

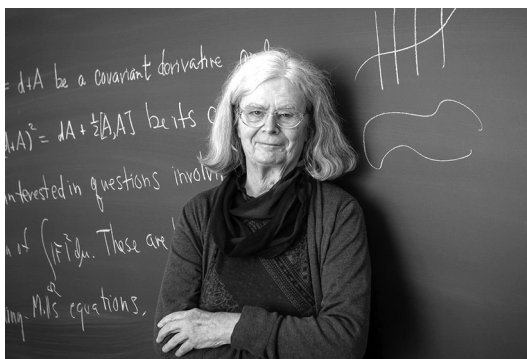
## Karen Uhlenbeck – dobitnica Abelove nagrade za 2019. godinu

Darko Veljan<sup>1</sup>

### Uvod

Profesorica emerita Sveučilišta Texas, Austin, Tx, SAD, Karen Keskulla Uhlenbeck, prva je žena dobitnica Abelove nagrade. Ovu najprestižniju nagradu za matematiku Uhlenbeck je dobila za 2019. godinu, a nagradu joj je uručio norveški kralj Harald V. na prigodnoj svečanosti u Oslu, Norveška, 21. svibnja 2019.

Podsjetimo se, Abelova nagrada se dodjeljuje godišnje od 2002. godine nadalje (jednome ili najviše dvoje) u čast norveškome matematičaru Nielsu Henriku Abelu (1802.–1829.) za značajne doprinose u matematici. Nagrada se smatra vrijednom kao i Nobelova nagrada u drugim područjima, a i novčano iznosi približno kao i Nobelova nagrada (blizu 700 000 eura).



### Znanstveni rad

U obrazloženju povjerenstva za dodjelu Abelove nagrade kaže se da je Karen Uhlenbeck nagradu dobila za njezina pionirska istraživanja u područjima geometrijske analize, točnije geometrijske analize parcijalnih diferencijalnih jednadžbi (PDJ), teoriju mjeraca (gauge theory) i integralne sustave.

Dugogodišnja istraživanja i pripadni zadivljujući doprinosi Uhlenbeck zadiru u više glavnih područja u presjeku matematike i fizike, a odnose se na fiziku elementarnih čestica, geometriju prostor-vremena, topološku kvantnu teoriju polja i teoriju stringova (struna) i instantona.

Karen Uhlenbeck je poznata i po svojim teorijama matematičkih predviđanja nadahnutih balonima sapunice. Tanka zakrivljena ploha balona sapunice primjer je tzv. "minimalne plohe". To je ploha koja svoj oblik sama poprima nastojeći imati najmanju moguću površinu (uz dani obujam). U običnom prostoru to je (kao konveksna ploha) sfera, tj. rubna ploha kugle, a u ravnini je to kružnica – rub kruga.

Proučavanje takvih ploha je važno u razumijevanju mnogobrojnih fizikalnih fenomena i pojava u prirodi, pa je stoga zanimljivo i u teorijskoj matematici, posebice u geometriji, topologiji i analizi te matematičkoj fizici.

<sup>1</sup> Autor je redoviti profesor u miru s Matematičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; e-pošta: darko.veljan@gmail.com

U tom je pogledu Karen Uhlenbeck svojedobno postigla prekretno rezultate u opisima više dimenzionalnih problema minimizacije i to ne samo u Euklidskim prostorima nego i puno općenitije. O tome, primjerice, govori i njezin poznati članak *Closed minimal surfaces in hyperbolic 3-manifolds* iz 1983. objavljen u ediciji *Annals of Mathematics Studies*.

Ona je među osnivačima geometrijske analize – istraživanja (skupa rješenja) diferencijalnih jednadžbi sredstvima diferencijalne geometrije i obratnih postupaka.

U preglednom je članku u *Notices of the American Mathematical Society*, u broju iz ožujka 2019., poznati engleski matematičar Simon Donaldson opisao radove Karen Uhlenbeck o Yang-Millsovoj geometriji kao osnovnim i fundamentalnim u dijelu o računu varijacija vezanih uz Yang-Millsov funkcional. Također naglašava da su radovi od Uhlenbeck zajedno sa Shing-Tung Yao i Richardom Schoenom i drugima razvili čitave nove zamisli oko dimenzija singularnih skupova, tzv. monotonosti, “malih energija”, tangentnih konusa itd., što je sve imalo znantnih utjecaja na razne grane diferencijalne geometrije, a i danas je predmet opsežnih istraživanja. Vrlo grubo rečeno, “gauge theory” je vrsta teorije polja u kojim je tzv. Lagrangian invarijantan na djelovanje pripadnih Liejevih grupa lokalnih transformacija. Nekomutativna “gauge theory” je primjer Yang-Millsove teorije.

U njezinu su matematičkom razvoju Richard Palais i Steven Smale (dobitnik Fieldsve medalje 1966.) odigrali ključnu ulogu jer su istraživanja harmonijskih preslikavanja (proisteklih iz izučavanja računa varijacija) doveli do polazne točke s koje je Uhlenbeck nastavila. Harmonijska analiza traži oblike koji su u ravnoteži s obzirom na neke prirodne fizikalne mjere, primjerice, energija, brzina, duljina, površina ili obujam. Povijesni je primjer problem “brahistrone” Johanna Bernoullija iz 1696., tj. kojom se krivuljom na kugli mora kotrljati mala kuglica da najbrže dođe od dane do dane točke?

Ne upuštajući se dalje u tehnički vrlo zamršene pojedinosti suvremene matematičke fizike, navedimo samo neke naslove članaka Karen Uhlenbeck: *Minimal immersions of closed Riemann surfaces*, *Removable singularities in Yang-Mills fields*, *Harmonic maps into Lie groups: classical solutions of the chiral model* (1989.), *On the connection between harmonic maps and the self-dual Yang-Mills and the sine-Gordon equations* (1992.).

Karen Uhlenbeck je zajedno s Danielom Freedom napisala knjigu *Instantons and Four-Manifolds*, u izdanju Springer Verlag, New York, 1984. (drugo izdanje 1991.), koja je prevedena na više jezika. Najpoznatiji časopisi u kojima je objavljivala svoja znanstvena djela su sljedeći: *Annals of Mathematics*, *Acta Mathematica*, *Transactions of the American Mathematical Society*, *Communications in Mathematical Physics*, *Journal of Differential Geometry*, *Communications in Pure and Applied Mathematics*, *Geometriae Dedicata*, *Journal of Geometry and Physics* i drugi.

---

## Životopis i stručni rad

---

Karen Uhlenbeck je rođena 1942. u Clevelandu, Ohio, SAD. Njezin je otac Arnold E. Keskulla (čiji je otac Estonac) inženjer, a majka Carolyn Windeler Keskulla, umjetnica. Karen je srednju školu završila u New Jerseyu, a diplomirala je matematiku na Sveučilištu Michigan 1964. Poslijediplomski je studij završila na Sveučilištu Brandies blizu Bostona, Massachusetts, a tamo se u međuvremenu, 1965. udala za biofizičara Olkea Uhlenbecka s kojim se kasnije (1976.) i rastala.

U knjizi M. Cook i R. C. Gunning, *Mathematicians: An Outer View of the Inner World*, Princeton Univ. Press, 2009., u intervjuu je Uhlenbeck kazala da ju je još kao brućaša na Michiganu osvojila “Struktura, elegancija i ljepota matematike i odmah pogodila u srce”.

Doktorirala je matematiku 1968. na Brandiesu s temom iz računa varijacija pod vodstvom Richarda Palaisa. Njezino prvo radno mjesto predavača bilo je na Massachusetts Institute of Technology i to već 1968. Sljedeće godine odlazi na Sveučilište Berkeley, California, gdje je također predavač matematike. Tu se detaljnije upoznaje s općom teorijom relativnosti geometrijom prostor-vremena te eliptičkom regularnosti sustava PDJ.

Godine 1971. postaje docent (“assistant professor”) na Sveučilištu Illinois, Urbana-Champaign, Ill., a nešto kasnije (od 1977. do 1981.) je na Sveučilištu Illinois, Chicago. Nakon toga seli opet na dvije godine na Berkeley, a godinu kasnije je gost-profesor na Harvardu. 1983./84. postaje profesor na Sveučilištu Chicago, Ill. Gostovala je i na drugim sveučilištima i u to je vrijeme bila dvije godine potpredsjednica Američkog matematičkog društva (American Mathematical Society (AMS)). Godine 1985. izabrana je za člana Američke akademije znanosti i umjetnosti, a godinu kasnije u Nacionalnu akademiju znanosti SAD. Spomenimo da ju je 1988. g. časopis *Ladies Home Journal* izabrao za jednu od 100 najvažnijih žena u SAD.

Godine 1988. Uhlenbeck se udaje za matematičara Roberta F. Williamsa i odlazi na Sveučilište Texas u Austinu gdje počinje suradnju s poznatim fizičarem, profesorom Stevenom Weinbergom.

Jednom je kazala da je jedan od razloga za tolike promjene sveučilišta bio tadašnji američki zakon o nepotizmu prema kojem supružnici ne mogu istovremeno biti profesori na istom fakultetu.

Na Svjetskom matematičkom kongresu (*International Congress of Mathematics (ICM)*) u Kyotu, Japan, 1990. godine pozvana je kao plenarni predavač i održala predavanje *Primjene nelinearne analize u topologiji*. Uhlenbeck je druga žena nakon Emy Noether koja je održala plenarno predavanje na ICM još davne 1932. u Zürichu. ICM se održava svake četvrte godine od 1897., s time da je drugi kongres održan u Parizu 1900. na kojem je David Hilbert iznio čuvena 23 problema. Spomenimo da je na ICM 2014. u Seoulu, Južna Koreja, iransko-francuska matematičarka Maryam Mirzakhami kao prva žena u povijesti dobila Fieldsovu medalju za matematiku za područje dinamike i geometrije Riemannovih ploha i pripadnih modularnih prostora. U međuvremenu je Mirzakhami, nažalost, preminula 2017. od raka dojke u dobi od 40 godina. (O sudjelovanju žena na ICM zainteresirane čitatelje upućujemo na nedavni članak H. Mihaljević i M.-F. Roy, *A data analysis of women's trails among ICM speakers*, arXiv:1903.02543v2 [math HO] 13 Jun 2019.)

Mala povijesna digresija odnosi se na Hipatiju iz Aleksandrije (oko 370.–415.). Ona je prva žena-matematičarka u povijesti o kojoj imamo pouzdane podatke. Radila je na komentarima Diofantove *Aritmetike* i Euklidovih *Elementata*. Bila je neoplatonist i sljedbenik Pitagore, o čemu je i podučavala. Njezina tragična smrt kad ju je razjarena kršćanska rulja živu oderala školjkama smatra se početkom kraja slavne antičke knjižnice i učilišta u Aleksandriji (a ubrzo je propalo i Rimsko carstvo).

No, vratimo se u sadašnjost i Karen Uhlenbeck. U svojoj bogatoj nastavnoj karijeri ona je studentima entuzijastički predavala najrazličitije matematičke predmete na već spomenutim raznim sveučilištima diljem SAD-a te održala brojna predavanja na seminarima, sastancima, konferencijama i kongresima.

Karen Uhlenbeck je 1991. bila jedan od osnivača *Park City Mathematics Institute (PCMI)* s ciljem okupljanja, organiziranja i održavanja posebnih i općih seminara, škola

i predavanja te općenito unaprjeđivanja profesije matematičara na svim razinama. PCMI je dio *Institute of Advanced Studies*, a nalazi se u državi Utah, SAD. Ona je i suosnivač programa *Žene i matematika* na Princetonu s ciljem da potiče i privlače žene za profesiju matematičarki.

Karen Uhlenbeck je i ranije dobila više priznanja za svoj znanstveni i stručni rad: Nacionalnu medalju za znanost 2000., Leroy P. Steeleovu nagradu AMS-a za 2007. i druge, a ima i više počasnih doktorata prestižnih američkih sveučilišta. Od 2012. je zaslužni član (fellow) AMS-a.

Posljednjih je godina Uhlenbeck počasna članica i gostujući profesor i član *Institute of Advanced Studies* (Zavod za napredna istraživanja) u Princetonu, N. J., SAD, gdje i dalje djelotvorno znanstveno i stručno sudjeluje i radi.

U ime Matematičko-fizičkog lista i svih čitatelja ovim putem upućujemo Karen Uhlenbeck čestitke na Abelovoj nagradi za sva znanstvena, nastavna i stručna postignuća na području matematike.