Žene u fizici

Martić, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Physics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:160:689919

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

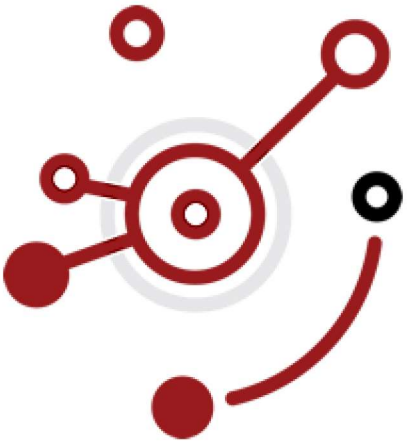
Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of Physics in Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA FIZIKU



IVANA MARTIĆ

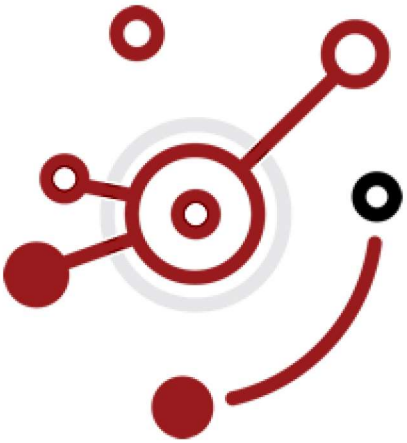
ŽENE U FIZICI

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA FIZIKU



IVANA MARTIĆ

ŽENE U FIZICI

Završni rad

Predložen Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku radi stjecanja zvanja prvostupnice fizike

Osijek, 2019.

Ovaj završni rad izrađen je u Osijeku pod vodstvom mentorice doc. dr. sc. Maje Varga Pajtler u sklopu Sveučilišnog preddiplomskog studija Fizike na Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Međunarodna konferencija 2

3. Istraživanja 4

4. Svjetske fizičarke 9

4.1 Hypatia 12

5. Hrvatske fizičarke 15

5.1 Dijana Dominis Prester 16

5.2 Vernesa Smolčić 18

6. Važnost teme 21

7. Zaključak 22

8. Literatura 23

Životopis 25

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Završni rad

Odjel za fiziku

ŽENE U FIZICI

IVANA MARTIĆ

Sažetak

Ovaj završni rad započet ćemo prvom međunarodnom konferencijom na temu Žene u fizici. Dalje ćemo, kroz grafičke prikaze rezultata istraživanja Američkog fizikalnog društva o broju znanstvenica na području fizike, uočiti suštinu problema opisanog u ovom radu. Zatim prolazimo kroz popis svjetskih fizičarki, koji zaključujemo kratkom biografijom o Hypatiji - prvoj fizičarki u povijesti. Nakon toga upoznajemo se i sa fizičarkama u Hrvatskoj te doznajemo nešto više o Dijani Dominis Prester i Vernesi Smolčić. Rad zaključujemo tekstom koji ukazuje na važnost teme.

Rad je pohranjen u knjižnici Odjela za fiziku

Ključne riječi: prva međunarodna konferencija/Hypatia/Dijana Dominis Prester/Vernesa Smolčić

Mentorica: doc. dr. sc. Maja Varga Pajtler

Ocjenjivači:

Rad prihvaćen: odlukom Odbora za završne radove

University Josip Juraj Strossmayer Osijek Bachelor of Physics Thesis

Department of Physics

ŽENE U FIZICI

IVANA MARTIĆ

Abstract

We will start this Bachelor thesis with the First International Conference on Women in physics. Then, through American Physical Society's graphical representations on the number of women scientists in the field of physics, we will see the aim of the problem described in this thesis. After that, we will go through the list of women physicists in the world, concluding with a short biography of Hypatia - first female physicist in the history. Then, we will introduce women in physics in Croatia, with emphasis on Dijana Dominis Prester and Vernesa Smolčić. We will end this thesis with a text about the importance of the topic.

Thesis deposited in Department of Physics library

Keywords: First International Conference/Hypatia/Dijana Dominis Prester/Vernesa Smolčić

Supervisors: doc. dr. sc. Maja Varga Pajtler

Reviewers:

Thesis accepted: by decision of the Committee for Bachelor thesis

1. Uvod

Još od najranijih vremena žene su imale svoju ulogu u razvoju znanosti. No, kroz povijest, obrazovanje žena nije bilo jednako cijenjeno kao obrazovanje njihovih muških kolega. Iako je od tako rigoroznih vremena prošao dug vremenski period, posljedice takvog društvenog ustroja osjećaju se, kako u društvu, tako i u znanosti, i danas. Cilj ovog završnog rada je, stoga, ukazati na problem malog broja žena u fizici, posebice u odnosu na ostala STEM područja, te na poteškoće s kojima se fizičarke suočavaju tijekom svoje znanstvene karijere. Osim toga, ovaj rad služi i kao podsjetnik na velika postignuća mnogih žena na području fizike kako u svijetu tako i u Hrvatskoj. Problem uključivanja žena u znanost je zapravo samo početak; bitno je shvatiti važnost uključivanja pripadnika svih slojeva društva, rasa i spolova u znanost jer razvitkom znanosti razvija se cjelokupno društveno stanje. Naposljetku, moramo se složiti s riječima NASA-ine ambasadorice Nichelle Nichols; "znanost nije igra za dječake kao što nije ni igra za djevojčice, znanost je igra za sve"[1].

2. Međunarodna konferencija

2002. godine u Parizu je održana prva međunarodna konferencija koja se bavila problemima žena u fizici (*IUPAP International Conference on Women in Physics*), na kojoj je sudjelovalo oko 300 fizičara iz 65 zemalja. Slika 1 prikazuje znanstvenike okupljene na konferenciji.

Slika 1: Prva međunarodna konferencija na temu Žene u fizici [2]

Pitanja zbog kojih je održana prva konferencija i na koja se tijekom nje pokušavalo odgovoriti su mnogobrojna, ali se ona mogu sažeti u dva najobuhvatnija: zašto su žene slabo zastupljene u fizici te kako se može riješiti taj problem. Na konferenciji je zaključeno da većina problema leži u društvu, a da se sam problem, u određenoj mjeri, razlikuje od države do države. Društvo od žena očekuje da one moraju uravnoteživati karijeru i obiteljski život. Problem je, osim toga, u vrlo čestoj diskriminaciji žena na radnom mjestu. Pitanje zašto je to tako zajedničko je svim zemljama čiji su predstavnici sudjelovali u konferenciji. Međutim rješenje se ne može provesti svugdje na isti način, upravo zbog

razlika u društvenim normama između različitih država, i zato je problem žena u znanosti, prvenstveno u fizici, mnogo veći nego što se to čini na prvi pogled.

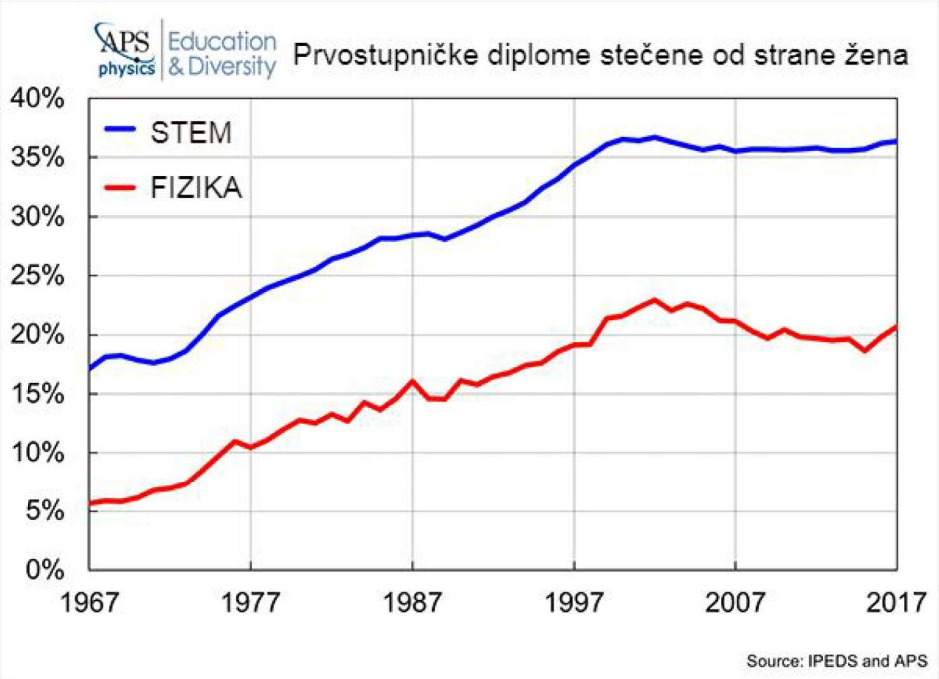
Da se od žena i danas očekuje da vode živote drugačije od njihovih muških kolega svjedoče i riječi indijske znanstvenice koja je sudjelovala na konferenciji. Ona je izjavila kako je u Indiji za sklapanje braka poželjno da žena ima diplomu magistra, ali ipak nije poželjno da žena upisuje doktorski studij.

Na konferenciji je ukazano i na istraživanje iz 1999.[3] koje je pokazalo da znanstvenice sa MIT-a (*Massachusetts Institute of Technology*) zarađuju manje od svojih muških kolega te da im je u laboratoriju dodjeljivano manje prostora. Mnoga istraživanja nakon toga su pokazala da ni na drugim sveučilištima situacija nije bolja.

Konferencije se nakon 2002. održavaju svake 3 godine u drugoj zemlji, ali na istu temu; 2005. održana je u Brazilu, 2008. u Južnoj Koreji, 2011. u Južnoafričkoj Republici, 2014. u Kanadi te 2017. u Ujedinjenom Kraljevstvu.

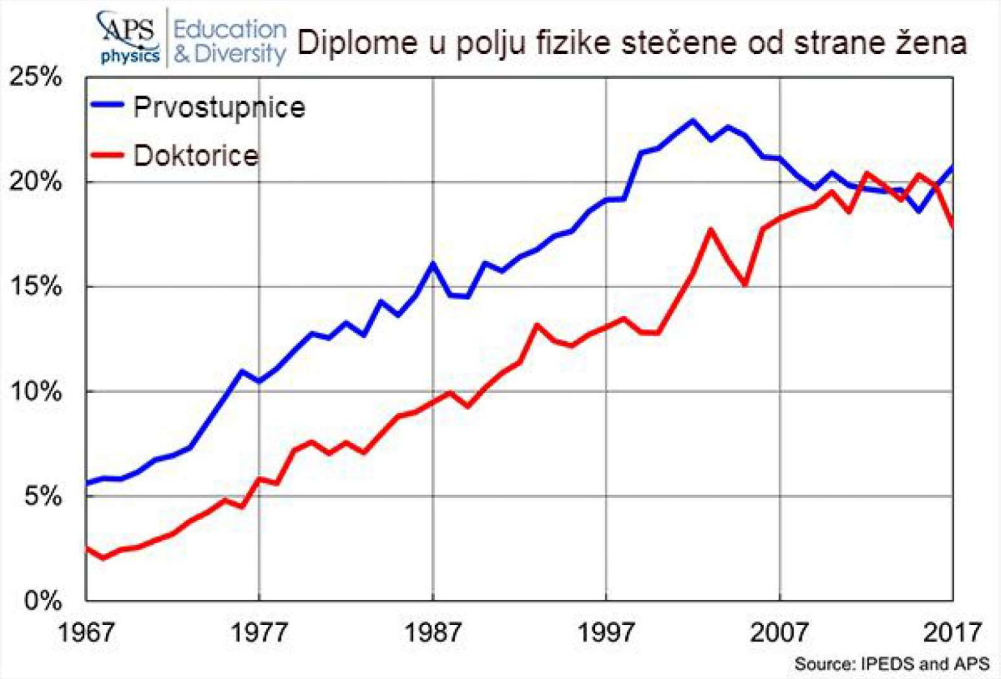
3. Istraživanja

Američko fizikalno društvo (*APS - American Physical Society*) sakuplja statističke podatke o broju žena u fizici na području Sjedinjenih Američkih Država. Sljedeći grafovi prikazuju dobivene rezultate.



Slika 2: Plava linija označava postotak diploma prvostupnica u STEM području u odnosu na ukupan broj prvostupničkih diploma u tom području tijekom godina. Crvena linija označava postotak diploma prvostupnica u polju fizike u odnosu na ukupan broj prvostupničkih diploma u polju fizike [4]

Plava linija na Slici 2 označava postotak diploma prvostupnica u STEM području u odnosu na ukupan broj prvostupničkih diploma u tom području tijekom godina, dok crvena linija označava postotak diploma prvostupnica u polju fizike u odnosu na ukupan broj prvostupničkih diploma u polju fizike. Vidimo da 2017. prvostupnice fizike zauzimaju tek nešto više od 20% sveukupnog broja prvostupničkih diploma na polju fizike, dok prvostupnice ostalih STEM područja zauzimaju gotovo 40%, iz čega zaključujemo da je problem o kojem govori ovaj radi vrlo prisutan u znanosti danas.

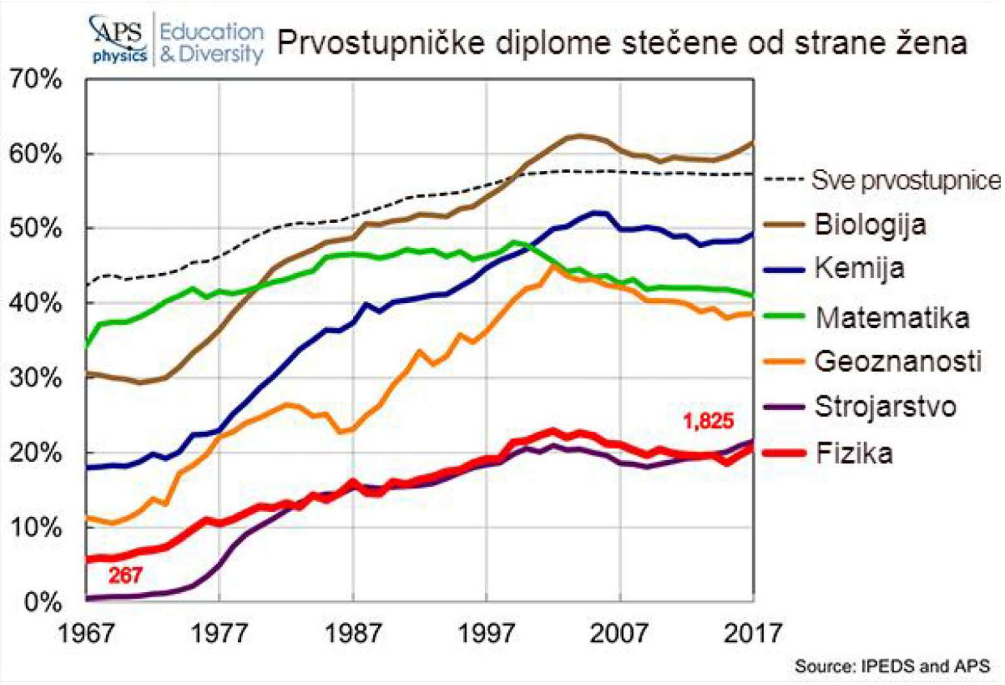


Slika 3: Plava linija označava postotak diploma prvostupnica u području fizike u odnosu na ukupan broj prvostupničkih diploma u tom području tijekom godina. Crvena linija označava postotak diploma doktorica u polju fizike u odnosu na ukupan broj doktorskih diploma u polju fizike [5]

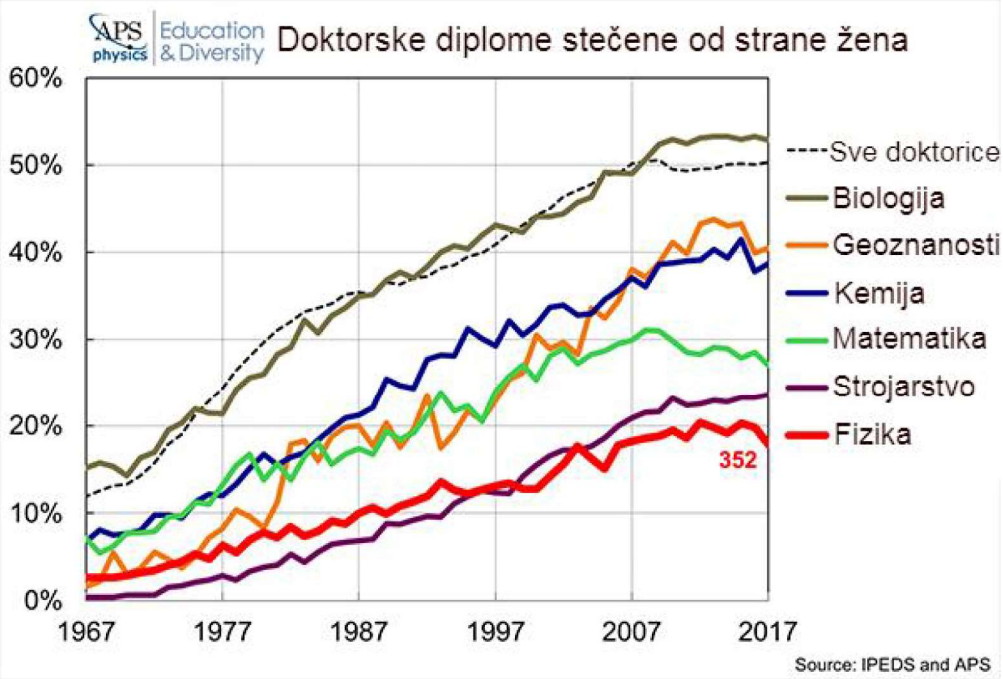
Slika 3 prikazuje postotak žena u SAD-u kojima je dodijeljena diploma sveučilišne prvostupnice (plavi graf) i diploma doktorskog studija (crveni graf) tijekom perioda od 50 godina u odnosu na ukupan broj prvostupničkih/doktorskih diploma dodijeljenih u tom području. 2017. vidimo pad i broja znanstvenica sa diplomom prvostupnice i broja znanstvenica sa diplomom doktorskog studija u odnosu na nekoliko godina ranije.

Grafovi na Slikama 4 i 5 prikazuju postotak diplomiranih prvostupnica odnosno doktorica fizike u odnosu na ukupan broj dodijeljenih prvostupničkih/doktorskih diploma na području fizike te postotak diplomiranih prvostupnica/doktorica u ostalim STEM područjima u odnosu na ukupan broj dodijeljenih diploma u pojedinom STEM području. Sa Slike 4 očitavamo da, iako je postotak prvostupnica strojarstva tijekom godina bio najniži u odnosu na ostala STEM područja, fizika se 2017. našla na posljednjem mjestu s 1825 diploma dodijeljenih prvostupnicama. Uvjerljivo veći postotak

diploma dodijeljenih prvostupnicama imaju sva ostala područja. S grafa prikazanog na Slici 5 možemo vidjeti da situacija nije bolja ni s brojem doktorskih diploma dodijeljenih ženama od 1967. do 2017. godine. Sa Slike 5 očitavamo da se fizika 2017. ponovno našla na posljednjem mjestu sa samo 352 diplome dodijeljene doktoricama fizike. To ukazuje na problem jer je fizika 1967. godine imala više diplomiranih doktorica nego strojarstvo ili geoznanosti, ali broj diplomiranih doktorica geoznanosti se od 1967. do 2017. povećao za više od 40% dok se broj doktorica fizike tijekom jednakog razdoblja povećao tek za manje od 20%. Iz grafova također vidimo da se broj prvostupnica i doktorica fizike povećava ali da je taj broj i dalje puno manji u odnosu na ostala područja. Smeđa linija predstavlja postotak žena sa prvostupničkom (Slika 4) ili doktorskom diplomom (Slika 5) na polju biologije, plava na polju kemije, zelena na polju matematike i statistike, narančasta na području geoznanosti, ljubičasta na polju strojarstva te crvena na polju fizike, svi postotci su izraženi u odnosu na ukupan broj dodijeljenih diploma u pojedinom području tijekom godina. Isprekidana crna linija predstavlja postotak prvostupničkih tj. doktorskih diploma dodijeljenih ženama u odnosu na ukupan broj dodijeljenih prvostupničkih/doktorskih diploma tijekom godina (uključujući sva područja ne samo područja navedena na slikama).



Slika 4: Smeđa linija predstavlja postotak prvostupnica na polju biologije, plava na polju kemije, zelena na polju matematike i statistike, narančasta na području geoznanosti, ljubičasta na polju strojarstva te crvena na polju fizike, svi postoci su izraženi u odnosu na ukupan broj dodijeljenih prvostupničkih diploma u pojedinom području tijekom godina. Isprekidana crna linija predstavlja postotak prvostupnica u odnosu na ukupan broj dodijeljenih prvostupničkih diploma tijekom godina [6]



Slika 5: Smeđa linija predstavlja postotak doktorica znanosti na polju biologije, plava na polju kemije, zelena na polju matematike i statistike, narančasta na području geoznanosti, ljubičasta na polju strojarstva te crvena na polju fizike; svi postoci su izraženi u odnosu na ukupan broj dodijeljenih doktorskih diploma u pojedinom području tijekom godina. Isprekidana crna linija predstavlja postotak doktorica znanosti u odnosu na ukupan broj dodijeljenih doktorskih diploma tijekom godina [7]

Iz grafova se lako uočava da se broj fizičarki povećava tijekom godina. Međutim i najveći postotak koji iz grafova očitavamo (ispod 25%) i dalje je iznimno nezadovoljavajući te ponovno upućuje na lošu zastupljenost žena u fizici. Problem je još očitiji kada usporedimo broj žena u fizici s brojem žena

u drugim STEM područjima kao što su to npr. matematika, biologija ili kemija. Uzroci za takvu situaciju su mnogobrojni, ali ako krenemo od djevojaka koje trenutno prolaze kroz osnovnoškolsko ili srednjoškolsko obrazovanje, možemo reći da zbog nedovoljno dobivenih informacija (tijekom nastave fizike) o fizičarkama koje su mijenjale svijet, odnosno o ženama koje bi im mogle služiti kao uzor, dolazi do manjka zanimanje za fiziku; tome doprinosi i široko uvriježeno mišljenje, nastalo prvenstveno iz neadekvatnih medijskih izvora, da je za bavljenje fizikom potreban visoko razvijen intelekt – prema nekima do razine genija, što također dovodi studiranje fizike u nezahvalan položaj jer činjenicu da se sve trudom može postići odnosi u zaborav. Istraživanje IFS-a (*Institute for Fiscal Studies*) [8], koje je provedeno s ciljem boljeg razumijevanja okolnosti koje dovode do toga da se tako mali broj djevojaka odlučuje za detaljnije studiranje fizike ili fizikalnih predmeta, pokazalo je kako je veliki dio problema samopouzdanje; djevojke unaprijed smatraju da neće dobro napisati određeni test iz fizike (što nije slučaj i za ostale predmete). 67% ispitanih djevojaka smatra da u svim STEM poljima dominiraju muškarci, a 68% ispitanih nastavnika slaže s tvrdnjom da se djevojke osjećaju obeshrabreno ako njihovo zanimanje za STEM područje ne dijele njihove vršnjakinje, iz tih podataka vidimo da moramo poraditi na mijenjaju rodnih uloga, a ponajviše na samopouzdanju djevojčica.

4. Svjetske fizičarke

U Tablici 1 nalaze imena nekih istaknutih svjetskih fizičarki poredana kronološki sa glavnim područjima njihovog proučavanje. Tablica je napravljena s ciljem ukazivanja na mnogobrojne žene koje su pridonijele znanosti ali s kojima nažalost većina društva nije upoznata. U ovome smo radu već govorili o tome kako je jedan od najvećih uzroka za neopredjeljivanje žena za bavljenje fizikom nedostatak uzora pa se s ovim popisom pokušava naglasiti kako uzori ipak postoje, ali mladi o njima nisu informirani. Naravno, medijska pažnja danas igra važnu ulogu jer učenici žele nekoga na koga se mogu ugledati iz dana u dan i kome mogu pristupiti kroz medije koje svakodnevno koriste. Ova tablica sadrži imena žena čije biografije učenici mnogu pronaći jednostavnim internetskim pretraživanjem, a čiji im znanstveni uspjesi te prepreke s kojima su se susretale mogu uvelike služiti kao lekcija i ulijevati snagu tijekom težih trenutaka njihovog obrazovanja. Naravno, postoje još mnoge znanstvenice koje nisu navedene te čije se rad također ne smije zapostaviti.

U daljnjem radu upoznati ćemo se sa životom Hypatije, prve fizičarke u povijesti. Hypatia je izdvojena u ovom radu jer je kroz svoj život i tragičnu smrt objedinila živote mnogih fizičarki koje su bile izopćene iz društva zbog svoje ljubavi prema znanosti.

Tablica 1: Istaknute svjetske fizičarke i njihova glavna područja istraživanja

Ime i prezime	Godina rođenja – godina smrti	Područje fizike
Hypatia	350./370. – 415.	astronomija
Laura Bassi	1711. - 1778.	klasična mehanika
Annie Jump Cannon	1863. - 1941.	astronomija
Margrete Heiberg Bose	1865. - 1952.	eksperimentalna fizika
Maria Skłodowska-Curie	1876. - 1934.	nuklearna fizika
Lise Meitner	1878. - 1968.	nuklearna fizika

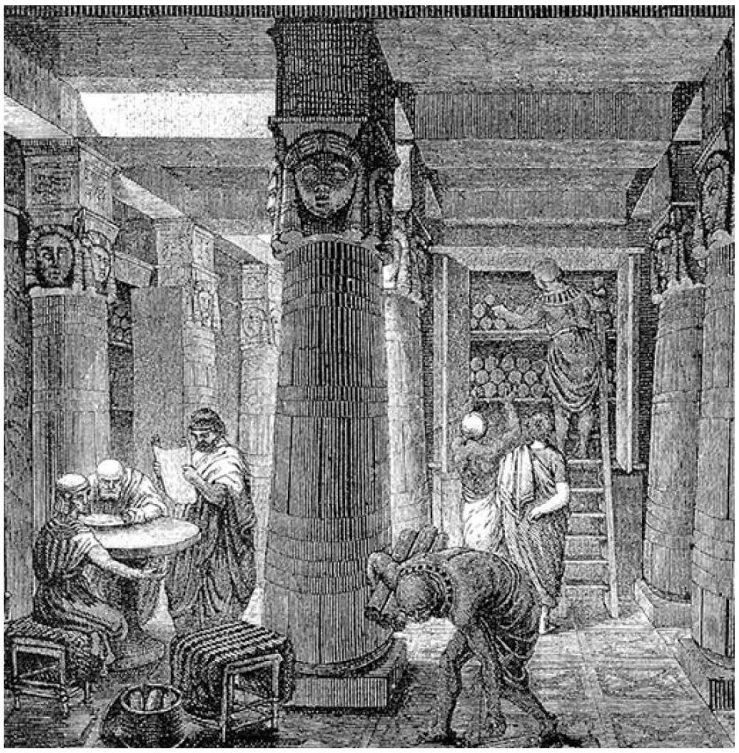
Gabriele Rabel	1880. - 1963.	teorijska fizika
Emmy Noether	1882. - 1935.	teorijska fizika
Irène Joliot-Curie	1897. - 1956.	nuklearna fizika
Cecilia Payne-Gaposchkin	1900. - 1979.	astronomija
Bertha Swirles	1903. - 1999.	kvantna mehanika
Carolina Henriette MacGillavry	1904. - 1993.	kvantna mehanika
Maria Goeppert Mayer	1906. - 1972.	nuklearna fizika
Ruby Payne-Scott	1912. - 1981.	astronomija
Chien-Shiung Wu	1912. - 1997.	nuklearna fizika
Hedy Lamarr	1914. - 2000.	elektromagnetizam
Joan Maie Freeman	1918. - 1998.	elektromagnetizam
Rosalind Franklin	1920. - 1959.	fizikalna kemija
Phyllis S. Freier	1921. - 1992.	astrofizika
Rosalyn Yalow	1921. - 2011.	medicinska fizika
Ursula Franklin	1921. - 2016.	fizika kondenzirane materije
Massimilla Baldo-Ceolin	1924. - 2011.	fizika elementarnih čestica
Bice Sechi-Zorn	1928. - 1984.	nuklearna fizika
Vera Rubin	1928. - 2016.	astronomija
Bimla Buti	1933. -	fizika plazme
Mary Katharine Gaillard	1939. -	fizika elementarnih čestica
Valerie Gibson	1939. -	fizika elementarnih čestica
Lorella Jones	1943. - 1995.	računalna fizika
Jocelyn Bell Burnell	1943. -	astrofizika

Helen Quinn	1943. -	fizika elementarnih čestica
Sandra Faber	1944. -	astrofizika
Shirley Ann Jackson	1946. -	fizika kondenzirane materije
Ann Nelson	1958. -	fizika elementarnih čestica
Lene Hau	1959. -	primijenjena fizika
Donna Strickland	1959. -	optika
Marcia Barbosa	1960. -	dinamika fluida
Fabiola Gianotti	1960. -	fizika elementarnih čestica
Ulrike Diebold	1961. -	fizika kondenzirane materije
Marcela Carena	1962. -	fizika elementarnih čestica
Lisa Randall	1962. -	fizika elementarnih čestica i kozmologija
Anja Cetti Andersen	1965. -	astronomija i astrofizika
Andrea Mia Ghez	1965. -	astronomija
Nicola Spaldin	1969. -	fizika kondenzirane materije
Eva Silverstein	1970. -	teorijska fizika i kozmologija
Maria Spiropulu	1970. -	fizika elementarnih čestica
Amanda Barnard	1971. -	računalna fizika
Sanja Damjanović	1972. -	fizika elementarnih čestica
Pamela L. Gay	1973. -	astronomija
Tanya Monro	1973. -	optika
Céline Bœhm	1974. -	astročestična fizika
Naomi Ginsberg	1979. -	optika

4.1 Hypatia

Hypatia (Slika 6) je bila grčka filozofkinja, fizičarka i matematičarka. Kćerka Theona iz Aleksandrije, jednog od vodećih matematičara svoga doba, čija je postignuća, mnogi smatraju, tijekom svog životnog vijeka i prestigla. Hypatia je svoje školovanje stekla u Aleksandrijskoj knjižnici (Slika 7) u kojoj je njen otac radio kao profesor, a koja je predstavljala znanstveno–istraživački centar koji je okupljao sve najveće umove Aleksandrije. U suradnji s ocem, kao vrlo mlada, počela je držati predavanja iz astronomije, matematike i filozofije, te je držala i javne tribine. Naposljetku je postala i voditeljica filozofske škole u kojoj su se okupljali matematičari i nekršćanski filozofi.

Slika 6. Hypatia [9]



Slika 7: Aleksandrijska knjižnica [10]

Hypatia se smatra prvom ženskom znanstvenicom za čija djela postoji povijesni dokaz i zato nam je jako važno izdvojiti ju u ovom radu. Neki izvodi navode da je tijekom svog znanstvenog djelovanja

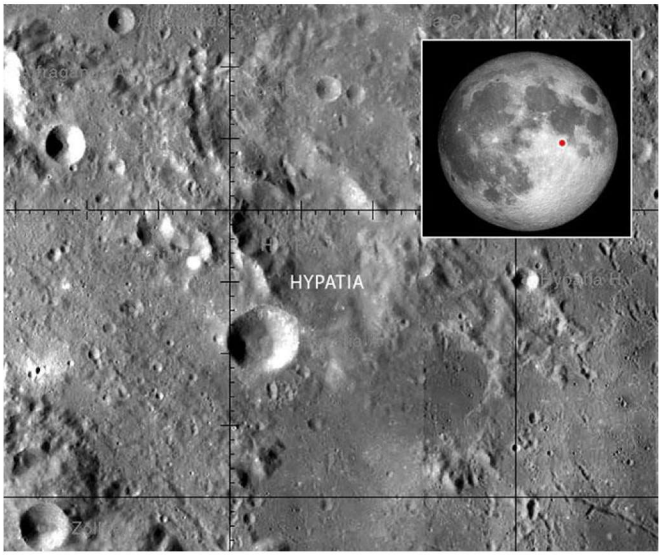
napisala mnoge knjige: uključujući osam knjiga o geometriji te 13 knjiga o algebri. Smatra se da je ona dizajnirala astronomski instrument, astrolab (Slika 8), koji se upotrebljavao za mjerenje kutova, triangulaciju, određivanje vremena te za predviđanje položaja zvijezda i planeta, a čija je glavna uloga bila navigacijska (gdje je korišten sve do 18. stoljeća). Hypatia je pomoću astrolaba izračunavala položaje zvijezda te pravila astronomske tablice koje su koristili mornari za navigaciju a astronomi za daljnja istraživanja.

Slika 8: Astrolab, astronomski instrument koji se do 18. stoljeća koristio za navigaciju [11]

No, to su samo neka od njenih dijela, a iako nemamo uvid u cijeli njen znanstveni opus znamo da je njen utjecaj bio jako važan i služio kao veliko oslonište mnogim budućim generacijama znanstvenika.

U Aleksandriji je u to vrijeme vladala predrasuda da se matematičari, u što su tada spadali i astronomi i astrolozi, bave crnom magijom i vještičarenjem. Naravno ta predrasuda je bila još jače izražena kada je bila riječ o ženama, a vladala je većinom u kršćanskim krugovima na čijem je čelu od 412. godine bio Ćiril Aleksandrijski. Ćirilovi sljedbenici su krvnički ubili Hypatiju tijekom protupoganskih progona.

Hypatijin život i djelo i danas ostaju velika inspiracija mnogim umjetnicima i znanstvenicima. Njen život je, između ostalih opisao Charles Kingsley u romanu Hypatia, a po njoj su nazvani krater na Mjesecu (Slika 9) i planetoid (238 Hypatia).



Slika 9: Krater Hypatia na Mjesecu [12]

Hypatia se smatra prvom fizičarkom u povijesti, a njen život pun plodonosnog znanstvenog rada, označen i velikom nesrećom, objedinjuje živote mnogih znanstvenica kroz povijest.

5. Hrvatske fizičarke

U Tablici 2 nalaze se imena nekih istaknutih hrvatskih fizičarki poredana abecedno s područjima njihovog proučavanje. U tablici su izdvojene znanstvenice čiji je rad najviše zastupljen u javnosti, dok postoje i mnoge druge nenavedene znanstvenice koje prvenstveno rade na sveučilištima te čiji se rad također ne smije zapostaviti iako nemaju jednaku količinu medijske pažnje. Također, ispod tablice su navedene kratke biografije dvije fizičarke koje za svoj rad dobivaju većinu medijske pozornosti. Iz ovoga također možemo zaključiti da je problem nedostatka informiranosti o znanstvenicama u Hrvatskoj velik te da je potrebno raditi na davanju kako medijskog prostora tako i financijskih sredstava kako bi se što bolje iskoristio potencijal svih fizičarki u Hrvatskoj.

Tablica 2: Hrvatske fizičarke poredane abecedno

Ime i prezime	Područje fizike
Vesna Borjanović	fizika kondenzirane materije
Vlasta Mohaček Grošev	molekulska fizika
Vanda Grubišić	dinamika fluida
Leandra Vranješ Markić	kvantna mehanika
Nina Marković	fizika elementarnih čestica
Blaženka Melić	fizika elementarnih čestica i kozmologija
Dijana Dominis Prester	astronomija
Rajka Jurdana-Šepić	astrofizika
Vernesa Smolčić	astrofizika
Suzana Szilner	nuklearna fizika

5.1 Dijana Dominis Prester

Dijana Dominis Prester (Slika 10) titulu doktora znanosti, smjer astrofizika, stekla je u Potsdamu (Njemačka). Bila je zaposlena na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Sveučilištu u Potsdamu, Astrofizikalnom institutu u Potsdamu te na Filozofskom fakultetu u Rijeci. Trenutno je docent na Odjelu za fiziku Sveučilišta u Rijeci.

Slika 10: Dijana Dominis Prester [13]

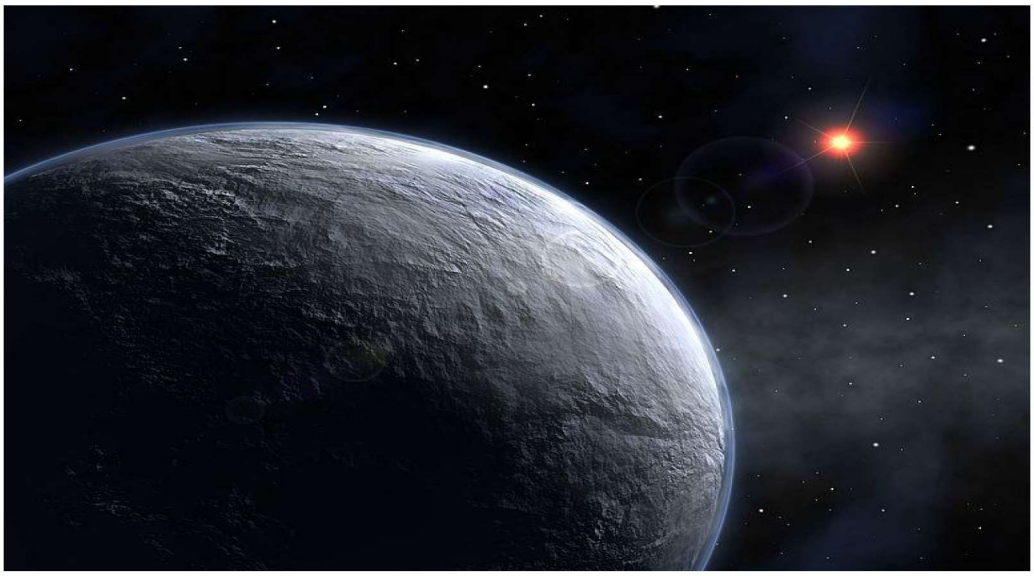
Uključena je u projekt "Dijagnostika i fizička svojstva cirkumstelarne tvari" Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa koji se provodi od 2007. godine do danas. Projektom se istražuju fizička svojstva cirkumstelarne tvari zvijezda tipa Mira u simbiotskim dvojnim sustavima i nekih mladih zvijezda koje se nalaze u ekstremnim stadijima razvoja [14]. Takvim različitim sustavima je zajedničko svojstvo prašina koja se nalazi u njihovim ovojnicama ali čije je porijeklo različito – kod Mira je mogla nastati

jakim zvjezdanim vjetrovima ili je pak mogla biti ostatak materijala koji nije iskorišten prilikom formiranja zvijezda. Projekt doprinosi kvalitetnijem poznavanju fizikalnih procesa, stanja i struktura u takvim sustavima, a sve to pomoću raznih numeričkih kodova kao što su to CLOUDY i DUSTY. Tijekom projekta će se, u suradnji s PLANET kolaboracijom i uz pomoć gravitacijskih mikroleća, izvršiti fotometrija kako bi se provjerilo postojanje cirkumstelarne tvari.

Dr. Dominis Prester od 2000. eksperimentalno usavršava svoj rad na teleskopima te je radila na koordiniraju mreže PLANET teleskopa i na usavršavanju hardvera "*Sumtrigger*" koji se koristi kako bi se postigla veća osjetljivosti eksperimenta. Četiri godine bila je dopredsjednica Hrvatskog astronomskog društva a članica je i radne skupine Hrvatskog fizikalnog društva – „Žene u fizici“. Također je pripadnica MAGIC, PLANET i LST kolaboracija.

Intenzivno se bavi i popularizacijom znanosti te je sudjelovala u organiziraju znanstvenih i edukacijskih skupova te radionica kako u Hrvatskoj tako i međunarodno.

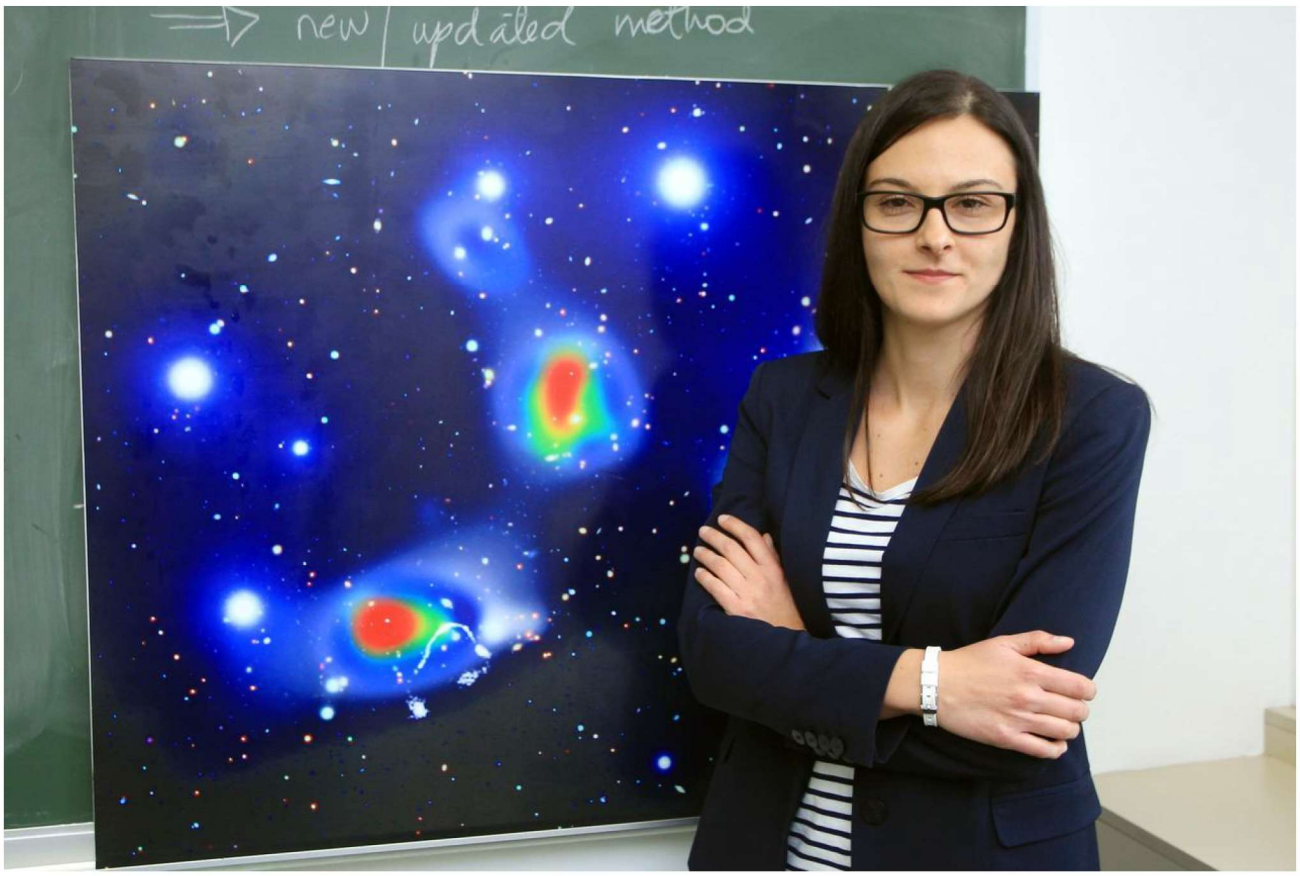
Istraživački interesi Dijane Dominis Prester, između ostalog, uključuju ekstrasolarne planete, dvojne zvijezde, gravitacijske leće, astrometriju, astročestičnu fiziku, skupove galaksija itd. Nedavno je bila i dio važnog otkrića hladnog planeta OGLE-2005-BLG-390Lb (Slika 11).



Slika 11: Planet OGLE-2005-BLG-390Lb [15]

5.2 Vernesa Smolčić

Vernesa Smolčić (Slika 12) je hrvatska astrofizičarka koja je doktorirala 2007.godine na Ruperto-Carola Sveučilištu u Heidelbergu (Njemačka). Radila je i predavala na mnogim znanstvenim ustanovama, a trenutno obnaša dužnost izvanredne profesorice na Fizičkom odsjeku Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje je na dodiplomskom i poslijediplomskom studiju uvela i tri nova kolegija. Voditeljica je i poslijediplomskog modula 'Astrofizika' unutar smjera 'Atomska i molekularna fizika i astrofizika' [16].

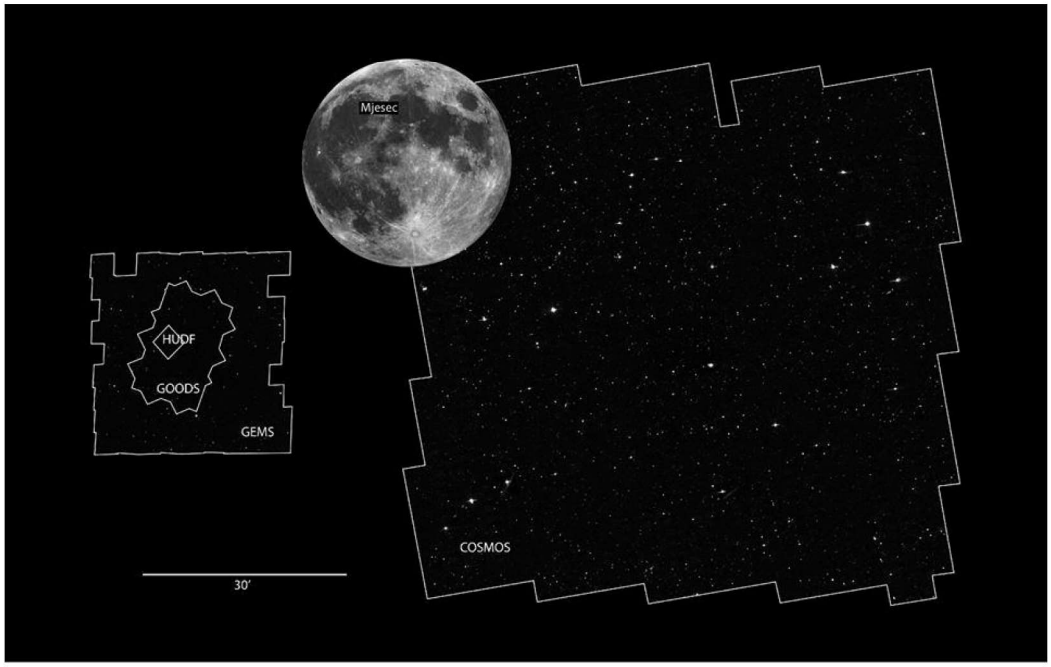


Slika 12: Vernesa Smolčić [17]

Dr. Smolčić je u svojoj dosadašnjoj karijeri održala preko 50 znanstvenih predavanja na raznim međunarodnim konferencijama, svjetskim institutima te simpozijima. Predvodi i znanstvenu sekciju Hrvatskog fizikalnog društva, a njeni istraživački interesi uključuju, između ostalog: izvangalaktičko

stvaranje zvijezda, aktivne galaktičke zvijezde, radiogalaksije te radio interferometriju. Posjeduje i zavidno iskustvo rada s teleskopima (Keck, Palomar, IRAM PdBI, ATCA, CARMA i ALMA interferometari). Vodila je mnoge projekte od kojih su najveći: COSMOS, VLA-COSMOS 3 GHz Large project, i CoSMass.

COSMOS (*Cosmic Evolution Survey*) projekt pokrenut je 2003. godine a sastojao se u fotografiranju neba Hubble teleskopom. Projekt je proistekao iz želje znanstvenika da fotografiraju do tada nezabilježeno veliku površinu neba za što je bilo potrebno 590 orbita teleskopa, a područje je bilo veliko otprilike kao da se u zamišljeni kvadrat poreda 9 punih Mjeseca (Slika 13)[18]. To fotografirano područje, te tim koji je radio na projektu također dijele naziv COSMOS. Zanimljivo je da je dr. Smolčić upravo na tom projektu započela svoju doktorsku disertaciju, a njen rad se sastojao od analiziranja radiopodataka. Danas je ona, s druge dvije znanstvenice, te nakon 15 godina postojanja projekta, voditeljica COSMOS kolaboracije koja okuplja približno 200 znanstvenika.



Slika 13: Slikoviti prikaz područja fotografiranog tijekom projekta COSMOS [19]

Međunarodne timove ljudi vodila je i tijekom VLA-COSMOS 3 GHz Large i CoSMass projekata. U sklopu CoSMass projekta tim je proučavao rast zvjezdane mase supermasivnih crnih rupa kroz zvjezdano vrijeme dok je VLA-COSMOS 3 GHz Large projekt s nekoliko stotina sati opažanja neba

rezultirao s raznim podacima kao što su to mape neba i katalozi galaksija, te nekolicinom znanstvenih radova.

Vernesa Smolčić ulaže znatan trud u popularizaciju znanosti; bila je gost u mnogim radijskim i televizijskim emisijama te je pokrenula i Astroučionicu – internetski portal kroz koji želi približiti svemirske pojave svim uzrastima. Astroučionica ima i svoj YouTube kanal te Facebook, Instagram i Twitter stranicu.

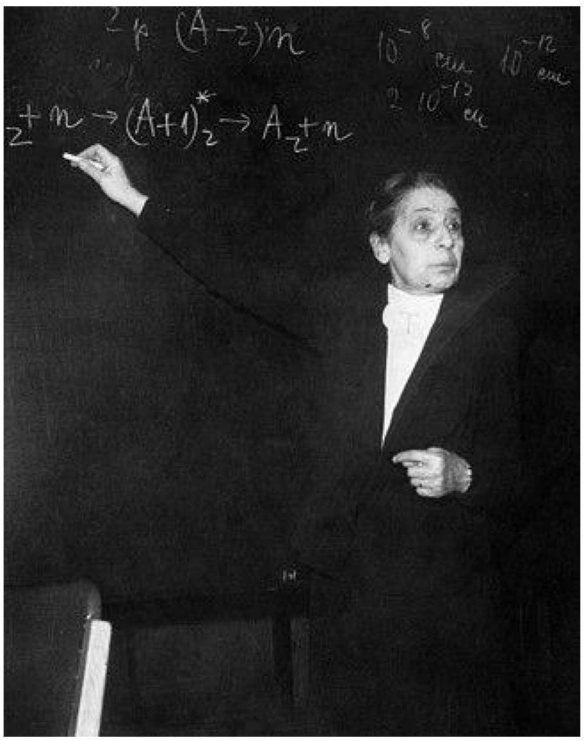
U slobodno vrijeme piše i blog koji se nalazi na njenoj službenoj internetskoj stranici te koji može služiti kao inspiracija mlađim naraštajima.

6. Važnost teme

Žene su, kao što je to navedeno u ovom radu, značajno doprinosile znanosti još od najranijih vremena. Njihova postignuća moramo dodatno naglašavati upravo zbog toga što se tijekom svoje karijere susreću s velikim preprekama. Mnogima je bilo uskraćeno čak i pravo na obrazovanje, kao u slučaju Lise Meitner (Slika 14), znanstvenice koja je s fizičarom Ottom Hahnom otkrila proces nuklearne fisije (s njime nije dijelila i Nobelovu nagradu), a koja prema zakonu nije mogla nastaviti svoje obrazovanje nakon napunjenih 14 godina te je morala pohađati privatnu obuku.

Bilo im je zabranjeno predavati na sveučilištima, a mnoge nisu dobile ni nagrade koje su im pripadale. Najbolji je primjer za to, kao što smo već spomenuli, Nobelova nagrada koja je uskraćena mnogim ženama jer su bile postavljene u sjenu svojih muških kolega. To se dogodilo i u slučaju Jocelyn Bell Burnell koja je otkrila pulsare, ali Nobelova nagrada je dodijeljena njenom mentoru.

Zbog svega navedenog važno je govoriti o ženama kako u fizici tako i u svim ostalim granama znanosti i društva općenito. U 21. stoljeću spolne barijere moraju biti izbrisane, a diskriminacija u znanosti ne smije postojati.



Slika 14: Lise Meitner [20]

7. Zaključak

Fizičarke su tijekom povijesti donijele mnoge novitete u znanost, ali usprkos tome i danas ostaju diskriminirane. Iako se broj fizičarki povećava on je i dalje malen. Ta činjenica najviše dolazi do izražaja kada broj fizičarki usporedimo s brojem žena u ostalim područjima. To je jedan važan problem s kojim se moramo suočiti tako što ćemo kroz (prvenstveno srednjoškolsku) nastavu fizike više upoznavati učenike s velikim postignućima žena koje su pridonijele daljnjem razvoju fizike i znanosti općenito. Također, medijska pozornost bi trebala biti više usmjerena na davanje prostora mladim znanstvenicama i znanstvenicima kako bi oni svojim primjerom potaknuli zainteresiranost za fiziku.

8. Literatura

[1]https://interestingengineering.com/25-quotes-from-powerful-women-in-stem-who-will-inspire-you

[2] www.if.ufrgs.br/iupap/index-conference-2002.html

[3] http://web.mit.edu/fnl/women/women.html

[4] https://www.aps.org/programs/education/statistics/womenstem.cfm

[5] https://www.aps.org/programs/education/statistics/womenphysics.cfm

[6] https://www.aps.org/programs/education/statistics/womenmajors.cfm

[7] https://www.aps.org/programs/education/statistics/fraction-phd.cfm

[8] https://www.ifs.org.uk/publications/13277

[9] [10] http://www.astronomija.org.rs/biografije/11270-hipatija

[11] https://hr.wikipedia.org/wiki/Astrolab#/media/Datoteka:Astrolab.JPG

[12] http://www.astronomija.org.rs/biografije/11270-hipatija

[13]https://www.vecernji.hr/techsci/necemo-daleko-stici-budemo-li-za-svaki-izazov-rekli-neka-to-rade-bogatije-zemlje-1277864

[14] http://zprojekti.mzos.hr/public/c2prikaz_det.asp?cid=1&psid=2&offset=20&ID=2384

[15] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ESO_OGLE-2005-BLG-390Lb.jpg

[16] http://mef.unizg.hr/wp-content/uploads/2018/10/CV-Smol%C4%8Di%C4%87.pdf

[17] https://www.vecernji.hr/zagreb/evo-sto-zagrepcanka-misli-o-drustvu-znanostii-sto-bi-napravila-u-rodnom-gradu-937760

[18] [19] https://astroucionica.hr/cosmos/

[20] http://www.atomicarchive.com/Bios/MeitnerPhoto.shtml

[21] https://tkojetko.irb.hr/

[22] http://www.iop.org/activity/groups/subject/wip/history/icwip/page_64677.html

[23] https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/1.1485569

[24] https://vernesasmolcic.com/

[25] https://www.aps.org/programs/women/resources/statistics.cfm

[26]https://www.newscientist.com/article/mg24032031-900-women-in-physics-why-theres-a-problem-and-how-we-can-solve-it/

[27] http://www.spacedaily.com/reports/Hypatia_4th_Century_Woman_Astronomer_999.html

[28] https://hr.wikipedia.org/wiki/Astrolab

[29] https://astroucionica.hr/

[30] http://www.phy.uniri.hr/~dijana/European-CV_HR_DDP_2016.pdf

[31] https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/1.1485569

[32] https://www.livescience.com/62162-lise-meitner-biography.html

[33] Women in Chemistry and Physics - A Biobibliographic Sourcebook, Louise S. Grinstein, Rose K. Rose, and Miriam H. Rafailovich

Životopis

Ivana Martić rođena je 06.02.1998. u Zenici, BIH. Pohađala je Mješovitu srednju školu Stjepana Radića u Žabljaku (BIH). Srednju školu je završila 2016. godine kada upisuje preddiplomski studij fizike na Odjelu za fiziku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, gdje trenutno studira.