

Lineáris gyorsítók üzembe helyezésének sugárvédelmi tapasztalatai



Lajos Máté

Dr. Ballay László, Juhász László,
Salik Ádám, Tóth Nikolett

Országos Közegészségügyi Központ
Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Igazgatóság
(OSSKI)

Lineáris gyorsítók ellenőrzése

- Magyar szabvány, MSZ 62-4
Ionizáló sugárzás elleni védelem.
Sugárvédelem nagy aktivitású gamma-
távbesugárzó berendezések és orvosi
lineáris gyorsítók alkalmazásakor (1999.
márc.)
- OSSKI módszertani levél (ML)
Orvosi besugárzó helyiségek sugárvédelme
lineáris gyorsítókat felhasználó
sugárterápiás létesítményekben (2015.
február)
(összeállította: Dr. Ballay László)



MSZ 62-4:1999, sugárvédelmi követelmények

- A sugárárnyékolást úgy kell kialakítani, hogy a sugárveszélyes tevékenységet végző munkavállalók dózisa ne haladja meg az effektív dóziskorlát $3/10$ részét
- Munkaterhelés: 1 hét alatt 1 m távolságra leadott dózis (Gy)
- Módosított munkaterhelés = (munkaterhelés) x (irányfaktor) x (tartózkodási faktor)
- Sugárvédelmi méretezés során 1000 Gy munkaterhelés alapján számított módosított munkaterhelést kell figyelembe venni
- Tartózkodási és irányfaktor: MSZ 824



Lineáris gyorsítók ellenőrzése – ML

- Tervezési dóziscél: a sugárforrás üzemeltetéséből származó, a foglalkozási kategória munkavállalóira vagy a lakosság tagjaira vonatkozó személyi dózisek tervezett felső határa.
Értéke lehet azonos az effektív dóziskorláttal, vagy a dózismegszorítással.
- Az ML által ajánlott tervezési dóziscél a foglalkozási kategória munkavállalóira az effektív dóziskorlát tizedrésze: $20000/10/50/=40 \mu\text{Sv/hét}$
- a lakosság tagjaira $0,3 \text{ mSv/év}$ effektív dózis, (az effektív dóziskorlát $3/10$ -ed része), $300/50=6 \mu\text{Sv/hét}$.



Tájékoztató dózisteljesítmény-szintek – ML

- A tájékoztató dózisteljesítmény szintek
 - Tervezési célként csak új létesítmények tervezésekor, nagyon szűk indikációs körben alkalmazhatók.
 - Üzembe helyezéskor, határértékként NEM alkalmazhatók, csak tájékoztató funkciójuk van.
 - Néhányszoros túllépésük tolerálható.
 - Csak nagyságrendi túllépés esetén kell mérlegelni az érdekelteknek az esetleges intézkedés költség-haszon vonzatát.
 - Érdekeltek: sugárterápiás centrum, OSSKI, hatóság, ...

Tájékoztató dózisteljesítmény-szintek– ML

- Vezérlőben 2,5 $\mu\text{Sv/h}$
(mért értékek 2-szeresen is meghaladhatták ezt)
- Bejárati ajtón át kilépő foton- és neutronsugárzás együttes járuléka: 20 $\mu\text{Sv/h}$
(2-3-szoros túllépés, pl. Kaposvár, keleti bunker)
- Szomszédos sugaras helyiségek kölcsönös átszórása: 20 $\mu\text{Sv/h}$
- Nem sugaras munkahelyeken, vizsgálóknban: 0,5-2 $\mu\text{Sv/h}$
- Sugárveszélyre történő figyelmeztetés határa: 20 $\mu\text{Sv/h}$
(elhagyható, pl. Kecskemét, ahol a bunker feletti tárgyalóban a jelölés helyett a virágosítást választották)

Mennyezet védelme a direkt sugárzás ellen

- A levegőszórás miatt fölfelé is kell védelmet tervezni. A bunker tetején kilépő sugárzás intenzitása ne lépje túl a 10 mSv/h nagyságrendet, különben fennáll annak a kockázata, hogy a kilépő sugárzás levegőszórással a bunker környezetébe visszaszóródik.
 - pl: szegedi gyorsító, 42 mSv/h
 - Kaposvár, keleti bunker: 2 mSv/h
 - Pécs: 6 mSv/h
 - Veszprém: 0,6 mSv/h



Mennyezet védelme a direkt sugárzás ellen

- SZTE ÁOK Onkoterápiás Klinika
- Varian TrueBeam besugárzó
- 15 MV, 40x40 mező, mennyezet irányú nyaláb (180°)
 - gyorsító fölötti raktárhelyiségben 42 mSv/h
- 15 MV, 40x40 mező, oldalfal irányú nyaláb (270°)
 - udvaron, a bunker falánál: 2,7 mSv/h
 - 1 méterre a faltól: 1,2 mSv/h
 - a járdán 240 μ Sv/h
- → A fal megerősítése szükséges



Sugárvédelem hatósági ellenőrzése – ML

- Maximális fotonenergia
- Maximális mezőméret, 40 cm x 40 cm
- Maximális izocentrum dózisteljesítmény, 6 Gy/min

A direkt védelem ellenőrzése:

- a direkt védelemre irányuló sugárzással,
 - maximális mezőmérettel,
 - 45°-ban elforgatott (diagonál) kollimátor állással,
 - szórófantom nélkül.
- Szórt és szivárgó sugárzás elleni árnyékolás, valamint a labirintuson át kiszóródó sugárzás ellenőrzése:
 - padló felé irányuló sugárzás
 - szóró-fantom alkalmazása
 - vizsgálat 90°-os, 180°-os, ill. 270°-os gantry döntésnél is.

Sugárvédelem hatósági ellenőrzése – ML



- Mérőműszer:
 - hiteles ionkamrás sugárvédelmi dózismérő
 - hiteles neutronsugárzás mérő
- A mérés helye: az árnyékolás mögött az árnyékolástól 30 cm-re
- A mért érték a pillanatnyi dózisteljesítmény.

Mérési eredmények értékelése – ML

Új létesítmény üzembe helyezésénél:

- a mért dózisteljesítmények értékelését rugalmasan kell végezni
- Amennyiben a tervezési dóziscél tartható, a tájékoztató dózisteljesítmény-szintek nem túl jelentős (azaz mintegy kétszeres faktoron belül maradó) túllépése még engedélyezhető

Egy meglévő létesítményben:

- pl. gyorsító csere utáni üzembe helyezésnél
- az új létesítményekre vonatkozó tájékoztató dózisteljesítmény-szintek kétszeresnél nagyobb mértékű, de a közvetlenül érdekeltek számára még tolerálható túllépése is engedélyezhető,
- feltéve, hogy az érintettek becsülhető sugárterhelése a tervezési dóziscélt nem lépi túl.

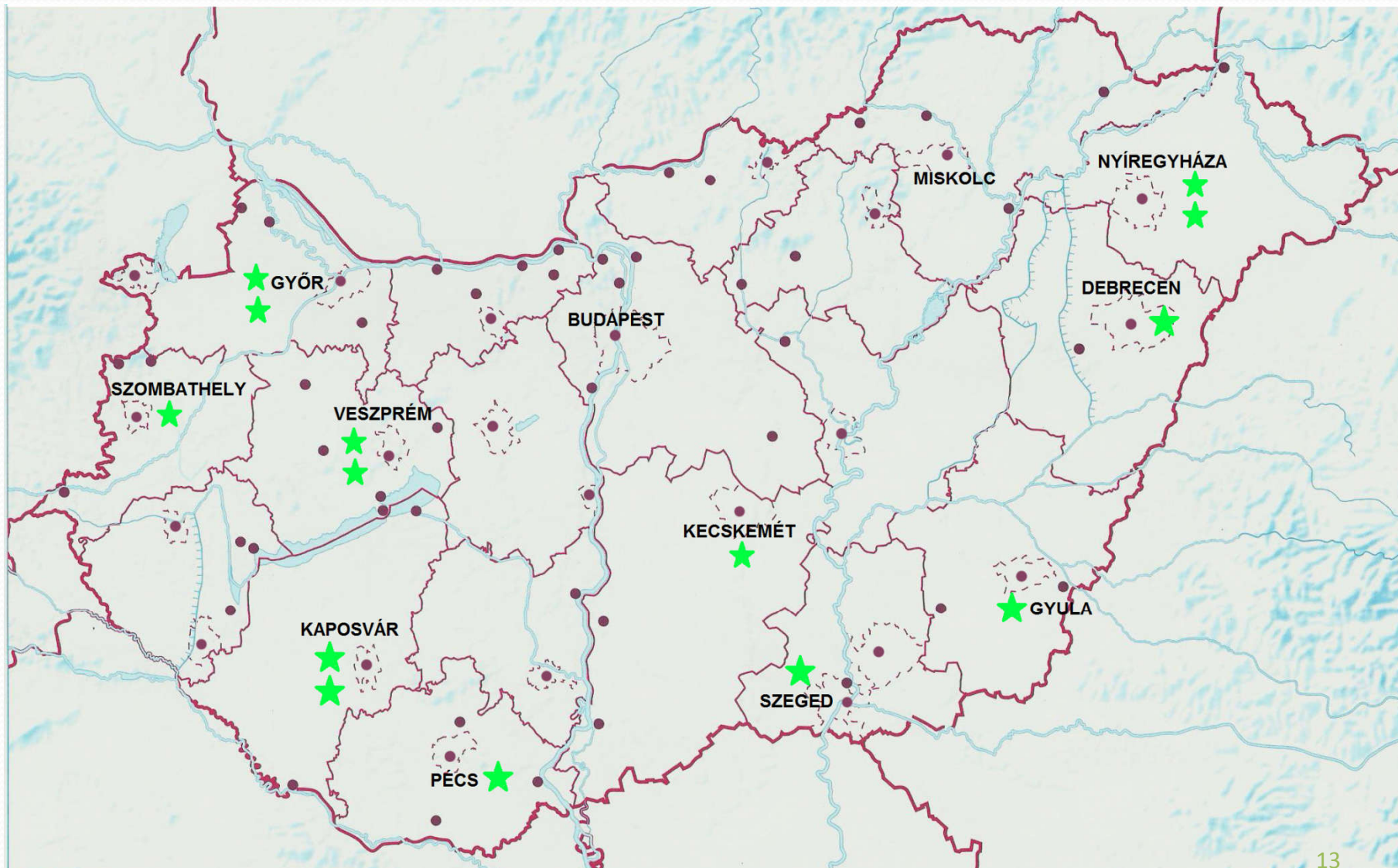
Lineáris gyorsítók számának fejlődése Magyarországon

5. táblázat. Megavoltos teleterápiás és brachyterápiás besugárzókészülékek számának fejlődése Magyarországon 1995 és 2015 között

Város – Intézet	Lineáris gyorsító			Kobaltágyú			Megavoltos besugárzó [‡]			Brachyterápiás utántöltő készülék		
	1995	2004	2015*	1995	2004	2015*	1995	2004	2015*	1995	2004	2015*
Budapest – OOI	4 [†]	4	5	1	1	1	5	5	6	1	2	1
Budapest – FOK	1	2	3	2	1	1	3	3	4	1	1	1
Debrecen	0	2	4	2	2	0	2	4	4	1	1	0
Miskolc	0	1	4	1	1	0	1	2	4	1	1	1
Pécs	0	2	2	1	1	1	1	3	3	1	1	1
Szombathely	0	1	3	1	1	0	1	2	3	1	1	1
Szeged	1	2	3	0	1	0	1	3	3	1	1	1
Kaposvár	n. m.	2	2	n. m.	0	0	n. m.	2	2	n. m.	1	1
Kecskemét	n. m.	2	2	n. m.	0	0	n. m.	2	2	n. m.	1	1
Nyíregyháza	1	2	2	1	0	0	2	2	2	1	1	1
Győr	0	1	2	2	1	0	2	2	2	1	1	1
Gyula	n. m.	1	2	n. m.	1	0	n. m.	2	2	n. m.	0	1
Veszprém	n. m.	n. m.	2	n. m.	n. m.	0	n. m.	n. m.	2	n. m.	n. m.	1
Összesen	7	22	36	11	10	3	18	32	39	9	12	12

OOI: Országos Onkológiai Intézet; FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ; n. m.: nem működött. *2015. év végére befejeződő fejlesztésekkel számolt értékek. [†]1995-ben az OOI-ban az egyik gyorsító még körkörös gyorsító (Betatron) volt. [‡]Lineáris gyorsítók és kobaltágyúk száma együtt

OSSKI mérések 2015-ben



Kaposvári Clinax iX besugárzó mérése

- Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrum
- Clinac iX besugárzó, nyugati bunker
- Mérés ideje: 2015. június 4.

A berendezés egyedi azonosítása

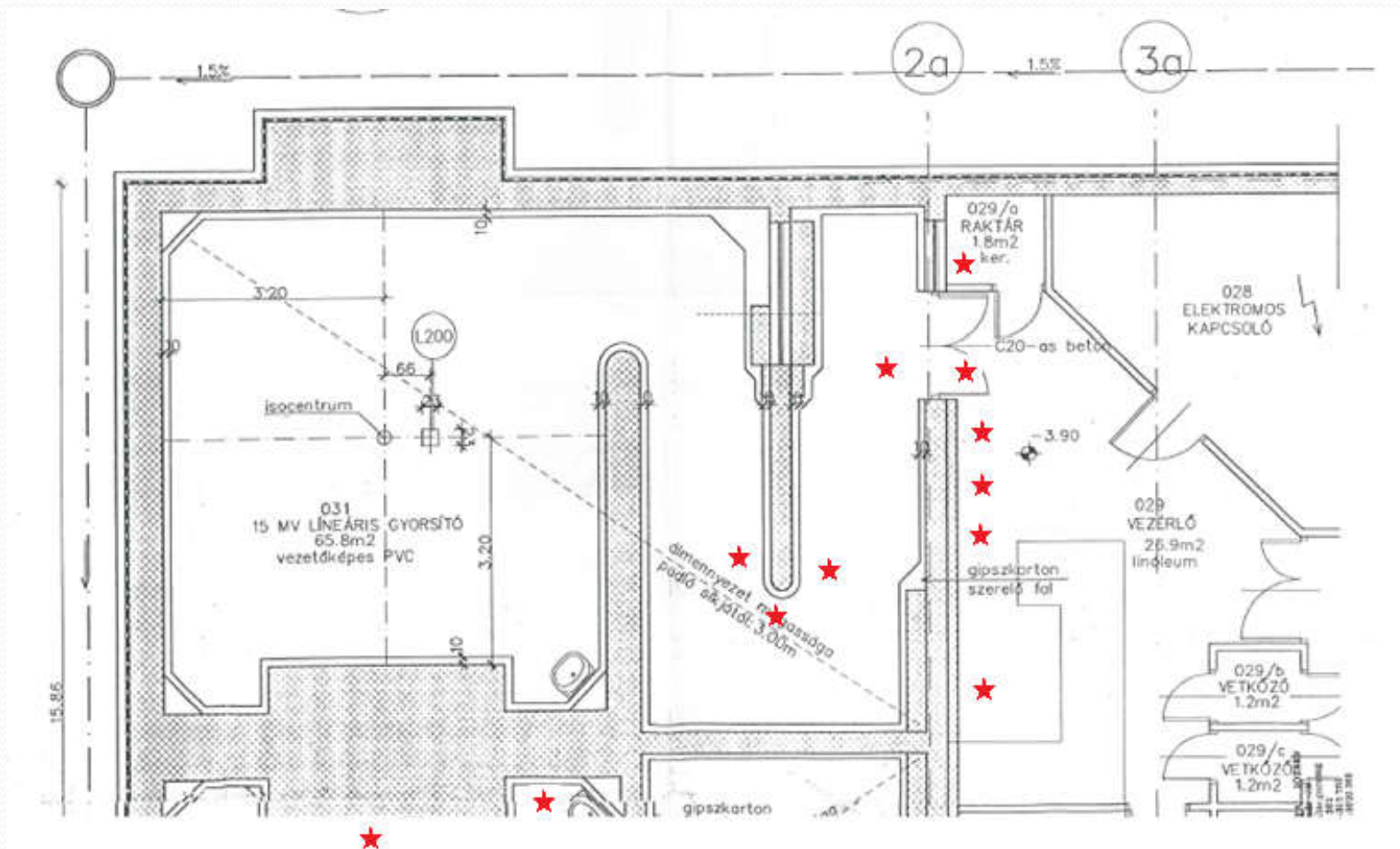
- Gyártó: Varian
- Típus: Clinac iX
- Gyári szám: 6040
- Gyártás éve: 2015
- Választható fotonenergia:
6 és 15 MV
- Maximális dózisteljesítmény: 6 Gy/perc az izocentrumban



Kaposvári nyugati bunker - vezérlőterem



Kaposvári nyugati bunker – mérési pontok



Kaposvári Clinax iX besugárzó mérése

Mérési paraméterek, beállítások

- 15 MV; 6 Gy/min az izocentrumban; 40 cm x 40 cm mezőméret.
- Egyenes állású kollimátor (0°), ha a gantry 0° -os és 180° -os
- Diagonál állású kollimátor (45°), ha a gantry 90° -os és 270° -os
- Padló irányban 10 literes vízfantommal (kivéve zárt kollimátor), egyéb irányokban fantom nélkül.

Mérési hely	Gantry döntés				
	0°	90°	180°	270°	0° (zárt ^{***})
	foton- és neutron-dózisteljesítmény ($\mu\text{Sv/h}$)				
labirintus ajtajánál*, alul**	γ : 8-9 n: 2-3			γ : 9-11 n: 1-2	γ : 10-11 n: 4-5

* az ajtót 2 mm vastag ólomlemez árnyékolja

** a felszíntől 30 cm-re

*** zárt kollimátor (1 cm x 1 cm mezőméret)

Kaposvári nyugati bunker - vezérlőterem



Mérési hely	Gantry döntés				
	0°	90°	180°	270°	0° (zárt***)
foton- és neutron-dózisteljesítmény (μSv/h)					
labirintus ajtajánál*, alul**	γ: 8-9 n: 2-3			γ: 9-11 n: 1-2	γ: 10-11 n: 4-5
labirintus ajtajánál, szemmagasságban**	γ: 13-14 n: 10-11			γ: 9-11 n: 6-7	γ: 12-13 n: 7-8
közvetlenül a labirintus ajtajánál, szemmagasságban					γ: 14-16 n: 16-17
kamra	γ: 3-4 n: < 1			γ: 3-4 n: < 1	
vezérlő, 5. monitor (ajtó melletti)					γ: 3,6-3,9 n: 1-2
vezérlő, 4. monitor (ajtó melletti)	γ: 1,2-1,4 n: < 1	γ: 1,7-1,8 n: < 1			γ: 1,6-1,8 n: -
vezérlő, 2. monitor	γ: 0,8-0,9 n: < 1	γ: 0,8-1,2 n: < 1		γ: 0,7-1,0 n: < 1	
vezérlő, 1. monitor	γ: 0,4-0,5 n: < 1				
monitorok mögött, a vezérlő falánál**	γ: 0,9-1,5 n: -	γ: 1,0-1,3 n: -		γ: 0,9-1,3 n: -	
vezérlő, bal hátsó sarok	γ: 0,3-0,4 n: < 1				

Mérési hely	Gantry döntés				
	0°	90°	180°	270°	0° (zárt***)
foton- és neutron-dózisteljesítmény (μSv/h)					
ajtó után a labirintusban	γ: 19-20 n: 4-5				
labirintus első fordulója előtt	γ: 58-64 n: 72-73				
labirintus első fordulójában	γ: 220-230 n: 370-380				
labirintus második fordulója előtt	γ: 1100-1300 n: 2200-2300				
szomszéd besugárzóban a falnál**		γ: 55-60 n: < 1			
szomszéd besugárzóban a csapnál		γ: 16-17 n: < 1			
elkerített füves terület a Clinac iX besugárzó fölött, <i>maximális érték</i>			γ: 1000-1020 n: 6-7		
az elkerített terület határán			γ: 0,16-0,20 n: -		

Kaposvári keleti bunker – Truebeam



Mérendő: a nyugati bunkerben levő besugárzó, 90°-os gantry állásnál; a keleti bukerben

Kaposvári nyugati bunker – a besugárzó feletti elzárt terület



Kaposvári Clinax iX besugárzó – szakvélemény 1/3

- Módszertani Levél (ML) az
 - állandó tartózkodási helyekre,
 - a direkt irányokban,
 - és a labirintuson át kiszóródó sugárzás vonatkozásában tájékoztató dózisteljesítmény-szinteket is megad
- A mérhető dózisteljesítmények meghaladják a tájékoztató dózisteljesítmény-szintet
 - a szomszéd besugárzóban ($20 \mu\text{Sv/h}$)
 - és a vezérlőben a labirintus bejárati ajtaja előtt ($20 \mu\text{Sv/h}$) is.
- A mért túllépések a tájékoztató dózisteljesítmény-szint nagyságrendjében maradnak.

Kaposvári Clinax iX besugárzó – szakvélemény 2/3

- A vezérlőkben mért dózisteljesítményekből származó dózisok nagyságrendje legfeljebb néhány század μSv mezőnként.
- Napi 80 mezővel számolva a várható heti dózis csupán a tervezési dóziscél törtrésze lesz
- A szomszédos ikerbunkerben a személyzetnek az átszivárgó gyengített direkt sugárzásból származó járuléka sem fogja megközelíteni a dóziskorlát időarányos részének a tizedrészét.
- → sugárvédelmi megerősítésre nincs szükség
- De: néhány egyszerű sugárvédelmi intézkedés célszerű.

Kaposvári Clinax iX besugárzó – szakvélemény 3/3

Néhány egyszerű sugárvédelmi intézkedés

- A labirintuson és a közvetlenül a vezérlőbe nyíló ajtón kiszóródó foton- és neutron sugárzás együttes járuléka 20-30%-kal meghaladja a vonatkozó $20 \mu\text{Sv/h}$ szintet
- A labirintus bejárati ajtaja előtti padlóborítást legalább 1 m távolságig, az ajtó teljes szélességében javasolt feltűnően megjelölni és az ajtó előtti sugárveszélyre utaló feliratot is célszerű helyezni. A feltűnő felfestés ajánlott mintázata: ferde sárga csíkok.





Köszönöm a figyelmet!