOVENIJA[8]

Ove školske godine profesorice matematike, fizike, kemije i biologije organiziraju posjet učenika **6., 7. i 8. razreda** **OŠ Rudeš** Hiši eksperimentov u Ljubljani. Posjet je planiran za učenike koji pokazuju interes za predmete iz STEM područja i postižu bolje rezultate te redovito pohađaju dodatnu nastavu tih predmeta.

**Hiša eksperimentov** (Kuća eksperimenata) u Ljubljani je znanstveni centar u kojem se putem samostalnog izvođenja eksperimenata i demonstracijskih pokusa (tzv. „dogodovština“) u učenika potiče znatiželja, kreativnost, kritičko mišljenje i aktivno sudjelovanje u istraživanju prirodnih pojava oko nas.
Cilj posjeta Hiši eksperimentov je pobuditi strast za učenjem i istraživanjem putem pokusa, poticati kreativnost, iskrenost, konstruktivan i pozitivan natjecateljski dijalog i proučavanje prirode, prihvaćanje prisutnosti i nužnosti pogrešaka u istraživanju, međusobno pomaganje i ohrabrivanje u svrhu postizanja zajedničkih ciljeva.
Dodatne informacije o Hiši eksperimentov je moguće pronaći na njihovoj web stranici: www.he.si .

Posjet je planiran **26.5.2018. (subota)** kao cjelodnevni izlet u Ljubljanu.
Učenici će prijepodne sudjelovati u aktivnostima Hiše eksperimentov koja nam je izašla u susret tako što nas prima kao grupu iako su vikendi predviđeni samo za individualne posjete. Učenici će najprije samostalno izvoditi pokuse, a nakon toga će sudjelovati na „dogodovštini“ – djelatnici centra će izvoditi i objašnjavati demonstracijske pokuse.

[8] Suglasnost roditelja za terensku nastavu, Osnovna škola Rudeš, ustupila profesorica Josipa Mesić, 10.9.2018.

Nakon kraćeg odmora slijedi razgled grada uz voditelja putovanja, pa slobodno vrijeme. Povratak u Zagreb je u večernjim satima.
Cijena će iznositi oko **160 kn** (100 kn organizacija putovanja te 60 kn ulaznica u Hišu eksperimentov).
Za ovo putovanje je potrebna **VAŽEĆA OSOBNA ISKAZNICA** ili **PUTOVNICA**.
Tko bude htio, može nadoplatiti putno zdravstveno osiguranje i osiguranje od posljedica nezgode (15 kn), a može se podnijeti zahtjev za izdavanje Europske kartice zdravstvenog osiguranja putem HZZO-a (www.hzzo.hr).

Molimo Vas da popunite suglasnost ako se slažete da Vaše dijete ide u Ljubljanu, tako da znamo točan broj djece koji ide u posjet jer taj podatak moramo poslati u Hišu eksperimentov.

**SUGLASNOT RODITELJA**

Suglasan/na sam da moje dijete

_____, učenik/ca _____

razreda OŠ Rudeš, ide u posjet Hiši eksperimentov u Ljubljanu (Republika Slovenija) u **subotu, 26.5.2018.** u pratnji

profesorica Josipe Mesić, Marijane Bastić, Tihane Bušić i Nikoline Svobode Cvitković.

U Zagrebu, _____ ožujka 2018.

**Ime i prezime roditelja: _____**

**Potpis roditelja: _____**

**SIGURNOST UČENIKA**

Sigurnost učenika također je propisana Pravilnikom o izvođenju izleta, ekskurzija i drugih odgojno obrazovnih aktivnosti izvan škole[9]

- odabir odredišta izvanučioničke nastave i način prijevoza ne smije ugrožavati zdravlje ili sigurnost učenika.
- ako to zahtijeva program izvanučioničke nastave, učenici i roditelji trebaju dobiti popis prikladne obuće, odjeće ili opreme.
- u slučaju političkih nemira, terorističkih napada, elementarnih nepogoda, epidemija bolesti ili nastajanja drugih okolnosti koje bi ugrozile zdravlje i sigurnost učenika i učitelja, a nakon temeljite procjene stupnja opasnosti i preporuke nadležnih institucija Republike Hrvatske školski odbor ima pravo zabraniti provođenje izvanučioničke nastave uz prijedlog načina drukčije realizacije, ako je to moguće.
- za prijevoz učenika smiju se koristiti samo prijevozna sredstva u skladu s propisima o sigurnom prijevozu djece.
- u slučaju da je učenika potrebno odvesti liječniku, jedan od učitelja obvezno mora ići s učenikom te odmah izvijestiti roditelja o mjestu boravka djeteta (bolnica i sl.) i prirodi bolesti ili ozljeda.

[9] Članak 27 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

## 2.2 Posjet

Posjet je poseban oblik odgojno-obrazovne aktivnosti izvan škole. Izvodi se na lokalitetu od posebne vrijednosti (arheološke, geološke, botaničke…), u ustanovama i institucijama (muzej, galerija, kazalište, kino, tvornica, elektrana, vatrogasna postaja…) i sl. u svrhu ispunjavanja određenih odgojno-obrazovnih ciljeva i zadaća.[10]

Nacionalni okvirni kurikulum propisuje da se nastava ne odvija samo u učionici, a usvajanje novih gradiva nije samo učenje iz knjiga u školi i kod kuće. Izvanučionička nastava kojoj pripada i posjet nisu dovoljno iskorišteni jer ih treba dobro pripremiti, najaviti i uklopiti u godišnji nastavni plan i program.

Znanstveni laboratoriji su nova mjesta učenja izvan formalnog obrazovanja, koji nisu dovoljno iskorišteni u školskom sustavu. Laboratoriji su zanimljivi i drugačiji od laboratorija u školi i klasične nastave te su samim time poticajna mjesta razvijanja pozitivnog stava učenika prema učenju općenito i učenju fizike. Posjetom znanstvenom laboratoriju potiče se kod učenika radoznalost za svijet oko sebe i pojave u prirodi. Na taj način će učenici nadopuniti naučene koncepte propisane nastavnim planom i programom. U laboratoriju će vidjeti razne eksperimente, načine izvođenja mjerenja, analizu dobivenih podataka. Na temelju viđenog kritički će prosuditi zaključak i rješenje problema, uz uvažavanje stavova drugih.

Prilikom posjeta u interakciji sa znanstvenicima učenici će se upoznati s načinom rada i različitim pristupima problemu. Izgradnji stavova i odnosa prema okolini pridonijeti će postavljanjem pitanja sebi i drugima te tražeći odgovor na ista. Vlastita iskustva posjeta laboratoriju daju znatan doprinos motivaciji i želji učenika za novim spoznajama.

[10] Članak 2 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

## 2.3 Etape posjeta

**Prije posjeta**

Učenički posjet znanstvenom laboratoriju važno je pripremati pažljivo. Posjet se planira godišnjim planom i programom rada školske ustanove i/ili školskim kurikulumom za svaki razredni odjel[11].

Pravo predlaganja posjeta u skladu s nastavnim planom i programom, za učenike jednog ili više razreda u dogovoru s učenicima i roditeljima ima učitelj, stručni suradnik, ravnatelj školske ustanove i roditelj[12].

Godišnjim planom i programom rada i/ili školskim kurikulumom utvrđuje se odredište, vrijeme trajanja, nositelji realizacije, način realizacije i vrednovanja te potrebna financijska sredstva[13].

Nastavnik, kako je propisano Pravilnikom o izvođenju izleta, ekskurzija i drugih odgojno obrazovnih aktivnosti izvan škole treba odabrati na vrijeme lokaciju, u ovom slučaju laboratorij, koju želi s učenicima posjetiti. Prije bilo kakovog odlučivanja voditelj posjeta treba kontaktirati laboratorij kako bi dobio potrebne informacije o projektima i istraživanjima koja laboratorij obavlja. U skladu s nastavnim planom i programom te interesima učenika dogovoriti će posjet laboratoriju.

Nakon što je odlučio koji laboratorij će posjetiti s učenicima važno je da učenike upozna s temom i ciljem posjeta. Većina istraživačkih laboratorija ima službene stranice na kojima su dostupni materijali o njihovim istraživanjima. Nastavnik ih može iskoristiti za upoznavanje učenika s laboratorijem koji namjeravaju posjetiti. Također s učenicima može provesti kratko istraživanje, održati prezentaciju ili pogledati film o temi posjeta. Sve ove aktivnosti pomoći će nastavniku da zainteresira i motivira učenike za nadolazeći posjet.

[11] Članak 4 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)
[12] Članak 4 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)
[13] Članak 4 web lokacija http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_06_67_1280.html (16.6.2018.)

**Tijekom posjeta**

Laboratoriji su mjesta koja su sama po sebi motivirajuća okolina te time zanimljiva učenicima. Prije samog obilaska dobro je održati kratku prezentaciju kojom se učenici još jednom podsjete na temu i cilj posjeta te se upoznaju sa samim laboratorijom. Trajanje prezentacije bi trebalo biti prilagođeno trajanju posjeta te uzrastu učenika. Tijekom posjeta dobro je dozvoliti i poticati učenike na aktivno sudjelovanje te uspostavljanje veze između naučenog i viđenog.

**Nakon posjeta**

Posjet laboratoriju ne završava izlaskom učenika iz istog nego se nastavlja kroz različite aktivnosti u učionici. Nastavnik može osmisliti vlastite aktivnosti ili se poslužiti aktivnostima na stranicama laboratorija ukoliko postoje.

Aktivnosti moraju biti prilagođene uzrastu učenika. Neke od aktivnosti koje se mogu provesti su:

- izrada plakata
- izrada prezentacija
- kvizovi u kojima učenici sudjeluju pojedinačno ili grupno
- razne igre
- jednostavniji pokusi

# 3 Koncepti posjete znanstvenom laboratoriju

U školama postoje laboratoriji koje koriste nastavnici i učenici, no zbog ograničenih financijskih sredstava škole vrlo često nisu opremljeni na adekvatan način. Nastavnici školske laboratorije koriste maksimalno koliko im dozvoljavaju dostupna sredstva i oprema. U znanstvenim laboratorijima dostupna je raznolika oprema od arhivske do najsuvremenije.

Pet ciljeva unaprjeđivanja učenja posjetom znanstvenom laboratoriju[14]:

1. razvoj i integracija naučenih koncepata
2. prošireni i autentični praktični rad
3. pristup rijetkim alatima, materijalima i znanosti
4. stavovi prema prirodoslovlju
5. socijalni ishodi: suradnički rad i odgovornost za učenje.

*Razvoj i integracija naučenih koncepata*

Prilikom planiranja posjeta uvijek postoji pitanje što će posjet znanstvenom laboratoriju donijeti učenicima i nastavnicima obzirom na potrebnu organizaciju i trud nastavnika. Postoji zabrinutost da će se učenici samo zabavljati te da će izostati kognitivni učinci. Učenici prilikom promatranja mogu doći do pogrešnih zaključaka te time utjecati na već stečeno znanje.

*Prošireni i autentični praktični rad*

Rad koji znanstvenici obavljaju u znanstvenim laboratorijima uvelike se razlikuje od praktičnog rada koji učenici imaju prilike vidjeti u školskim laboratorijima. Prošireni praktični rad odnosi se na aktivno sudjelovanje učenika u eksperimentima i demonstracijama koje nisu u mogućnosti izvesti ili vidjeti u školskim laboratorijima bilo zbog sigurnosti ili nedostatka sredstava. Učenici imaju priliku vidjeti praktičnu znanost odnosno imaju priliku vidjeti korištenje znanosti u kontekstu unaprjeđivanja ili otkrivanja novih pojava koji pomažu ljudima te ju percipiraju kao važnu za rješavanje postojećih problema. Učenici znanost vide u drugačijem kontekstu od onog školskog.

[14] Bround M. and Reiss M. (2006.) Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning (str. 1376)

*Pristup rijetkim alatima, materijalima i znanosti*

Posjećujući znanstvene laboratorije učenici imaju prilike vidjeti tipične, ali i rijetke primjerke opreme i njezinu primjenu. Takve prilike omogućavaju učenicima da uoče koliko je znanost napredovala te da pojedine dijelove opreme smjeste u odgovarajuće vremenske okvire. Učenici često nisu svjesni koliko je znanost napredovala pa samim time i oprema i materijali koji se koriste za istraživanja.

Posjetom laboratoriju učenici imaju priliku razgovarati sa znanstvenicima koji rade na istraživanjima od velike važnosti te se upoznati s njihovim radom.

*Stavovi prema prirodoslovlju*

Nastavnici si tijekom planiranja posjeta često postavljaju pitanje : „Koji je doprinos posjeta u ostvarivanju nastavnih sadržaja i plana?“. Pitanje je logično, ali ne i najvažnije. Važnije pitanje koje postavljaju Rennie i McClafferty[15] je „Pomažu li posjeti znanstvenim laboratorijima razvoju pozitivnog stava prema znanosti?“.

Posjeti laboratorijima imaju ulogu u pomaganju podizanja svijesti učenika o važnosti znanosti te razvijanju pozitivnog stava prema prirodoslovlju. Iako treba naglasiti da posjeti trebaju biti zabavni ipak to nije njihov primarni cilj. Ponekad posjeti ne ostvaruju kognitivne komponente učenja, ali pozitivan stav prema znanosti je jednako važan.

*Socijalni ishodi: suradnički rad i odgovornost za učenje*

Učenje u školi je strukturirano te planirano nastavnim planom i programom. Određeno je nastavnim satom i zvonom. Učenje koje se odvija prilikom posjeta nije toliko strukturirano iako su aktivnosti planirane, učenje je opuštenije. Učenici imaju priliku aktivno sudjelovati u aktivnostima te raditi u grupama. Tako uče uvažavati tuđa mišljenja i braniti svoja.

[15] Rennie, L. J., & Mcclafferty, T. P. (1996). Science centres and science learning, Studies in Science Education

Potreba za proučavanjem školskih posjeta istraživačkim centrima temelji se na dva razloga[16]:

1. učinak na posjetitelje astrocentara i muzeja je opsežno proučavan, dok nema saznanja o proučavanju učinaka kod posjeta znanstvenom centru
2. istraživački centar je jedino odredište gdje učenici imaju prilike doći u kontakt s autentičnim uvjetima tehnološko-znanstvenih procesa

Učinci koji se prate su kognitivni i afektivni. Promatrani kognitivni učinci su[17]:

1) znanje o istraživačkom centru kao instituciji i njenim istraživačkim aktivnostima (specijaliziranost znanstvenika, znanstvena istraživanja, ciljevi istraživanja, institucionalno funkcioniranje.)
2) znanje o nekim osnovnim elementima tehnološko-znanstvenih sadržaja istaknutih prilikom posjeta

Afektivni učinci koji su se razmatrali[18] su:

1) zanimanje za znanstvena istraživanja
2) zanimanje za nastavak karijere u znanosti
3) slika samog istraživačkog centra kao i znanstveno istraživanje koje se provodi u njemu.

[16] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 66)
[17] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 67)
[18] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 67)

## 3.1 Područja znanstvenog rada laboratorija

U znanstvenim laboratorijima radi veliki broj stručnjaka različitih akademskih usmjerenja koji teže rješavanju zajedničkog istraživanja. Anketa koju su učenici rješavali prije posjeta pokazala je da su interdisciplinarnosti znanstvenog rada.(Tablica 1)[19]

Tablica 1. Znanstvenici koji rade u NSCR-u

| ZNANSTVENO PODRUČJE | PRIJE (%) Poduzorak A | POSLIJE (%) Poduzorak B | PROM+JENA (%) |
|---|---|---|---|
| samo fizičari | 4.2 | 1.7 | -2.5 |
| samo kemičari | 0.7 | 0.0 | -0.7 |
| različitih područja (točan odgovor) | 63.5 | 88.3 | +24.8 |
| ne znam | 31.6 | 10.0 | -21.6 |

Iz Tablice 1. vidljivo je +24.8% učenika više nego prije posjeta uvidjelo da na znanstvenim istraživanjima radi veliki broj znanstvenika koji proučavaju različita znanstvena polja.
Rezultati ankete provedene prije i nakon posjeta pokazali su koliko je koristan posjet znanstvenoj ustanovi jer su učenici iz vlastitih iskustava dobili uvid u rad i strukturu istraživanja i ljudi koji se bave tim istraživanjima.

[19] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 68)

## 3.2 Osnovno znanje fizike

Znanje o osnovnim konceptima fizike ispitivano je pisanjem kratkih eseja koja su ocjenjivala dva srednjoškolska profesora. Ocjenjivalo se u tri kategorije točno (T), djelomično točno (D) i ne znam (NZ). Rezultati su prikazani Tablicom 2[20].

Tablica 2. Znanje učenika o osnovama fizike

| | PRIJE (%) Poduzorak A | | | POSLIJE (%) Poduzorak B | | | PROMIJENA (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KONCEPT | T | D | NZ | T | DV | NZ | T | DV | NZ |
| STRUKTURA ATOMA | 56.7 | 14.7 | 25.5 | 48.2 | 15.4 | 32.5 | -8.5 | +0.7 | +7.0 |
| RADIO MEDICINA | 0.0 | 1.4 | 95.7 | 1.5 | 13.0 | 75.3 | +1.5 | +11.6 | -20.4 |
| VRIJEME POLUŽIVOTA | 6.8 | 7.6 | 69.2 | 7.5 | 6.3 | 69.7 | +0.7 | -1.3 | +0.5 |
| ATCELERATOR ČESTICA | 2.2 | 16.4 | 71.6 | 7 | 41.1 | 40.9 | +4.8 | +24.7 | -30.7 |

Iz rezultata je vidljivo da se povećao broj djelomično točnih odgovora što ukazuje na to da su učenici stvorili vlastite koncepte o viđenom. Točnost odgovora o strukturi atoma smanjio se. Učenici u školi uče jednostavan prikaz atoma, pa je moguće da su se zbunili kada su čuli detaljnije i više o samoj strukturi atoma.

Provedeno istraživanje je pokazalo da posjet nije imao preveliki utjecaj na znanje učenika. Treba naglasiti da je istraživanje rađeno u ograničenom vremenskom periodu prije i nakon posjeta laboratoriju. Pravi učinci posjeta laboratoriju trebali bi biti vidljivi na duljim vremenskim skalama, a neki od njih nisu ni obuhvaćeni ovim istraživanjem. Učinak koji se postiže povećanjem zainteresiranosti za prirodne znanosti, odnosno postizanjem dugotrajne motivacije za učenje prirodoslovnih i tehničkih predmeta, može biti puno veći nego što je mjerljiv ovakvim istraživanjem.

[20] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 66)

## 3.3 Zainteresiranost za znanstvena istraživanja

Jedna od uloga posjeta znanstvenim ustanovama je razviti pozitivan stav prema znanosti i znanstvenim istraživanjima. Pojedinci u znanosti mogu izražavati vlastitu kreativnost i stav ujedinjavajući teoriju i praksu. Učeničkim posjetima ostvaruje se približavanje i integriranje znanosti koje joj daje društveni karakter, a ujedno i otvara perspektive i mogućnost mladim potencijalnim znanstvenicima.

Iz ankete nakon posjeta je vidljiv porast zainteresiranosti učenika od +14.7% za znanstvena istraživanja u odnosu na anketu prije. Rezultati anketa mogu biti rezultat utjecaja prisutnosti nastavnika za koje učenici smatraju da očekuju takav pozitivan odgovor. Rezultati su vidljivi u Tablici 3[21].

Tablica 3. Zainteresiranost za znanost

| RAZINA | PRIJE (%)<br>Poduzorak A | POSLIJE (%)<br>Poduzorak B | PROMIJENA (%) |
|---|---|---|---|
| snažna | 16.8 | 23.2 | +6.4 |
| prilično jaka | 40.9 | 49.2 | +8.3 |
| prilično slaba | 33.4 | 23.5 | -9.9 |
| jako slaba | 8.9 | 4.0 | -4.9 |

[21] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 66)

## 3.3 Buduća karijera u znanosti

Ispitanici istraživanja bili su učenici završne godine srednje škole koji su većinom već izabrali buduće zanimanje. Rezultati istraživanja prikazani su u Tablici 4[22].

Tablica 4. Zainteresiranost za znanstvenu karijeru

| IZJAVA | PRIJE (%) Poduzorak A | POSLIJE (%) Poduzorak B | PROMIJENA (%) |
|---|---|---|---|
| Ne, ne želim postati znanstvenik. | 45.2 | 45.6 | +0.4 |
| Da, želim postati znanstvenik, ali ne i fizičar. | 39.8 | 41.1 | +1.3 |
| Da, želim postati znanstvenik, posebno fizičar. | 15.1 | 13.2 | -1.9 |

Također još jedan od čimbenika koji je mogao utjecati na rezultate ankete je vrlo mala interakcije znanstvenika koji rade u laboratorijima i učenika koji nisu imali prilike čuti iz prve ruke njihova iskustava o radu u istraživačkim laboratorijima.

Potrebno je voditi što mlađe uzraste da bi se time uspostavila ranije interakcija između znanstvenika i učenika, time bi se više učenika zainteresiralo za znanost i istraživanja. Koliko mlađe: odgovor niza istraživanja o kognitivnom razvoju djece i učenju prirodnih znanosti je da se sa učenjem i to složenijih tema i modela treba početi u vrtiću – najkasnije od 4. godine života. Neke zemlje poput Francuske su 2018. godine spustile dobnu granicu obaveznog obrazovanja na 3. godinu života. Posjet istraživačkom laboratoriju u predškolskoj dobi može imati veliki utjecaj na kasniju percepciju i motivaciju za učenje svih tema iz STEM područja, pa i odabir karijere.

[22] Dimopoulos K., Koulaidis V (2006.) School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education (str. 66)

# 4 Institut za fiziku

Institut za fiziku osnovan je u Zagrebu 1960. godine pod nazivom Institut za fiziku Sveučilišta (IFS), a 1993. godine mijenja ime u Institut za fiziku. Osnovan je sa svrhom da djelatnici i studenti Sveučilišta u Zagrebu provode znanstvena istraživanja.



Slika 1.Institut za fiziku. [23]

*Statut Instituta za fiziku* i *Razvojna strategija Instituta za fiziku za razdoblje 2013.-2017.*, su osnovni dokumenti instituta koji definiraju misiju instituta kroz tri osnovne aktivnosti[24]:

- **Istraživanje** – u području fizike i interdisciplinarnim područjima povezanim s fizikom
- **Inovacije** – primjena istraživanja i prijenos znanja kroz inovacije
- **Obrazovanje** – sudjelovanje u visokom obrazovanju kroz suradnju sa nacionalnim sveučilištima i popularizacija fizike i znanosti

Institut se bavi istraživanjem fizike na područjima:

- atomske i molekularne fizike
- fizike plazme
- optike
- statističke fizike
- fizike čvrstog stanja

[23] http://www.ifs.hr/institute/, preuzeto 10.9.2018.
[24] http://www.ifs.hr/institute/, preuzeto 10.9.2018

## 4.1 Posjet Laboratoriju za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome

Nastavnici imaju najvažniju ulogu u organizaciji i pripremi posjeta. O njima ovisi tijek i način na koji će učenici percipirati važnost laboratorija u znanosti.

Nakon što smo odlučili terensku nastavu održati u Laboratoriju za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome važno je učenike upoznati s planom i ciljevima posjeta. Laboratorij za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome je zanimljiv učenicima jer laseri imaju široku primjenu u svakodnevnom životu i bliski su učenicima. Laseri se koriste u medicinske svrhe, skener barkodova u trgovinama, CNC zavarivanje, u disko klubovima i slično.

Znanstvena istraživanja su pokazala na grupama učenika koji su bili pripremljeni za posjet i onih koji nisu, da oni koji su bili pripremljeni su imali pozitivnija iskustva (Kisiel,2005.). Priprema učenika za posjet rezultira lakšim snalaženjem i većom pažnjom prilikom posjeta.

Učenicima za pripremu možemo zadati kratko istraživanje u grupi ili samostalno kojim će dobiti smjernice i uvid u posjet. Budući da se radi o laboratoriju za lasersku spektroskopiju moguće smjernice su:

- Što su laseri?
- Koje su vrste lasera?
- Koje dijelove ima laser?
- Gdje se koriste laseri?
- Što je hlađenje atoma?

Nakon provedenog istraživanja nastavnik otvara diskusiju s cijelim razredom o njihovim istraživanjima. Također se s učenicima prije posjeta ponavljaju nastavni sadržaji vezani uz građu atoma te temperaturne ljestvice i apsolutnu nulu.

Važan dio pripreme posjeta je i razgovor o sigurnosti učenika i aparature. Učenike treba upozoriti da se radi o jako osjetljivim i skupim instrumentima te da se sukladno tome ponašaju.

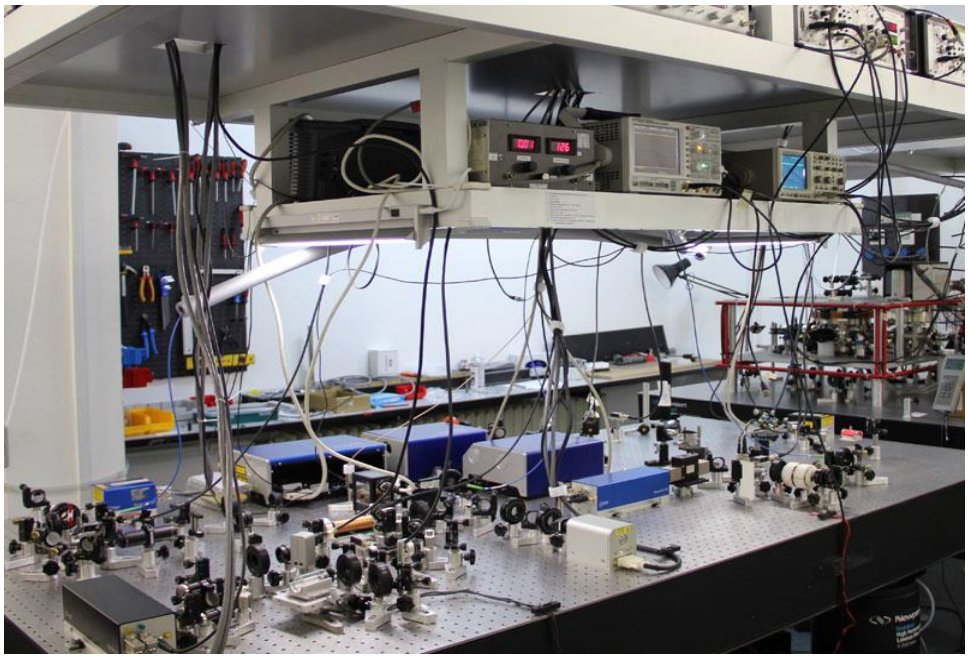
Pojedinim učenicima Laboratorij za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome je prvi susret sa znanstvenim životom u jednoj takvoj instituciji. Posjet je osmišljen za

učenike četvrtih razreda srednje škole. Jedan od ciljeva je grupe učenika motivirati za znanost jer pred njima je upis na fakultete ili visoka učilišta. Učenici imaju priliku vidjeti znanstvenike u njihovom stvarnom, radnom okružju, vidjeti kako znanost zapravo funkcionira te ustroj neke znanstvene ustanove. Nastavnik i voditelj posjeta prilikom posjeta naglašavaju koliko je interdisciplinarnost znanosti i njen razvoj važan za društvo u cjelini.

Učenicima će tijekom posjeta dr.sc. Ticijana Ban prezentirati:

- čime se laboratorij bavi
- tko sve sudjeluje u radu laboratorija
- koliko je važno istraživanje koje se provodi na Institutu
- da je u laboratoriju postignuta najniža temperatura na ovim prostorima
- da su povezani u mrežu institucija koje provode razna istraživanja (CALT)

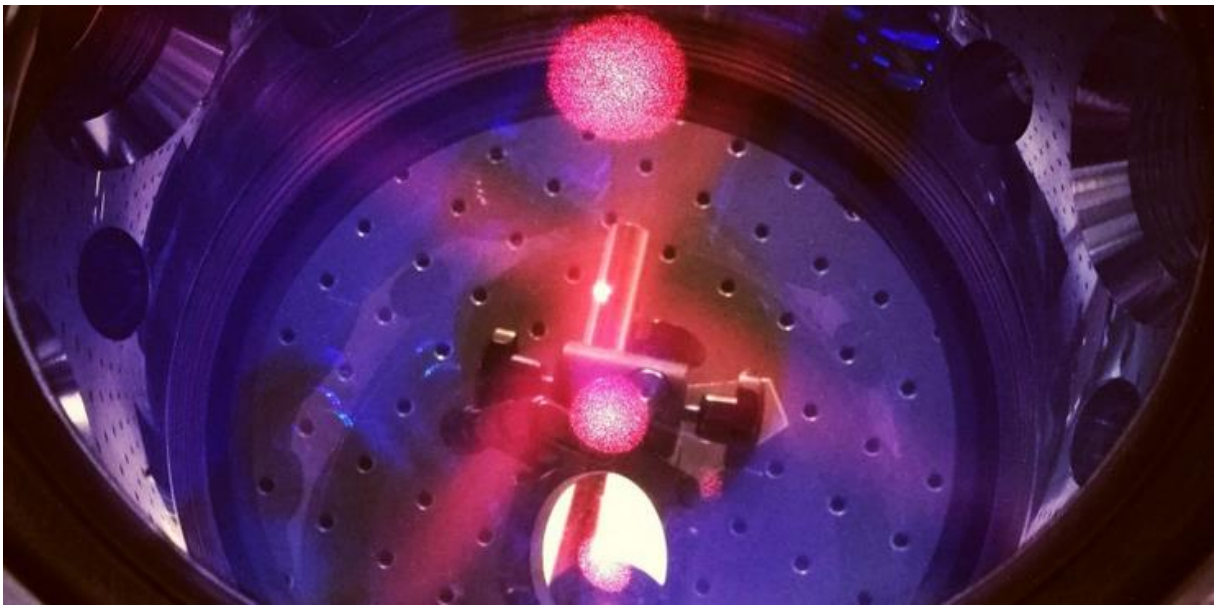
Prilikom obilaska laboratorija vidjet će eksperimentalni postav i aparaturu kakvu još do sada nisu vidjeli.



Slika 2. Eksperimentalni postav za femtosekundnu lasersku spektroskopiju[25]

[25] http://cold.ifs.hr/resources/image-gallery/, preuzeto 10.9.2018.

Znanstvenici će im objasniti da se glavni dio eksperimenta odvija u vakuumskoj komori. U vakuumsku komoru dovodi se rubidij koji je na sobnoj temperaturu srebrnkasti prah te se on zagrijava prolaskom struje kroz dispenzer. Zrake lasera prolaze kroz okna na komori. Kamerom se snima flourescirajući oblak atoma. (Cavaliere Lokas, 2017)



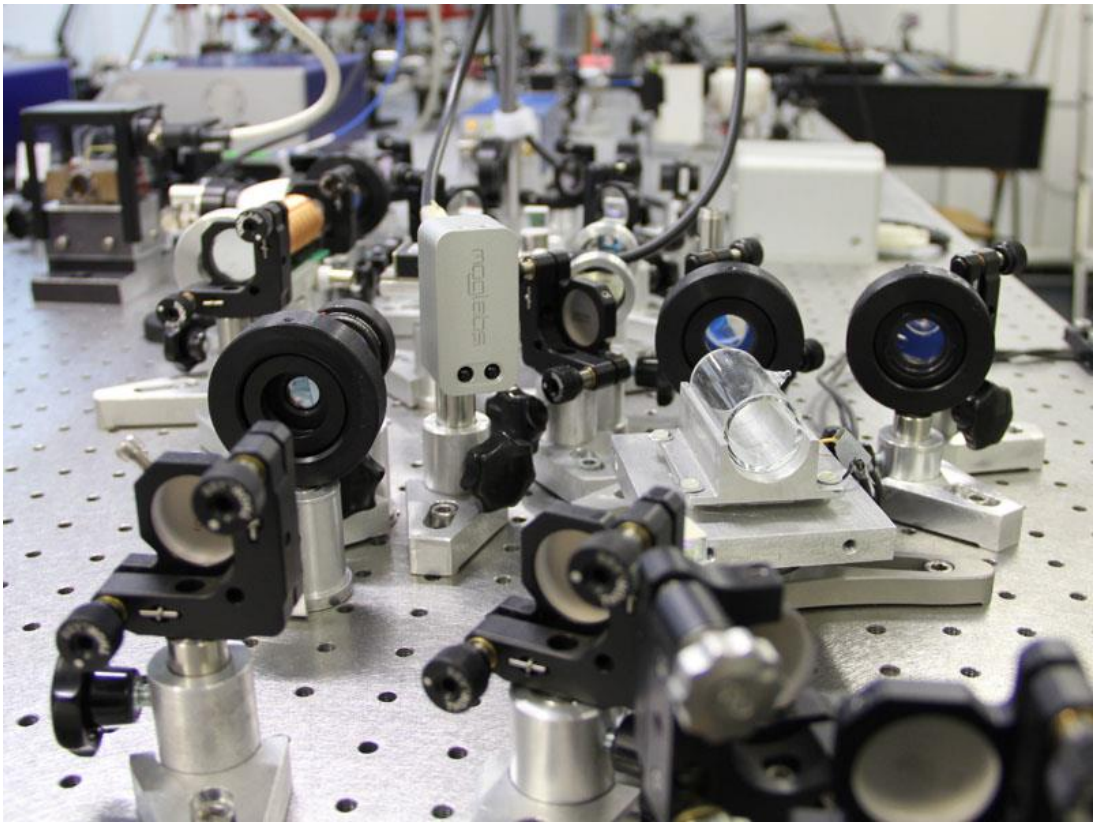
Slika 3. Flourescirajući oblak atoma[26]

Koriste se dvije spektroskopije jedna kao referentna, a druga se ravna po njoj. Postav se sastoji i od velikog broja zrcala koja se ručno namještaju i električnih naprava kojima je zadatak stabilizirati lasersku zraku za hlađenje (Cavaliere Lokas, 2017).

Cijeli postav je jako osjetljiv na vibracije pa su noge stola punjene zrakom, zbog toga u prostoriji može biti veći broj ljudi.

U laboratoriju za hladne atome na nivou niskih temperatura koje postižu odvija se drugačija fizika od one koju učenici poznaju. Osim obrazovnih sadržaja nastavnik treba poticati učenike da znanstvenicima postavljaju pitanja o njihovom radu i karijeri u znanosti.

[26] preuzeto iz Power Point Prezentacije dr.sc. Ticijane Ban, ustupljeno 3.7.2018.



Slika 4. Eksperimentalni postav femtosekundnu lasersku spektroskopiju[27]

Nakon posjeta važno je s učenicima raspraviti što su novo saznali za vrijeme posjeta te zašto su nam istraživanja koja se provode na Institutu za fiziku važna. Potrebno je još jednom naglasiti da istraživanja hladnih atoma i molekula vode do razvoja novih spoznaja koje se primjenjuju u industriji, napretku u tehnologiji i fizici.

Učenicima možemo zadati da naprave prezentaciju ili plakat na temu:

- atomskih satova
- osjetljivijih senzora
- kvantnih računala

[27] http://cold.ifs.hr/resources/image-gallery/, preuzeto 10.9.2018.

# 5 Institut Ruđer Bošković

Institut Ruđer Bošković nalazi se u Zagrebu. Najveća je znanstvena institucija u Republici Hrvatskoj. Prepoznata je u regiji i svijetu po svojim istraživanjima u području prirodnih i biomedicinskih znanosti te bioraznolikosti mora i okoliša.

Danas se preko 500 znanstvenika i istraživača u preko 80 laboratorija bavi istraživanjima iz teorijske i eksperimentalne fizike, fizike i kemije materijala, elektronike, fizičke i organske kemije i biokemije, molekularne biologije i medicine, mora i okoliša, informatike i računarstva te laserskim i atomskim istraživanjima i razvojem[28].



Slika 5. Institut Ruđer Bošković[29]

Osim na danima otvorenih vrata posjeti i obilasci Instituta mogu se organizirati u dogovoru sa zaposlenicima Instituta ili najavom na e-mail adresu info@irb.hr.

[28] https://www.irb.hr/O-IRB-u, preuzeto 12.9.2018.
[29] https://www.irb.hr/O-IRB-u/Za-medije/Datoteke-za-preuzimanje, preuzeto 12.9.2018.

## 5.1 Posjet Laboratoriju za nuklearnu fiziku

Laboratorij za nuklearnu fiziku bavi se istraživanja građe atomskih jezgara i nuklearnih reakcija. Član je mreže ENSAR i HP3 velikih akceleratorskih postrojenja.

Posjet laboratoriju za nuklearnu fiziku može se organizirati odlaskom na Dane otvorena vrata Instituta Ruđer Bošković, ali i kroz cijelu godinu uz prethodnu najavu. Kontaktirati treba dr. sc. Milivoja Uroića ili se treba najaviti slanjem e-maila na info@irb.hr. Posjeti se organiziraju za djecu svih uzrasta od vrtićkih grupa  sve do studenata. Dr.sc. Uroić vodi grupe u obilazak laboratorija.

Cilj ovakvih posjeta je zainteresirati učenike od „malih nogu“ za znanost i znanstvena istraživanja. Sva predavanja prilagođena su uzrastu posjetitelja ovisno o njihovoj dobi, predznanju i zainteresiranosti. Ukoliko se radi o velikoj skupini posjetitelja, posjetitelje se podijele u male skupine kojima se drže predavanja odvojeno. Predavanje traje između 15 i 30 minuta.

Posjet opisan u ovom radu je predviđen za učenike četvrtih razreda gimnazije. Prije posjeta učenike je potrebno upoznati s radom i temom posjeta. Učenici mogu napisati kratki esej o Ruđeru Boškoviću i njegovim radovima. Svoje će radove prezentirati razrednim kolegama kako bi svi nadopunili znanje ili saznali više.

Na satu prije polaska nastavnik s učenicima može ponoviti:

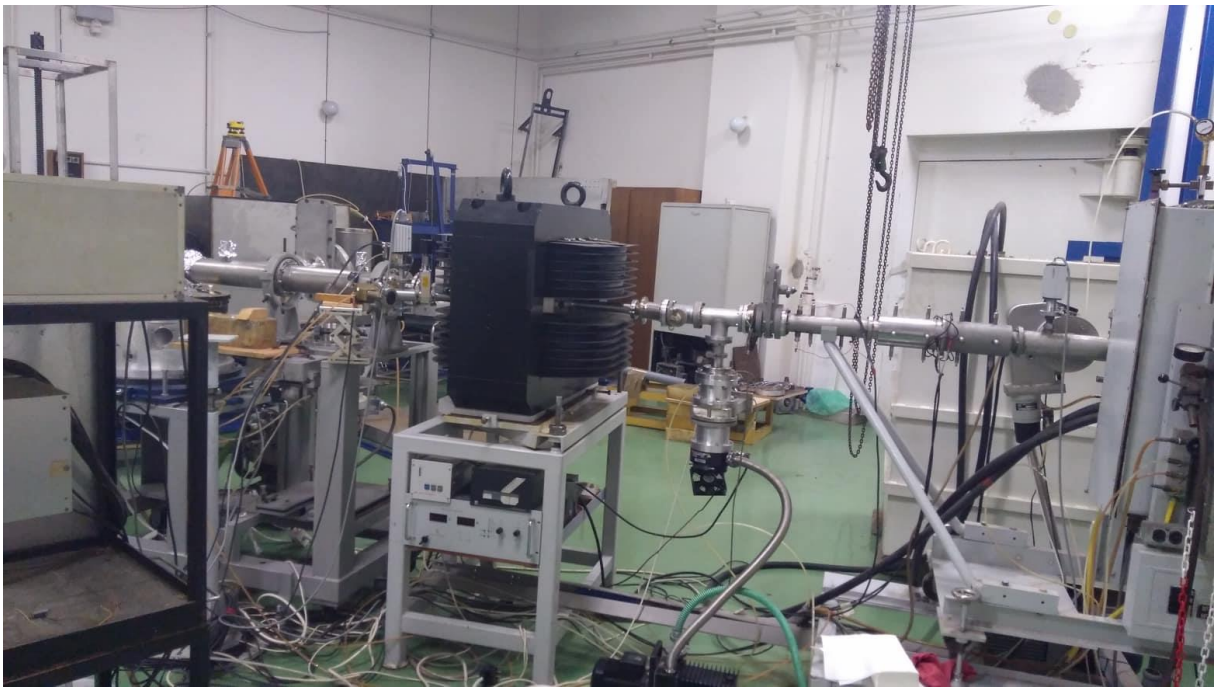
- građu atoma
- izotope
- kartu nuklida
- vrijeme poluraspada
- fuziju i fisija

Učenicima je prije posjeta potrebno naglasiti koliko je važna sigurnost i ponašanje u laboratoriju. Dr.sc. Milivoj Uroić će učenicima na početku održati teorijsko predavanje o nastanku atomskih jezgara. Učenike će upoznati s kartom nuklida te im kroz primjere objasniti svojstva stabilnih i radioaktivnih jezgara.




Slika 6. Karta nuklida u Laboratoriju za nuklearnu fiziku

Grupe učenika vidjet će mjernu opremu Instituta Ruđer Bošković kojom se mjere alfa i gama zračenja radioizotopa u laboratoriju. Dio opreme je Cockcroft-Walton akcelerator.



Slika 7. Cockcroft-Walton akcelerator

Kako bi se dobili neutroni koji će se koristiti u daljnjim istraživanjima u Cockcroft-Walton akcelerator se sudaraja se deuterona s jednim neutronom i tritona s dva neutrona. Rezultat

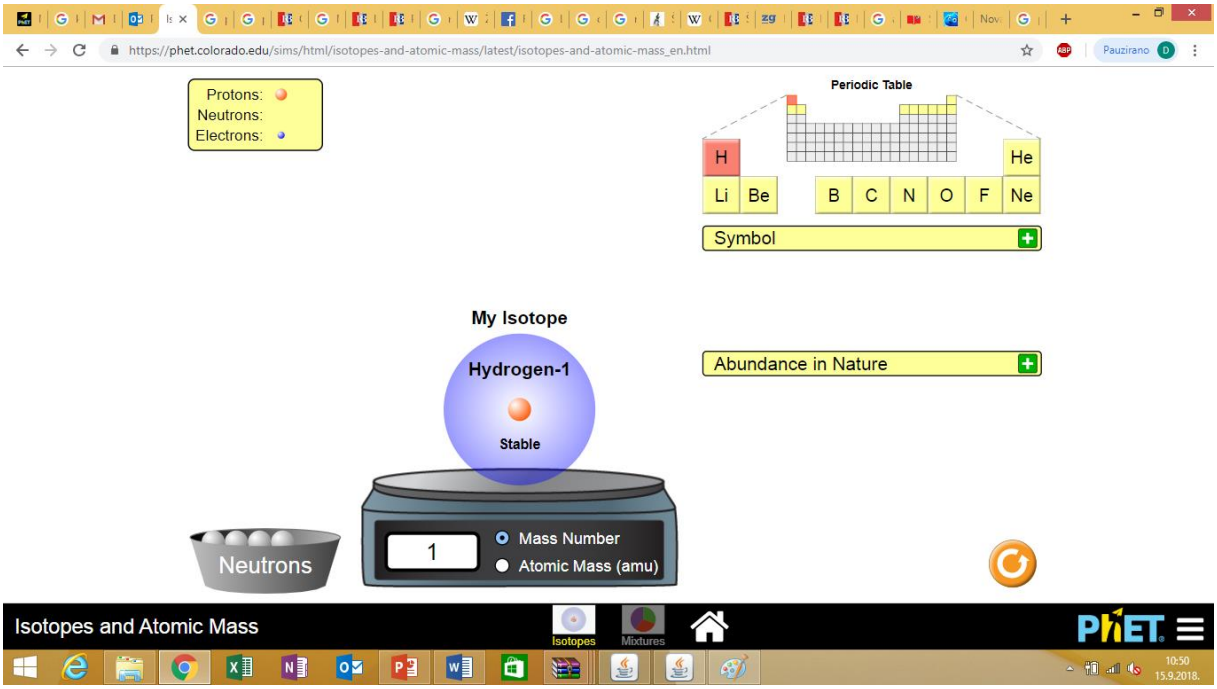
sudara su jezgre helija i neutrone koji žive 886 sekundi. Dr.sc. Uroić će učenicima pokazati kako se dobivaju i analiziraju podaci mjerenja u kojima se određuje intenzitet i energija pojedinih raspada.



Slika 8. Kontrolna ploča Cockcroft-Walton akceleratora

Po povratku u razred nastavnik s učenicima razgovara o posjetu. Što ih se najviše dojmilo, što su novo vidjeli i što misle o samom laboratoriju i znanstvenim istraživanjima koja se u njemu provode. Nastavnik učenicima može zadati istraživanje o razvoju nuklearne fizike i fizičara koji su se bavili nuklearnom fizikom. Nakon toga prikupljeni podaci označit će se na pripremljenu široku traku od papira zalijepljenu na zid učionice te će se tako napraviti lenta vremena.

Budući da u današnje vrijeme gotovo sve škole imaju informatičku učionicu moguće je s učenicima otići u tu učionicu i pomoću apletta P provesti sat. Na početku sata ponoviti će od čega se sastoje atomi, maseni i atomski broj te što su izotopi. Nastavnik učenike podijeli u parove te ih uputi na web stranice sa simulacijom[30].

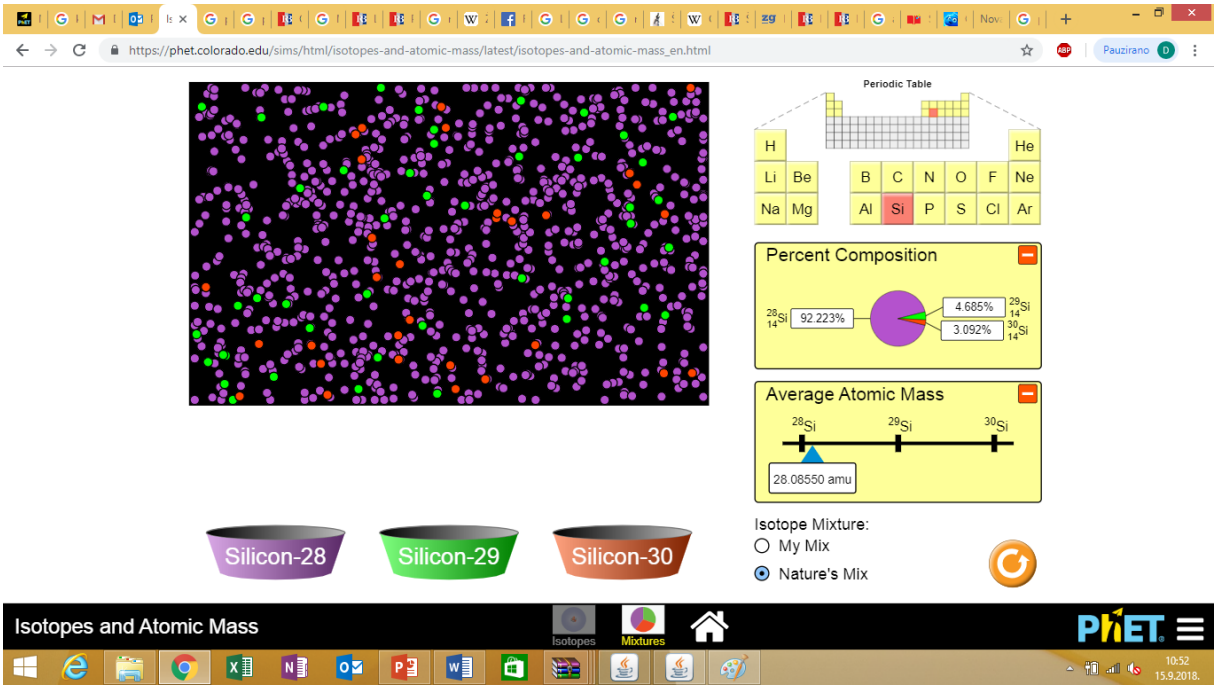



Slika 9. Phet simulacija prikaza atoma vodika[31]

Učenici mogu sami odabrati elemente te dodavati ili oduzimati neutrone, dobivati izotope tih elemenata. Također će biti prikazan broj elektrona, protona i neutrona te će moći vidjeti kolika je atomska masa elemenata i postoje li izotopi koje su simulirali u prirodi. Ovom simulacijom

[30] PhET simulacije, https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_en.html
[31] PhET simulacije, https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_en.html, preuzeto 10.9.2018.

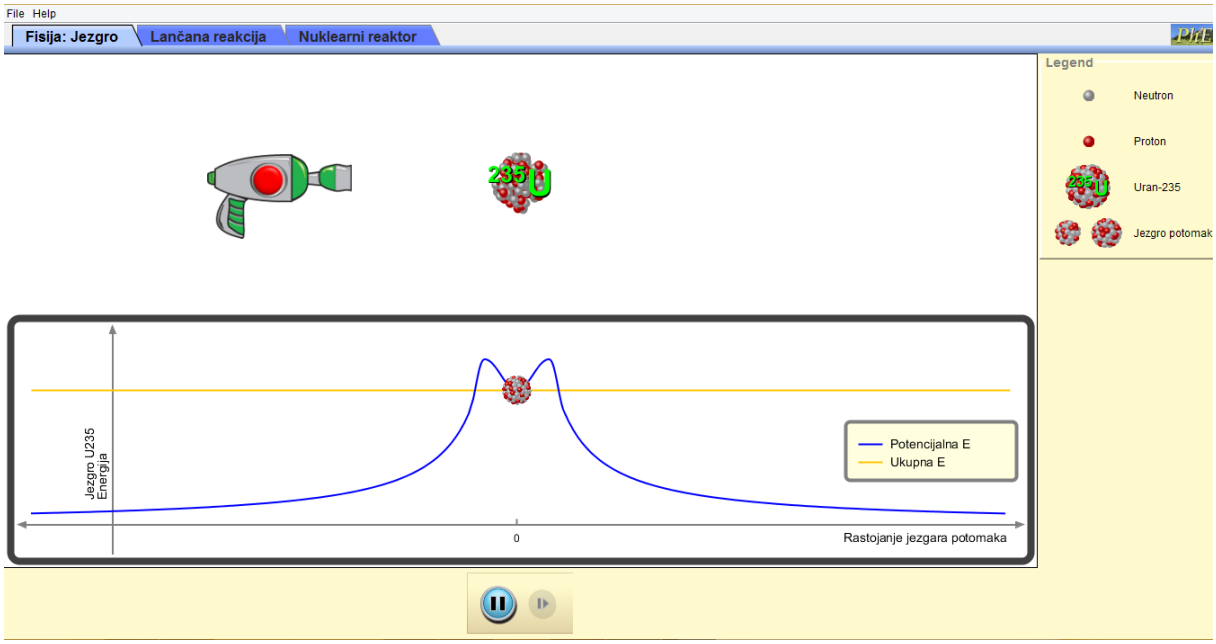
učenici će također moći vidjeti kolika je prosječna atomska masa elemenata s obzirom na broj i masu svojih izotopa.



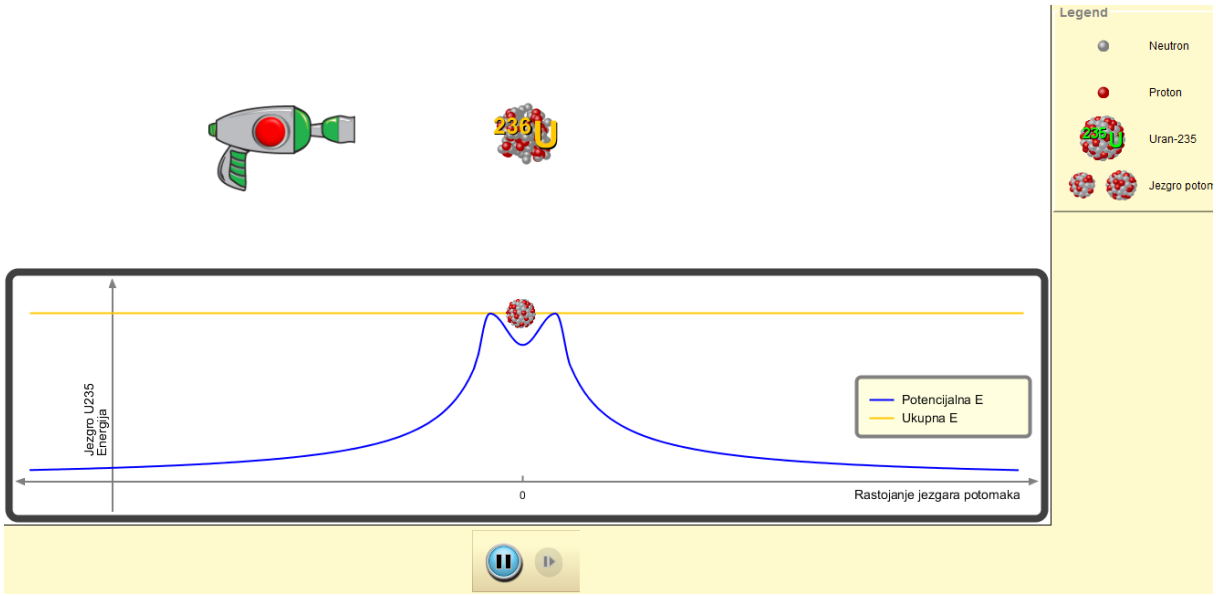

Slika 10. Prikaz mnoštva izotopa silicija u Phet simulaciji[32]

Osim toga postoji interaktivna simulacija u kojoj se jezgru $^{235}U$ gađa neutronima koji jezgri daju energiju i uzrokuju fisiju. Nastavnik će učenike uputiti na web stranicu[33]. Od učenika nastavnik će tražiti da pomoću simulacija objasne fisiju i nusprodukte fisijskog događaja. Učenike će uputiti da kliknu na Nuklearni reaktor te će pomoću simulacije moći objasniti kako radi nuklearni reaktor te čemu služe kontrolne šipke.

[32] https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_en.html, preuzeto 10.9.2018.
[33] PhET, https://phet.colorado.edu/bs/simulation/legacy/nuclear-fission

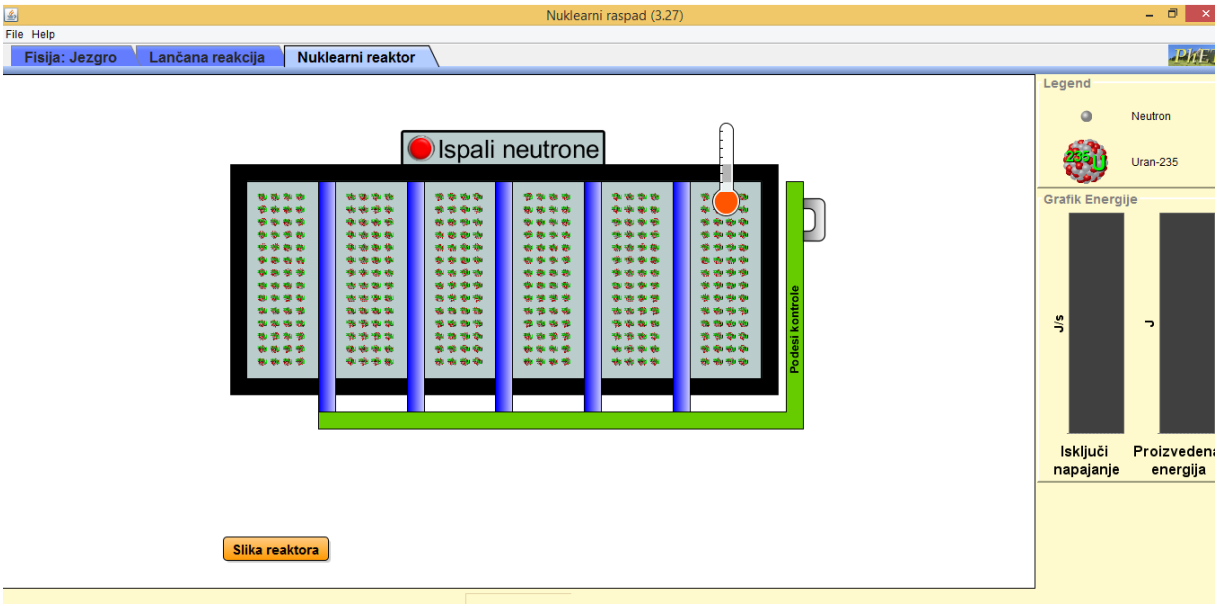



Slika 11. Simulacija jezgra urana $^{235}U$ prije gađanja neutronom[34]

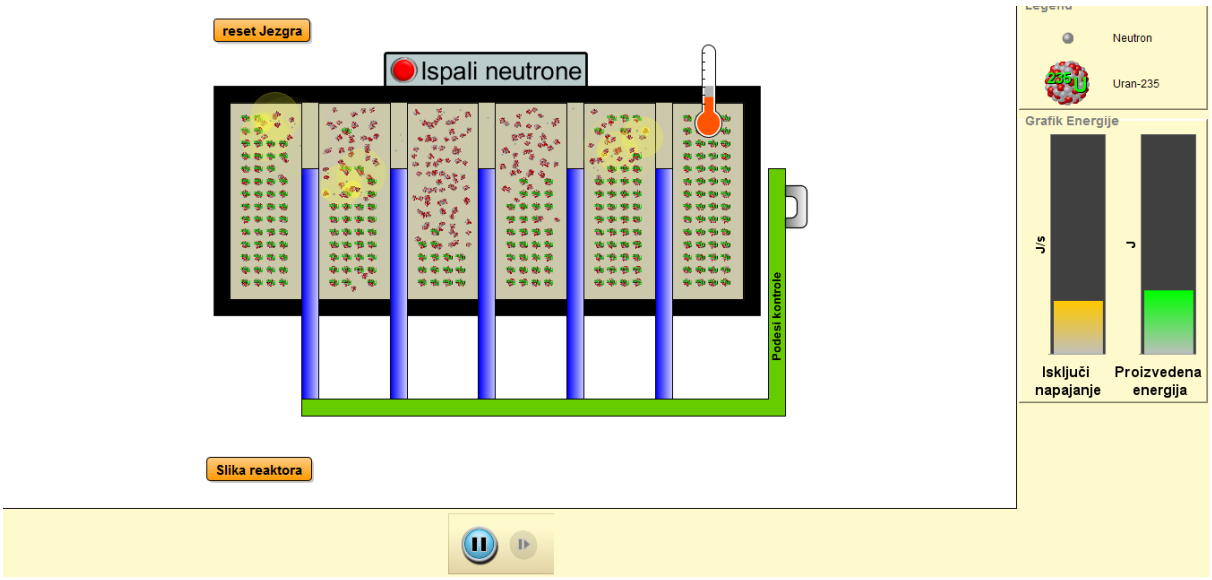



Slika 12. Simulacija jezgra urana $^{236}U$ poslije gađanja neutronom[35]

[34] PhET, https://phet.colorado.edu/bs/simulation/legacy/nuclear-fission, preuzeto 10.9.2018.
[35] PhET, https://phet.colorado.edu/bs/simulation/legacy/nuclear-fission, preuzeto 10.9.2018.




Slika 13. Prikaz nuklearnog reaktora[36]




Slika 12. Simulacija ispaljivanja neutrona i pomicanja rešetke nuklearnog reaktora[37]

Simulacija će pomoći u boljem razumijevanju viđenog prilikom posjeta Laboratoriju za nuklearnu fiziku.

[36] PhET, https://phet.colorado.edu/bs/simulation/legacy/nuclear-fission, preuzeto 10.9.2018
[37] PhET, https://phet.colorado.edu/bs/simulation/legacy/nuclear-fission, preuzeto 10.9.2018

# 6 Zaključak

Znanstvene institucije i laboratoriji sve više otvaraju svoja vrata svim uzrastima. Radi se puno na popularizaciji znanosti i približavanju znanstvenih otkrića širim masama. Kroz posjete takvim institucijama između ostalog motivira se posjetitelje da se zainteresiraju za znanost i koliko je ona važna. Posjetom će proširiti i povezati teorijski stečena znanja s praktičnim dijelom viđenim u laboratoriju pa tako fiziku neće više doživljavati kao apstraktnu i neprimjenjivu znanost.

Metodike nastave fizike na Prirodoslovno matematičkom fakultetu potiču nastavnike da koriste sve mogućnosti novog kurikuluma pa i posjete znanstvenim institucijama. Nastavnici i znanstvenici imaju važnu ulogu u obrazovanju jer svoj pristupom i prenošenjem znanja mogu utjecati na pozitivan ili negativan stav učenika prema fizici i znanosti općenito. Nastava obogaćena posjetima i izvanučioničkom nastavom omogućava učenicima lakše razumijevanje i usvajanje novih sadržaja. Važna je priprema, ali i rasprava nakon posjeta.

Učenici će u Laboratoriju za femtosekundnu lasersku spektroskopiju i ultrahladne atome imati priliku vidjeti laboratorijsku opremu koje nema u školama te način na koji se koristi pri istraživanjima. Kako bi učenici mogli dočarati eksperimente koji se zbog sigurnosnih ili nedostatka opreme ne mogu izvesti u učionici možemo koristiti besplatno dostupne računalne simulacije kojim su pokazani principi rada nuklearnog reaktora i fisijska reakcija.

Suradnjom Instituta Ruđer Bošković sa obrazovnim institucijama (vrtići, škole, sveučilište) potiče se interes mladih naraštaja za STEM područjem pa tako i fizikom. Kao nastavnici koji obrazuju nove generacije imamo obavezu motivirati učenike za znanje i znanost u cjelini. Jedan od načina ostvarivanja tog cilja je odlazak s učenicima u posjet znanstvenim laboratorijima.

# 7 Literatura


1. Pravilnik o izvođenju izleta, ekskurzija i drugih odgojno obrazovnih aktivnosti izvan škole

2. Bround M. and Reiss M., Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning

3. Dimopoulos K., Koulaidis V, School Visits of Research Laboratory as Non- Formal Education

4. Rennie, L. J., & Mcclafferty, T. P. (1996). Science centres and science learning, Studies in Science Education

5. Kisiel, J.: *Understanding Elementary Teacher Motivations for Science Fieldtrips*, Wiley InterScience, Los Angeles, 2005

6. Institut za fiziku, Zagreb, http://www.ifs.hr/institute/ ; http://cold.ifs.hr/resources/image-gallery/ [1.6.2018]

7. Luka Cavaliere Lokas, seminarski rad Hlađenje atoma optičkim frekventnim češljem, Zagreb 2017., preuzeto s http://cold.ifs.hr/wp-content/uploads/2014/06/llokas_psei.pdf

8. Power Point Prezentacija dr.sc. Ticijane Ban, ustupljeno 3.7.2018.

9. Institut Ruđer Bošković, https://www.irb.hr/O-IRB-u; https://www.irb.hr/O-IRB-u/Informacije-za-posjetitelje; https://www.irb.hr/Dogadanja/Na-Institutu/Otvoreni-dani-IRB-a/Ruta-C/Setnja-dolinom-atomskih-jezgara-Neutronski-generator [1.6.2018]

10. PhET interactive simulations, University of Colorado, Boulder, https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_en.html; https://phet.colorado.edu/bs/simulation/legacy/nuclear-fission [1.6.2018]

11. Obrazac Suglasnost roditelja terenska nastava posjet Hiži of eksperimentov, ustupila profesorica Josipa Mesić, 10.9.2018

## Sažetak

Obrazovni sustav u Republici Hrvatskoj još uvijek je koncipiran na učenju u učionici. Promjenom kurikuluma, teži se tome da se sustav unaprijedi izlaskom iz učionice i da se učenicima omogući obrazovanje koje će moći primijeniti u svakodnevnom životu. Nastavnicima će biti dana veća autonomija te će samim time biti kreativniji u radu koji podrazumijeva i organiziranje posjeta institucijama u okviru terenske nastave. Posjet znanstvenom laboratoriju, mjestu gdje znanstvenici istražuju, može biti izuzetno je vrijedan dio suvremenog znanstvenog (STEM) obrazovanja učenika. Na konkretnom primjeru dva vrhunska istraživačka laboratorija u Zagrebu pokazano je što djeca mogu naučiti i koji su elementi i metode dostupni u izvedbi ovakvog oblika nastave.


Ključne riječi: suvremeno obrazovanje, znanstveno obrazovanje, STEM, terenska nastava

## Summary

Physics education out of the classroom: The visit to the scientific laboratory

The education system in the Republic of Croatia is still conceived for learning in the classroom. By changing the curriculum, the aim is to improve the system by going out of the classroom and enabling the students to apply the education they will be able to apply in their daily lives. Teachers will be given greater autonomy and will be more creative in the work that implies organizing visits to institutions within field teaching. Visit to a scientific laboratory, a place where scientists explore, can be an extremely valuable part of the contemporary scientific (STEM) education of students. In a concrete example of the two top research laboratories in Zagreb we have shown what children can learn and which elements and methods are available in the performance of this type of teaching.

Key words: modern education, science education, STEM, out of class education

## Životopis

Snježana Bračun rođena je u 28.6.1990. godine u Zagrebu. Školovala se u Zagrebu. Završila je Osnovnu školu Rudeš nakon koje upisuje Gimnaziju Lucijana Vranjanina. Upisuje Prirodoslovno-matematički fakultet 2009. godine.