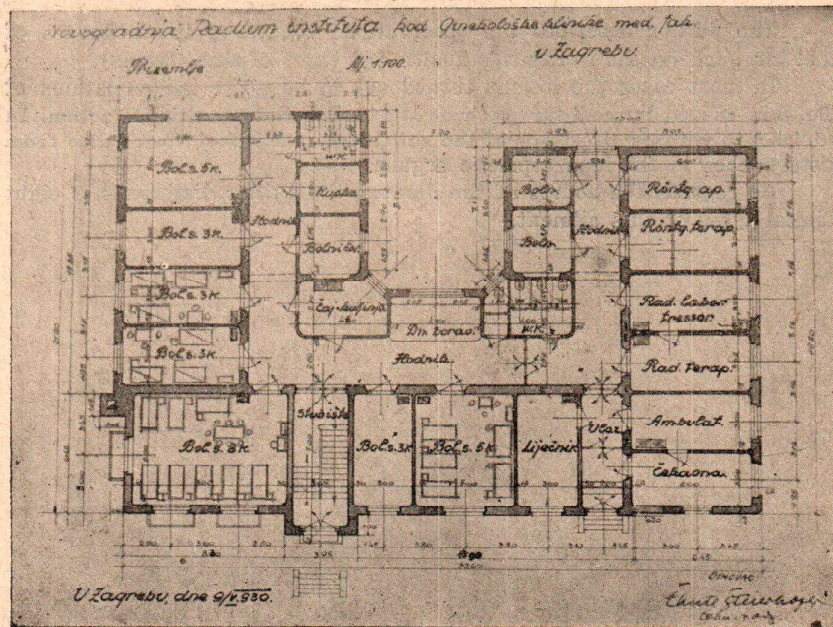


JURAJ KÖRBLER

MJERENJE OPASNOSTI OD RADIUM ZRAKA U ZAVODU ZA LIJEČENJE RADIJEM

Opasnost od rentgenskih zraka i radium zraka može se utvrditi i mjeriti pomoću filmova. Filmovi se izlažu određeno vrijeme na pojedinim radnim mjestima. Na onim radnim mjestima, na koja dopru rentgenske zrake, bit će filmovi osvijetljeni. Autor je ovu fotografsku metodu detekcije rentgenskih zraka uspješno upotrebio već 1931. godine. Sličnu metodu detekcije radium zraka pomoću filma propisalo je 1942. godine englesko ministarstvo zdravlja.

Godine 1931. otvoren je u Zagrebu Zavod za liječenje radijem. To je ne samo prvi zavod te vrste u državi, nego uopće na Balkanu. Nacrt zgrade izrađen je prema mojoj zamisli na taj način, da su u jednom postranom (istočnom) traktu smješteni laboratoriji, kancelarije i prostorije za aplikaciju radiuma, dok su u spojnom traktu i u



Slika 1. Tloert prizemlja zgrade zavoda za liječenje radijem u Zagrebu

zapadnom traktu smješteni bolesnici. (Sl. 1.) Trezor, u kojemu je smješten radium, nalazi se uz vanjski zid u prostoriji označenoj s radium-laboratorij, tako da je udaljen i od bolesnika i od svih radnih mjesta u zavodu. U toj se prostoriji spremaju mulaže i radiumski preparati za aplikaciju.

Zavod je u ono vrijeme raspolagao relativno malom količinom radium, u svemu 453 miligrama, i rentgenskim stabilivolt-aparatom, koji je bio u pogonu sa 200 kV.

Kad je zavod započeo radom, smatrao sam da treba ustanoviti, do koje će mjere svako pojedino mjesto u zavodu biti izloženo djelovanju radioaktivnih zraka. Odlučio sam poslužiti se fotografskom metodom. U tu svrhu razrezao sam u tamnoj komori jedan rentgenski film u jednake dijelove i zatim sam svaki takav komad filma umotao u crn papir, neprolazan za svjetlo. Uza svaki komad filma prilegnulo sam s obje strane i učvrstio značku od olovne gume u obliku slova T. Ovako zamotani filmovi učvršćeni su na zidove u pojedinim prostorijama zavoda i tamo ostavljeni 24 sata. Jedan tako zamotani film stavljen je u džep na prsima radnog odijela sestre bolničarke, koja je vršila posao oko pripremanja radiumskih mulaža, i tamo ostavljen kroz čitavo njeno radno vrijeme u toku jednog dana.

Pošto su zamotani filmovi bili ovako izloženi djelovanju zraka, oni su svi istovremeno i jednako dugo razvijani u istom razvijaju i svi jednako liksirani.

Na filmu, koji je bio izložen u prostoriji za terapiju rentgenom, uopće nema nikakva osvijetljenja (sl. 2. gornji red desno). Taj je film ostao jednako neosvijetljen kao i kontrolni film (gornji red sredina), koji je bio umotan u papir jednako kao i izloženi filmovi, ali koji uopće nije bio izložen. To dokazuje, da je izolacija rentgena dobro provedena, i da su radna mjesta posve zaštićena od rentgenskih zraka. Film izložen u sobi određenoj za sestre bolničarke u zapadnom traktu sasvim je neznatno osvijetljen, pa se ta soba mora smatrati dovoljno zaštićenom. Nešto jače osvijetljen je film izložen u prostoriji za dnevni boravak, gdje se zadržavaju bolesnici, kod kojih se provodi ambulantno liječenje i koji imaju na sebi radium, ali u malim količinama. Neznatno osvijetljenje pokazuje film izložen u prostoriji označenoj s radium-terapija, uz koju se nalazi trezor za smještaj radiuma i u kojoj se provodi priprema radiuma za aplikaciju, te je time dokazano, da su i tamo zaštitne mjere, jednako kod spremanja radiuma kao i kod pripremanja radiumskih preparata, bile dovoljno provedene. Film izložen u ambulatoriju, u kojem se vrše operativne aplikacije radiuma, također je dosta intenzivno osvijetljen. Jednako je osvijetljen i film izložen u sobi određenoj za liječnika. U tu sobu uopće nikada ne ulaze bolesnici s radiumom, niti se unosi u nju radium, ali ona je ipak izložena djelovanju zraka, i to sa dvije strane. S jedne strane nalazi se bolesnička soba sa pet bolesnika s radiumom,

a nasuprot se nalazi ambulaterij. Najintenzivnije je osvijetljen film izložen u bolesničkoj sobi br. 6. u srednjem poprečnom traktu uz stubište, u kojoj se neprestano zadržavaju tri bolesnika, na kojima je apliciran radium. Intenzivno osvijetljenje filma, koji je sestra bolničarka nosila na sebi, jasno i očigledno dokazuje, da je ona u radnom vremenu bila izložena djelovanju radium-zraka.

Kasnije provedena istraživanja posve su potvrdila ispravnost ove moje metode.

Bell E. G. (British Journal Rad. 1936. 9. 1936.) je dokazao, da gama-zrake djeluju na fotografski film analogno djelovanju rentgenskih zraka. Ustanovljeno je za omjer 10 000 prema 1, da djelovanje rentgenskih zraka na film ovisi jedino o kvantiteti zraka, koje upadaju, a ne o njihovu intenzitetu. Rogers J. S. (Proc. Phys. Soc. 1931. 43. 59.) je dokazao da to isto vrijedi za gama-zrake, a Bell je potvrdio, da to vrijedi za omjer 100 prema 1 kod gama-zraka. Prema tome, zasjenjenje na filmu proporcionalno je s umnoškom $I \times t$, gdje I označuje intenzitet izražen u r-jedinicama, a t znači vrijeme ekspozicije. Međutim to ne vrijedi za sve stupnjeve zasjenjenja. Kad iza filma prilegnemo ploču od olova, onda je kod uporabe rentgenskih zraka zasjenjenje intenzivnije. Stoga razloga kod mjerenja gama-zraka ovim načinom moramo kao omot filma upotrebiti lagan materijal.

Na filmovima, koji su bili izloženi u radium-zavodu u Zagrebu, jasno je vidljivo, da je film najviše osvijetljen na mjestima, gdje je uz njega bila priložena olovna guma. Ta je pojava u skladu s ovim kasnijim opažanjima. Na osnovu te pojave postaje problematično, da li je ispravno u svrhu zaštite zdrave okoline kod aplikacije radiuma upotrebljavati olovnu gumu. Na onim mjestima, gdje se priložena značka od olovne gume tako pomakla, da nije na istom mjestu na prednjoj i stražnjoj strani filma, vidi se na ovim mojim filmovima, da osvijetljenje na mjestu, gdje je olovna guma prilegla, nije jednako na onim mjestima, gdje je guma prilegla s prednje strane i na onima, gdje je prilegla sa stražnje strane, te je jasno prikazana poznata činjenica, da ulazno sekundarno zračenje nije jednako izlaznomu.

Holthusen H. i Hamann A. (Strahlentherapie 1932. 43. 667.) upotrebljavali su fotografsku metodu u svrhu dozimetrije. Friedrich W., Rosenberger H. i Goldhaber G. (Strahlentherapie 1934. 51. 39.) isporočivali su dobivene rezultate s rezultatima po metodi ionizacije. Kirchoff H. i Beato V. (Strahlentherapie 1935. 54. 162.) istraživali su fotografskom metodom relativni doseg zraka u okolini radiumskih preparata.

Ja sam se ovom metodom uspješno poslužio godine 1937., kad sam dobio za istraživanje radium u obliku t. zv. »radium points«, te sam trebao ustanoviti, da li je radium u pojedinim takvim iglama pravilno raspoređen, kako je tvrdio producent. Mogao sam nedvojbeno ustanoviti, da je radium, od kojega je svaka igla sadržavala 1 mili-

JURAJ KÖRBLER: Mjerenje opasnosti od radium zraka u zavodu za liječenje radijem.

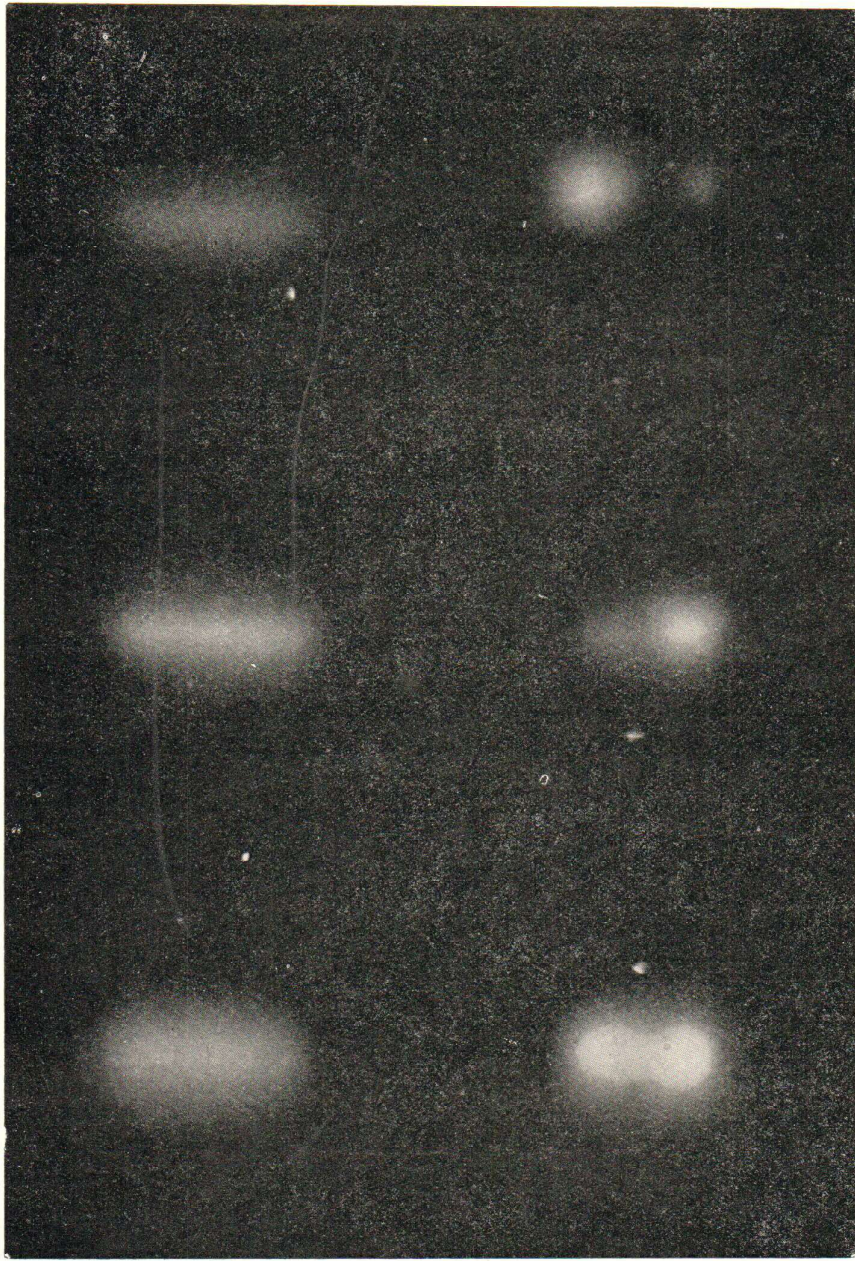


Slika 2. Djelovanje radioaktivnih zraka na kontrolne filmove.

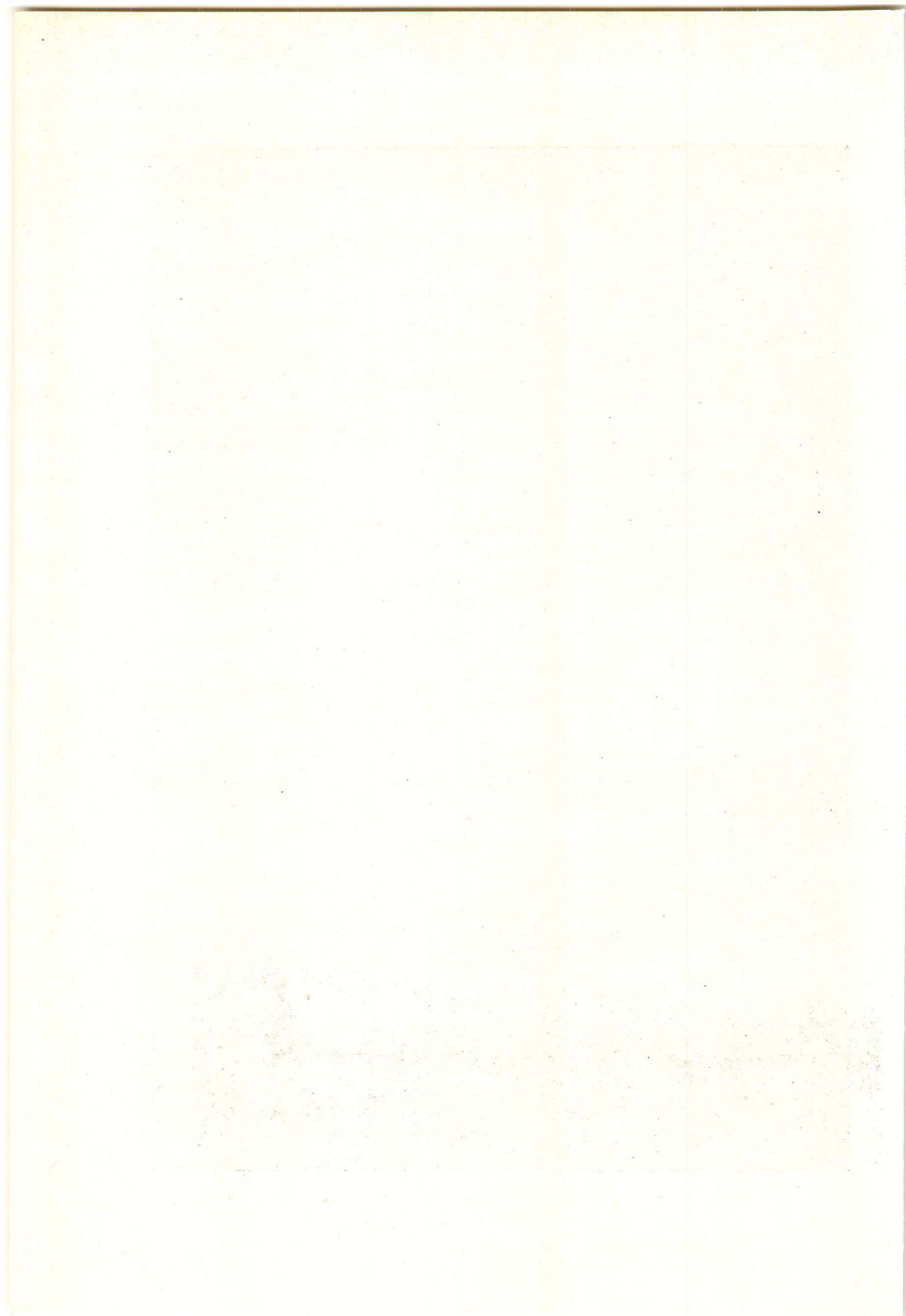
Blank header line



Blank footer line



Slika 3. Rasporedaj radiuma u obćnim iglama (gornji red) i u »radium points« (donji red)



gram, posve nepravilno raspoređen, što znatno smanjuje vrijednost takvog preparata. U gornjem redu položene su na film, zamotan u papir neprolazan za svjetlo, obične radiumske igle sa sadržajem od 2 mg radiuma, te se na slici (sl. 3.) jasno vidi, da je u njima radium posve pravilno raspoređen. Naprotiv u donjem redu postavljeni su »radium points«, i nepravilni raspored radiuma u njima udara u oči. Ekspozicija je uzeta s desna na lijevo od 5, 10 i 15 minuta. Film je razvijen 12 sati nakon ekspozicije.

Wilson C. W. (Radium Therapy, London 1945.) navodi, da je fotografska metoda rijetko upotrebljavana u svrhe dozimetrije, ali da se pokazala dobrom za mjerenja, kojima je svrha pokazati izloženost personala u radioterapeutskim pogonima, gdje se žele zabilježiti male doze raspršenih zraka, kojima je personal izvrnut u toku jednoga ili više dana. Na zahtjev engleskog ministarstva zdravlja izradio je National Physical Laboratory metodu mjerenja s pomoću filma, koji je izvrnut eksponiranju pod radnim uvjetima personala, koji ispitujemo. U cirkularu 2718 od 16. novembra 1942. dalo je englesko ministarstvo zdravlja potanje upute o provođenju takvih mjera. Kod svakoga takvog ispitivanja treba upotrebiti dijelove jednog te istog filma i izložiti ih na pojedinim radnim mjestima djelovanju zraka. Sve izložene filmove treba zajedno razvijati, da bi tako bili razvijeni svi pod istim uvjetima

Za nas je važno naglasiti, da je ova metoda upotrebljena u Zagrebu već godine 1931. po točno istim principima, koji su godine 1942. proglašeni standardnima.

SUMMARY

MEASUREMENT OF RADIATION HAZARDS AT THE INSTITUTE OF RADIUM THERAPY

Health hazards caused by X- and radium-rays can be traced and measured by means of films, which are simply exposed at various working places. If any such rays penetrate to those places, the films get exposed. The author applied successfully this photographic method of X-ray detection as early as 1931. A similar method of radium-ray detection was introduced in 1942 by British Ministry of Health.