

IZOBRAZBA ZDRAVSTVENOG FIZIČARA

G. HOYT WHIPPLE

*Škola narodnog zdravlja Sveučilišta Michigan, Ann Arbor, SAD
(Primljeno 15. XII. 1959)*

Naziv »zdravstveni fizičar« upotrebljava se općenito za stručnjake, koji se bave zaštitom od zračenja. Zaštita od zračenja je posljednjih godina postala tako složna disciplina, da se ne može i ne smije nastojati izrađivati takav nastavni program, prema kojem bi pojedinac mogao svladati sve probleme, na koje će u praksi naići. To je pitanje slično pitanju izobrazbe inženjera. I tu se obično odabire određena osnovna izobrazba, koju svaki profesionalni stručnjak na tom području treba primiti, a zatim se nastavlja specijalnom izobrazbom na pojedinim užim područjima.

Prikazane su ukratko odgovornosti i poslovi, s kojima se zdravstveni fizičar može sastati u industriji, istraživačkim laboratorijima i državnim organima, a to sve može poslužiti kao vodič pri izradi nastavnog programa. Navedeno je nekoliko mogućih vrsta specijalizacije, koje vode do viših akademskih stupnjeva, kao što je magister nauka ili doktor.

UVOD

U ovom prikazu najprije ću opisati odgovornosti i kvalifikacije profesionalnog zdravstvenog fizičara. Zatim ću raspraviti vrstu izobrazbe, koja je potrebna da pripremi stručnjaka za taj posao. Konačno ću spomenuti institucije u SAD, koje vrše nastavu za odgoj zdravstvenih fizičara.

Naglim razvojem nuklearne nauke i njezine primjene u naučnom radu i industriji posljednjih nekoliko godina, neizmjereno su se povećale količine zračenja i radioaktivnog materijala, kojima je čovjek izložen. Naveliko se govori o tome, kako nuklearni reaktori, akceleratori i radioizotopi, koji se upotrebljavaju u medicini, istraživačkom radu i industriji, ugrožavaju ne samo zdravlje onih, koji na tom području rade, nego i zdravlje ostalog stanovništva.

U vezi s tim razvojem sve više se osjeća potreba za stručnjacima, koji će razumjeti te opasnosti i znati kako da ih suzbijaju, a da pritom ne kočé napredak na tom polju. Zdravstvena fizika je nauka i umijeće o ocjeni i suzbijanju opasnosti od zračenja. Ona nije – to želim izričito

istaknuti – umijeće o liječenju, budući da je njezina svrha *sprečavanje* oštećenja pomoću svih naučnih i tehničkih sredstava, koja nam stoje na raspolaganju.

Prije nego što možemo raspraviti vrstu odgoja, izobrazbe i praktičkog iskustva, koji najbolje odgovaraju stručnjaku, koji će se baviti zdravstvenom fizikom, treba da dobijemo predodžbu o djelatnostima i odgovornostima takvog stručnjaka. Kao ishodnu točku prikazat ću odgovornosti u glavnim crtama.

Moje iskustvo i nastavni rad uglavnom se odnose na zdravstvenu fiziku velikih industrijskih postrojenja, kao što su energetske reaktori. Prema tome ću nabrojiti odgovornosti, za koje se na prvi pogled može pomisliti da nemaju nikakve veze s odgovornostima u malim radioizotopnim laboratorijima. To do neke mjere može biti točno, ali ako je čovjek odgojen da suzbija opasnosti pri radu s energetskim reaktorom, on će također biti u mogućnosti da to čini i u radioizotopnom laboratoriju. To se, dakako, ne bi moglo reći, kad bi slučaj bio obratan. Svakako, stručnjak, koji je izobražen da rješava probleme energetskog reaktorskog postrojenja, uvijek će biti bolje pripremljen za rješavanje problema radioizotopnog laboratorija nego onaj, koji je izobražen samo za pitanja takvog laboratorija.

ODGOVORNOSTI ZDRAVSTVENOG FIZIČARA

Zvanje zdravstvenog fizičara uključuje mnogobrojne kompleksne odgovornosti, koje se mogu podijeliti u 4 glavne vrste.

Prvo: zdravstveni fizičar ima odgovornost prema svojim drugovima u radu. On se mora brinuti za takve radne uvjete, instrumente i dati takvu pomoć, koji će osigurati radiološku zaštitu osoblja, koje radi s radioaktivnim supstancijama. Osim toga, a to je isto tako važno, zdravstveni fizičar mora pomoći osoblju da razvije razumijevanje za vrstu opasnosti i načine suzbijanja opasnosti od zračenja. U tu svrhu on mora, po svojoj izobrazbi i iskustvu, znati pošteno i na razumljiv način raspraviti s osobljem sve bojazni i sumnje, koje ono ima u vezi sa svojim radom.

Drugo: zdravstveni fizičar ima odgovornost prema pučanstvu. On mora svim mogućim sredstvima osigurati, da rad tvornice ili laboratorija ne ugrozi zdravlje i sigurnost osoba, koje žive u blizini. On mora biti kadar da informira okolno pučanstvo o svemu, što ono želi znati, kako bi ti stanovnici mogli sami doći do zaključka, da tvornica ili laboratorij ne ugrožava njihovo zdravlje.

Treće: zdravstveni fizičar ima odgovornost u vezi sa zakonskim propisima. On je odgovoran, da se njemu povjereni rad odvija u skladu s postojećim propisima. On mora učiniti sve što je moguće da se razvije uspješna suradnja s raznim državnim organima, koji izrađuju i donose propise u vezi sa zračenjem. On mora svoje poduzeće ili ustanovu štiti,

da nehajem ne izvrši propise, ali je mora štiti i od neopravdanih zahtjeva u pogledu njezina rada.

Četvrto: zdravstveni fizičar ima odgovornosti ekonomske prirode. On mora izvršavati svoje dužnosti što uspješnije i ekonomičnije. Njegove funkcije su gotovo potpuno neproduktivne, a troškovi radiološke zaštite sačinjavat će znatan dio ukupnih troškova proizvodnje. On mora, dakle, raditi tako, da što manje financijski optereti svoj pogon.

KVALIFIKACIJA ZDRAVSTVENOG FIZIČARA

Razmotrit ćemo vrstu i stupnjeve kvalifikacija, koje su potrebne za uspješnu praktičnu primjenu zdravstvene fizike.

Zdravstveni fizičar mora imati solidno znanje o osnovima fizike, biologije, matematike i kemije. On mora znati karakteristična svojstva svih vrsta zračenja. On mora znati izvršiti točna mjerenja doza zračenja i mora znati rukovati, baždari i održavati instrumente, koji se pri tim mjerenjima upotrebljavaju. On mora znati izračunati potrebne i ekonomične zaštitne zidove. On mora poznavati biološko značenje radijacijskih polja i koncentracija radioaktivnog materijala u zraku, vodi i ljudskim ekskretima. Zdravstvenom fizičaru će prije ili kasnije biti otežan rad, ako nije dobro upoznat s različitim područjima tehnologije i sa znanostima kao što su meteorologija, geologija, hidrologija, oceanografija i ekologija. On mora imati praktičko znanje o metodama vođenja evidencije, a bit će slučajeva, kad će morati znati i zakone, propise osiguranja i javne odnose.

Ali, stvar je diskusije, do koje mjere treba zdravstveni fizičar biti izobražen u svim tim područjima. Moje je uvjerenje, da kao minimum mora dobro poznavati, u kvalitativnom i kvantitativnom smislu, određena područja fizike, biologije i matematike, a mora biti dovoljno upoznat i s drugim disciplinama, kako bi znao kad mu je potrebna stručna pomoć i gdje i kako će je dobiti.

Napokon ima još jedno svojstvo, koje je od suštinske važnosti za uspješan rad zdravstvenog fizičara. To je širok spektar naučnog interesa udružen sa zdravim prosuđivanjem i razumijevanjem praktične primjene znanstvenih dostignuća na ljudske probleme. Ima ljudi, koji smatraju, da je jedno područje znanosti ili tehnike preusko da zadovolji njihov interes. Među takvim ljudima treba da tražimo one, koji će u zdravstvenoj fizici naći djelatnost, koja ih zadovoljava.

IZOBRAZBA

Pošto smo utvrdili okvire našeg razmatranja, raspraviti ćemo sad bitnu i poželjnu izobrazbu osobe, koja će se baviti zdravstvenom fizikom. Prije nego govorim detaljno o tečajevima, možda je potrebno da

spomenem da »credit«-sat u SAD znači jedan sat predavanja ili 3 sata laboratorijskog rada svake sedmice u toku 15-sedmičnog semestra.

Kolegiji, koje smatram poželjnom pripremom za postdiplomski studij zdravstvene fizike, prikazani su u tablici 1.

Tablica 1

Poželjni kolegiji u osnovnom studiju

| Područje | Predmet | »Credit« sati |
|-------------|---|------------------|
| Fizika | opća, atomska i nuklearna, i po mogućnosti elektronika; | 15 |
| Matematika | analitička geometrija, trigonometrija, diferencijalni i integralni račun, i po mogućnosti statističke metode; | 15 |
| Biologija | opća biologija, fiziologija i po mogućnosti genetika; | 12 |
| Kemija | anorganska, kvalitativna i kvantitativna, a po mogućnosti organska i fizička; | 16 |
| Tehnologija | po mogućnosti osnovi elektrotehnike, strojarstva, kemijske tehnologije, građevinske i sanitarne tehnike; | 12 |
| | | 70* |

* 4-godišnji osnovni sveučilišni studij u SAD iznosi prosječno 120 »credit« sati.

U pogledu postdiplomskog studija postoji znatna razlika u mišljenjima, što predstavlja adekvatnu i dobru pripremu za praktički rad na zdravstvenoj fizici. Tu je situacija slična onoj u odgoju inženjera, gdje se pokazalo poželjno, da se odabere određena osnovna izobrazba, koju treba da ima svaki inženjer, i da se organiziraju tečajevi za specijalizaciju nakon osnovne izobrazbe. U tablici 2 prikazan je program za jednogodišnju osnovnu postdiplomsku izobrazbu u zdravstvenoj fizici.

Tablica 2

Program prve godine osnovnog postdiplomskog studija u zdravstvenoj fizici

| Prvi semestar | Drugi semestar |
|---------------------------------------|--|
| Radijacijska fizika 3 | Radiobiologija 3 |
| Radijacijska mjerenja i elektronika 3 | Zaštita od zračenja 3 |
| Statističke metode 3 | Terenski rad iz zdravstvene fizike . 2 |
| Opća fiziologija 2 | Projektiranje instalacija za rad s izvorima zračenja 3 |
| Industrijska higijena 3 | Nuklearna tehnika 3 |
| Sanitarna tehnika 1 | Seminar iz zdravstvene fizike . . . 1 |
| Ukupno »credit«-sati 15 | Ukupno »credit«-sati 15 |

U SAD upravo raspravljamo o tome, da li je za odgovarajuću izobrazbu zdravstvenog fizičara potreban jednogodišnji ili dvogodišnji postdiplomski studij. Velik broj stipendija, koje se odnose na to područje studija, predviđaju samo jednogodišnji studij. Na nekoliko sveučilišta jednogodišnji programi slični programu, koji je prikazan u tablici 2, vode do stepena magistra nauka (Master of Science). Komitet Svjetske zdravstvene organizacije, koji je ravnjavljao taj problem, donio je zaključak, »da bi se od osobe, koja će imati specijalne odgovornosti na području atomske energije, trebalo tražiti bar jedna akademska godina postdiplomске nastave s punim radnim vremenom«.*

Moje je uvjerenje, da bi svi studenti, osim izuzetno dobro pripremljenih, trebali imati dvogodišnju izobrazbu. U tablici 3 prikazan je program druge godine. U drugoj godini ima mnogo manje osnovnih kolegija i prema tome je veća sloboda izbora. Dvogodišnji program prikazan u tablicama 2 i 3 vodio bi do stupnja magistra nauka na svakom sveučilištu, koje taj program provodi.

Tablica 3

Program druge godine postdiplomskog studija u zdravstvenoj fizici

| Prvi semestar | Drugi semestar |
|---|---|
| Radiobiologija za napredne 4 | Zaštitni zidovi (Radiation Shielding) 3 |
| Genetika čovjeka 3 | Dispozicija radioaktivnih otpadaka 2 |
| Radiokemijske tehnike 3 | Ventilacija 2 |
| Radijacijska fizika za napredne . . . 3 | Meteorologija i zagađenje zraka . . . 3 |
| Istraživački rad 2 | Seminar iz zdravstvene fizike . . . 1 |
| | Istraživački rad 4 |
| Ukupno »credit«-sati 15 | Ukupno »credit«-sati 15 |

* Sir E. R. Carling: W. H. O. Expert Committee on Professional and Technical Education of Medical and Auxiliary Personnel: Fourth Report, Postgraduate Training in the Public Health Aspects of Nuclear Energy, WHO (Educ) 93, April 2, 1958, Geneva.

Kritika jednogodišnjih i dvogodišnjih programa, kako su ovdje predloženi, obično se sastoji u tome, da je previše pažnje obraćeno biologiji. Moj odgovor na tu kritiku je ovaj: Ne mogu shvatiti, kako bi se student mogao pripremiti za donošenje odluka o zaštiti biološkog organizma – čovjeka, a da ne posjeduje temeljito znanje o pojedinostima kompleksnih bioloških procesa.

Program, koji vodi do stupnja doktora, zahtijevat će 3 ili 4 godine postdiplomskog studija. Program prve dvije godine bit će sličan programu u tablicama 2 i 3, dok će posljednja godina ili posljednje dvije

godine biti posvećene istraživačkom radu, uključujući i nekoliko specijalnih kolegija u vezi s problemima istraživačkog rada pojedinog kandidata. Taj program će se razlikovati kod svakog pojedinca, pa prema tome nije potrebno davati opći okvir.

ISKUSTVO

U zdravstvenoj fizici, kao i u drugim primijenjenim znanostima, moguće je steći određenu vještinu samo praktičkim radom. Zato je praksa pod vodstvom iskusne osobe bitna za izobrazbu dobrog zdravstvenog fizičara. Dužina trajanja te prakse zavisiće o izobrazbi i sposobnosti kandidata, a i o vrsnosti onoga, pod čijim nadzorom se praksa vrši i čije se iskustvo koristi. Dvije godine praktičkog iskustva mogle bi se možda uzeti kao primjeren rok.

NASTAVNI CENTRI ZA ZDRAVSTVENU FIZIKU U SAD

U SAD ima 7 sveučilišta, na kojima se provodi organizirana nastava iz zdravstvene fizike u trajanju od jedne do više godina (tablica 4). Na većini tih sveučilišta može se studirati više od jedne godine, ali – koliko je meni poznato – samo tri sveučilišta (u tablici označena zvjezdicom), imaju potpuno organizirani program duži od jedne godine.

Tablica 4

Sveučilišta s postdiplomskim studijem na području zdravstvene fizike

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Vanderbilt University | Nashville, Tennessee |
| University of Rochester | Rochester, New York |
| University of Washington | Seattle, Washington |
| University of Kansas* | Lawrence, Kansas |
| University of Michigan* | Ann Arbor, Michigan |
| University of Puerto Rico | San Juan, Puerto Rico |
| University of Pittsburgh* | Pittsburgh, Pennsylvania |

* Program preko jedne godine.

ZAKLJUČAK

Odgovornosti zdravstvenog fizičara su tako velike, i prema njegovim suradnicima i prema javnosti, da su priprema i odgoj takvog stručnjaka stvar općeg interesa. Zaista, možda će se u interesu javnosti s vremenom utvrditi standardna izobrazba zdravstvenog fizičara i možda će se zdravstvenim fizičarima podjeljivati dozvole za rad upravo tako, kao što se

to, na primjer, sada radi kod inženjera i liječnika. Zdravstvena fizika je u stadiju snažnog razvoja, koji karakterizira svaku novu profesiju, i zato je još prerano da se postave neki čvrsti osnovi izobrazbe na tom području. Međutim, osnovnu izobrazbu zdravstvenog fizičara treba već sada raspraviti. Nastavni programi navedeni u ovom prikazu nisu konačni ni nepromjenljivi, već treba da posluže samo kao baza za diskusiju i dalju razradu.

Summary

TRAINING FOR PROFESSIONAL HEALTH PHYSICISTS

The term, health physicist, has come into quite general use to designate a person concerned with the evaluation and control of radiation hazards. These activities have taken so many varied forms in recent years that no single training program can, or should, be devised to prepare an individual for all the problems that a health physicist may be expected to encounter.

The situation is quite similar to that in training engineers, and as in engineering training, it is possible to select certain basic training that all professionals in the field should have and to suggest alternate courses of specialization to follow the basic training.

The types of responsibilities which a health physicist may be called on to meet in industry, research laboratories and in governmental regulatory agencies are presented briefly to serve as a guide to the necessary training. The basic training, undergraduate and graduate, that is considered necessary for all health physicists is outlined and discussed. Several possible courses of specialization leading to a Master's degree are presented, and some general principles for the formulation of Ph. D. programs in health physics are discussed.

Finally, the importance of adequately trained professionals in the field and of recognized standards for this training are pointed out.

*School of Public Health
University of Michigan
Ann Arbor, SAD*

*Received for publication
December 15, 1959*