

Prof. dr Slobodan Čikarić

# RADIOTERAPIJA U SRBIJI

Naučnoistraživačka studija



ДРУШТВО  
СРБИЈЕ  
ЗА  
БОРБУ  
ПРОТИВ  
РАКА

DRUŠTVO SRBIJE ZA BORBU PROTIV RAKA  
SEKCIJA ZA RADIOTERAPIJU  
SRPSKOG LEKARSKOG DRUŠTVA  
INSTITUT ZA ONKOLOGIJU I RADIOLOGIJU SRBIJE

Prof. dr Slobodan Čikarić

# **RADIOTERAPIJA U SRBIJI**

Naučnoistraživačka studija

Beograd, januar 2005. godine

## Recenzenti

N. sav. Medicinskog fakulteta dr Predrag Brzaković

Prof. dr Ljiljana Radošević-Jelić

Doc. dr Nenad Borojević, n. sar.

Tehnički urednik

Branislav Ribarić

Lektor

Tamara Gruden

Štampa

Alta Nova, Zemun

Tiraž

200 primeraka

Godina

2005.

**Recenzija naučnoistraživačke studije**  
**RADIOTERAPIJA U SRBIJI**  
**Prof. dr Slobodana Čikarića**

Autor je studiju podelio na četiri poglavlja u kojima je iscrpno analizirao radioterapiju malignih oboljenja, od njenog postanka do današnjih vremena, na osnovu koje je izvukao korisne zaključke koji mogu veoma mnogo koristiti ne samo radioterapeutima već i onima koji su zaduženi u planiranju i u odlučivanju o materijalnim izdacima za postizanje savremenog lečenja malignih oboljenja na teritoriji naše Republike.

Veoma simpatično je, umesto predgovora, dat omaž velikanima koji su svojim otkrićima postavili osnove iz kojih je stvorena dijagnostička i terapijska radiologija, kao i nuklearna medicina, bez kojih danas ne bi bili mogući savremeni pristupi u lečenju malignih oboljenja.

U uvodu prvog poglavlja autor iscrpno razmatra istorijski razvoj radioterapije, koji je usko vezan, pored pomenutih velikana naučne misli, i za otkrića objavljena od strane mnogih naučnika, među kojima su poznata imena lekara i fizičara, koji su pomogli da se radioterapija nađe među najčešće primenjivanim metodama u lečenju raka.

Posebno se prikazuje i uloga beogradske škole koju su utemeljili lekari Radiološkog instituta beogradskog Medicinskog fakulteta.

Da bi se potpuno rasvetlila uloga radioterapije autor razmatra učestanost malignih tumora u svetu i u našim krajevima, sa posebnim osvrtom na očekivane incidencije u našim krajevima, kako ženske tako i muške populacije. Postignuti rezultati su usko vezani za opremljenost naših radioterapijskih ustanova što navodi na zaključak da je neophodan njihov dalji razvoj s obzirom na očekivani porast malignih oboljenja u našim okruženjima.

Posebno autor daje analizu potrebnih savremenih uređaja u teleradioterapiji i brahiterapiji, u skladu sa preporukama međunarodnih foruma, i podvlači značaj savremene opremljenosti kao neophodan uslov za postizanje zadovoljavajućih rezultata u dijagnostikovanju i lečenju raka.

Interesantna su razmatranja i o savremenom smeštaju terapijskih aparata, o pratećim prostorima neophodnim za uspešan i nesmetan rad, kao što su stacionar i prostorije za personal itd.

Nisu zaobiđena ni pitanja personala, lekara, radioloških tehničara, radioloških fizičara, inženjera, medicinskih sestara, administrativnih službenika, radnika u kuhinji i drugog pomoćnog osoblja.

Autor ne zaobilazi i razmatranja materijalne nadoknade za usluge vezane za negu i lečenje obolelih.

U drugom poglavlju autor razmatra stanje naših radioterapijskih ustanova u 2004. godini i njihovu opremljenost, kako u terapijskim aparatima tako i u pratećoj opremi. Govori se o kadrovima, tj. o broju lekara, radioloških fizičara, radioloških tehničara i vrši se analiza broja lečenih pacijenata u toku jedne godine na teritoriji Srbije u našim radioterapijskim ustanovama.

Interesantna su poređenja stanja u Srbiji u odnosu na ESTRO-95, kao i komparativna analiza kadrova i opreme nekih zemalja Evrope i Balkana. Dat je poseban osvrt na cene radioterapijskih usluga, kao važan faktor za postignute rezultate u Institutu za onkologiju i radiologiju u Beogradu. Raspravlja se o nabavci nove i obnavljanju dotrajale aparature. Autor vrši poređenje opremljenosti naših ustanova sa sličnim ustanovama u svetu, a posebno na Balkanu i o tome donosi zaključke.

U trećem delu govori se o radiološko-onkološkim regionima u Srbiji, o broju novootkrivenih oboljenja koji se očekuje u Srbiji, standardima i normativima, o potrebama i nabavci novih radioterapijskih uređaja i prateće opreme, a posebno o neophodnim kadrovima.

Na osnovu izveštaja o prihodima i rashodima Instituta za onkologiju i radiologiju u Beogradu i načina finansiranja od strane RZZZ Srbije autor daje predloge o podeli materijalnih sredstava između osnovnih grana onkologije, tj. radioterapije, hirurgije i medicinske onkologije.

U četvrtom poglavlju dati su zbirni zaključci na osnovu kojih proizlaze preporuke o normativima i standardima, o potrebama za novom opremom u periodu od 2005. do 2010, za svih pet radioloških centara, o neophodnim kadrovima za 2005. godinu i o načinu finansiranja zdravstvenih usluga.

Recezeni su jednoglasno ocenili da naučnoistraživačka studija "Radioterapija u Srbiji", profesora dr Slobodana Čikarića, predstavlja vrlo dragocen prilog za planiranje i uspešno lečenje obolelih od raka zračnom terapijom. Recezeni predlažu da se ova studija publikuje u dovoljnom broju primeraka koji bi se distribuirali ne samo radioterapijskim centrima već i nadležnim ustanovama koje su zadužene za planiranje i finansiranje zdravstvenih ustanova.

NS Medicinskog fakulteta dr Predrag Brzaković  
Prof. dr Ljiljana Radošević-Jelić  
Doc. dr Nenad Borojević

U Beogradu, 28. januara 2005.

## SADRŽAJ

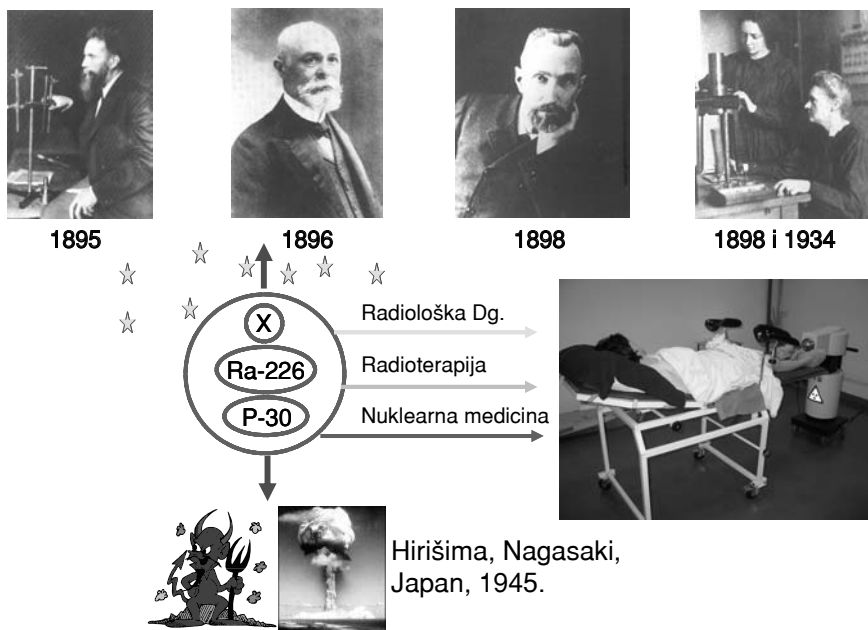
UMESTO PREDGOVORA.....	1
I DEO: MALIGNI TUMORI I RADIOTERAPIJA.....	3
Uvod.....	3
Maligni tumori i radioterapija.....	6
Učefeće radioterapije u tretmanu onkoloških bolesnika.....	9
Radioterapijski aparati (mašine).....	11
Prostor za radioterapiju.....	16
Kadrovi u radioterapiji.....	18
Cena radioterapije u svetu i Srbiji.....	21
II DEO: RADIOTERAPIJA U SRBIJI DANAS.....	23
Klinički materijal.....	23
Supervoltažne teleterapijske mašine u Srbiji 2004. godine.....	24
Brahiterapijske mašine u Srbiji krajem 2004. godine.....	27
Druga radioterapijska oprema u Srbiji krajem 2004. godine.....	29
Kadrovi u radioterapiji u Srbiji krajem 2004. godine.....	30
Broj pacijenata zračenih tokom jedne godine u Srbiji (1996).....	31
Prosečni odnosi: stanje u Srbiji u odnosu na ESTRO-95.....	33
Komparativna analiza kadrova i opreme u radioterapiji nekih zemalja Evrope i Balkana.....	34
Prosečna cena radioterapijskih usluga po 1 frakciji/seansi na linearnom akceleratoru u nekim zemljama u svetu (2002).....	40
Rezultati lečenja karcinoma grlića i tela materice u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu.....	41
ZAKLJUČAK.....	42
III DEO: RADIOTERAPIJA SRBIJE U BUDUĆNOSTI.....	43
Radiološko-onkološki regioni u Srbiji (bez Kosova i Metohije).....	43
Očekivani klinički materijal.....	45
Komparacija: klinički materijal iz 1996. godine prema materijalu dobijenom matematičkim putem.....	46

Standardi i normativi.....	47
Potrebe za tele i brahiterapijskim mašinama u pet radiološko-onkoloških centara u Srbiji.....	48
Prihodi i rashodi Službe za radioterapiju Instituta za onkologiju i radi- ologiju Srbije, Beograd, za 2004. godinu (izvor: Finansijska služba Instituta).....	54
Način finansiranja radioterapijskih usluga od strane RZZZ Srbije (izvor: Finansijska služba Instituta) .....	56
 IV DEO: ZBIRNI ZAKLJUČCI.....	 59
 Literatura .....	 68

## UMESTO PREDGOVORA

Velikani naučne misli Rentgen, Bekerel, Pjer Kiri, Marija Sklodovska Kiri, Irena Kiri Žolio sa svojim velikim otkrićima (iks - zraci, prirodni i veštački radio-izotopi) postavili su temelje novim medicinskim granama – dijagnostičkoj i terapijskoj radiologiji i nuklearnoj medicini.

### Velikani nauke



Njihova otkrića su indukovala druga velika naučna otkrića koja su odvela civilizaciju 20. veka u zvezdane prostore (Mesec, Mars, Titan, kosmička stanica...), ali ista civilizacija, zahvaljujući upravo tim otkrićima stigla je i do samih vrata pakla (Hirošima, Nagasaki – Japan 1945).

Pjer Kiri je upozorio i na ovaj mogući pravac kretanja naše civilizacije 1904. godine u svom govoru na svečanom ceremonijalu povodom primanja Nobelove nagrade za njegova velika otkrića u fizici:

”Može se takođe zaključiti da u kriminalnim rukama radijum može postati veoma opasan. I ovde se možemo zapitati da li ljudski rod ima koristi od izučavanja tajni prirode, ukoliko on nije dovoljno zreo da to znanje koristi, ili ako je ovo znanje štetno.”

# I DEO

## MALIGNI TUMORI I RADIOTERAPIJA

### Uvod

**Radioterapija** je medicinska disciplina koja se bavi lečenjem bolesti zračenjem. Pri tome se koriste jonizujući zraci fotonske (X,  $\gamma$ ) ili korpuskularne prirode (e, n, p,  $\pi^-$  - mezoni, teški joni C, N, O, X, Ar, Si). Radioterapija je grana šire medicinske nauke radiologije. Ponekad se naziva i **terapijska radiologija**, a pošto se najčešće primenjuje u lečenju malignih tumora, naziva se i **radiološka onkologija**.

Istorijski razvoj radioterapije usko je vezan za otkrića u oblasti fizike, hemije, biologije, tehničkih nauka. Otkrića V. K. Rentgena, A. Bekerela, M. i P. Kiri, N. Bora, F. Žolio i J. Kiri i drugih velikana naučne misli 19-og i 20-og veka, predstavljala su osnovu na kojoj se razvila i radioterapija.

Rentgen je otkrio X zrake 1895. godine, a već naredne, 1896. godine bečki dermatolog Leopold Freund koristi ih za depilaciju dlakavog nevusa jedne devojčice. Dr Thor Stenbeck iz Stockholma, Švedska, koristi X zrake za tretman bazocelularnog karcinoma kože vrha nosa jedne žene 1899. godine. A. Bekerel otkriva prirodnu radioaktivnost 1896. godine, M. i P. Kiri izdvajaju radijum (Ra-226) iz uranove rude 1898. godine, a već 1901. u Parizu, 1903. u Petrogradu i 1905. godine u SAD-u ovaj prirodni radioizotop se koristi u terapiji malignih tumora.

Na početku radioterapijske ere (početak 20-og veka), ova medicinska disciplina prvenstveno se primenjuje u oblasti lečenja zapaljivih procesa, akutnih i hroničnih, specifičnih i nespecifičnih, naročito lokalizovanih na koži. Endokrina oboljenja takođe postaju interesantna za radioterapiju.

U okrilju radioterapije od samog početka se razvijaju dve osnovne discipline – **rentgenska terapija** (rentgenska cev X zraka) i **terapija radijumom** (Ra-226 izvor  $\gamma$  zraka).

Najpre se primenjuju u oblasti dermatologije, a nešto kasnije i u oblasti ginekologije i hirurgije.

Od 1920. godine beleži se nagli porast malignih neoplazmi koje postaju ozbiljan zdravstveni problem u svim tada razvijenim zemljama sveta. Kako hirurgija krajem 19-og i početkom 20-og veka doživljava veliki uspon, rešenje problema raka prepušteno je hirurzima (Wertheim-ova operacija raka grlića materice, Halsted-ova operacija karcinoma dojke). Ali, pošto rezultati nisu bili zadovoljavajući kod većine operisanih slučajeva, rešenja su se tražila i u drugim oblastima medicine, posebno u oblasti tada nove medicinske discipline radioterapije.

I upravo zbog veoma složenog i teškog zadatka koji je postavljen pred novu medicinsku granu, radioterapija počinje naglo da se razvija. Do 40-ih godina 20-og veka koriste se rentgenske cevi (najpre jonske a od 1913. godine termojonske – Kulidžove cevi) kao izvor X zraka za tzv. tele-radioterapiju (spoljašnje, transkutano ozračivanje), da bi se 40-ih i 50-ih godina 20-og veka konstruisali generatori visokoenergetskog fotonskog i korpuskularnog zračenja: Betatron (X, e), Linearni akcelerator (X, e), izotopska mašina ( $\gamma$ ), Ciklotron-sinhrotron (n, p,  $\pi$  - mezoni, teški joni). I u radioterapiji su se tada mogli da koriste snažni izvori visoko-energetskog (>1 MeV) jonizujućeg zračenja, čija je energija znatno prevazilazila energije klasičnog X zračenja (rentgen cevi – ortovoltazna tele-radioterapija). Zbog svoje velike prodorne moći u materijalnoj sredini (i u ljudskom telu), ovo visoko-energetsko zračenje postaje efikasno sredstvo lečenja i za najveće tumore koji su lokalizovani u najdubljim delovima tela (abdominalna i torakalna šupljina, endokranijum).

Otkrićem i proizvodnjom veštačkih radioizotopa (F. Žolio - I. Kiri, P-30, 1934) - kobalta (Co-60), cezijuma (Cs-137), iridijuma (Ir-192), stroncijuma (Sr-90), zlata (Au-198), joda (I-138), kalifornijuma (Cf-252) i drugih, otvorena je široka perspektiva tzv. brahi-kiri-terapiji ili prosto brahiterapiji.

Do 60-ih godina 20-og veka klasična brahiterapija koristila je u kliničkoj praksi prirodne i veštačke radioizotope niske radioaktivnosti (<3-4 gBq po jednoj aplikaciji – brzina doze u dozimetrijskoj tački ne prelazi 4 cGy/min). Uvođenjem u kliničku praksu tzv. "remote after loading" tehnika (mašinsko prenošenje radionuklida iz olovnog kontejnera u područje tumora), omogućilo je 60-ih godina 20-og veka korišćenje izvora visoke radioaktivnosti (nekoliko Ci - 700-800 gBq po 1 aplikaciji – brzina doze u dozimetrijskoj tački veća od 20 cGy/min) tako da se aplikovala tumorska letalna doza, umesto danima, za nekoliko minuta (LDR-niska brzina doze, MDR-srednja brzina doze, HDR-velika brzina doze; uprošćeno rečeno trajanje zračenja po jednoj frakciji – aplikaciji traje danima, odnosno satima, odnosno minutama).

Konstruisane su brahiterapijske mašine: Katetron, Buhler, Kiritron, Seletron, Mikroelektron, AGAT-V, Brahitron, ANET-V i dr.

U Srbiji se radioterapija uvodi u kliničku praksu 20-ih godina 20-og veka: ortovoltazna teleradioterapija 1923, brahiterapija sa Ra-226 1932. godine u okviru klinika Medicinskog fakulteta u Beogradu. Posle II svetskog rata uvode se u kliničku praksu megavoltazne teleradioterapijske mašine – izotopska (tzv. Kobalt-bomba) 1960, električna mašina Betatron 42 (MeV-a) 1970, Linearni akcelerator (10 MeV-a) 1977, a brahiterapijska mašina Katetron 1974, Seletron HDR 1979. i Mikroelektron 1993. godine.

Radiološki institut Medicinskog fakulteta u Beogradu (sada Institut za onkologiju i radiologiju Srbije) razvio se u modernu

zdravstvenu ustanovu te vrste i po kadrovima, opremi, prostoru, kapacitetima i rezultatima lečenja zauzeo je jedno od vodećih mesta u ovom delu Evrope i sveta. Imena stručnjaka Instituta nalaze se u najpoznatijim svetskim stručnim udžbenicima i časopisima.

Institut je bio "spiritus movens" za otvaranje drugih radioterapijskih centara u zemlji – u S. Kamenici, Kragujevcu, Nišu, Sarajevu, Skoplju, Kladovu i Podgorici.

Za ovih 100 i nekoliko godina, koliko se u kliničkoj praksi koristi radioterapija, stečeno je veliko iskustvo i postignuti su zapaženi rezultati. Radioterapija se razvila u posebnu medicinsku disciplinu koja je, zajedno sa hirurģijom i hemioterapijom, postala nezamenljivo oružje u borbi protiv malignih tumora. Danas se radioterapija primenjuje za lečenje 50 do 60% obolelih od malignih tumora, samostalno ili u kombinaciji sa drugim terapijskim modalitetima. Posebno je potrebno naglasiti da se brahiterapija poslednjih godina primenjuje i u lečenju nekih nemaligh oboljenja.

## **Maligni tumori i radioterapija**

Da bi se sačinio validan plan kadrova, opreme i prostora za novoformirano radioterapijsko odeljenje u jednom zdravstvenom centru koji pokriva jedan grad, regiju ili državu, potrebno je unapred predvideti klinički materijal (onkološki bolesnici) koji će se tretirati radioterapijom.

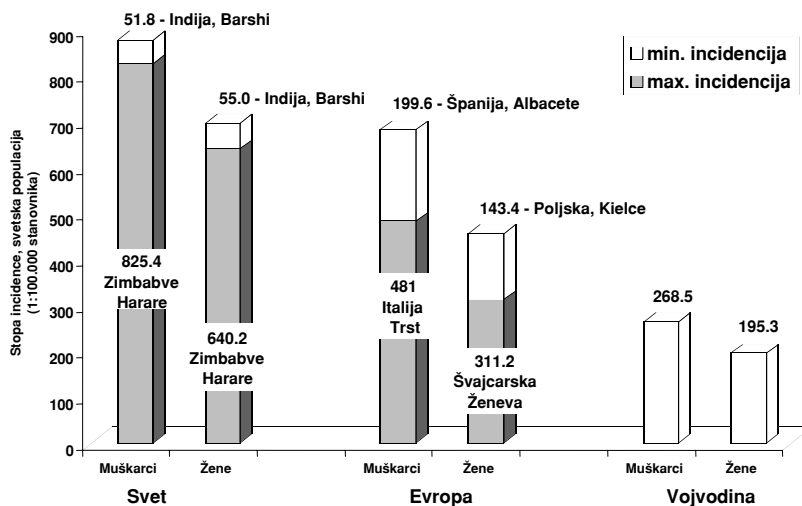
Prema podacima koje sadrži naučna publikacija "Cancer Incidence in Five Continents Vol. 7", incidencija (novootkriveni maligni tumori svih lokalizacija na 100.000 stanovnika godišnje) malignih tumora u svetu, Evropi i na Balkanu kreće se kako sledi:

U svetu je najveća incidencija u muškoj populaciji zabeležena u Harare-u, Zimbabve – 825.4/100.000/1 g., a najmanja u Barshi, Indija

- 51.8/100.000/1 g. U ženskoj populaciji najveća incidencija je takođe zabeležena u Harare-u, Zimbabve – 642.2/100.000/1 g., a najmanja takođe u Barshi, Indija – 55.0/100.000/1 g.

U Evropi je u muškoj populaciji najveća incidencija otkrivena u Trstu, Italija – 482.1/100.000/1 g., a najmanja u Albacete, Španija – 199.96/100.000/1 g. U ženskoj populaciji najveća incidencija je u Ženevi, Švajcarska – 311.2/100.000/1 g., a najmanja u Kielce, Poljska – 143.4/100.000/1 g.

Prema istim izvorima na Balkanu (Vojvodina – Srbija i Crna Gora) u muškoj populaciji incidencija je 268.5/100.000/1 g., a u ženskoj 195.3/100.000/1 g.



Grafikon 1. Kancer incidencija u svetu, 1988-1992.  
(Standardizovana stopa incidencije na 100.000 svetske populacije)

Na IV svetskom kongresu radiološke onkologije u Melburnu, Australija (aktivno učestvovali prof. dr S. Čikarić, doc. dr N. Borojević), prezentirani su podaci o kretanju malignih tumora u svetu. Poznati i priznati stručnjaci su utvrdili da je incidencija malignih tumora svih lokalizacija dostigla svoj vrh (plafon) u razvijenim zemljama sveta, dok će tek narednih godina i decenija u zemljama u razvoju (Balkan, Srbija i Crna Gora) dostići taj maksimum. Smatra se da će u narednih 10 godina i u razvijenim zemljama (Engleska, Švedska, Francuska, Nemačka) rasti broj novootkrivenih slučajeva malignih tumora po stopi od 1% godišnje. Podrazumeva se da će taj rast u zemljama u razvoju biti znatno veći (>2% godišnje), s obzirom da je tekuća incidencija u ovim zemljama znatno niža (primer: Engleska – 425/100.000/1 g. vs. Srbija 250/100.000/1 g.).

Budući da Srbija ima insuficijentan registar za rak koji bi bio validan za procenu kretanja malignih tumora u narednih 10-15 godina za koje vreme se planiraju kadrovi, oprema i prostorije u Srbiji, mi smo koristili podatke o incidenciji malignih tumora u državama koje okružuju Srbiju. Upravo to su Balkanske zemlje (u razvoju). U ovim zemljama incidencija se kreće za mušku populaciju oko 250/100.000/1 g., a za žensku oko 200/100.000/1 g. Pošli smo od pretpostavke da je ukupan broj stanovnika danas u Srbiji 10 miliona (sa Kosovom i Metohijom). Iz odnosa incidencije i ukupnog broja stanovnika u Srbiji proizilazi da će se godišnje otkriti 22.500 novih slučajeva malignih tumora svih lokalizacija. U narednih 10 do 15 godina očekuje se eksplozija malignih tumora u zemljama u razvoju (i u Srbiji) i to po godišnjoj stopi oko 2%, te se može očekivati krajem prve decenije ovog (21-og) veka da će se u Srbiji godišnje otkrivati 10% više onkoloških bolesnika nego u 2005. godini, dakle oko 25.000 novih slučajeva godišnje.

**Zaključak:** od 2005. do 2010. godine otkrivaće se u Srbiji novih onkoloških bolesnika godišnje 22.500 do 25.000 ili u proseku 23.750 novih.

## Učešće radioterapije u tretmanu onkoloških bolesnika

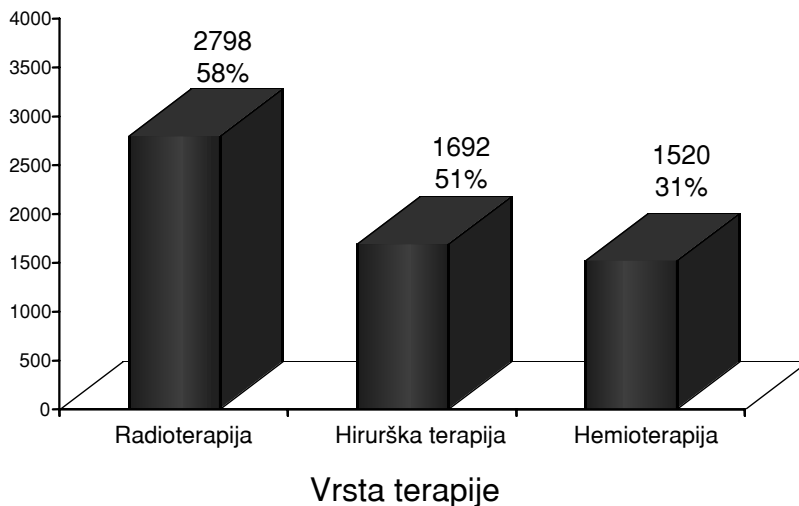
Danas se koriste tri osnovna terapijska modaliteta u tretmanu onkoloških bolesnika:

- hirurgija (početak u antičkim civilizacijama),
- radioterapija (početak pre 100 godina),
- hemioterapija (početak pre 50 godina).

Procentualna zastupljenost ova tri terapijska modaliteta razlikuje se u pojedinim radiološko-onkološkim centrima u svetu. Tako, na primer, radioterapija je zastupljena, samostalno ili u kombinaciji sa ostala dva terapijska modaliteta, 35% u Švedskoj, do 60% u SAD. Prema hospitalnom registru za rak Instituta za onkologiju i radiologiju Srbije (14) struktura kliničkog materijala prema terapijskim modalitetima je sledeća: radioterapija 58%, hirurgija 51%, hemioterapija 31% (vidi grafikon 2).

Tabela 1. Učešće radioterapije u tretmanu malignoma svih lokalizacija u nekim zemljama Evrope i Sveta

Zemlja	Godina	% zračenih pacijenata
Australija	1986	36
	1990	44
Kanada	1975	48
	1987	54
Holandija	1983	44
Velika Britanija	1979	45
SAD	1983	56
	1985	50 - 60
	1990	57
	1992	30 - 33
Švedska	1992	30 - 33
Srbija	1996	50



Grafikon 2. Procentualna zastupljenost terapijskih modaliteta u kliničkom materijalu IORS-a za 2000. godinu (novoregistrovani pacijenti, incijalna terapija u Institutu  $\Sigma=4.311$ )

Ako za Srbiju koristimo prosečne vrednosti (50% učešća radioterapije u tretmanu onkoloških bolesnika), računski pokazuje da će se u Srbiji radioterapijom godišnje tretirati oko 12.000 novootkrivenih onkoloških bolesnika.

Odnos radikalno i palijativno zračenih onkoloških bolesnika u pojedinim onko-radiološkim centrima je različit: Švedska – 50%:50%, Engleska – 65%:35% u korist radikalnog tretmana. U Srbiji taj odnos je oko 70%:30%.

Ovi podaci su važni za planiranje opreme. Za radikalni tretman potrebne su moderne supervoltažne mašine (X,  $\gamma$ , e) koje su i relativno skupe, a za palijativni zračni tretman mogu poslužiti klasični terapijski rentgen aparati koji su znatno jeftiniji od megavoltažnih mašina. Takođe je važan podatak o broju zračenih pacijenata i broju zračnih polja. U Engleskoj na jedan zračni ciklus (jedan pacijent) dolazi 30 do 35 zračnih polja. Da bismo došli do ukupnog broja zračnih polja godišnje, potrebno je pomnožiti broj pacijenata sa 30

do 35. Naime, postoje međunarodni standardi i normativi o broju zračnih polja po jednoj mašini za zračenje u jednoj godini (Švedska: 18.000 do 20.000 zračnih polja/1 linearni akcelerator godišnje; svet: 9.000 do 15.000 zračnih polja/ 1 izotopska mašina godišnje).

## **Radioterapijski aparati (mašine)**

U radioterapiji se koriste dve vrste mašina za dobijanje jonizujućeg zračenja – u tele-radioterapiji i brahiterapiji.

**A. Tele-radioterapija** (spoljašnje, transkutano zračenje) koristi: 1. rentgen aparate (ortovoltazne tele-radioterapija - rentgenska cev koja proizvodi X zrake od 50 do 500 keV); 2. megavoltazne električne mašine (Betatron, Linearni akcelerator) za dobijanje visokoenergetskih X zraka i elektrona (1-45 MeV-a); 3. izotopske mašine (najčešći izvor gama zraka veštački radioizotop Co-60 energija  $\gamma$  zraka 1.25 MeV-a); 4. Ciklotron-sinhrotron za dobijanje korpuskularnih zračnih snopova (p, n,  $\pi$ , C, N, O, X, Ar, Si).

Danas se rentgen aparati uglavnom koriste u palijativnoj radioterapiji, a ciklotroni samo u pojedinim centrima visokorazvijenih i bogatih zemalja, budući da su enormno skupi, nekoliko stotina miliona eura (u Nemačkoj su trenutno montirane u nekoliko centara ove mašine čija se cena kreće od 180.000.000 do 200.000.000 eura i svega će pokrivati 5 do 10% ukupnog kliničkog materijala).

**B. Brahiterapijski aparati.** U modernim radiološko-onkološkim centrima koriste se tzv. "remote after loading" tehnike (mašine) za prenos radionuklida – prirodnih ili veštačkih, iz olovnog kontejnera preko semifleksionih kablova do vodiča (nosača) fokusa koji su prethodno aplikovani u područje tumorske lezije. Koriste se radioizotopi niske (LDR), srednje (MDR) i visoke (HDR) radioaktivnosti, što uslovljava vreme ozračivanja tumora mereno danima,

satima, odnosno minutama. Danas se u svetu koriste najčešće 1. i 3. sistem (LDR i HDR - 50% versus 50%). U Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije koriste se radioizotopi visoke radioaktivnosti od 1974. godine. Rezultati koji su postignuti ovim režimom tretmana malignoma ginekološke regije su za 8-12% bolji od prosečnih svetskih rezultata.

Na IV svetskom kongresu radiološke onkologije sugerisano je da se u celom svetu pređe na HDR režim u brahiterapiji. Što se tiče brojnog odnosa tele-terapijskih i brahiterapijskih mašina, on je različit u raznim krajevima i zemljama.

Primer: u Srbiji je 1996. godine zračeno megavoltažnom tele-radioterapijom 9800 onkoloških bolesnika, a na brahiterapijskim mašinama 1830 (5.4:1). Te godine se koristilo 15 tele-radioterapijskih aparata i 6 brahiterapijskih aparata. Najčešće se u kliničkoj praksi koristi i jedna i druga tehnika za zračenje istog onkološkog bolesnika (isti tumor se napada i tele i brahiradioterapijom).

U razvijenim zemljama broj tele-terapijskih megavoltažnih aparata (električnih i izotopskih na 1 milion stanovnika) kreće se kako sledi:

Austrija 3, Izrael 3, Engleska 5, Francuska 6, SAD 8, a u Srbiji već pomenute 1966. godine bilo je 1.5 ovih mašina na 1 milion stanovnika.

Danas se smatra da je optimalan broj tele-terapijskih mašina jedan na 250.000 stanovnika, odnosno 4 mašine na 1 milion stanovnika (ukoliko je incidencija 400 novootkrivenih slučajeva na 100.000 stanovnika godišnje. Primer: Engleska), odnosno 500 pacijenata po jednoj tele-terapijskoj mašini godišnje (ovaj odnos pacijenata i mašina je realniji jer je incidencija različita u raznim zemljama, čak i unutar jedne zemlje, ma koliko ona bila mala po broju stanovnika) i 300 pacijenata po jednoj brahiterapijskoj mašini godišnje.

Radni vek ovih mašina se kreće od 10 do 15 godina, a njihov kapacitet je 12.000 do 18.000 zračnih polja godišnje (električne klistronske mašine imaju veći output od izotopskih). Već smo izneli u prethodnom poglavlju da se do ukupnog broja zračnih polja godišnje u jednom regionu (državi) dolazi množenjem očekivanog broja onkoloških bolesnika koji će se zračiti tokom jedne godine sa brojem 30 (prosečan broj zračnih polja po onkološkom bolesniku).

Primer: u Srbiji krajem prve decenije 21. veka očekuje se oko 25.000 novootkrivenih onkoloških bolesnika godišnje, od toga broja 50% će koristiti i radioterapiju što će zahtevati 375.000 zračnih polja ( $12.500 \times 30 = 375.000$ ). Ako pođemo od pretpostavke da se na jednoj megavoltažnoj mašini može zračiti godišnje cirka 15.000 zračnih polja, dolazi do zaključka da će nam 2010. godine biti neophodno 25 megavoltažnih tele-terapijskih mašina. Ako izvedemo računsku operaciju vezanu za korelaciju jedna mašina: 250.000 stanovnika, približno dobijamo podatak da je u Srbiji potrebno 40 megavoltažnih tele-terapijskih mašina (zanemarili smo činjenicu da u Srbiji neće incidencija dostići 400/100.000 već 250/100.000). Osam brahiterapijskih mašina u 2010. godini bio bi optimalan broj za Srbiju.

Brahiterapijske mašine sa izvorima visoke radioaktivnosti imaju dnevni kapacitet od 10 do 15 aplikacija, ili godišnje 2500 do 3500 aplikacija (3 do 5 aplikacija po jednom pacijentu).

Približno dolazi jedna brahiterapijska mašina na 3 tele-terapijske mašine (na osnovu analize kliničkog materijala u Srbiji, vidi kasnije).

Tabela 2. Cene savremenih (poslednja generacija) tele-terapijskih i brahiterapijskih mašina (korišćena cena aparata u poslednjih nekoliko tendera u Srbiji)

Aparat	Približna cena (euro)
1. Telekobalt uređaj, FKD 100, sa pratećom opremom	350.000 - 500.000
2. Telekobalt uređaj, FKD 80 sa pratećom opremom	315.000 - 460.000
3. Visokoenergetski lin. akcelerator, 4-18 MeV fotoni, 6-20 MeV elektroni	1.400.000 - 1.660.000
4. Niskoenergetski lin. akcelerator, 4-6 MeV fotoni	675.000 - 1.000.000
5. Brahiterapijski uređaj HDR (370 GBq)	215.000 - 500.000
6. Ciklo-sinhotron	150.000.000 - 200.000.000

Pored izvora jonizujućeg zračenja koje smo napred pobrojali, za modernu radioterapiju potrebna je oprema koja podiže ovaj terapijski modalitet na najviši nivo.

Tabela 3. Cena prateće radioterapijske opreme

Aparat	Približna cena (euro)
1. Klasični RT Simulator	237.000 - 800.000
2. 3-D TPS sa 3+5 terminala	250.000 - 560.000
3. CT - Simulator	400.000 - 1.000.000

Ostala prateća oprema u radioterapiji je: multielementni (“multilief”) kolimator, portal imaging sistem, IMRT dozimetrija, oprema za dozimetrijska merenja (jonizaciona komora, elektrometar, vodeni fantom, referentni 90-Sr/90-Y radioaktivni izvor zračenja, “pištolj” ili “pegla”, dozimetar, anatomski Alderson-ov fantom, aparat za TL dozimetriju, in vivo dozimetrija, fiksacioni sistem za konformalnu radioterapiju i dr).

Radi određivanja lokalizacije, veličine, lokalne i metastatske proširenosti primarnog tumora, potrebni su dijagnostički aparati: magnetna rezonancija (MR), kompjuterizovana tomografija (CT), ultrasonografija (UZ), standardna i digitalna radiografija, pozitronska emisija tomografija (PET)\*, nuklearna medicina.

Pošto se radioterapijsko odeljenje otvara u sklopu jednog većeg zdravstvenog centra (klinika, bolnica), pretpostavlja se da dotični centar već ima ili će nabaviti navedenu opremu koja se može vezati informacionim sistemom za sistem za planiranje i terapijske mašine.

Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, Beograd, danas zrači oko 300 do 350 pacijenata dnevno u 3 smene. Analizom kliničkog materijala koji se zrači u jednom danu u 3 smene na 3 lin. akceleratora – Primus 15 MeV, Primus 18 MeV i Varian 18 MeV – utvrdili smo sledeće: ukupno se ozračilo 306 pacijenata.

1. Odnos radikalno – postoperativno zračenje prema palijsativnom zračenju bio je 80%:20%
2. Odnos zračenja X- zracima od 6 MeV prema X-zracima od 18 MeV bio je 88%:12%
3. Odnos zračenja pacijenata X-zracima prema elektronima bio je 90%:10%

---

\* Cena ove mašine kreće se oko 10.000.000 eura i može se eksploatisati samo u zemljama koje poseduju i Ciklotron za proizvodnju radio-nuklida koji predstavljaju ”gorivni” materijal za PET.

Ako pođemo od pretpostavke da je u Srbiji indikovano spro-  
voditi radioterapiju kod 10.000 pacijenata godišnje, onda prostom  
računskom operacijom dolazimo do sledećih podataka:

Za energije fotona od 18 MeV i brze elektrone indikacije pos-  
toje kod 2000 pacijenata – dakle 4 visokoenergetska generatora X-  
zraka od 18 MeV-a i brzih elektrona (za jednosmenski rad).

Za energije fotona od 6 MeV (X) odnosno 1.25 MeV- gama  
zraka postoji potreba kod 8000 pacijenata (80%) što zahteva 16 lin.  
akceleratora od 6 do 10 MeV ili isto toliko izotopskih mašina (za jed-  
nosmenski rad). Ako bismo kupovali izotopske mašine angažovali  
bismo 8 miliona eura koliko nas košta i 5 linearnih akceleratora koje  
je Vlada Srbije kupila pre 2 godine. Time bismo rešili problem  
radioterapije narednih 20 godina.

Pošto je već napravljen raspored visokoenergetskih akcelero-  
ra u 4 radio-onkološka centra – Beograd, Novi Sad, Kragujevac i Niš,  
ubuduće je potrebno pažljivo planiranje radioterapijskih mašina i  
njihove distribucije prema kliničkim indikacijama.

## **Prostor za radioterapiju**

### **Bunkerski prostor**

Radioterapijski aparati za tele-terapiju i brahiterapiju se  
smeštaju u posebno izgrađeni bunkerski prostor koji je obično loci-  
ran u suterenu ili podrumu zgrade zdravstvenog centra, a može i na  
zasebnom zemljišnom prostoru. Ovaj prostor zahteva poseban  
materijal kao i debljinu zidova, plafona, hodnika u vidu lavirinta i  
vrata, kako bi se zaštitio personal i okolina od prodornog visoko-  
energetskog jonizujućeg zračenja (primarnog i sekundarnog).

Za jedan megavoltažni tele-terapijski i brahiterapijski aparat potreban je prostor od 30 do 50 m<sup>2</sup> (jedan bunker), cena izrade bunkera sa celokupnom završnom obradom za megavoltažnu mašinu iznosi cca 500.000 do 1.000.000 eura. Radni vek ovako izgrađenog prostora je 30 godina.

### **Ostali prostor koji prati bunkerske prostorije**

Prostorija ispred bunkera u kome se nalazi komandni pult (radno mesto tehničara), kabine za presvlačenje pacijenata, obradna soba (radno mesto lekara), čekaonica, mokri čvor, a zajedno sa bunkerima zahteva 200-250 m<sup>2</sup>.

Poseban prostor je predviđen za Simulator (standardni ili CT) sa 3 prostorije – za smeštaj aparata, za komandni sto i za mračnu komoru (automatska).

Potrebne su i dve prostorije za ambulantni rad – kontrole pacijenata po završenom zračnom tretmanu, jedna ambulanta bi služila za pregled onkoginekoloških bolesnika, a druga za sve ostale bolesnike.

### **Prostor za presvlačenje personala i odmor**

Uz bunker za brahiterapijsku mašinu potrebna je i aplikaciona sala kao i odeljenje (prostorija) za sterilizaciju, što takođe zahteva zajedno sa 1 bunkerom 200-250 m<sup>2</sup>.

Odeljenje mokrih čvorova i čekaonica su potrebni uz svaki bunkerski prostor.

Takođe je potreban prostor za tehničku službu (služba održavanja skupih mašina), prostor za odeljenje zaštite od jonizujućeg zračenja, kao i lekarske sobe.

## Stacionar

Stacionar sa bolesničkim krevetima može biti smešten u bilo kom delu zdravstvenog centra pod uslovom da su komunikacije sa bunkerskim prostorom zadovoljavajuće (hodnici, liftovi, stepenište i ostalo). Institut za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu poseduje 164 radioterapijska bolesnička kreveta što je veoma visok broj, ali i broj godišnje radioterapijski tretiranih pacijenata je takođe visok. Godina 2004: 4250 pacijenata iz Srbije i 500 pacijenata iz Republike Srpske, Crne Gore i distrikta Brčko kod kojih je sprovedena teleradioterapija i blizu 1000 pacijenata kod kojih je sprovedena brahiterapija. Potrebno je naglasiti da se u svetu, pored radio-onkoloških centara, kakav je Institut u Beogradu, grade hoteli u kojima se smeštaju pacijenti za radioterapiju. Verovatno je ovakav način smeštaja pacijenata znatno jeftiniji. Odnos broja stacionarno prema broju ambulantno lečenih bio je u 2004. godini 30:70%. Dakle, ambulantni tretman dominira u našem kliničkom materijalu. I pored toga, lista čekanja za hospitalizaciju u radioterapijski stacionar je relativno velika: 80 do 110 pacijenata. Najduže čekanje je 1 do 2 meseca.

## Kadrovi u radioterapiji

Rad u radioterapijskim odeljenjima zahteva strogo stručni specijalizovani kadar.

**1. Lekari** su specijalisti iz radiologije (radiološki onkolozi, radioterapeuti).

Specijalistički staž traje od 3 do 5 godina. Na Medicinskom fakultetu u Beogradu ovaj staž traje 4 godine: 27 meseci specijalizirati se obučavaju u oblasti radiološke dijagnostike, 12 meseci u oblasti radioterapije i 9 meseci u okviru dvosemetralne, teorijske i praktične nastave koja obuhvata sve oblasti radiologije: radiološku fiziku,

zaštitu, dijagnostiku, radioterapiju. Pošto je terapijska radiologija vrlo složena i zahteva duži vremenski period za kompletnu edukaciju, trebalo bi nastavne planove i programe iz radiološke specijalizacije dopuniti, čak izmeniti u korist radioterapije, ili da se preraspodeli vreme provedeno na stažiranju za specijalizante koji se opredele za radioterapiju (27 meseci radioterapijskog staža, a 12 meseci dijagnostičkog staža) ili da se dužina staža na specijalizaciji radiologije produži sa 4 godine (u Beogradu) na 5 godina. Možda bi bilo interesantno da se specijalizacija iz radiologije podeli na 2 zasebne specijalizacije – radioterapiju i radiodijagnostiku.

## **2. Radiološki tehničari**

U okviru Više medicinske škole postoji odsek Viši radiološki tehničar (4 do 6 semestara), gde se edukuje tehnički kadar iz oblasti radiološke dijagnostike, radio-terapije, nuklearne medicine. Nakon diplomiranja dobija se zvanje Višeg radiološkog tehničara (u nekim zemljama “radiološki inženjer”).

Praktična i terapijska nastava iz oblasti radioterapije odvija se u 3, 4, 5, i 6. semestru.

## **3. Radiološki fizičari (elektroinženjeri)**

Edukacija ovog kadra odvija se na matičnim fakultetima (fizika, fizička hemija, elektrotehnika). Znanja i veštine iz oblasti dozimetrije zračenja, planiranja i izvođenja radioterapije se stiču u radio-terapijskim centrima i u institutima koji su referentni centri za radio-terapiju (u Srbiji Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, VMA Beograd, Sremska Kamenica). Poslediplomske studije na nivou specijalizacije organizovane su na medicinskim fakultetima (Srbija: Beograd, Novi Sad).

Poslediplomske studije na nivou magisterijuma se obavljaju u Novom Sadu (Medicinska fizika) i Beogradu (Centar za multidisciplinarne studije – Elektrotehnički fakultet), a planira se organizova-

nje magistarskih i doktorskih studija iz radiološke biofizike na Medicinskom fakultetu u Beogradu.

Posebno je potrebna dopunska edukacija radioloških fizičara iz oblasti 3-D planiranja konformalne i stereotaktične radioterapije, IMRT i drugih kompleksnih radioterapijskih tehnika (moguće organizovati ovu edukaciju u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije, a u saradnji sa Medicinskim fakultetom u Beogradu i Novom Sadu). Ova edukacija bi imala za cilj osposobljavanje radioloških fizičara za sprovođenje najkompleksnijih tehnika u radioterapiji (3. nivo).

#### **4. Inženjeri i tehničari**

Za održavanje i eksploataciju vrlo skupe radioterapijske opreme potrebni su posebno obučeni elektroinženjeri i elektrotehničari čija se edukacija odvija na elektrotehničkim fakultetima, odnosno srednjim i višim elektrotehničkim školama.

#### **5. Medicinske sestre**

Ovaj kadar radi u stacionaru i aplikacionoj sali (brahiterapijska mašina), a edukacija se vrši u srednjim ili višim medicinskim školama.

#### **6. Administrativni radnici**

Daktilografi, šalterski službenici, operateri na kompjuterima, sve kao u ostalim delovima zdravstvenog centra.

#### **7. Radnici u kuhinji**

Servirke, higijeničarke, sve kao u ostalim delovima zdravstvenog centra.

Specifičan profil kadra u radioterapiji su radioterapeuti (lekari, radiološki fizičari i radiološki tehničari). Prema međunarodnim preporukama ovi kadrovi bi trebalo da su zastupljeni u radio-terapijskim odeljenjima, kao što je to prikazano u tabeli 4.

Tabela 4. Broj izvršioca radioterapijskih usluga prema broju pacijenata i radioterapeuta i tele-terapijske mašine (ESTRO 95)

Izvršilac	Broj
1 radiolog	150-350 pacijenata/god.
1 radiološki fizičar	400-600 pacijenata/god.
2,2 radiološka tehničara*	1 teleterapijska mašina
1 teleterapijska mašina	200-500 pacijenata/god. (7.000-17.500 zračnih p/g)

\* u jednoj smeni

## Cena radioterapije u svetu i Srbiji

Cena tretmana onkoloških bolesnika može se podeliti na cenu opšte nege (i hospitalizacije), cenu koja se odnosi na dijagnostiku i cenu za specijalnu vrstu tretmana, npr. hirurgiju, radioterapiju ili hemioterapiju. Švedska je zemlja koja ima najsvređenije podatke o radioterapiji uopšte i cenama radioterapijskih usluga posebno. Tako se npr. u ovoj zemlji tretira godišnje 40.000 novootkrivenih onkoloških bolesnika svim terapijskim modalitetima (hirurgija, radioterapija, hemoterapija) po ukupnoj ceni 1 milijarda i 34 hiljade eura. Za 13.000 onkoloških bolesnika koji se tretiraju radioterapijom (50% radikalna versus 50% palijativna) utroši se oko 50 miliona eura ili u proseku 4.200 eura po jednom onkološkom bolesniku. Cena po jednom zračnom polju iznosi 75 eura. Za brahiterapiju se izdvaja ukupno 5.397.301 eura.

Ovde je bilo reči o konvencionalnoj (klasičnoj) radioterapiji. Međutim, moderna radioterapija – tzv. konformalna radioterapija

zahteva vrlo složene operacije pre, u toku i posle završenog zračenja. Relativno veliki tim visokostručnih kadrova učestvuje u planiranju i realizaciji i ove radioterapije. Ukupno vreme koje je potrebno za obradu onkoloških bolesnika kod kojih se primenjuje konformalna radioterapija iznosi 108 minuta po jednom pacijentu. Zbog sveg navedenog i cena ovih usluga je enormno visoka i kreće se od 15.000 eura (Ca laryngis) do 30.000 eura (tumori glave i vrata).

U Srbiji su ove cene za konvencionalnu radioterapiju znatno niže i kreću se u proseku oko 1200 eura po jednom pacijentu.

Cena konformalne radioterapije još uvek nije formirana, iako je linearni akcelerator "Primus" 18 MeV sa MLC (multilief collimator) uključen u kliničku praksu u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu u julu 2004. godine. Mi predlažemo da cena ovakvih usluga bude veća od konvencionalne radioterapije pet puta (u svetu veća 5 do 8 puta).

## II DEO

# RADIOTERAPIJA U SRBIJI DANAS

### Klinički materijal

Ako pođemo od pretpostavke da u Srbiji (sa Kosovom i Metohijom – neki podaci u ovom delu studije datiraju iz 1996. godine) ima deset miliona stanovnika i da je incidencija 250 novootkrivenih malignoma svih lokalizacija godišnje, dobijamo podatak da se godišnje otkriva 25.000 onkoloških pacijenata. Ukoliko prihvatamo ranije iznetu tvrdnju da u Srbiji radioterapiji pripada 50% onkoloških pacijenata, dolazimo do broja 12.500 onkoloških bolesnika koji se tretiraju radioterapijom (samostalno ili u kombinaciji sa hirurgijom i/ili hemioterapijom).

## Srbija



- 10 miliona stanovnika (sa Kosovom i Metohijom)
- 25.000 novih slučajeva malignih tumora godišnje
- 12.000-13.000 novih slučajeva za radioterapiju godišnje

## Supervoltažne teleterapijske mašine u Srbiji 2004. godine

Krajem 2004. godine u šest radioterapijskih centara Srbije bilo je u funkciji 14 linearnih akceleratora (6 - 18 MeV) i dve izotopske mašine (Co-60) – dakle ukupno 16 mašina.

Tabela 5. Supervoltažne teleterapijske (TT) mašine u Srbiji  
(tekuće stanje)

Grad	Izotopska TT mašina	Linearni akcelerator (x=6-18 MeV; e = 5-20 MeV)	Ukupno
Beograd	–	4	4 (2*)
VMA	–	2	2 (-)
Novi Sad (SK)	1	3	4 (3*)
Kragujevac	–	2	2 (1*)
Niš	–	2	2 (1*)
Kladovo	1**	1	2 (1**)
<b>Ukupno</b>	<b>2 (2*)</b>	<b>14 (6*)</b>	<b>16 (8*)</b>

\*Starije od 10 godina; \*\*Starije od 30 godina

Polovina ovih mašina (osam) u procesu su rada dužem od deset godina, u Kladovu izotopska mašina je u funkciji 31 godinu. Podsećamo da je radni vek ovih mašina 12 do 15 godina.

Vlada je iz budžeta Srbije krajem 2002. godine izdvojila sredstva za pet linearnih akceleratora od 4 do 18 MeV: Beograd i Novi Sad su dobili linearne akcelerateore od 18 MeV sa multielementnim kolimatorom (MLC) za tzv. konformalnu radioterapiju, Kragujevac i Niš linearne akcelerateore od 18 MeV ali bez MLC i Kladovo Linac od 6 MeV.

Radovi na bunkerskim prostorijama za smeštaj ovih mašina odužili su se (nedostatak novca, komplikovani tenderski način ugovaranja poslova i sl.) tako da se prva mašina uključila u kliničku praksu tek u julu 2004. godine u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije, zatim u Kragujevcu, Kladovu i Novom Sadu (Sremska Kamenica). Niš još uvek ima problema sa instalacijom ove mašine.

Želimo na ovom mestu da istaknemo da je Institut za onkologiju i radiologiju Srbije sopstvenim sredstvima nabavio jedan linearni akcelerator "Primus" od 15 MeV i počeo da ga koristi u maju 2003. godine.

Pre odluke o nabavci pet megavoltažnih električnih mašina za radioterapiju u Srbiji vodila se kratka rasprava u Ministarstvu zdravlja da li nabaviti električne ili izotopske mašine ili pak kombinovati iste. Naime, visokoenergetske električne mašine su dva do tri puta skuplje od najmodernijih izotopskih mašina. Izotopske mašine su jednostavne strukture, nisu sklone kvarovima, imaju relativno veliki autput, radni vek im je duži nego električnim mašinama (primer Kladovo).

Linearni akceleratori su veoma složene mašine, sastavljene iz hiljada delova i dovoljno je da jedan banalni elemenat zataji i mašina se isključuje iz radnog procesa. Praktično je svakodnevno potrebno prisustvo relativno skupe servisne službe, što poskupljuje i onako skupu radioterapijsku uslugu.

S druge strane, u kliničkom materijalu je visok procenat slučajeva za takozvanu palijativnu zračnu terapiju (20 do 50%) i pravo je rasipništvo sprovoditi ovu terapiju visokoenergetskim veoma skupim linearnim akceleratorima. Primera radi, u Švedskoj još uvek koriste i ortovoltaznu (rentgen) radioterapiju u palijativnom tretmanu 50% njihovog kliničkog materijala. U ovoj zemlji, koja broji oko 8,5 miliona stanovnika otkriva se godišnje 40.000

malignoma svih lokalizacija od čega 13.000 pacijenata podleže i zračnom tretmanu.

Strah od radioaktivnog otpadnog materijala ( $^{60}\text{Co}$ ) nakon završene eksploatacije izvora zračenja (posle šest do deset godina) izlišan je, jer se prodavac ugovorom obavezuje da će takav izvor vratiti u zemlju gde je isti i proizveden. Dakle, o “prljavoj” tehnologiji u ovom slučaju ne može se govoriti. Uostalom, u svetu ima 3000 izotopskih mašina koje se koriste u kliničkoj praksi, čak i u najrazvijenim zemljama sveta – Švedskoj, Češkoj, Rusiji, Izraelu, Japanu, Kanadi...

Više od 50% svih malignih tumora koji zahtevaju zračni tretman nalaze se u anatomskim regijama čiji dijometri odgovaraju energijama zraka  $^{60}\text{Co}$ . Zbog toga je 1987. godine pionir radiološke onkologije i do svoje smrti perjanica svetske radioterapije dr Džilbert Flečer konstatovao:

”Svaki dobro opremljeni centar za radiološku onkologiju trebalo bi da poseduje jedan linearni akcelerator od 18 do 20 Mev i jednu izotopsku kobaltnu mašinu.”

Iako su veliki zagovornici linearnih akceleratora, Amerikanci poseduju 300 kobaltnih mašina koje koriste u kliničkoj praksi.

Naš predlog da se kombinuju električne i izotopske mašine kako bi se za ista sredstva nabavio veći broj njih, s obzirom na veliki nedostatak ovih mašina u Srbiji, ostao je usamljen. Ali je zato država Srbija ostala uskraćena za još 5 do 6 megavoltažnih teleterapijskih mašina, dok je Institut za onkologiju i radiologiju Srbije prinuđen da sa tri mašine radi u tri smene, što u svetu nije viđeno, a sve u cilju što uspešnijeg zračnog tretmana 4 do 5 hiljada pacijenata godišnje. Za ovaj klinički materijal potrebno je bar osam megavoltažnih mašina (ali ne i onih od 18 MeV) da bi se zadatak rešio u jednoj smeni kao što je to slučaj u modernim radio-onkološkim centrima. Kao što smo u prvom delu ove studije izneli, za klinički materijal u Srbiji na

godišnjem nivou za 2000 do 3000 pacijenata potrebni su X-zraci i brzi elektroni od 18 do 20 MeV, a za 7000 do 8000 pacijenata X-zraci od 6 do 10 MeV-a i/ili gama zraci od 1,25 MeV-a.

## **Brahiterapijske mašine u Srbiji krajem 2004. godine**

Od sedam brahiterapijskih mašina koje su bile u funkciji tokom 2004. godine (sa manjim ili većim prekidima u radu), šest mašina je u radnoj eksploataciji duže od deset godina (u Kladovu 30 godina). Jedina nova mašina (Gamma - med) instalirana je u Kliničkom centru u Nišu 2003. godine. Kako je radni vek ovih mašina 10 – 15 godina, izvesno je da svim radioterapijskim centrima u Srbiji, osim Niša, predstoji nabavka novih mašina. U Institutu za onkologiju i radiologiju u Beogradu jedna od dve brahiterapijske mašine – selektron, u eksploataciji je od 1989. godine. Proizvođač ove mašine istu je prestao da servisira pre dve godine zbog starosti. Zbog velikog priliva kliničkog materijala (800 do 1000 pacijenata godišnje, a jedna mašina pokriva 300 pacijenata godišnje) bili smo prinuđeni da našim inženjerima i tehničarima poverimo zadatak da osposobe ovu mašinu za kliničku upotrebu.

Druga brahiterapijska mašina – Mikro selektron – nabavljena je 1993. godine od istog proizvođača i približava se kraju svog radnog veka. Hitno je potrebno ili izvršiti revitalizaciju ili kupiti novu mašinu. Dakle, Institutu za onkologiju i radiologiju neophodne su dve nove brahiterapijske mašine, a prema broju pacijenata kojima je potrebna brahiterapija dolazi u obzir nabavka i treće mašine.

U Sremskoj Kamenici situacija je slična. Potrebne su dve nove brahiterapijske mašine.

Kragujevac je prethodnih godina imao brahiterapijsku mašinu "Buhler". Pre desetak i više godina došlo je do havarije na ovoj mašini i od tada je prestao interes ovog Centra za novom brahiterapijskom mašinom. Ali, zato se vrlo pomno i na vreme usmeravaju pacijenti kojima je potrebna brahiterapija u Institut za onkologiju i radiologiju u Beogradu. Razume se da je potrebno nabaviti jednu brahiterapijsku mašinu i radioterapijskom centru u Kragujevcu, između ostalog i da bi se rasteretio Institut za onkologiju i radiologiju u Beogradu.

Niš ima, kao što smo rekli, novu brahiterapijsku mašinu Gamma med, kao i staru "Buhler".

Kladovo sa svojom brahiterapijskom mašinom Katetron može da uđe u Ginisovu knjigu rekorda. Ova mašina radi od 1974. godine. Podrazumeva se da je neophodna hitna nabavka nove mašine.

Tabela 6. Brahiterapijske (BT) mašine u Srbiji (tekuće stanje)

Grad	BT mašine	Broj
Beograd	Selectron (Co-60 HDR)	1*
	Microselectron (Ir-192 HDR)	1*
Novi Sad (SK)	Selectron (Cs-137 MDR)	1*
	Microselectron (Ir-192 HDR)	1*
Niš	Buchler (Co-60 HDR)	1*
	Gamma-med (Ir-192 HDR)	1
Kladovo	Cathetron (Co-60 HDR)	1**
VMA	–	–
Kragujevac	–	–
Ukupno		7 (5*) (1**)

\*Starije od 10 godina; \*\*Starije od 30 godina

## Druga radioterapijska oprema u Srbiji krajem 2004. godine

Oprema za planiranje radioterapije – RTG simulator, CT simulator i 2-D i/ili 3-D sistem za planiranje, neophodna je u svakom radioterapijskom centru.

Tabela 7. Druga radioterapijska oprema u Srbiji

Grad	Rö simulator	CT simulator	2/3 D sistem za planiranje
Beograd	1	–	2 (1*)
Novi Sad (SK)	1	–	2 (1*)
Niš	–	1	1
Kladovo	–	–	1
VMA	1	–	1 (1*)
Kragujevac	–	–	1
<b>Ukupno</b>	<b>3 (2*)</b>	<b>1</b>	<b>8 (3*)</b>

\*Starije od 10 godina

Ipak je najneophodniji RTG simulator, zatim 2 - D/3 - D sistem za planiranje takozvane konvencionalne radioterapije, dok je CT simulator neophodan za tzv. konformalnu radioterapiju koja će u početku biti zastupljena kod 5 do 10% kliničkog materijala u svakom radioterapijskom centru. Samo su centri u Beogradu, Sremskoj Kamenici i VMA opremljeni sistemima za konformalno planiranje, dakle potrebno je svima njima nabaviti CT i RTG simulatore, revitalizovati stare simulatore u Beogradu i Novom Sadu i nabaviti za Beograd još jedan do dva RTG simulatora, s obzirom na broj pacijenata koji se zrače tokom jedne godine u ovoj ustanovi.

## **Kadrovi u radioterapiji u Srbiji krajem 2004. godine**

Krajem 2004. godine u radioterapijskim centrima Srbije radilo je 72 radiologa – onkologa (17 na specijalizaciji), 21 radiološki fizičar (3 na specijalizaciji) i 87 radioloških tehničara (5 na dopunskoj edukaciji).

Tabela 8. Kadrovi u radioterapiji u Srbiji (tekuće stanje)

Grad	Radioterapeuti	Fizičari	Rad. tehničari
Beograd	28	6	25
Novi Sad (SK)	13	5	25
Niš	12	2	16
Kladovo	2	1	3
VMA	9	3	8
Kragujevac	8	3	10
<b>Ukupno</b>	<b>72 (17*)</b>	<b>20 (3*)</b>	<b>87 (5*)</b>

\*Na specijalizaciji ili stručnom usavršavanju; u Beogradu 6 lekara na specijalizaciji i 1 klinički lekar

Radioterapijski centri u Beogradu, Novom Sadu (Sremskoj Kamenici) nastavna su baza Medicinskog fakulteta, što znači da nastavnici i saradnici dele radni dan na dve delatnosti – nastavnu i zdravstvenu. Posebno naglašavamo da Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, zbog visokog priliva pacijenata za ginekološku brahit-erapiju, ima stacionar od 164 kreveta u kojima se smeštaju pacijenti iz unutrašnjosti kao i pacijenti iz Beograda kod kojih se vrše intrakavitarne i intraluminalne aplikacije. Za radne zadatke u stacionaru potreban je određeni broj radioterapeuta onkologa (jedan stručnjak na deset hospitalizovanih pacijenata).

## Broj pacijenata zračenih tokom jedne godine u Srbiji (1996)

Tokom 1996. godine sprovedena je teleradioterapija kod 9800 pacijenata (15 teleterapijskih mašina) i brahiterapija kod 1830 pacijenata (7 brahiterapijskih mašina). Procentualno u Beogradu je zračeno 40,8%/49,2%, u Sremskoj Kamenici 20,4%/21,3%, u Nišu 12,2%/10,4%, u Kragujevcu 10,2%/5,5%, u Kladovu 6,1%/13,7% i u Vojnomedicinskoj akademiji 10,2%/0 (bez brahiterapijske mašine) od svih pacijenata u Srbiji.

Tabela 9. Broj pacijenata zračenih tokom jedne godine  
u Srbiji (1996)

Grad	Teleradioterapija		Brahiterapija	
	Broj	%	Broj	%
Beograd	4000	40.8	900	49.2
Novi Sad (SK)	2000	20.4	390	21.3
Niš	1200	12.2	190	10.4
Kladovo	600	6.1	250	13.7
VMA	1000	10.2	-	-
Kragujevac	1000	10.2	100	5.5
Ukupno	9800	100.0	1830	100.0

Tokom 2004. godine u Institutu za onkologiju i radiologiju u Beogradu sprovedena je teleradioterapija kod 4252 pacijenta, brahiterapija kod 926 pacijenata iz Srbije i poverh toga iz Republike Srpske, Crne Gore i distrikta Brčko zračeno je teleradioterapijom 536 i brahiterapijom 130 pacijenata.

Bezmalopolo polovina pacijenata iz Srbije tretirana je u Institutu za onkologiju i radiologiju u Beogradu, što objašnjavamo sledećim razlozima:

- najveći broj stanovnika Srbije gravitira ovom centru;
- kadrovska struktura u ovom centru je najkvalifikovanija i po broju i po stručnosti;
- tehnička opremljenost bila je dugo vremena na prvom mestu u državi i na visokom nivou;
- još uvek nisu savladane pojedine tehnike i radioterapijski režimi tretmana pojedinih malignoma u drugim centrima Srbije;
- dugogodišnja tradicija beogradske radioterapijske škole (1923, odnosno 1932. godina);
- rezultati radioterapije u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije su na prosečnom svetskom nivou;
- iz kragujevačkog radio-onkološkog regiona svi pacijenti sa malignomima ginekološke regije upućuju se u Institut za onkologiju i radiologiju u Beogradu jer Kragujevac ne poseduje brahiterapijsku mašinu;
- pedijatrijska radio-onkologija u Institutu za onkologiju i radiologiju je visoko specijalizovana i sav klinički materijal iz ove oblasti se upućuje u beogradski Institut.

### **Prosečni odnosi: stanje u Srbiji u odnosu na ESTRO-95**

Tabelarni prikaz ovog problema pokazuje sledeće: da u Srbiji jedan radiolog sprovodi radioterapiju kod 210 pacijenta tokom jedne godine ( ESTRO - 95: 1 prema 150, do 350). Trebalo bi naglasiti da naš radiolog-onkolog ima daleko veći dijapazon svakodnevnih zadataka nego isti takav stručnjak koji je obuhvaćen ESTRO - 95. standardima. Pored poslova iz radio-onkologije u užem smislu, radi na odeljenju i zadužen je za osam do deset odeljenskih pacijenata, učestvuje u radu nekoliko konzilijuma, radi u onkološkim trijažnim ambulantomama. Posebno skrećemo pažnju na veliki broj onko-gineko-loških pacijenata koji se tretiraju u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije, bilo ambulantno bilo stacionarno, za koje se posebno planiraju kadrovi (ovi pacijenti nisu obuhvaćeni ESTRO normativima). Od 21 radiologa-onkologa koliko ih je navedeno u priloženoj tabeli, 7 radi u stacionaru zbrinjavajući 800 do 1000 pacijenata uz primenu i teleradioterapije i brahiterapije.

Tabela 10. Prosečni odnosi: stanje u Srbiji u odnosu na ESTRO-95

---

- 1 radioterapeut: 210 pacijenata godišnje  
(ESTRO '95 - 1:150-350)
  - 1 radiološki fizičar: 680 pacijenata godišnje  
(ESTRO '95 - 1:400-600)
  - 2,5 radiološka tehničara: 1 mašina  
(ESTRO '95 - 2-3:1 mašina)
  - 1 TT mašina: 612 pacijenata godišnje  
(ESTRO '95 - 1:200-500)
  - 1,6 TT mašina : 1 milion stanovnika  
(Francuska - 6,5:1, Austrija - 3:1, SAD - 8:1)
-

Kada je reč o radiološkim fizičarima u Srbiji odnosi su sledeći:

1 radiološki fizičar: 680 pacijenta godišnje (ESTRO - 95:1 prema 400 do 600).

Radiološki tehničari: 2,5 radioloških tehničara: 1 teleterapijska mašina (ESTRO - 95: 2 do 3 t.: 1 mašina).

1 teleterapijska mašina na 612 pacijenata godišnje (ESTRO - 95: 1 m.: 200 do 500 pacijenata godišnje).

Ovakva diskrepancija je moguća zahvaljujući dvo - i tro - smenskom radu u toku dana na istoj mašini (ali se skraćuje radni vek mašine).

Na kraju 2004. godine u Srbiji je bilo 1,6 teleterapijskih mašina na jedan milion stanovnika. U razvijenim zemljama Evrope i sveta taj odnos se kreće od 3 do 8.

## **Komparativna analiza kadrova i opreme u radioterapiji nekih zemalja Evrope i Balkana**

Evropsko društvo za terapijsku radiologiju i onkologiju (ESTRO) održalo je stručni sastanak u Glivicama, Poljska, u julu 2004. godine na temu "Radioterapija u državama – novim članicama Evropske unije i državama – kandidatima za EU". I naš rad "Radioterapija u SRJ" predstavljen je na ovom skupu.

Posle održanog stručnog sastanka u Glivicama rukovodstvo ESTRO-a poslalo je svim učesnicima skupa, odnosno njihovim udruženjima pismo sa priloženom tabelom i molbom za dostavljanje dopunskih podataka o radioterapiji u njihovim zemljama.

Mi ćemo koristiti podatke iz originalne tabele ESTRO-a za grafički prikaz komparativne analize kadrova i opreme u radioter-

ESTRO – Gliwice meeting, Poland – July, 2004 –  
Radiotherapy in the New Member states and Applicant Countries – Are we closing the Gap?\*

	Czech Rep.	Estonia	Hungary	Latvia	Lithuania	Poland	Slovakia	Slovenia	Bulgaria	Romania	Turkiye	Serbia	Georgia
No. of inhabitants	10 mil	1.3 mil	10 mil	2.3 mil	3.6 mil	38.6 mil	5.4 mil	2 mil	7.5 mil	22.4 mil	68.9 mil	10 mil	4.7 mil
<b>ORGANISATION – STAFFING - INFRASTRUCTURE</b>													
Nr RT Depts	28	2	12	4	5	20	15	1	12	15	48	6	3?
Nr Dept=or>3LA			30-38d			9							
Waiting lists						30-35d				6-8w			
<b>EQUIPMENT</b>													
Linear Accel.	26		29		2	53	13	2	2	7	38	13(+6)	
Cobalt Mach	25				8>20y	19	12	2	10	16	53	2	3?
Simulators	20					32	9	2	2	11	46	2(+5)	
TPS	50					55	20	1	2	11	38	3(+6)	
BT afterloaders	18					39	214	2	6	5	20	6old (+4)	
<b>STAFF</b>													
Rad. Oncolog	168	11	75		41(1)	340		20		70	275	57	18(2)
RO in training	68	2	16			144		5			125		
Physicist	67	5	50		11	132		7		34	95	18	
Ph in Training		2											
Technologists	173	14	190		82					65	250	90	

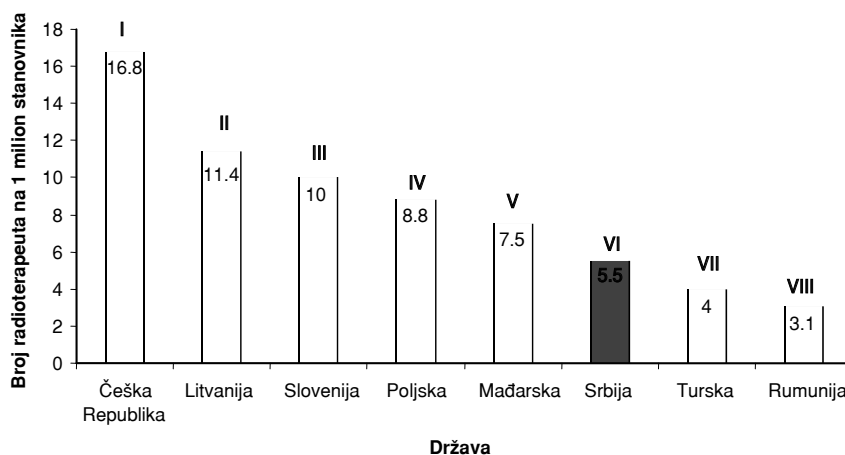
(1) 50% of them retired (2) radiologists – 50% older than 50

\*Tabela priložena pismu koje je ESTRO uputio Sekciji za radioterapiju Srpskog lekarskog društva, septembra 2004. godine

apiji država – novih članica EU i država – kandidata za EU. Srbija je uključena u sve procese vezane za dogovor u Glivicama “iako nije ni član ni kandidat za EU, jer je radioterapija u Srbiji (na osnovu našeg referisanog rada, prim. aut.) jedna od najrazvijenijih ako ne i najrazvijenija na Balkanu” navodi se u pismu sekretara ESTRA Sekciji za radioterapiju Srpskog lekarskog društva.

### Radioterapeuti

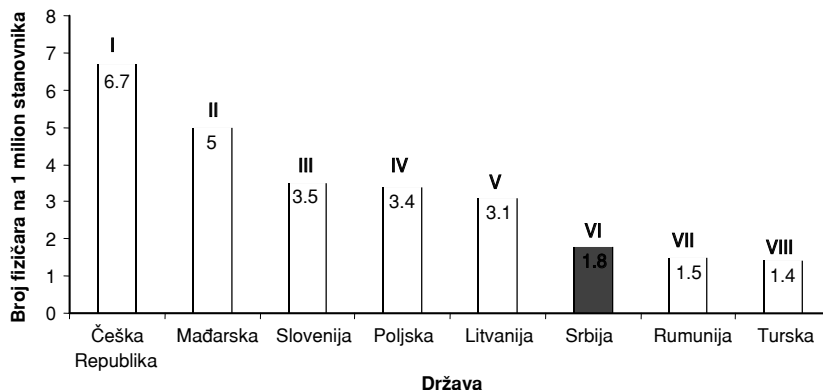
Broj stanovnika u pojedinim evropskim i balkanskim državama dostavila nam je epidemiološka služba Instituta za onkologiju i radiologiju u Beogradu, a broj radiologa-onkologa uzeli smo iz originalne ESTRO tabele.



Grafikon 3: Radioterapeuti

Kao što se vidi na grafikonu Češka, Litvanija, Slovenija, Poljska i Mađarska nalaze se ispred Srbije, a Srbija ispred Turske i Rumunije.

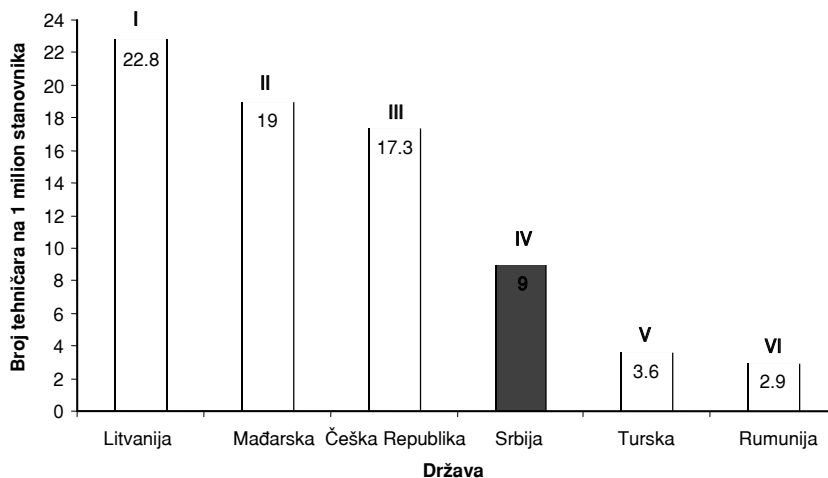
## Radiološki fizičari



Grafikon 4. Radiološki fizičari

Skoro da se rangiranje ponavlja i kod radioloških fizičara. Češka, Mađarska, Slovenija, Poljska i Litvanija su ispred, a Rumunija i Turska su iza Srbije.

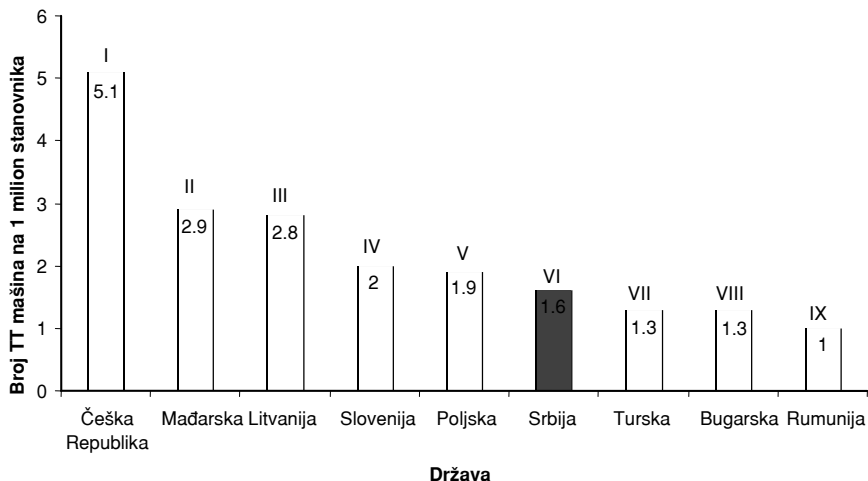
## Radiološki tehničari



Grafikon 5. Radiološki tehničari

Srbija je iza novih članica EU, ali je zato ispred kandidata za EU.

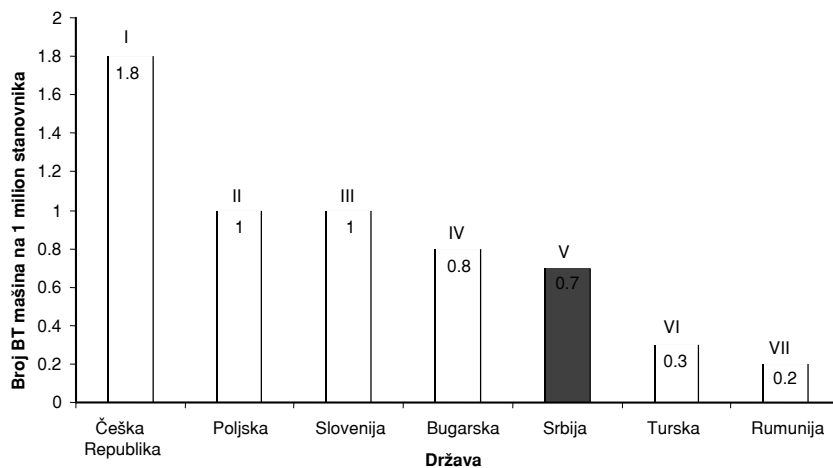
## Teleterapijske mašine



Grafikon 6. Teleterapijske mašine

Priča se ponavlja: Srbija se smestila, kao nekakav granični zid, između država – novih članica EU i država-kandidata za EU.

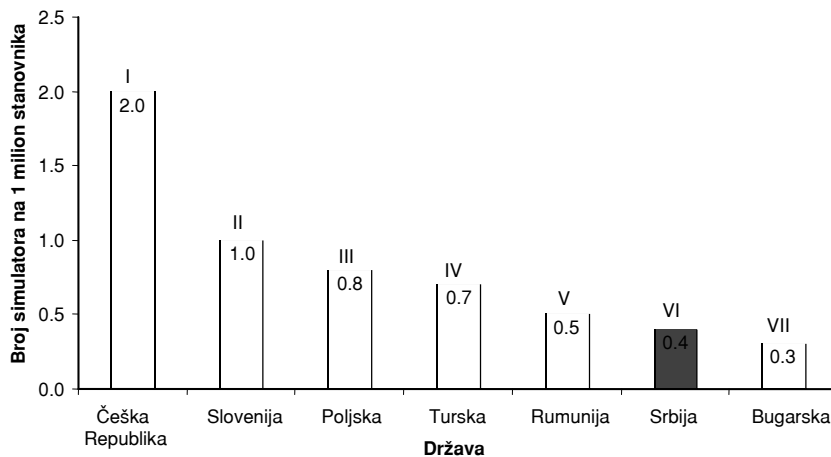
## Brahiterapijske mašine



Grafikon 7. Brahiterapijske mašine

Ovde je Bugarska ispred Srbije a sve ostalo je isto ili bezmalo isto.

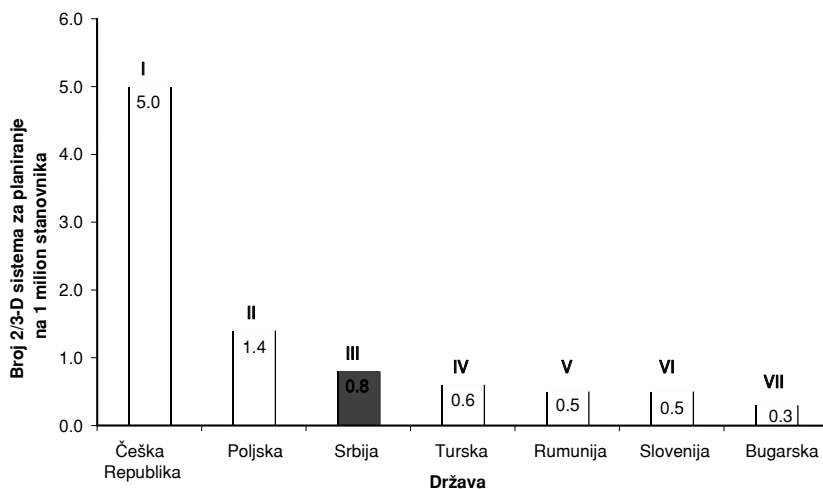
## Simulatori



Grafikon 8. Simulatori

U ovoj oblasti došlo je do znatnog pomeranja i zamena mesta među balkanskim zemljama: Turska, Rumunija, Srbija, Bugarska.

## 2/3 - D sistem za planiranje

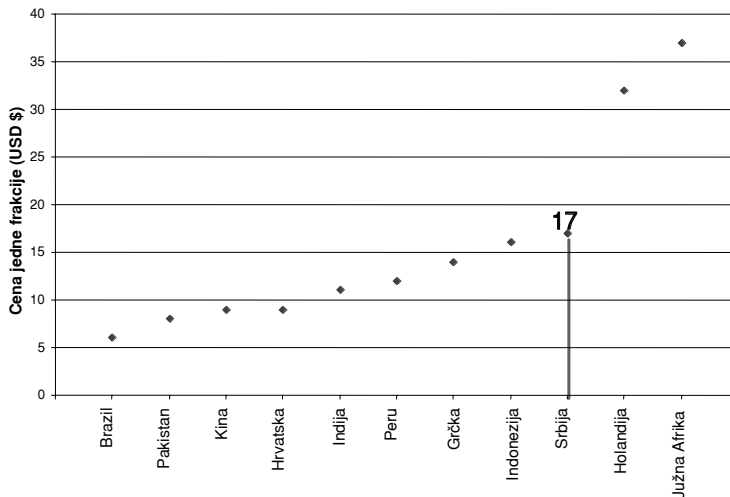


Grafikon 9. 2/3 - D sistemi za planiranje

U ovoj oblasti Srbija je napravila veliki “prodor” u EU. Iza sebe je ostavila Sloveniju i tri balkanske zemlje.

## Prosečna cena radioterapijskih usluga po 1 frakciji/seansi na linearnom akceleratoru u nekim zemljama u svetu (2002)

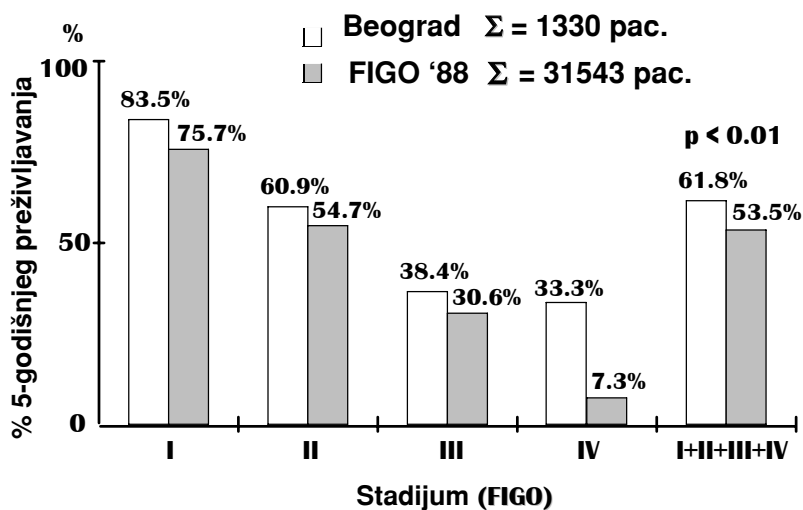
Cena radioterapijskih usluga obračunava se na različite načine u raznim centrima sveta: jedinica usluge je zračno polje, frakcija/seansa, cGy (Gy = 100 cGy), 1 aplikacija radionuklida (u brahiterapiji) i sl.



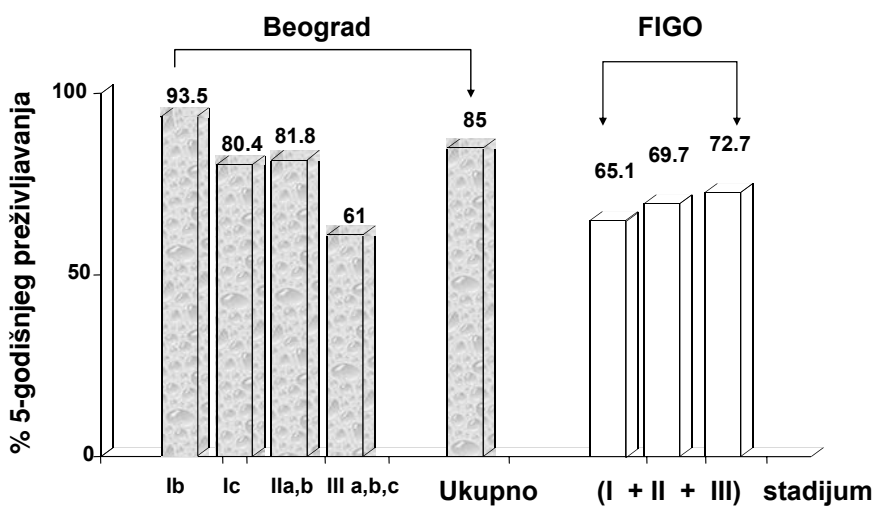
Grafikon 10. Prosečna cena radioterapijskih usluga po 1 frakciji/seansi na linearnom akceleratoru u nekim zemljama u svetu (2002)

Mi u Srbiji smo za jedinicu radioterapijske usluge uzeli 1 cGy čija je cena danas 5,4 dinara. Kako se u 1 frakciji/seansi u okviru dnevne apsorpcione doze aplikuje u proseku 200 cGy, prostom matematičkom operacijom dolazimo do cene 1 frakcije (17 američkih dolara). U Beogradu se ova cena odnosi samo na rad radioloških tehničara na teleterapijskoj mašini (Linaku). Intrakavitarnе, intraluminalne i intersticijalne aplikacije radionuklida (danas pomoću brahiterapijskih mašina) imaju posebnu cenu, kao i timsku obradu, b.o. dani, pregledi pacijenata, dijagnostičke procedure i sl.

## Rezultati lečenja karcinoma grlića i tela materice u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu



Grafikon 11: Cerviks Ca: 5-godišnje preživljavanje (Crude data) (Beograd 1974-1990 : Figo 1988)



Grafikon 12: Endometrialni karcinom: 5-godišnje preživljavanje (Crude data) tretirani u Beogradu u odnosu na svet (FIGO '88, '89, '91, '94) (Beograd N=526 pac. (100%), (svet: 14000-20.000 pac.)

Zahvaljujući, u to vreme, novim tehnologijama koje su uvedene u kliničku radiološku onkologiju sedamdesetih i osamdesetih godina 20. veka Radiološki institut Medicinskog fakulteta u Beogradu (danas Institut za onkologiju i radiologiju Srbije) razvija svoju sopstvenu doktrinu u radioterapiji malignoma nekih lokalizacija. Posebno je bila interesantna primena radioizotopa visoke radioaktivnosti (Cathetron) u intrakavitarnom tretmanu karcinoma grlića i tela materice. Prelazak sa režima niskih brzina doza jonizujućeg zračenja na režim visokih brzina doza u pojedinim tačkama tumorske mase bio je veoma složen i rizičan poduhvat. U to vreme (1974. godina) u svetu je bilo malo centara koji su koristili ovu tehnologiju i još manje kliničkog materijala podobnog za svestranu analizu. Praktično smo krenuli svojim sopstvenim putem. Ubrzo smo, zahvaljujući bogatom kliničkom materijalu i rezultatima koje smo postizali novom tehnologijom, postali, da tako kažemo, eksperimentalni poligon u svetu. Zajedno sa Englezima, Nemcima, Japancima i Rusima postavili smo temelje brahiterapiji sa izvorima visoke radioaktivnosti u svetu. Može se slobodno reći da je izgrađena beogradska škola radioterapije malignoma ginekološke regije. Iz grafikona 9 i 10 vidi se da su beogradski rezultati u pogledu petogodišnjeg preživljavanja pacijentkinja sa karcinomom grlića, odnosno tela materice, statistički značajno bolji od prosečnih svetskih rezultata (FIGO: 1988, 1989, 1991).

## ZAKLJUČAK

Srpska radioterapija je na relativno visokom nivou među balkanskim zemljama, ali na relativno niskom među razvijenim zemljama Evrope i sveta.

Rezultati radioterapije malignoma nekih lokalizacija u Srbiji su na nivou, čak i iznad, prosečnih svetskih rezultata što se može pripisati uglavnom visoko stručnom kadru koji se bavio i bavi radioterapijom, dugom tradicijom tele- odnosno brahi-terapije u Institutu (1923. i 1932. godine) i bogatom kliničkom materijalu.

### **III DEO**

## **RADIOTERAPIJA SRBIJE U BUDUĆNOSTI**

### **Radiološko-onkološki regioni u Srbiji (bez Kosova i Metohije)**

Zakonske odredbe koje regulišu upućivanje pacijenata u zdravstvene ustanove za sekundarnu i tercijernu zdravstvenu zaštitu predviđaju slanje pacijenata u najbližu zdravstvenu ustanovu tog ranga.

Dugi niz godina radioterapijski centar u Beogradu bio je jedini u Srbiji koji je pružao stanovništvu kompletnu radioterapijsku uslugu (1923, odnosno 1932. godina). Zatim se uz pomoć stručnjaka Radiološkog instituta Medicinskog fakulteta u Beogradu, danas Instituta za onkologiju i radiologiju Srbije, otvaraju novi radioterapijski centri u Srbiji – u Novom Sadu (Sremska Kamenica), Kladovu, Nišu i Kragujevcu. VMA pruža radioterapijske usluge samo vojnim osiguranicima zbog čega nećemo uključiti ovaj radioterapijski centar u dalju analizu. Dakle, pet radioterapijskih centara u Srbiji trebalo bi da obezbede kompletnu radioterapijsku zaštitu svim stanovnicima Srbije.

Pre deset do petnaest godina izvršena je regionalizacija stanovništva Srbije, pri čemu se vodilo računa o udaljenosti pojedinih opština od radioterapijskog centra. Na priloženom grafikonu – mapi Srbije prikazano je pet radio-onkoloških regiona sa pripadajućim okruzima (bez Kosova i Metohije).

1. Institut za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu (Beograd, Mačvanski, Kolubarski, Podunavski, Južnobanatski i Braničevski okrug) - 2.875.436 stanovnika (38,3%).

2. Sremska Kamenica (Vojvodina sem Južnobanatskog okruga) 1. 650.479 stanovnika (22,0%).

3. Kragujevac (Šumadijski, Moravički, Zlatiborski i Raški okrug) 1.486.818 stanovnika (20,0%).

4. Niš (Nišavski, Rasinski, Toplički, Jablanički, Pomoravski, Pirotski i Pčinjski okrug) 1.272.748 stanovnika (17,0%)

5. Kladovo (Borski i Zaječarski okrug) 212.520 stanovnika (2,8%).

Ukupno: 7.498.001 stanovnik (100%)



Slika 1. Mapa Srbije sa radiološko-onkološkim regionima koji postoje 15 i više godina (bez Kosova i Metohije)

Kao što se vidi na priloženoj mapi radio-onkološki regioni su formirani na geografskom principu, zbog čega je došlo do velikih razlika u pogledu broja stanovnika koji gravitiraju pojedinim radio-onkološkim centrima. U tom pogledu beogradski radio-onkološki region je najveći.

## **Očekivani klinički materijal**

Stopa: 250/100.000

Da bismo došli do podataka o broju malignoma koji se godišnje otkrivaju i koji su usmereni ka pojedinom radiološko-onkološkom centru koristili smo incidenciju od 250 novootkrivenih slučajeva na 100.000 stanovnika. Razume se da se ova prosečna stopa ne podudara sa stvarnim stanjem na terenu jer je dobro poznata činjenica da i unutar jedne zemlje, ma koliko ona bila mala po površini i broju stanovnika, incidencija može da se razlikuje u manjem ili većem procentu. Zbog toga ćemo dobijeni broj pacijenata koji pripada pojedinom radio-onkološkom regionu a koji je dobijen računskim putem i podeljen sa dva (50% radioterapija) korigovati tako što ćemo uzeti u obzir broj zračenih pacijenata iz 1996. godine pa ćemo ove dve brojke sabrati i podeliti sa dva, i to će nam približno predstavljati realno stanje na terenu.

Tabela 12. Distribucija kliničkog materijala po onkološkim regionima

Centar	Teleradioterapija (stopa 250/100.000:2)	Brahiterapija 18% od TRT
1. IORS	3.594 (38,4%)	684 (42,0%)
2. Sremska Kamenica	2.063 (22,0%)	360 (22,1%)
3. Kragujevac	1.858 (20,0%)	250 (15,4%)
4. Niš	1.590 (17,0%)	252 (15,5%)
5. Kladovo	266 (2,8%)	80 (5,0%)
Ukupno:	9.370 (100%)	1.627 (100,0%)

### Komparacija: klinički materijal iz 1996. godine prema materijalu dobijenom matematičkim putem

Tabela 13. Teleradioterapija

Centar	Pacijenti 1996.	Stopa 250/100.000:2	$\bar{X}$
1. IORS	4.000 (40,8%)	3.594 (38,4%)	3.800 (42%)
2. Sremska Kamenica	2.000 (20,4%)	2.063 (22,0%)	2.000 (22,0%)
3. Kragujevac	1.000 (10,2%)	1.858 (20,0%)	1.400 (15,5%)
4. Niš	1.200 (12,2%)	1.590 (17,0%)	1.400 (15,5%)
5. Kladovo	600 (6,1%)	266 (2,8%)	440 (5,0%)
Ukupno:	9.800 (100%)	9.370 (100%)	9.040 (100%)

Tabela 14. Brahiterapija

Centar	Pacijenti 1996.	18% od TRT	$\bar{X}$
1. IORS	900 (49,2%)	684 (42,0%)	792 (45,8%)
2. Sremska Kamenica	390 (21,3%)	360 (22,1%)	375 (21,7%)
3. Kragujevac	100 (5,5%)	250 (15,4%)	176 (10,2%)
4. Niš	190 (10,4%)	252 (15,5%)	221 (12,8%)
5. Kladovo	250 (13,7%)	80 (5,0%)	165 (0,5%)
Ukupno:	1.830 (100%)	1.627 (100,0%)	1.729 (100,0%)

U Beogradu i Kladovu se zrači više pacijenata nego što račun pokazuje, u Novom Sadu manje, u Kragujevcu i Nišu znatno manje. Interesantno je da je ukupan broj zračenih pacijenata iz 1996. godine približno isti broju dobijenom računskim putem (9.800:9.370). Iz ovog podatka može se zaključiti da je broj pacijenata koji se otkriva u toku godinu dana u Srbiji i koji je predviđen za radioterapiju realan (pre 8 godina i stanovnici Kosova i Metohije su učestvovali u računskim operacijama: 10 miliona stanovnika prema 7,5 miliona stanovnika iz 2002. godine). Očito je incidencija malignoma na ovim prostorima za poslednjih 8 godina rasla za više od 2%.

## **Standardi i normativi**

Najrealnije je odnose u radioterapiji graditi na bazi lečenih pacijenata tokom jedne godine.

Tabela 15. Standardi i normativi u radioterapiji

1a. 1 radioterapeut	200 pacijenata godišnje (TRT)
1b. 1 radioterapeut	150 pacijenata godišnje (BRT)
2a. 1 radiološki fizičar	400 pacijenata godišnje (TRT)
2b. 1 radiološki fizičar	300 pacijenata godišnje (BRT)
3. 2,5 radiološka tehničara	1 teleterapijska mašina
4. 1,5 radiološki tehničar	1 brahiterapijska mašina
5. 1,5 radiološki tehničar	1 RTG simulator
6. 1,5 radiološki tehničar	1 CT simulator
7. 1 TT mašina	500 pacijenata godišnje
8. 1 BT mašina	300 pacijenata za aplikacije
9. 1 RTG simulator	1500 pacijenata godišnje
10. 1 CT simulator	2000 pacijenata godišnje (5 - 10% konformalna RT)
11. 2/3 - D sistem za planiranje	2000 pacijenata godišnje

## Potrebe za tele i brahiterapijskim mašinama u pet radiološko-onkoloških centara u Srbiji

Tabela 16. Teleterapijske mašine

	Potrebe	Sadašnje stanje	Razlika
1. IORS	7	4 (2*)	-3 (-4)
2. S. Kamenica	4	4 (3*)	0 (-3)
3. Kragujevac	3	2 (1*)	0 (-2)
4. Niš	3	2 (1*)	0 (-2)
5. Kladovo	1	2 (1*)	+1 (0)
<b>Ukupno:</b>	<b>18</b>	<b>14 (8*)</b>	<b>-2 (-11)</b>

\*Starije od 10 godina

Iz tabelarnog prikaza se vidi da je trenutno u funkciji u Srbiji 14 teleterapijskih mašina, od toga broja 8 mašina je starije od deset godina. Najkritičnija situacija je u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu, jer trenutno funkcionišu četiri mašine od kojih su dve starije od deset godina (jedna od ovih mašina stara je 20 godina i može se smatrati da je van upotrebe). Zbog toga bi trebalo planirati nabavku dve nove teleterapijske mašine za Institut za onkologiju i radiologiju Srbije (jedna izotopska) i sa radom u dve smene rešio bi se celokupni klinički materijal koji gravitira ovom Institutu (3800 pacijenata godišnje). Ali, ako se uzme u obzir iskustvo Instituta u 2004. godini u kojoj je zračeno 4250 pacijenata iz Srbije i 530 pacijenata iz Republike Srpske, Crne Gore i distikta Brčko, onda se potrebe Instituta za teleterapijskim mašinama povećavaju za još dve (7+2=9). Dakle, ukupno je potrebno predvideti umesto 7 (sedam) TTM, 9 (devet) takvih mašina (rad u jednoj smeni!). Ali je sasvim moguće organizovati rad u dve smene za 4 mašine i jedna smena za jednu mašinu (za tzv. konformalnu teleradioterapiju). U tom slučaju sa 5 TTM bi se rešio celokupni klinički materijal iz 2004. godine u

IORS – Beograd, s napomenom da se radni vek svake radioterapijske mašine smanjuje proporcionalno povećanjem radnih sati u toku jednog radnog dana. Dakle, problem je akutan u IORS – Beograd i on se rešava sa 2 (dve) nove TTM (1 izotopska + 1 električna od 6 MeV-a = 2 miliona USD \$ sa adaptacijom 1 bunkera i izgradnjom 1 novog bunkera).

Tabela 17. Brahiterapijske mašine

	Potrebe	Sadašnje stanje	Razlika
1. IORS	3	2 (2*)	-1
2. S. Kamenica	2	2 (2*)	0
3. Kragujevac	1	0	-1
4. Niš	1	2 (1*)	+1
5. Kladovo	1	1 (1*)	0
<b>Ukupno:</b>	<b>8</b>	<b>7 (6*)</b>	<b>-2</b>

\*Starije od 10 godina

Od sedam brahiterapijskih mašina koje trenutno funkcionišu u Srbiji šest je starije od deset godina (u Kladovu 30 godina). Potrebno je hitno rešavati problem brahiterapijskih mašina u IORS jer su prema broju pacijenata koji svake godine pristižu u ovu ustanovu potrebne tri mašine a u Institutu funkcioniše samo jedna (mikro selektron) i to starija od deset godina. Selektron je isključen iz upotrebe po mišljenju proizvođača, odnosno servisera ove mašine i to pre dve godine. U Sremskoj Kamenici potrebno je nabaviti jednu mašinu, a eventualno jednu revitalizovati. U Kragujevcu je potrebna takođe jedna mašina, u Nišu nema potrebe za ovom mašinom (nabavljena nova pre godinu dana). Dakle, potrebno je obezbediti sredstva za nabavku četiri brahiterapijske mašine za celu Srbiju.

Tabela 18. RTG simulator

Centar	Potrebe	Sadašnje stanje	Razlika
1. IORS	3	1 (1*)	-2
2. S. Kamenica	2	1 (1*)	-1
3. Kragujevac	1	0	-1
4. Niš	1	0	-1
5. Kladovo	1	0	-1
<b>Ukupno:</b>	<b>8</b>	<b>2 (2*)</b>	<b>-6</b>

\*Starije od 10 godina

S obzirom da ove mašine poseduju samo instituti u Beogradu i Sremskoj Kamenici a koje su starije od deset godina, neophodno je nabaviti svakom radioterapijskom centru po jedan RTG simulator što čini pet simulatora ukupno, a postojeće simulatore u Beogradu i Sremskoj Kamenici revitalizirati.

Tabela 19. CT simulator

Centar	Potrebe	Sadašnje stanje	Razlika
1. IORS	2	0	-2
2. S. Kamenica	1	0	-1
3. Kragujevac	1	0	-1
4. Niš	1	(1)	0
5. Kladovo	0	0	0
<b>Ukupno:</b>	<b>5</b>	<b>(1)</b>	<b>-4</b>

Da bi mogla da se obavlja konformalna teleradioterapija u Beogradu i Sremskoj Kamenici potrebno je pod hitno ovim institutima nabaviti po jedan CT simulator, s obzirom da jedino ova dva centra poseduju linearne akceleratore sa MLC.

Tabela 20. 2/3 - D sistem za planiranje

Centar	Potrebe	Sadašnje stanje	Razlika
1. IORS	3	2 (1*)	-1
2. S. Kamenica	2	2 (1*)	0
3. Kragujevac	1	1	0
4. Niš	1	2 (1*)	+1
5. Kladovo	1	1	0
<b>Ukupno:</b>	<b>8</b>	<b>8 (3*)</b>	<b>-1</b> <b>+1</b>

Trenutno su svi radioterapijski centri obezbeđeni sa ovim sistemima i u skoroj budućnosti neće biti potrebe za njima ali skrećemo pažnju na Beograd gde broj pacijenata tretiranih tokom jedne godine zahteva veći broj ovih sistema.

Broj radiologa-onkologa u svim centrima uglavnom zadovoljava predložene standarde i normative, sem u Beogradu (-3) i Kladovu (-1). Ovaj manjak od 3 radioterapeuta odnosi se na 3.800 TT i 792 BT pacijenta godišnje. Među 21 radioterapeuta Instituta uključeni su i generalni direktor Instituta, direktor Službe radioterapije i 3 nastavnika Medicinskog fakulteta čije je učešće u kliničkoj radioterapiji najviše 50% radnog vremena. Ako bi se pravila kalkulacija kadrova prema kliničkom materijalu iz 2004. godine (4.250 TT + 926 BT pacijenata) potrebe za radioterapeutima u Institutu se povećavaju za još 4 lekara (3+4=7). Upravo toliko lekara se nalazi na edukaciji (6 na

specijalizaciji i 1 klinički lekar). Pri ovoj kalkulaciji nismo uzimali u obzir klinički materijal iz Republike Srbije, Crne Gore i distrikta Brčko.

Tabela 21. Radioterapeuti

Centar	Teleradioterapija			Brahiterapija			Σ razlika
	Potrebe	Stanje	Razlika	Potrebe	Stanje	Razlika	
1. IORS	19	19	0	5	2	-3	-3
2. S. Kamenica	10	10	0	3	3	0	0
3. Kragujevac	7	7	0	1*	1	0	0
4. Niš	7	7	0	2	5	+3	+3
5. Kladovo	2	2	0	1	0	-1	-1
Ukupno:	43	43	0	12	18	+3	-4 (+3)
						-4	

\*Kragujevac nema brahiterapijsku mašinu. Pacijenti se upućuju na Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, Beograd

Tabela 22. Radiološki fizičari

Centar	Teleradioterapija			Brahiterapija			Σ razlika
	Potrebe	Stanje	Razlika	Potrebe	Stanje	Razlika	
1. IORS	10	6	-4	2	1	-1	-5
2. S. Kamenica	5	4	-1	1	1	0	-1
3. Kragujevac	4	3	-1	1	0	-1	-2
4. Niš	4	2	-2	1	0	-1	-3
5. Kladovo	1	1	0	1	0	-1	-1
Ukupno:	24	16	-8	6	2	-4	-12

Broj radioloških fizičara u svim centrima je ispod normativa i standarda, osim u Kladovu i Sremskoj Kamenici. Posebno je teška situacija u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu. Krajem 2004. godine 1 fizičar je otišao u penziju, tako da je ostalo u Institutu 5 radioloških fizičara što čini 50% potreba prema

predloženim standardima i normativima. Niš i Kragujevac su takođe insuficijentni sa ovim kadrom (-3 i -2 radiološka fizičara).

Tabela 23. Radiološki tehničari

Centar	Potrebe	Sadašnje stanje	Razlika
1. IOSR	31	25	-6
1. S. Kamenica	18	25	+7
3. Kragujevac	13	10	-3
4. Niš	13	16	+3
5. Kladovo	6	3	-3
Ukupno:	81	87	-12 +10

Do ovih brojeva u tabelarnom prikazu došlo se na taj način što se sabirao broj radioloških tehničara za teleterapijske mašine (2,5:1), brahiterapijske mašine (1,5:1), RTG (1,5:1) i CT (1,5:1) simulatori.

Predstoji popunjavanje slobodnih radnih mesta za ovaj profil radnika u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije i Kladovu. Ukoliko bi se u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije kalkuliralo sa kliničkim materijalom iz 2004. godine (4.250 TT i 930 BT pacijenata) i odgovarajućim brojem TT i BT mašina (9+1) došlo bi se do podataka da je Institutu potrebno ukupno 37 radioloških tehničara, dakle razlika bi bila -12 umesto -6 tehničara.

**Prihodi i rashodi Službe za radioterapiju Instituta za  
onkologiju i radiologiju Srbije, Beograd, za 2004. godinu  
(izvor: Finansijska služba Instituta)**

Tabela 24. Fizički obim poslova u Službi radioterapije Instituta za onkologiju i radiologiju Srbije i fakturna realizacija: 01.01.-31.12.2004. godine (cenovnik odobren RZZZO Srbije)

Opis usluga	Stacionar	Dnevna bolnica	Ukupno	Fakturna realizacija (euro)
Bolesnici	1.287	2.965	4.252	5.084.288
B.O. dani	32.952	-	32.952	541.401
Timska obrada	1.357	3.287	4.644	41.517
Zračna polja	36.615	80.529	117.144	-
Pac./Gin.apl.	385x4.5	541x4.5	926x4.5=4.167	2.861.353
cGy	117.144 zrač.poljx200cGy		23.428.800 cGy	1.640.016
<b>UKUPNO</b>				<b>5.084.288 eura</b>

\*Gin. apl. – ginekološke aplikacije

Prosečni rezultati:

1 pacijent = 1.200 eura

1 pacijent = 5.513 cGy

1 pacijent = 28 zračnih polja

1 pacijent = 26 b.o. dana

Tabela 25. Rashodi Službe za radioterapiju IORS 01.01.-31.12.2004.  
(800 zaposlenih u Institutu: 140 zaposlenih u Službi radioterapije)

Opis usluga	Institut	Radioterapija 17%
Bruto plate	3.447.011 eura	585.989 eura
Mat. troškovi	1.512.192 eura	257.071 eura
Prevoz	141.183 eura	23.995 eura
<b>Ukupno:</b>	<b>5.100.386 eura</b>	<b>867.055 eura</b>

Tabela 26. Investiciona ulaganja u Službi radioterapije 2000-2004.  
godina (4 godine)

Bunker za Linac "Primus" 15 MeV	300.000 eura
Linac "Primus" 18 Mev	1.400.000 eura
Bunker za Linac "Primus" 18 Mev	500.000 eura
Čekaonica + transformator	120.000 eura
Delovi za Linac "Varian" 18 Mev i Linak II	60.000 eura
3-D sistem za planiranje	250.000 eura
<b>Ukupno (za 4 godine):</b>	<b>2.630.000 eura</b>
1 godina	657.500 eura

Tabela 27. Prihodi i rashodi Službe za radioterapiju IORS za 2004. godinu

Opis	Prihodi	Rashodi	Razlika
Fakturna razlika	5.084.288	–	–
Bruto plate	–	585.986	–
Materijalni troškovi	–	257.071	–
Prevoz	–	23.995	–
Investiciona ulaganja (1 god)	–	645.000	–
<b>Ukupno:</b>	<b>5.084.288</b>	<b>1.512.054</b>	<b>(+)3.572.234</b>

Frapantno izražena razlika između fakturne i naplaćene (plate radnika, materijalni troškovi, prevoz, investicije) realizacije je dobrim delom nastala zbog nerealnih (viših) cena pojedinih radioterapijskih usluga. Ali je isto tako činjenica da je broj radioterapijskih usluga nesrazmerno veliki prema broju terapijskih mašina i ukupnom broju zaposlenih u ovoj službi, posebno u odnosu na radioterapeute, fizičare i radiološke tehničare.

### **Način finansiranja radioterapijskih usluga od strane RZZZ Srbije (izvor: Finansijska služba Instituta)**

Kada je reč o radioterapijskim uslugama Fond finansira:

1. Bruto plate zaposlenih radnika u Službi radioterapije na neodređeno vreme po Sistematizaciji radnih mesta iz 2002. godine (kada je ista “zamrznuta”).
2. Materijalne troškove, posebno izdvajajući lekove i citostatike (s kojima Služba radioterapije nema direktne veze);
3. Prevoz radnika.

Fizički obim i vrsta radioterapijskih usluga pri tome ne igra nikakvu direktnu ulogu, sem da se prikaže u planu i programu rada za svaku godinu koji (plan) je potrebno realizovati ( $\pm 10\%$ ). U protivnom dolazi u pitanje isplata ugovorenog iznosa sredstava za plate i materijalne troškove za ugovorenu godinu. Posebno se ne vodi računa pri ugovaranju o specifičnostima pojedinih terapijskih onkoloških modaliteta: radioterapija, onkološka hirurgija, medicinska onkologija.

U prošloj 2004. godini, moglo se desiti, bar teoretski (delimično se i desilo), da dva radio-onkološka centra dobiju ista ili gotovo ista sredstva na ime plata zaposlenih radnika u Službi za radioterapiju i da se u jednom centru tokom jednog polugodišta ne ozrači ni jedan jedini pacijent (stale zastarele radioterapijske mašine) a drugi centar ozrači sve pacijente koji njemu geografski gravitiraju i sve pacijente iz centra u kom nisu radile radioterapijske mašine. Pojedini radioterapijski centri moraju da zrače “i svoje i tuđe pacijente”, iako nisu ni kadrovski ni sa terapijskim mašinama u situaciji da pod normalnim uslovima ozrače pacijente koji geografski njemu pripadaju.

Mišljenja smo, kada je reč o finansiranju onkološke službe u celini u Srbiji, da je potrebno izdvojiti moguća sredstva za kompletnu onkologiju a zatim ta sredstva podeliti na tri dela namenjena za: 1) radioterapiju, 2) onkološku hirurgiju, 3) medicinsku onkologiju. Ova podela imala bi za cilj potpunu transparentnost troškova koji se izdvajaju iz fonda za zdravstvenu delatnost a odnose se na onkološku službu. Na taj način bi se jasno videlo koji terapijski modalitet u onkologiji zahteva najveće materijalne troškove. Na taj način bi se adekvatno mogli planirati kadrovi, oprema, prostor i ostalo za svaki terapijski modalitet posebno.

Izdvojena sredstva, na primer za radioterapiju, na godišnjem nivou, podelila bi se na pet radio-onkoloških centara po proporciji koja odgovara odnosu broja tretiranih pacijenata u svakom centru ponaosob. S obzirom da se radi o paušalnom načinu ugovaranja

radioterapijskih usluga, sredstva za potrebnu opremu, investiciono održavanje i ostalo, obezbeđivala bi se iz fonda Republike Srbije.

Razume se, samo po sebi, da ukoliko bi se usluge naplaćivale po fakturnoj realizaciji i ukoliko je u cenu radioterapijske usluge ukalkulisana i prosta i proširena reprodukcija, da bi se ostvareni prihodi koristili i za plate radnika i za materijalne troškove i za nabavku opreme i za obezbeđenje potrebnog prostora i sl.

## **IV DEO**

### **ZBIRNI ZAKLJUČCI**

#### **I**

Radioterapija je jedna od tri osnovna terapijska modaliteta (uz hirurgiju i hemioterapiju) bez koje se ne može zamisliti savremeni tretman onkoloških bolesnika.

#### **II**

Radioterapija će biti, uz hirurgiju i hemioterapiju, suvereni način tretmana onkoloških bolesnika narednih 20 godina.

#### **III**

Učešće radioterapije u tretmanu onkoloških pacijenata se u Srbiji kreće oko 50% svih tretiranih bolesnika (u svetu 30 do 60%).

#### **IV**

Na osnovu analize incidencije malignih tumora u svetu, na Balkanu i Srbiji, kao i na osnovu analize kliničkog materijala u Srbiji u zadnjih 10 godina, mislimo da se može koristiti stopa novootkrivenih slučajeva u muško-ženskoj populaciji (prosek) na godišnjem nivou:

250/100.000

Ova stopa će se narednih godina povećavati najmanje 2% godišnje.

## V

Klinički materijal i njegova apsolutna i procentualna distribucija po radio-onkološkim regionima u Srbiji za 2005. godinu će se kreirati kako sledi.

### Klinički materijal (radioterapija u Srbiji 2005)\*

Centar	Teleradioterapija	Brahiterapija
Beograd (IORS)	3.800 (42%)	792 (45.8%)
Novi Sad (S. Kamenica)	2.000 (22%)	375 (21.7%)
Kragujevac	1.400 (15.5%)	176 (10.2%) **
Niš	1.400 (15.5%)	176 (10.2%) ***
Kladovo	440 (5.0%)	165 (0.5%) ***
<b>Ukupno</b>	<b>9.040 (100.0%)</b>	<b>1.729 (100.0%)</b>

\*Ovaj materijal se odnosi na Srbiju bez Kosova i Metohije sa 7,5 miliona stanovnika. U ovu kalkulaciju nije uključena Vojnomedicinska akademija u Beogradu koja na godišnjem nivou sprovodi samo teleradioterapiju kod 1000 onkoloških pacijenata, uglavnom vojnih osiguranika.

\*\*Kragujevac ne poseduje mašinu za brahiterapiju i svi pacijenti koji podležu ovom vidu radioterapije upućuju se u Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, Beograd.

\*\*\*U Nišu, Kladovu i Kragujevcu još uvek nisu savladane neke tehnike i režimi teleradioterapije (M. Hodgkin, Non-Hodgkin lymphoma, pedijatrijska radioterapijska onkologija i dr.) i ovaj klinički materijal se takođe upućuje u Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, Beograd radi primene radioterapije.

Sve gore navedeno govori u prilog tvrdnji da će i ove 2005. godine u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije, Beograd biti tretirano teleradioterapijom preko 4000 pacijenata i brahiterapijom preko 900 pacijenata (2004 godina: 4.250 TRT i 920 BT; bez Republike Srpske, Crne Gore i distrikta Brčko). Ovaj klinički materijal će se povećavati narednih godina za 2% godišnje.

Napomena: radio-onkološki regioni u Srbiji (Beograd, Novi Sad-Sremska Kamenica, Kragujevac, Niš i Kladovo) formirani su pre 15 godina na geografskom principu poštujući zakonsku odredbu da

se onkološki pacijent upućuje za sekundarnu i tercijernu zdravstvenu uslugu u najbliži specijalizovani centar tog ranga. Ovi regioni se ne podudaraju sa druga dva terapijska modaliteta: hirurgijom i hemioterapijom.

Primer: U Čačku se može obavljati veliki deo hirurške onkologije i kompletna medicinska onkologija (hemioterapija), a radioterapija samo u Kragujevcu i Beogradu. To isto se odnosi i na Užice, Valjevo, Šabac, Vranje, Prokuplje, Smederevo, Pančevo i na bilo koji zdravstveni centar u Srbiji u kojem se obavlja hirurški tretman, odnosno postoji onkološki dispanzer. Ali, isto to se odnosi i na Beograd: u mnogim zdravstvenim centrima u Beogradu može da se obavlja hirurška i medicinska onkologija, a radioterapija samo u Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije.

## VI

### Normativi i standardi

Odnos broja pacijenata prema broju lekara (radioterapeuta), radioloških fizičara i radioloških tehničara prema broju teleterapijskih i brahiterapijskih mašina, RTG simulatora, CT simulatora je konstruisan prema modelu ESTRO-95 i našeg iskustva u proteklih 35 godina rada u kliničkoj praksi.

1 - 1 radioterapeut (TRT)	200 pacijenata godišnje
2 - 1 radioterapeut (BT)	150 pacijenata godišnje
3 - 1 radiološki fizičar (TRT)	400 pacijenata godišnje
4 - 1 radiološki fizičar (BT)	300 pacijenata godišnje
5 - 2,5 radiološka tehničara	1 TRT mašina
6 - 1,5 radiološki tehničar	1 BT mašina
7 - 1,5 radiološki tehničar	1 Ro simulator
8 - 1,5 radiološki tehničar	1 CT simulator

9 - 1 TRT mašina	500 pacijenata godišnje
10 - 1 BT mašina	300 pacijenata godišnje
11 - 1 Ro simulator	1500 pacijenata godišnje
12 - 1 CT simulator	2000 pacijenata godišnje
13 - 2/3 D sistema za planiranje	2000 pacijenata godišnje

## VII

### Potrebe radio-onkoloških regiona za novim TRT i BT mašinama 2005. godine i do 2010. godine

Centar	TRT mašine		BT mašine	
	2005.	do 2010.	2005.	do 2010.
Beograd (IORS)	2	+2	1	+2
Novi Sad (S. Kamenica)	0	3	1	+1
Kragujevac	0	2	1	0
Niš	0	2	0	0
Kladovo	0	0	1	0
<b>Ukupno:</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

A) Tabela prikazuje da je neophodno nabaviti 2 TRT mašine Institutu za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu u toku 2005. godine a do 2010. godine potrebno je nabaviti još 6 takvih mašina i to: Beogradu 2, Sremskoj Kamenici 3, Kragujevcu 2, Nišu 2. Sve mašine koje je potrebno nabaviti 2005. i do 2010. godine treba da proizvode X zrake ne veće od 10 MeV-a i bez proizvodnje elektronskog zračnog snopa. Umesto 6 MeV-skih električnih mašina sasvim dobro mogu poslužiti i izotopske TRT mašine ( $\gamma$  zraci 1,25 MeV).

Na ovom mestu želimo da istaknemo da trenutno Srbija poseduje 7 megavoltažnih visokoenergetskih mašina (Xe) koje su znatno skuplje (i 3 puta) od električnih mašina sa energijama od 4 do 6 MeV ili izotopskih mašina, i pokrivaju, čak prelazeći potrebne granice, 30% kliničkog materijala u Srbiji koji zahteva ovu teleradioterapiju.

Dakle, do 2010. godine potrebno je nabaviti 11 TT mašina (2 u 2005. godini), električnih i/ili izotopskih, čija se cena kreće od 500.000 do 700.000 eura/1 mašina i za bunkerski prostor za smeštaj 1 mašine potrebno je angažovati oko 300.000 eura.

Napomena: potrebe za novim mašinama do 2010. godine su dobijene na osnovu kalkulativne analize kliničkog materijala na 5 radio-onkoloških centara. Međutim, u praksi se raspodela kliničkog materijala na pojedine radio-onkološke centre odvija na nepredvidiv način. Žrtva te nepredvidivosti je, prema dosadašnjem dugogodišnjem iskustvu, Institut za onkologiju i radiologiju Srbije, gde se tokom jedne godine tretira znatno veći broj pacijenata nego što se to unapred iskalkuliše a prema broju stanovnika koji gravitiraju ovom centru.

B) Prema istoj tabeli, potrebe za BT mašinama su izraženije: 2005. godine potrebno je nabaviti 4 takve mašine (Beograd 1, Novi Sad 1, Kragujevac 1 i Kladovo 1) a do kraja ove decenije potrebno je nabaviti još 3 mašine (Beograd 2, Novi Sad 1).

Cena ovih mašina (HDR brahiterapijske mašine) kreće se oko 500.000 eura po jednoj mašini. Bunkerski prostori za ove mašine su već izgrađeni i u njima su smeštene stare mašine. Adaptacija ovog prostora nije potrebna.

#### Rekapitulacija troškova (A+B) u 2005. godini

A	TRT mašine:	2x600.000 =	1.200.000 eura
	Bunker:	2x300.000 =	600.000 eura
	Ukupno:		1.800.000 eura
B	BT mašine:	4x500.000 =	2.000.000 eura
	Bunker:	0 =	0 eura
	Ukupno:		2.000.000 eura
	Sveukupno A+B:		3.800.000 eura

Sasvim je jednostavno izračunati potrebna sredstva za jedne i druge mašine, ako prihvatimo navedene cene i potreban broj mašina do 2010. godine po standardima i normativima ove studje.

## VIII

### Ostala potrebna oprema u 2005. godini i do 2010. godine u 5 radioloških centara

Centar	Ro simulatori		CT simulatori		2/3 D sistem planiranja	
	2005.	do 2010.	2005.	do 2010.	2005.	do 2010.
Beograd (IORS)	1	+2	1	+1	1	+1
Novi Sad (S.K.)	1	+1	1	0	0	1
Kragujevac	1	0	1	0	0	0
Niš	1	0	0	0	0	0
Kladovo	1	0	1	0	0	0
<b>Ukupno:</b>	<b>5</b>	<b>+3</b>	<b>4</b>	<b>+1</b>	<b>1</b>	<b>1+1</b>

A) RTG simulator je mašina bez koje se konvencionalna (klasična) radioterapija ne planira, makar to bili i najmanji radioterapijski centri po broju pacijenata. Dakle, u 2005. godini potrebno je nabaviti 5 RTG simulatora po prosečnoj ceni od 500.000 eura što iznosi ukupno 2.500.000 eura.

B) CT simulatori su oprema bez koje se ne može planirati tzv. konformalna teleradioterapija. U Srbiji samo 2 radio-onkološka civilna centra imaju megavoltažne mašine od 18 MeV-a sa MLC (multielementni kolimator) sa kojima se može izvoditi konformalna teleradioterapija, zbog čega je potrebno nabaviti 2 nova CT simulatora (Beograd i Novi Sad) po ceni od 500.000 eura/1 mašina, što čini ukupno 1.000.000 eura.

Ostala tri centra (Kraljevo, Niš i Kladovo) ne poseduju megavoltažne mašine za konformalnu teleradioterapiju i nisu im trenutno neophodni CT simulatori, mada ove mašine mogu da se koriste i za planiranje konvencionalne teleradioterapije.

C) 2/3 D sistem za planiranje poseduju svi radio-onkološki centri u Srbiji (nabavljeni sredstvima iz budžeta Republike Srbije 2003. godine). Kako Institut za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu ima najveći broj pacijenata godišnje, trebalo bi u 2005. godini obezbediti još jedan ovakav sistem za planiranje čija je cena 250.000 eura.

D) Ostala oprema, kao što je to fiksacioni sistem za konformalnu radioterapiju, vodeni i Albersonov anatomski fantom, TLD sistem za planiranje in vivo, instrumenti za dozimetriju jonizujućeg zračenja, je takođe potrebna svakom radio-onkološkom centru, ali za manipulisanje ovom opremom potreban je i edukovani kadar, što se može reći samo za radiocentre u Beogradu i Novom Sadu.

#### Rekapitulacija (A+B+C):

A	Ro simulator:	5x500.000 = 2.500.000 eura
B	CT simulator:	2x500.000 = 1.000.000 eura
C	2/3 D sistem za planiranje	1x250.000 = 250.000 eura
Ukupno:		3.750.000 eura

#### Rekapitulacija (VII+VIII)

VII	TRT + BT mašine	3.800.000 eura
VIII	Ro + CT sim. + 2/3 sistem	3.750.000 eura
Ukupno:		7.550.000 eura

Dakle, za TRT i BT mašine i opremu (Ro simulator, CT simulator i 2/3 D sistem za planiranje) potrebno je obezbediti za 2005. godinu ukupno 7.550.000 eura za svih pet centara u Srbiji.

**IX**  
**Kadrovska struktura u pet centara Srbije,**  
**potrebe za 2005. godinu**

Centar	Radioterapeuti	RT fizičari	RT tehničari
Beograd	3	5	6
Novi Sad	0	1	0 (+4)
Kragujevac	0	2	3
Niš	0 (+3)	3	0 (+4)
Kladovo	1	1	3
<b>Ukupno</b>	<b>4 (+3)</b>	<b>12</b>	<b>12 (+8)</b>

Iz tabelarnog prikaza proizilazi da je Beogradu potrebno novih 3 radioterapeuta, 5 radioloških fizičara i 6 radioloških tehničara, Novom Sadu 1 radiološki fizičar, Kragujevcu 2 radiološka fizičara i 3 radiološka tehničara i Kladovu 1 radioterapeut, 1 radiološki fizičar i 3 radiološka tehničara. Prema normativima i standardima ove studije, Novi Sad ima 4 tehničara više, a Niš 3 radioterapeuta i 4 radiološka tehničara.

Posebno treba skrenuti pažnju na potrebe Beograda koje su iskazane u ovoj tabeli, ali prema kalkulativnom broju pacijenata i za teleradioterapiju i za brahiradioterapiju. Sudeći po 2004. godini, priliv i jednih i drugih pacijenata u Institut za onkologiju i radiologiju Srbije u Beogradu biće znatno veći (bez pacijenata iz Republike Srpske, Crne Gore i distikta Brčko), zbog čega ove potrebe za kadrovima treba najmanje 2 puta povećati.

## X

Planom i programom četvorogodišnje specijalizacije radioterapije predviđeno je jednogodišnje stažiranje i ex katedra predavanje iz naučne, kliničke i radiološke onkologije. Dobar deo praktične i teorijske dvosemestralne nastave se odnosi na onkologiju. Posle polaganja specijalističkog ispita, specijalista radiolog je savladao veliko gradivo iz oblasti onkologije. Zbog toga mi predlažemo da radiolog koji radi 5 godina na odeljenjima radiološke onkologije stiče zvanje radiologa-onkologa dekretom Ministarstva zdravlja.

## XI

### **Način finansiranja zdravstvenih usluga**

S obzirom na nedostatak sredstava za zdravstvenu zaštitu uopšte i onkologiju posebno, ekonomske cene usluga koje se dobijaju kalkulisanjem ličnog dohotka, materijalnih troškova, proste i proširene reprodukcije ne dolaze u obzir. Ostaje nam paušalni način ugovaranja radioterapijskih usluga. Ali, da bi se pravično raspodelio novac namenjen onkologiji, potrebno je celokupnu sumu novca namenjenu onkološkoj zdravstvenoj zaštiti podeliti na tri osnovne grane onkologije: radioterapiju, hirurgiju i hemioterapiju, a zatim deo koji je namenjen radioterapiji podeliti po radiološko-onkološkim regonima pri čemu je potrebno voditi računa o stvarnom učinku tokom jedne godine u svakom centru ponaosob. Mišljenja smo da je broj tretiranih pacijenata radioterapijom (tele- odnosno brahiterapijom) najbolji pokazatelj toga učinka i apsolutni i procentualni broj pacijenata može poslužiti za deobu sredstava namenjenih za radioterapiju u Srbiji. Ovakav način raspodele dovodi do transparentnog uvida u stvarne potrebe, s jedne strane, i troškove koji se stvaraju tokom godine, s druge strane. Naime, stiče se utisak da je citostatska terapija najveći potrošač onkološkog dinara, ali kakvi su odnosi u pogledu materijalnih troškova po pojedinim granama onkologije teško je utvrditi bez jasne podele onkološkog dinara na tri terapijska modaliteta.

## Literatura

1. The Royal College of Radiologists: The Provision and Replacement of Radiotherapy Equipment, London, 2000.
2. SBU - The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care (1997): Radiotherapy for Cancer, Vol. 1, Acta Oncologica 35 (Suppl. 6).
3. SBU - The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care (1997): Radiotherapy for Cancer, Vol. 2, A Critical Review of the Literature Acta Oncologica 35 (Suppl. 7)
4. Perez C. A, Brady L. W. (1998): Principles and Practice of Radiation Oncology. Philadelphia, Lippincott-Raven.
5. Hoskin P. J. (1994): Changing trends in Palliative Radiotherapy In Current Radiation Oncology (Vol. 1, pp. 342-364, eds. Tobias J. S., Thomoas P. R. M. London: Edward Arnold.
6. P. Alett, P. Bey: Recommendation for a Quality Assurance Programme in External Radiotherapy. ESTRO Booklet 2, Physics for Clinical Radiothreapy, ESTRO (199).
7. Edward Rosenblat, Abraham Kuten, Harold Brener, Yoram Cohem: Radiation Oncology in Israel. ESTRO News 49, Summer, 2001, pp. 18-19.
8. Slobodan Čikarić and Nenad Borojević: Radiotherapy in FR Yugoslavia. ESTRO News 49, Summer, 2001, pp. 20-21.
9. Sekcija za radioterapiju Srpskog lekarskog društva (predsednik: S. Čikarić, sekretar: N. Borojević: Radioterapija u SRJ (sadašnje stanje i potrebe) Beograd, mart, 2000, pp. 1-12.
10. Izveštaj finansijske službe IORS, Beograd, period januar-decembar, 2004.
11. IARC Scientific Publication N0 143: Cancer Incidence in Five Continents, Vol. 7, Lion, 1997
12. Čikarić S: Radioterapija sa Praktikumom, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1981.

13. <http://www.urc.bl.ac.yu/srpska/index1.html>
14. Bekić A: Hospitalni registar za rak u IORS, Beograd, 2001
15. S. Čikarić: Radiation oncology in Serbia: from orthovoltage to conformal radiotherapy. 5th Congress of the B.U.ON. Proceedings/Educational Book, C-139, October, 2004, Beograde
16. S. Čikarić et al: Radiotherapy of cervical cancer in the city of Belgrade during 30 years (1974-2004). 5th Congress of the B.U.ON. Proceedings/Educational Book, C-122, October, 2004, Beograde
17. S. Čikarić. Radiotherapy in FR Yugoslavia. I Congress of B.U.ON, Atina, Grčka, 1996