

# **SUGÁRTERÁPIÁS BESUGÁRZÓ KÉSZÜLÉKEK ÁTFOGÓ MINŐSÉGELLENŐRZÉSI PROGRAMJA**

Pesznyák Csilla, Pócza Tamás, Stelczer Gábor,  
Cservenák Ildikó, Milecz-Mitykó Richárd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Országos Onkológiai Intézet

# FELADATOK

I. Tanulmány, mely összefoglalja Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és más nemzetközi szervezetek ajánlásait, néhány más ország gyakorlatának elemzését, illetve a vonatkozó nemzetközi szabványokat a sugárterápiás centrumok besugárzó készülékeinek minőségbiztosítási és minőségellenőrzési protokolljainak kidolgozásához.

II. Hatósági protokollok létrehozása a sugárterápiás besugárzó készülékek abszolút dozimetriájának ellenőrzésére, a 3D konformális besugárzástervezés esetén szükséges dozimetriai mérésekre, illetve az intenzitás modulált sugárterápia dozimetriai ellenőrzésére. A hatósági protokolloknak alkalmasnak kell lenniük továbbá az egyéb sugárvédelmi ellenőrzést befolyásoló előírásokban (pl. Orvosi Besugárzó-helyiségek Sugárvédelme Lineáris Gyorsítókat Felhasználó Sugárterápiás Létesítményekben című OSSKI módszertani levélben (OSSKI, Budapest, 2015. február) illetve az MSZ 62-4:2017 szabvány) megjelenített releváns követelmények ellenőrzésére is. Meg kell határozni az ellenőrzéshez szükséges mérőeszközök körét. Az elkészült protokollok klinikai környezetben kerülnek tesztelésre.

III. Lokális protokollok összeállítása, amik tartalmazzák a napi, heti, havi és éves minőségbiztosítási ellenőrzéseket. Ezeket a méréseket az adott sugárterápiás központok orvosi fizikusainak kellene elvégezni. A kész jegyzőkönyveket a hatóságnak csak ellenőrizni kellene. A lokális protokollok összeállításakor figyelembe kell venni a sugárterápiás berendezéseket gyártók minőségbiztosítási eljárásait is. A protokoll végrehajtásának, validitásának ellenőrzéséhez a protokollban résztvevők személyi és tárgyi feltételeit is meg kell jeleníteni. Meg kell határozni az elfogadási kritériumokat is és e limitek átlépése esetén a javasolt alapvető intézkedéseket. Az elkészült protokollok klinikai környezetben kerülnek tesztelésre.

# SUGÁRTERÁPIÁS KÖZPONTOK



# STATISZTIKAI ADATOK

**2. TÁBLÁZAT.** Sugárterápiás besugárzőkészülékek megoszlása központonként 2017-ben

Város/Intézet	Lineáris gyorsító	Kobalt-ágyú	Megavoltos besugárzó	Brahiterápiás utántöltő készülék
Budapest/OOI	7*	0 <sup>#</sup>	7	1
Budapest/FOK	3	1	4	1
Debrecen	4	0	4	1
Győr	2	0	2	1
Gyula	2	0	2	1
Kaposvár	2	0	2	1
Kecskemét	2	0	2	1
Miskolc	4	0	4	1
Nyíregyháza	2	0	2	1
Pécs	2	1	3	1
Szeged	3	0	3	1
Szombathely	3	0	3	1
Veszprém	2	0	2	1
<b>Összesen</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>13</b>

OOI: Országos Onkológiai Intézet, FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ, \*CyberKnife telepítése 2017-ben, klinikai használatba vétele 2018-ban, <sup>#</sup>speciális kobaltsugárforrás egészségtest-besugárzáshoz

**KIEGÉSZÍTŐ 2. TÁBLÁZAT.** Intenzitásmodulált (IMRT) és képvezérelt (IGRT) sugárkezelések megoszlása központonként 2014-ben és 2017-ben

Város/Intézet	IMRT		IGRT	
	2014	2017	2014	2017
Budapest/OOI	580	1 616	779	1 784
Budapest/FOK	8	277	0	287
Debrecen	12	224	239	1 996
Győr	0	411	0	461
Gyula	0	91	0	721
Kaposvár	17	588	109	1 246
Kecskemét	0	398	0	651
Miskolc	0	0	0	0
Nyíregyháza	0	759	0	1 197
Pécs	284	796	891	1 108
Szeged	0	594	0	1 054
Szombathely	0	239	0	239
Veszprém	-	1036	-	1 001
<b>Összesen</b>	<b>901</b>	<b>7 029</b>	<b>2 018</b>	<b>11 745</b>

OOI: Országos Onkológiai Intézet, FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ

# I. FELADAT:

I. Tanulmány, mely összefoglalja Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és más nemzetközi szervezetek ajánlásait, néhány más ország gyakorlatának elemzését, illetve a vonatkozó nemzetközi szabványokat a sugárterápiás centrumok besugárzó készülékeinek minőségbiztosítási és minőségellenőrzési protokolljainak kidolgozásához.

# NEMZETKÖZI SZERVEZETEK A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS KIALAKÍTÁSÁÉRT

**1. *International Committee on Radiological Units (ICRU)*** - nemzetközi sugárvédelmi bizottság megalakítását 1925-ben határozták el az I. Nemzetközi Radiológiai Kongresszus alkalmával.

**2. *World Health Organisation (WHO)*** - Egészségügyi világszervezet, az Egyesült Nemzetek alapította 1945-ben.

**3. *International Atomic Energy Agency (IAEA)***, vagy magyarul Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) - 1957-ben alakult, számos nemzetközi ajánlás megalkotója, protokolljai ingyenesen letölthetők a szervezet honlapjáról.

**4. *American Association of Physicists in Medicine (AAPM)*** - az egészségügyben dolgozó amerikai fizikusok egyesülete, 1958-ban alapították, protokolljai ingyenesen letölthetők a honlapjukról.

**5. *International Radiological Protection Association (IRPA)*** - 1964-ben alapították, Magyarország 1966-tól tagja. A Nemzetközi Sugárvédelmi Társaság számos kiadványa segíti a nemzetközi és hazai sugárvédelem munkáját. A sugárvédelem alapelveit az ICRP 26, 60 és 103-as kiadványuk tartalmazza.

**6. *European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO)*** - 1980-ban alapították, protokolljaikat a sugárterápia különböző területeinek ellenőrzésére hozzák létre, az orvosi fizikusok számára készültek az ESTRO Physics Booklets kiadványok, melyek ingyenesen letölthetők a honlapról.

**7. *European Federation of Organisations in Medical Physics (EFOMP)*** - 1981-ban alapították, jelenleg 35 nemzeti szervezet alkotja, több mint 5000 tagot számlál.

# JOGI HÁTTÉR

Az előző rendeleten kívül, megtalálható még minőségellenőrzést szabályozó szövegrész a **487/2015. (XII.30.) Korm. rendelet** az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről;

7. mellékletében, ahol “***A sugárvédelmi leírás tartalmi követelményei*** “  
***közé tartozik*** a 4.4. pont alatt található “Az eszközökre és berendezésekre vonatkozó sugárvédelmi minőségbiztosítási program

# JOGI HÁTTÉR

**487/2015. (XII.30.) Korm. Rendelet, 8. mellékletben**

**„A Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat tartalmi követelményei”**  
fejezetben található rendelkezések:

*4.6. A sugárvédelmi minőségbiztosítási programban előírt feladatok, beleértve az ionizáló sugárzást létrehozó berendezéseken végzendő ellenőrzéseket és méréseket, végrehajtásának módját és gyakoriságát*

*4.6.1. A sugárvédelmi minőségbiztosítási folyamatok azonosítása*

*4.6.2. A berendezések beszerzése, átvételi vizsgálatok*

*4.6.3. A berendezések időszakos, független szervezetek által végzett teljes állapotfelmérésének (állapotvizsgálat) rendje*

*4.6.4. A berendezések rendszeres (napi, heti, havi, évi) minőségellenőrzési vizsgálatának rendje, módszerei, gyakorisága*

*4.6.5. A biztonsági rendszerek, személyi védőeszközök, sugárvédelmi műszerek, személyi dózismérők rendszeres (napi, heti, havi, évi) minőségellenőrzési vizsgálatának rendje, módszerei, gyakorisága*

*4.6.6. Az orvosi és ipari radiológiai munkahelyek esetében a sugárveszélyes munkahely kialakítására vonatkozó szabványok teljesülésének ellenőrzését célzó sugárvédelmi ellenőrzési és mérési program leírása*



# NAÜ AJÁNLÁSOK

## **Dozimetria:**

1. IAEA „Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water”, TRS 398.
2. IAEA „Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy. TRS 483.

## **Tervezőrendszerek minőségbiztosítása:**

1. IAEA, „Commissioning and quality assurance of computerized planning systems for radiation treatment of cancer”, TRS 430.
2. IAEA-TECDOC-1540, Specification and Acceptance Testing of Radiotherapy Treatment Planning Systems
3. IAEA, Commissioning of Radiotherapy Treatment Planning Systems: Testing for Typical External Beam Treatment; Techniques Report of the Coordinated Research Project (CRP) on Development of Procedures for Quality Assurance of Dosimetry Calculations in Radiotherapy TECDOC 1583

## **Klinikai audit:**

1. IAEA, Comprehensive Audits of Radiotherapy Practices: A Tool for Quality Improvement; Quality Assurance Team for Radiation Oncology (Quatro), STI/PUB/1297
2. IAEA, On-site Visits to Radiotherapy Centres: Medical Physics Procedures Quality Assurance Team for Radiation Oncology (QUATRO); TECDOC 1543

## **Minőségellenőrzés:**

1. IAEA TECDOC 989, Quality assurance in radiotherapy, Vienna, 1995.
2. E.B. Podgorsak: Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students; Chapter 12. Quality Assurance of External Beam Radiotherapy

# AZ AAPM QA/QC AJÁNLÁSAI

Az alábbi kiadványokra hívnánk fel a figyelmet:

1. AAPM Task Group 40: Comprehensive QA for Radiation Oncology
2. AAPM Task Group 100: Application of risk analysis methods to radiation therapy quality management
3. AAPM Task Group 142: Quality Assurance of Medical Accelerators
4. AAPM Medical Physics Practice Guideline 8.a.: Linear accelerator performance tests
5. AAPM Task Group 51: Protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon beams
6. AAPM Task Group 30: Total Skin Electron Therapy: Technique and Dosimetry
7. AAPM Task Group 119, IMRT Commissioning Tests Instructions for Planning, Measurement, and Analysis
8. Wen N, Zhao B et al, IMRT and RapidArc commissioning of a TrueBeam linear accelerator using TG-119 protocol cases

# AJÁNLOTT ALAPFELSZERELÉS



TABLE 20. BASIC EQUIPMENT SUGGESTED FOR THE COMMISSIONING AND QUALITY ASSURANCE OF A TREATMENT PLANNING SYSTEM

Equipment	Purpose
CT scan test phantom	CT number to electron density conversion Beam geometry assessments DRR generation Multiplanar reconstructions
Water phantom scanning system (also known as BDAS)	Measurement of central axis data Measurement of beam profiles
<i>Detectors</i>	
Cylindrical ionization chambers	Measurement of absorbed dose to water in reference conditions Measurement of central axis depth doses Measurement of beam profiles
Diodes and small ionization chambers	Measurements in high dose gradients, including penumbra and buildup
Parallel-plate chambers	Measurement in the buildup region on the central ray for photon beams
Film	Measurement of central ray data for electron beams
Thermoluminescent dosimeters or MOSFET dosimeters	Dose profiles, 2-D dose distributions and electron beam dosimetry Special phantom (anthropomorphic) measurements In vivo dosimetry
Electrometers	For output from ionization chambers or diodes
Thermoluminescence dosimetry (TLD) readout system	Required for TLD measurements
<i>Phantoms</i>	
Slab geometry	Water or tissue equivalent
Water or tissue equivalent	For film dosimetry
Low density (cork or wood)	For inhomogeneous geometries
Anthropomorphic	For TLD measurements of typical or special treatment techniques
Linear detector arrays (LDAs) and ionization chambers or diodes	For measurement of profiles, especially for dynamic wedges and IMRT
Film densitometer	For film dosimetry

# II FELADAT

II. Hatósági protokollok létrehozása a sugárterápiás besugárzó készülékek abszolút dozimetriájának ellenőrzésére, a 3D konformális besugárzástervezés esetén szükséges dozimetriai mérésekre, illetve az intenzitás modulált sugárterápia dozimetriai ellenőrzésére. A hatósági protokolloknak alkalmasnak kell lenniük továbbá az egyéb sugárvédelmi ellenőrzést befolyásoló előírásokban (pl. Orvosi Besugárzó-helyiségek Sugárvédelme Lineáris Gyorsítókat Felhasználó Sugárterápiás Létesítményekben című OSSKI módszertani levélben (OSSKI, Budapest, 2015. február) illetve az MSZ 62-4:2017 szabvány) megjelenített releváns követelmények ellenőrzésére is. Meg kell határozni az ellenőrzéshez szükséges mérőeszközök körét. Az elkészült protokollok klinikai környezetben kerülnek tesztelésre.

# BESUGÁRZÁSTERVEZÉSI TECHNIKÁK

**Konformális sugárterápia:** olyan besugárzási technika, ami a dóziseloszlást optimálisan ráilleszti a háromdimenziós tervezési céltérfogat alakjára, csökkentve így az ép szöveti dózisterhelést, a mezők intenzitása egyenletes.

**Intenzitás modulált sugárterápia (IMRT – Intensity Modulated Radiation Therapy):** a mezők intenzitása nem egyenletes, hanem optimalizáló eljárásokkal meghatározott módon kétdimenziósan modulált. A tervezés folyamán inverz besugárzástervezést kell alkalmazni, melynek során térfogati dóziszfeltételek és optimalizáló algoritmusok használatával kell meghatározni a mezőnkénti intenzitásokat, melyek biztosítják a kívánt háromdimenziós dóziseloszlást.

**Képvezérelt sugárterápia (IGRT – Image Guided Radiation Therapy):** az a besugárzási módszer, amelynek során a kezelőhelyiségben végzett gyakori képalkotással (vagy más technikai módszerrel) információkat szerzünk a betegbeállításról, illetve a besugárzandó daganat térbeli helyzetéről, és ezen adatok felhasználásával pontosítani lehet a betegbeállítást a kezelőasztalon.

**Sztereotaxiás sugárkezelés** – két típusát különböztetjük meg, ha a teljes dózist egy alkalommal adjuk le, akkor sztereotaxiás sugársebészetről (SRS: Stereotactic Radio Surgery) beszélünk, míg a frakcionált kezelést sztereotaxiás sugárterápiának (SRT: Stereotactic Radio Therapy) nevezzük. A kezelés kisméretű mezőkkel nagy dózisteljesítményen történik.

# MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

**Átvételi eljárások standardja:** a gyártó demonstrálja a felhasználó számára, hogy a készülék teljesíti a specifikációban foglalt feltételeket. Az átvételi eljárás és üzembe helyezés során kapott mechanikai és dozimetriai paraméterek képezik az alapvonalai értékeket, és igazolják, hogy az eszköz mechanikailag működőképes és az abszolút toleranciákon belül üzemel.

**Üzembe helyezési alapvonalai értékek:** az üzembe helyezés során határozzák meg a klinikai használathoz szükséges nyaláb karakterisztikákat, melyekhez a későbbi minőségbiztosítási méréseket hasonlítják.

**Toleranciák és beavatkozási szintek:** a jelentésben szereplő toleranciákhoz egyértelmű beavatkozási szinteket kell rendelni. Fontos hogy a minőségbiztosítási méréseket végző bármely személy számára nyilvánvaló legyen, hogy az egyes mért paraméterek toleranciát meghaladó értéke esetén kivizsgálás, ütemezett vagy esetleg azonnali leállítás szükséges. Ezeket a szinteket a szakképzett orvosi fizikusnak szükséges a helyi protokollokban szabályoznia.

# FOTON ABSZOLÚT DÓZIS MÉRÉS

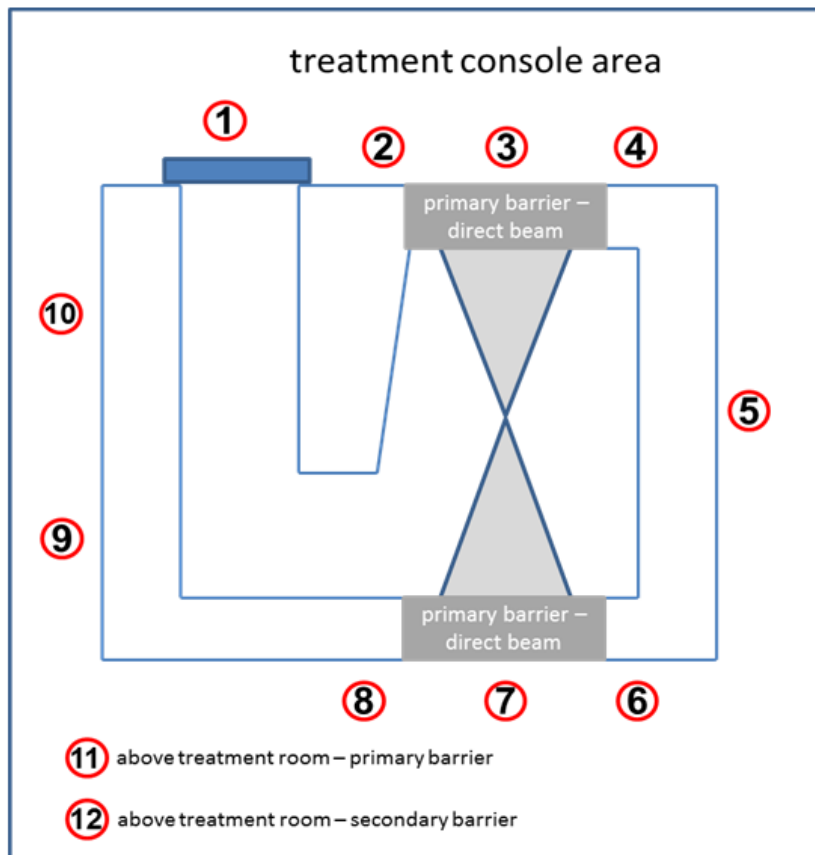
Farmer kamra: SNC600c SN:230353001						
p <sub>0</sub> =	101,325	kPa				
t <sub>0</sub> =	20	°C				
p=	99,96	kPa				
t=	21,6	°C				
SSD=	100	cm				
MU=	100	MU				
dózisteljesítmény=	600	MU/min				
mezőméret=	10x10	cm <sup>2</sup>				
energia (MV)	<b>6x</b>	<b>10x</b>	<b>6FFF</b>	<b>10FFF</b>	<b>15x</b>	
Q <sub>I</sub>	0,666	0,742	0,629	0,707	0,763	
k <sub>q</sub>	0,996	0,985	0,998	0,991	0,980	
N <sub>D,w</sub>	5,169	5,169	5,169	5,169	5,169	cGy/nC
k <sub>TP</sub>	1,019	1,019	1,019	1,019	1,019	
PDD <sub>(zref)</sub>	66,22	73,41	63,17	70,73	76,51	%
Z <sub>ref</sub>	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	cm
k <sub>pol</sub>	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	
k <sub>rec</sub>	1,004	1,004	1,007	1,013	1,007	
<b>Dose (cGy)</b>	<b>99,88</b>	<b>99,89</b>	<b>100,08</b>	<b>100,14</b>	<b>100,03</b>	
Q- (V)	12,560	14,080	11,940	13,390	14,730	
300	12,560	14,080	11,940	13,410	14,730	
	12,570	14,080	11,940	13,400	14,720	
átlagérték	12,563	14,080	11,940	13,400	14,727	nC

# SZÜKSÉGES BERENDEZÉSEK

	PTW	IBA	Sun Nuclear
Farmer kamra	 Waterproof PTW Farmer® Chamber	 IBA FC65-G / FC65-P	 SNC600c
Roos kamra	 Roos® Electron Chamber	 IBA PPC05	 SNC350p
Elektrométer	 UNIDOS webline Universal Dosemeter	 Dose2	 PC Electrometer™
Szoftver		myQA Accept	SNC Dosimetry™
1D vizfantom	 MP1 Phantom Tank	 WP1D Water Phantom	 1D SCANNER™



# A GYORSÍTÓK FOTON TERÉNEK SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZÉSE



9. táblázat: A 7. ábra alapján meghatározott mérési pontok elnevezése

No.	Megnevezés	No.	Megnevezés
0.	háttér (irodában)	8.	a direkt nyaláb vezérlővel ellentétes oldalon - jobb
1.	besugárzó helyiség ajtaja	9.	a besugárzó helyiség külső fala, a labirintus bejárati részénél
2.	a direkt nyaláb vezérlő felőli oldal - bal	10.	a besugárzó helyiség külső fala, a labirintus, a pengéfal mögötti részén
3.	a direkt nyaláb vezérlő felőli oldal - közepé	11.	a kezelőhelyiség felett - direkt nyaláb
4.	a direkt nyaláb vezérlő felőli oldal - jobb	12.	a kezelőhelyiség felett - szórt nyaláb
5.	a besugárzó helyiség külső fala, IC magasságban	13.	árvezetések helyén
6.	a direkt nyaláb vezérlővel ellentétes oldalon - bal	14.	öltöző falán
7.	a direkt nyaláb vezérlővel ellentétes oldalon - közepé	15.	vezérlő direkt nyalábhoz legközelebb lévő pontban

Foton-sugárzás mérőműszer: Ionkamrás sugárvédelmi dózismérő, ajánlott típus: Victoreen 450 P vagy 451 P. (10. táblázat)

10. táblázat: A Victoreen 450 P foton-sugárzás mérőműszer ismertetése



Victoreen 450 P

Műszer gyártója  
Műszer típusjele

Detektor

Tömege

Energiatartomány

Dózisteljesítmény-tartomány  
(neutron)

Típusengedély Magyarországon

Fluke Biomedical  
Victoreen 450P

230 cm<sup>3</sup> térfogatú levegő  
ionizációs kamra  
1,07 kg

Beta ≤ 1 MeV & gamma ≤ 25 KeV

0 nSv/h...50 mSv/h

van

# BIZTONSÁGTECHNIKAI ELLENŐRZÉSEK

Gép épségének ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
Sugárjelzőlámpák ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
Gépnapló ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
Interlock kapcsolók ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
Audio-vizuális kapcsolat ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
Ionizáló sugárzás alapvető szimbólumának kihelyezésének ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
A kezelőhelységbe jutással kapcsolatos ellenőrzések	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
A biztonságos és ellenőrzött munkavégzés feltételének ellenőrzése	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*

# ABSZOLÚT DOZIMETRIAI MÉRÉSEK

Elvégzett abszolút dozimetriai mérések az xxxx gyári számú berendezésre:			
• Mérésre használt, hitelesített ionizációs kamra (foton):			
• Mérésre használt, hitelesített ionizációs kamra (elektron):			
• Mérési körülmények:			
<b>Beállítási paraméterek:</b>			
Energia:	$p_a =$	$Q_i =$	$PDD_{(z_{ref})} =$
Mezőméret:	$t_s =$	$R_{90} \text{ (cm)} =$	$z_{ref} =$
Dózisteljesítmény:	$p =$	$k_q =$	$k_{pot} =$
SSD=	$r =$	$N_{Dw} =$	$k_{inc} =$
MU=	$k_{TP} =$		
<b>Mérési eredmények</b>			
Várt érték (cGy)	Mért dózis (cGy)	Százalékos eltérés (%)	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*

# NYALÁB PROFIL MÉRÉSEK

Elvégzett profil dozimetriai mérések az xxxx gyári számú berendezésre:			
• Mérésre használt, hitelesített ionizációs kamra (foton):			
• Mérésre használt, hitelesített ionizációs kamra (elektron):			
• Mérési körülmények:			
<b>Beállítási paraméterek:</b>			
Energia:	Dózisteljesítmény:	MU=	
Mezőméret:	SSD=		
<b>Mérési eredmények</b>			
Nyaláb profil alapvonalai értéktől való eltérése: $\pm 1\%$	Százalékos eltérés (%)	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*	
Nyaláb szimmetria alapvonalai értéktől való eltérése: $\pm 1\%$	Százalékos eltérés (%)	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*	
Nyaláb homogenitás (flatness) alapvonalai értéktől való eltérése: $\pm 1\%$	Százalékos eltérés (%)	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*	

Elvégzett mechanikai paraméterek ellenőrzése az xxxx gyári számú berendezésre:		
<b>Mérési eredmények</b>		
Mechanikai izocentrum pozíciójának ellenőrzése	Hibahatár: 1mm	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
A kezelőasztal pozíciójának ellenőrzése	Hibahatár: 2mm	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*
A lézer pozíciójának ellenőrzése	Hibahatár: 2 mm	<input type="checkbox"/> megfelelő* <input type="checkbox"/> nem megfelelő* <input type="checkbox"/> egyéb*

# III. FELADAT

III. Lokális protokollok összeállítása, amik tartalmazzák a napi, heti, havi és éves minőségbiztosítási ellenőrzéseket. Ezeket a méréseket az adott sugárterápiás központok orvosi fizikusainak kellene elvégezni. A kész jegyzőkönyveket a hatóságnak csak ellenőrizni kellene. A lokális protokollok összeállításakor figyelembe kell venni a sugárterápiás berendezéseket gyártók minőségbiztosítási eljárásait is. A protokoll végrehajtásának, validitásának ellenőrzéséhez a protokollban résztvevők személyi és tárgyi feltételeit is meg kell jeleníteni. Meg kell határozni az elfogadási kritériumokat is és e limitek átlépése esetén a javasolt alapvető intézkedéseket. Az elkészült protokollok klinikai környezetben kerülnek tesztelésre.

# ÁLTALÁNOS ADATOK

## 1. Táblázat: Fizikus humánerőforrás

Összes fizikus:		Vezető fizikus:			
Név	Szakmában eltöltött évek száma	Végzettség típusa, szintje	Szakképzés	Sugárvédelmi kategória	Heti munkaórák száma
(név vagy csak sorszám)	(x év)	(x szak, egyetemi/Bsc/MSc/PhD)	(szakképzett/szakképzés alatt (beiratkozás éve)/képzésen kívül)	(A / B)	(x óra)

## 2. Táblázat: Eszközpark

Eszköz	Beszerzés éve (Hitelesítés éve, ha van)	Használat gyakorisága
(Pl.: PTW 30013 Farmer kamra, SunNuclearEdge, IBA MatriXX, stb...)	(Pl.: 2010 (2018))	(naponta, hetente, évente, stb...)

# ÁLTALÁNOS ADATOK

## 3. Táblázat: Berendezések minőségbiztosítása

Mért paraméter	Használt mérő eszköz	Mérés gyakorisága	Mérést végző személy beosztása
(Pl.: abszolút dózis, fény és sugármező egyezés, stb...)	(Pl.: PTW 30013 Farmer kamra, SunNuclearEdge, IBA MatriXX, stb...)	(naponta, hetente, évente, stb...)	(fizikus, röntgenasszisztens, dosimetrist)

## 4. Táblázat: Beteg specifikus minőségellenőrzés:

Mért paraméter	Használt mérő eszköz	Mérés gyakorisága	Mérést végző személy beosztása
(Pl.: local gamma analízis (3%, 3mm, 20 % Threshold))	(Pl.: PortalDosimetry, PTW Octavius, stb...)	(Pl.: minden beteg, minden IMRT, stb...)	(fizikus, röntgenasszisztens, dosimetrist)

# NAPI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

10. Táblázat: A napi minősegbiztosítás paramétereit és megfelelési kritériumait

		Konformális	IMRT	SRS/SBRT
1	Napi output	3%	3%	3%
2	Ajtó interlock		működik	
3	Lézer, fényező, teleméter működése		működik	
4	Sugárzást jelző lámpák működése		működik	
5	Audiovizuális kommunikáció működése		működik	
6	Gép működési feltételei (vízhűtés, légcseré, bunker hőmérséklet)		működik	



# NAPI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS



1. ábra: Machine Performance Check (MPC)

11. Táblázat: Az MPC valamint a jelen protokollban ajánlott tolerancia értékek összefoglalása.

Vizsgált paraméter	MPC tolerancia értékei	Jelen protokoll tolerancia értékei		
		nem IMRT	IMRT	SBRT/SRS
napi output	3%		3%	
profilváltozás	2%		1%	
Mező középpont	0,5 mm		2 mm	
Izocenter pozíció	0,5 mm		2 mm	
EPID pozíció	0,5 mm		2 mm	
Leaf pozíció	1 mm		1 mm	
Kollimátor pozíció (X)	1 mm		1 mm	
Kollimátor pozíció (Y)	2 mm		1 mm	
Kollimátorszög	0,5°		1°	
Gantry pozíció	0,3°		1°	
Asztal pozíció	Laterális	0,7 mm	2 mm	1 mm
	Longitudinális	0,7 mm	2 mm	1 mm
	Vertikális	1,9 mm	2 mm	1 mm
	Rotáció	0,4°	1°	0,5°
	Pitch	0,1°	1°	0,5°
	Roll	0,1°	1°	0,5°

# NAPI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS



1: Machine Performance Check (MPC)

Ex - Beam & Geometry Check, Thursday, March 21, 2019, 6:11 AM (Baseline: Friday, November 30, 2018, 2:04 PM)

Beam Delivery ✓		Processing ✓	
	Value		Thresholds
✦ Isocenter		✓	
Size	+0.30 mm	✓	± 0.50 mm
MV Imager Projection Offset	+0.15 mm	✓	± 0.50 mm
KV Imager Projection Offset	+0.25 mm	✓	± 0.50 mm
✦ Beam		✓	
Output Change	-0.61 %	✓	± 2.00 %
Uniformity Change	+1.13 %	✓	± 2.00 %
Center Shift	+0.23 mm	✓	± 0.50 mm
✦ Collimation		✓	
✦ MLC		✓	
Maximal Offset Leaves A	-0.43 mm	✓	± 1.00 mm
Maximal Offset Leaves B	-0.63 mm	✓	± 1.00 mm
Mean Offset Leaves A	-0.32 mm	✓	± 1.00 mm
Mean Offset Leaves B	-0.46 mm	✓	± 1.00 mm
> Leaves A		✓	
> Leaves B		✓	
✦ MLC Reproducibility		✓	
Maximal Reproducibility Leaves A	+0.40 mm	✓	± 0.50 mm
Maximal Reproducibility Leaves B	+0.37 mm	✓	± 0.50 mm
Mean Reproducibility Leaves A	+0.32 mm	✓	± 0.50 mm
Mean Reproducibility Leaves B	+0.30 mm	✓	± 0.50 mm
> Leaves A		✓	
> Leaves B		✓	
✦ Jaws		✓	
Offset Jaw X1	-0.30 mm	✓	± 1.00 mm
Offset Jaw X2	-0.45 mm	✓	± 1.00 mm
Offset Jaw Y1	+0.10 mm	✓	± 2.00 mm
Offset Jaw Y2	+0.27 mm	✓	± 2.00 mm
✦ Jaws Parallelism		✓	
Parallelism Offset Jaw X1	+0.01 °	✓	± 0.40 °
Parallelism Offset Jaw X2	+0.07 °	✓	± 0.40 °
Parallelism Offset Jaw Y1	-0.04 °	✓	± 0.40 °
Parallelism Offset Jaw Y2	-0.06 °	✓	± 0.40 °
Rotation Offset	+0.06 °	✓	± 0.50 °
✦ Gantry		✓	
Absolute	0.00 °	✓	± 0.30 °
Relative	+0.10 °	✓	± 0.30 °
✦ Couch		✓	
Lateral	+0.01 mm	✓	± 0.70 mm
Longitudinal	+0.13 mm	✓	± 0.70 mm
Vertical (Large)	+0.06 mm	✓	± 1.00 mm
Rotation	+0.02 °	✓	± 0.40 °
Pitch	+0.01 °	✓	± 0.10 °
Roll	0.00 °	✓	± 0.10 °
Rotation-Induced Couch Shift	+0.22 mm	✓	± 0.75 mm

Display Scale: IEC 61217 (Units shown are millimeters or degrees.)

2019.06.17.

# NAPI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

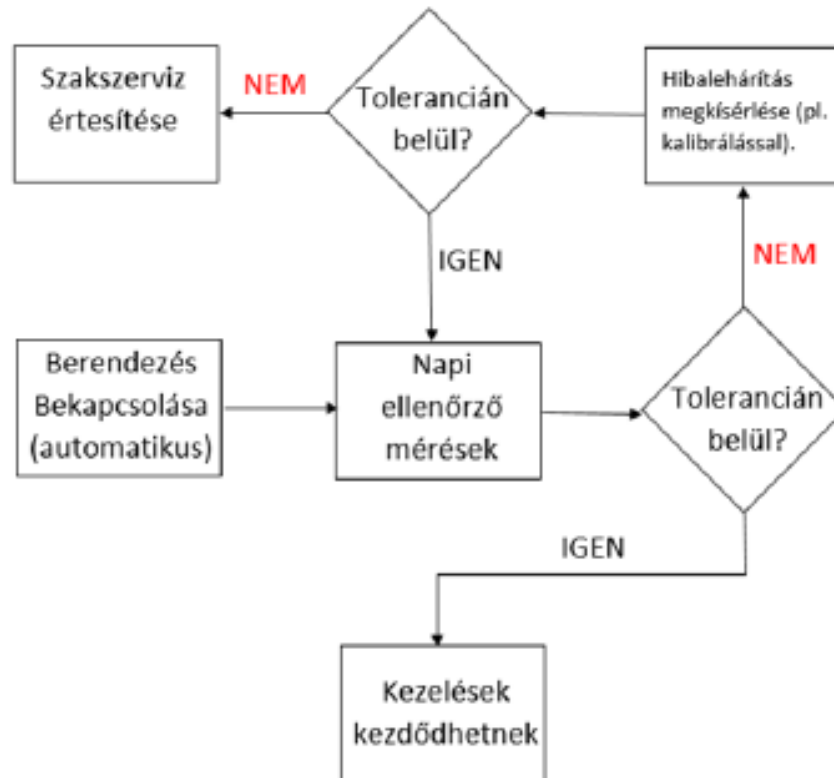


PTW QuickCheck



2. ábra: A PTW QuickCheck és a SunNuclear Daily QA3 berendezések  
<https://www.ptw.de/1846.html>;  
<https://www.sunnuclear.com/documents/datasheets/dailyqa3-rfdaily.pdf>

# NAPI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS



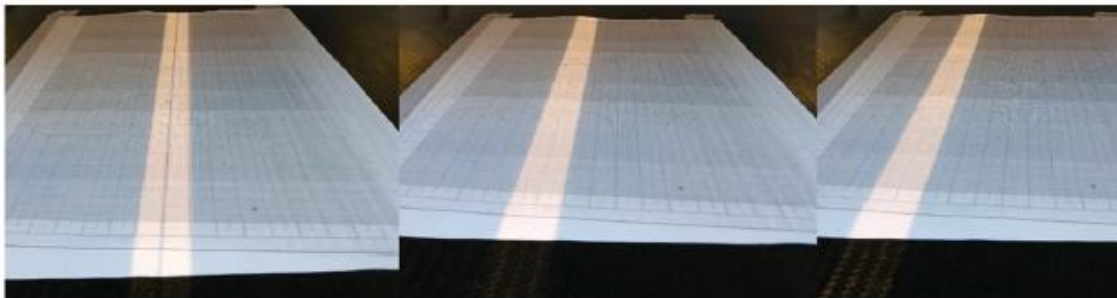
4. ábra: Alapvető intézkedések eltérés esetén, napi szinten

# HETI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

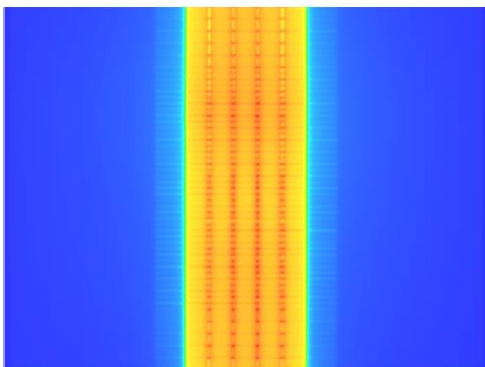
13. Táblázat: Heti minősegbiztosítási paraméterek és megfelelési kritériumai

		Konformális	IMRT	SRS/SBRT
1	Ionkamrás output	2%	2%	2%
2	Energia (referenciához képest)	1%	1%	1%
3	Szimmetria (referenciához képest)	1%	1%	1%
4	Flatness (referenciához képest)	1%	1%	1%
5	Asztalmozgatás - várt és valós pozíció összevetése	2 mm	2 mm	1 mm
6	Asztalmozgatás ellenőrzése	2 mm	2 mm	1 mm
7	kV és MV tengelyek ellenőrzése	2 mm	2 mm	1 mm
8	Lézerek egybevágósága	2 mm	1,5 mm	1 mm
9	MLC vizuális teszt	1 mm	1 mm	0,5 mm
10	MLC kalibráció		működik	

# HETI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS



7. ábra: MLC vizuális ellenőrzése



8. ábra: MLC vizuális ellenőrzése



SN IC PROFILER  
[https://www.sunnuclear.com/documents/datasets/profiler\\_family.pdf](https://www.sunnuclear.com/documents/datasets/profiler_family.pdf)



IBA  
Plate Phantoms SP33 and SP34

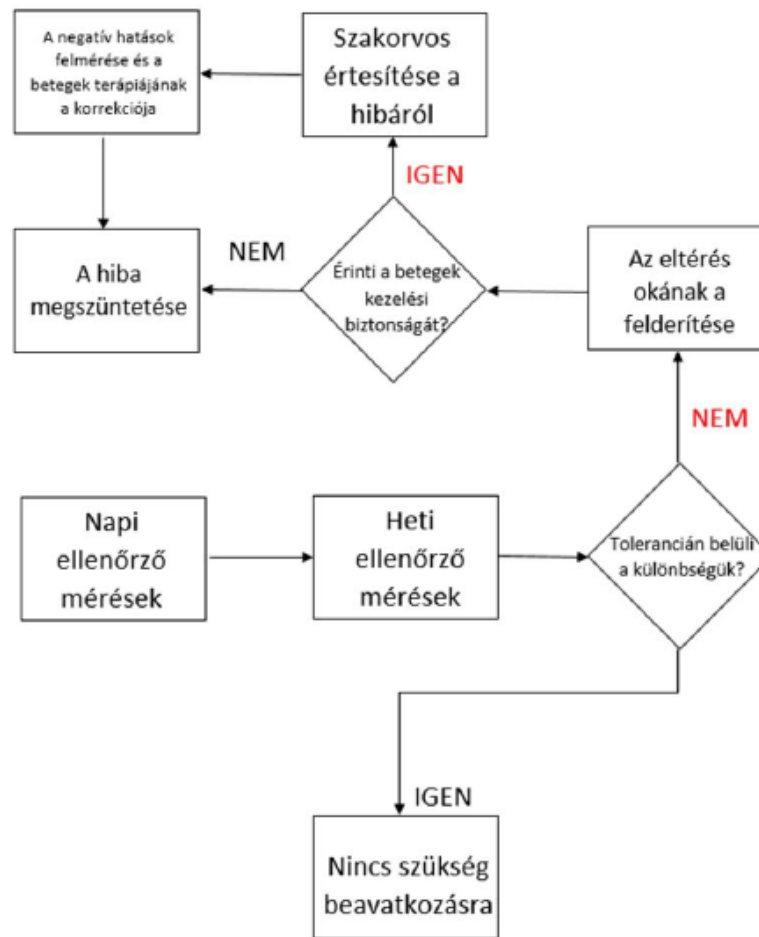


5. ábra: A mechanikai távolságmérő pozicionálása



6. ábra: IsoCenter Cube

# HETI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS



9. ábra: Alapvető intézkedések eltérés esetén, heti szinten

# HÁROMHAVI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

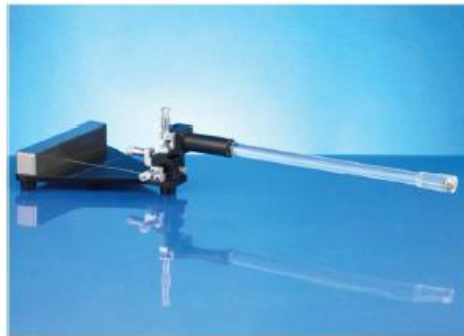
17. Táblázat: Háromhavi minőségbiztosítási paraméterek és megfelelési kritériumai

	Konformális	IMRT	SRS/SBRT
1. Abszolút dozimetria – gép újrakalibrálása	1%	1%	1%
2. Szálkereszt – lézer egyezése	1 mm	1 mm	1 mm
3. Mechanikai és sugárzási izocentrum egyezése (baseline-hoz képest)	2 mm	2 mm	1 mm
4. MLC teszt		leírás szerint	
5. kV és MV panelek kalibrációja (Portal Dosimetry esetén abszolút kalibráció)		működik	

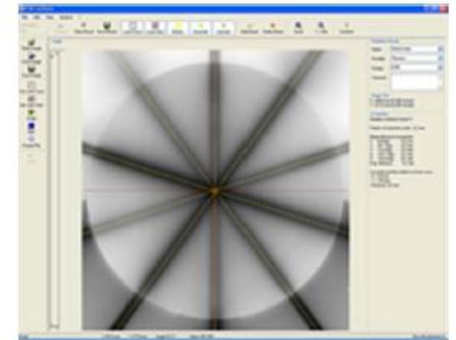
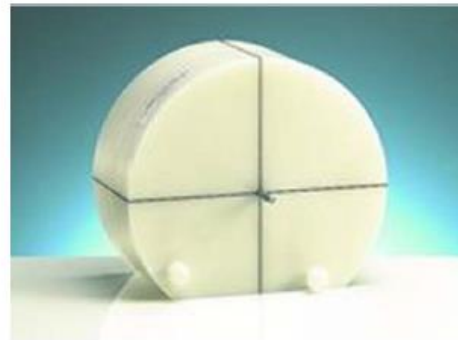


# HÁROMHAVI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

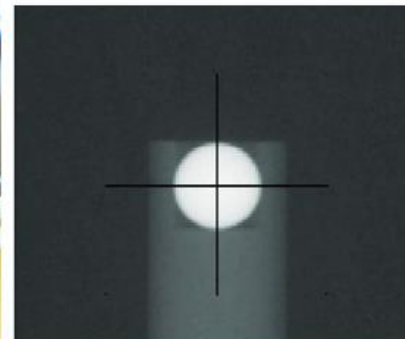
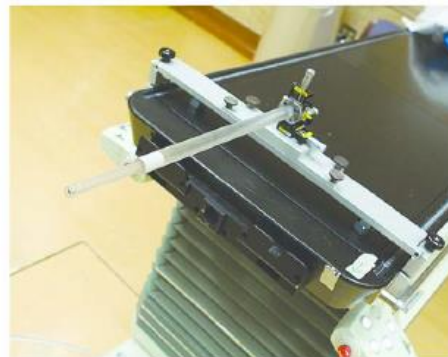
## Mechanikai és sugárzási izocentrum egyezés ellenőrzése



10. ábra: QUASAR™ Winston-Lutz Wand (<https://modusqa.com/igr/wand>)



11. ábra: PTW Isocheck fantom és képelemző szoftver  
[https://www.ptw.de/isocheck\\_isocenter\\_test\\_device.html](https://www.ptw.de/isocheck_isocenter_test_device.html)



12. ábra: Ball-Bearing teszt (Lehmann et al, Commissioning experience with cone beam CT for image guided radiation therapy).

# HÁROMHAVI MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

## Abszolút dozimetriai

1D vízfantom



MP1 Phantom Tank



WP1D Water Phantom



1D SCANNER™

Amennyiben valamelyik központ nem az IAEA TRS 398-as formalizmusát használja, hanem az AAPM TG51-es protokollt, akkor annak megfelelően kell összeállítani a helyi minőségellenőrző protokollját a mérendő paraméterek meghatározásához.

# ÉVES MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

22. Táblázat: Az évente ellenőrizendő alap paramétereket és a megfelelési kritériumok

	Konformális	IMRT	SRS/SBRT
<i>Mechanikus paraméterek</i>			
1. Sugár és fényező egyezése	2 mm/1%	2 mm/1%	2 mm/1%
2. Jaw pozíció	1 mm	1 mm	1 mm
3. Gantry szög	1 fok	1 fok	1 fok
4. Kollimátor szög	1 fok	1 fok	1 fok
5. Asztal pozíció	2 mm/1 fok	2 mm/1 fok	2mm /1 fok
6. Asztallehajlás (baseline-hoz képest)	2 mm	2 mm	2 mm
7. Interlock kapcsolók		működik	
8. Slot-ok működésének ellenőrzése		működik	
<i>Képkalkoló berendezések ellenőrzése</i>			
1. MV és kV képminőség			
2. Topometriai CT-szám víz esetén	±20HU	±20HU	±20HU
3. Topometriai CT-szám nem víz esetén	±50HU	±50HU	±50HU
4. CBCT torzítás	2 mm	2 mm	1 mm
5. Planáris IGRT skála	2 mm	2 mm	1 mm
6. CBCT felbontás	2 mm	2 mm	2 mm
7. kV mezőméret	2 mm	2 mm	2 mm

# ÉVES MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

<i>Dozimetriai paraméterek</i>			
<b>1. Mélydózis ((baseline-hoz képest)</b>			
Dmax	2 mm	2 mm	2 mm
D20/D10 vagy csak D10	1%	1%	1%
<b>2. Dózis profil (baseline-hoz képest)</b>			
Penumbra	1%	1%	1%
Flatness	1%	1%	1%
Szimmetria	1%	1%	1%
<b>3. Output faktor (baseline-hoz képest)</b>			
Output faktor 4x4 cm <sup>2</sup> vagy felett	1%	1%	1%
Output faktor 4x4 cm <sup>2</sup> alatt	2%	2%	2%
<b>4. Dózisteljesítmény függés</b>	2%	2%	2%
<b>5. Abszolút dozimetria – gép kalibrálás és új referencia értékek felvétele</b>	1%	1%	1%
<b>6. Ék faktorok</b>	2%	2%	2%
<b>7. MLC – transzmisszió (baseline-hoz képest)</b>	0,5%	0,5%	0,5%
<b>8. Linearitás vizsgálat</b>	2%	2%	2%
<b>9. Megszakított kezelések (gated) összdózisa</b>	2%	2%	2%
<b>10. NAÜ független TLD mérés eredményei</b>	3%	3%	3%

# ÉVES MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

23. Táblázat: Éves dozimetriai ellenőrzésre és a gyorsítók bemérésére alkalmas vízfantomok



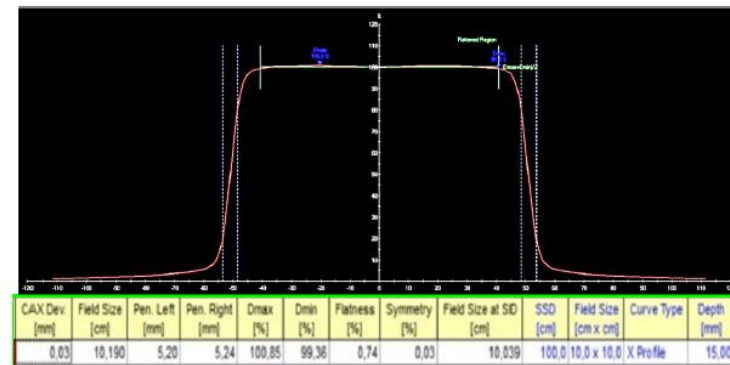
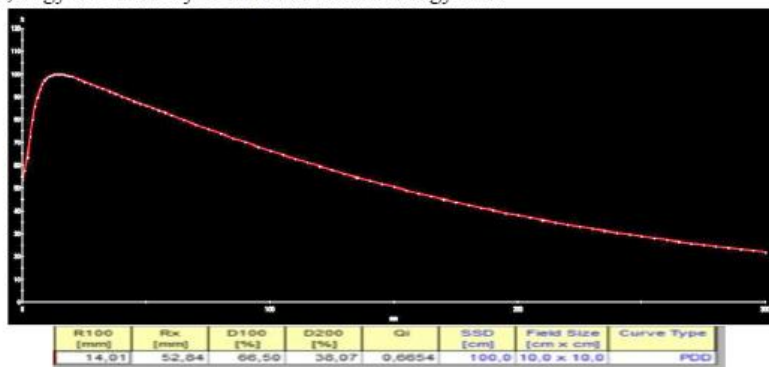
PTW MP3



IBA Blue Phantom

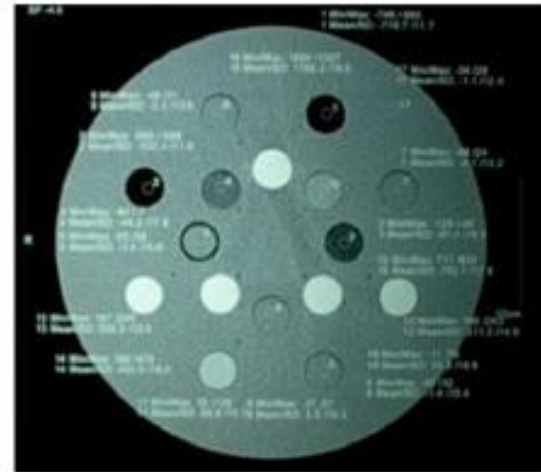


SunNuclear 3D Scanner

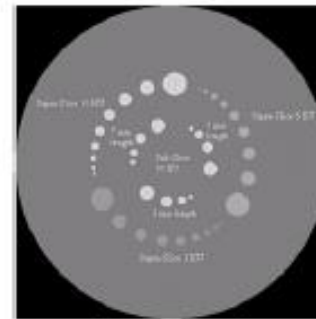


21. ábra: Dózisprofil a PTW mc2 szoftverével ábrázolva

# ÉVES MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS



22. ábra: Gammex RMI 467 CT fantom és a CT fantomról készült felvétel



17. ábra: Catphan fantom

# RÉSZTVEVŐ SUGÁRTERÁPIÁS KÖZPONTOK

1. Országos Onkológiai Intézet, Budapest
2. Uzsoki utcai Kórház
3. Debreceni Tudomány Egyetem, Debrecen
4. Pécsi Tudomány Egyetem, Pécs
5. Szegedi Tudomány Egyetem, Szeged
6. Csolnoki Ferenc Kórház, Veszprém
7. Jósa András Kórház, Nyíregyháza
8. Kaposvári Egyetem Egészségügyi Központ, Kaposvár
9. Bács-Kiskun Megyei Kórház, Kecskemét
10. Petz Aladár Megyei Oktató Kórház, Győr
11. Markusovszky Egyetemi Oktató Kórház, Szombathely
12. Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktató Kórház

# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET



2019.06.17.