

**Sugaras orvosi munkahelyek létesítése,
üzembe helyezése.
Az ellenőrzések tapasztalatai.**

Váradi Csaba

NNK SSFO OLMSO

Nemzeti Népegészségügyi Központ

Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály

Orvosi, Lakossági és Munkahelyi Sugáregészségügyi Osztály

Engedélyezési eljárások

2/2022 (IV. 29.) OAH Rendelet

Regisztráció az ATDR elektronikus rendszerbe

Az OAH engedélye szükséges:

- a **radioaktív anyag** alkalmazásához,
- az **ionizáló sugárzást létrehozó** berendezés **üzemeltetéséhez**,
- ionizáló sugárzást létrehozó berendezés gyártásához, **forgalomba hozatalához** (típusengedély)
- nem helyhez kötött sugárveszélyes **szolgáltatási tevékenység** végzéséhez
- a sugárvédelmi **képzések és továbbképzések** végzéséhez
- az éves effektív dózis-korlát meghaladásához
- zárt sugárforrás szolgálati idejének meghosszabbításához.

Az OAH által kiadott üzemeltetési engedély I. és II. kategóriában legfeljebb 5 évig, III. kategóriában 8 évig hatályos.

55. § és 57. §

Bejelentési kötelezettség

- Az engedélyes bejelenti az OAH-hoz radioaktív anyag vagy ionizáló sugárzást kibocsátó berendezés
- alkalmazásának vagy üzemeltetésének megkezdését, legalább **30 nappal** a tervezett tevékenység megkezdését megelőzően,
- alkalmazásának, illetve üzemeltetésének megszüntetését, legkésőbb a megszűnést követő **8 napon belül**
- tulajdonjoga megszerzését, valamint névváltozást **8 napon belül** a 11. melléklet adatlapon,
- használata bármilyen jogcímen történő átengedését, **8 napon belül**
- sugárvédelmi megbízott adataiban történt változást **15 napon belül**

Ellenőrzés

- Az OAH a munkavállalók és a lakosság sugárvédelme érdekében az **atomenergia alkalmazóinak tevékenységét**, az általuk alkalmazott radioaktív anyagok és üzemeltett berendezések **állapotát a fokozatosság elvével összhangban rendszeresen és tervszerűen ellenőrzi.**
- Az OAH jogosult az engedélyesnél előzetesen bejelentett és - ha az ellenőrzés céljának eléréséhez szükséges - **előzetesen be nem jelentett ellenőrzést végezni.** Előzetesen be nem jelentett ellenőrzés esetén az ellenőrzés tényét az OAH képviselője a helyszínen közli az engedélyes erre meghatalmazott képviselőjével, **majd az ellenőrzés végrehajtási feltételeinek kialakítása után haladéktalanul megkezdí az ellenőrzést.**

Ellenőrzés!

- Sugárvédelmi bizonyítványok
- Orvosi alkalmasságik
- Kulcsok
- Sugárveszély jele
- Mérések
- Stb...

EGYÉB

190/2011. (IX.19.) Korm. 35. § (5) bekezdés szerint rtg.

- a **sugárveszély jelzését** a berendezést magában foglaló helyiség ajtaján alkalmazza,
- a **berendezést magában foglaló helyiséget zárható ajtókkal látta el**, és az ajtókat zárt állapotban tartja, amikor a helyiség nincs használatban;
- az MSSZ **meghatározza a belépésre jogosult személyeket**;
- amikor a berendezés vagy a helyiség nincs használatban, a berendezés üzemeltetéséhez szükséges kulcsokat és a berendezést magában foglaló helyiség kulcsát lemezkazettában tárolják, továbbá
- a **kulcsok felvételére feljogosított** személyeket meghatározza, a kulcsok felvételére vonatkozó jogosultságot ellenőrzi.
(részletesebben az MSSZ tartalmazza)

ORVOSI MUNKAHELYEK SUGÁRVÉDELMENEK JOGSZABÁLYI HÁTTERE

RENDELETEK

- Az atomenergiáról az atomenergia biztonságos felhasználására vonatkozó hazai jogszabály
1996. évi CXVI. Törvény
- Az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
2/2022 (IV. 29.) OAH Rendelet
- A páciensek védelmére vonatkozó előírások
21/2018. (VII.9.) EMMI rendelet

Az orvostechnikai eszközökről (időszakos felülvizsgálat)

4/2009. (III.17.) EüM rendelet

Invazív és intervenciós rtg. berendezések	1 évente
Röntgen átvilágító és felvételi munkahely	2 évente
Sebészeti képerősítő	2 évente

RADIOAKTÍV ANYAGOK NYILVÁNTARTÁSA

3/2022. (IV. 29.) OAH rendelet

**a radioaktív anyagok nyilvántartásának és
ellenőrzésének rendjéről, valamint a
kapcsolódó adatszolgáltatásról**

SUGÁRFORRÁSOK FIZIKAI VÉDELME

190/2011. (IX.19) Korm. Rendelet

**Az atomenergia alkalmazási körében a fizikai
védelemről és a kapcsolódó engedélyezési,
jelentési és ellenőrzési rendszerről**

ORVOSI MUNKAHELYEK SUGÁRVÉDELMÉNEK JOGSZABÁLYI HÁTTERE

SZABVÁNYOK

MSZ 62-4:2017

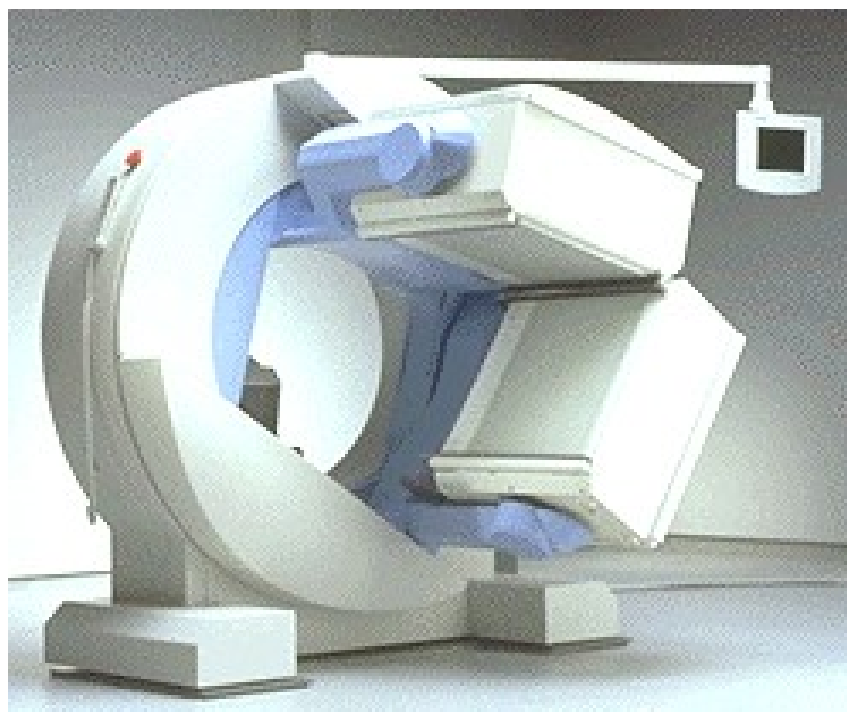
Sugárvédelem nagy aktivitású gamma-távbesugárzó berendezések és orvosi lineáris gyorsítók alkalmazásakor

MSZ 62-6:2017

Sugárvédelmi előírások zárt sugárforrások közelterápiás felhasználásakor (brachy-terápia)

MSZ 62-7:2017

**Sugárvédelem nyitott radioaktív készítmények
alkalmazásakor**





Országos „Frédéric Joliot-Curie”
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet

IZOTÓPOS MUNKAVÉDELMI SZABÁLYZAT
A HELYES MUNKAVÉGZÉS GYAKORLATA
NYITOTT RADIOAKTÍV KÉSZÍTMÉNYEKET ALKALMAZÓ
MUNKAHELYEKEN

OSSKI MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

Budapest
2011. július

http://www.osski.hu/kiadvanyok/izotoposmh/IzotoposMunkavedelmiSzabalyzat_OSSKI_MU_2011.pdf

MSZ 824:2017

**Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi
röntgen-munkahelyeken**



Diagnosztikai röntgenberendezések használati csőfeszültség- tartományai

• Mammográf	25...40 kV
• Intraorális rtg.	60...70 kV
• Fogászati panoráma	60...90 kV
• Fogászati CT	80...120 kV
• Csontsűrűség-vizsgáló	90...110 kV
• Felvételi rtg.	40...150 kV
• Átvilágító rtg.	60...111 kV
• CT	80...140 kV

(5.2)

MSZ 824 – Sugárvédelem tervezése

Követelmények és segédlet

**Védett helyen
mekkora lesz védelem
nélkül az expozíció?**

Mit ír a szabvány?

A hazai sugárvédelmi méretezés során alkalmazott ólomegyenértékek

Munkahely	Névleges csőfeszültség [kVp]	Ólomegyenérték [mm Pb]	
		Használati sugárzás	Szórt és szivárgó sugárzás*
Fogászati rtg. Mammográfia	25...90	0,5...1,5	0,5
Fogászati CBCT	120	-	0,5 – 1,5
Diagnosztika	125	3,0	0,5
Diagnosztika	150	3,0	1,0
CT vezérlő és T = 1	140	-	1,5
<ul style="list-style-type: none"> •A szórt és a szivárgó sugárzás ellen megfelelő védelem a tömör téglából ($\rho > 1,6 \text{ t/m}^3$) épült, jól fugázott és vakolt, 12 cm vastag fal , kb. 1 mm ólom-egyenérték. •150 kV 15 cm betonfödém kb. 3 mm ólom-egyenérték 			

Szivárgó sugárzás: a röntgencső védőburáján keresztül, de nem a sugárhatároló eszköz kilépőablakán átszivárgó sugárzás

Orvosi röntgenmunkahelyek kialakításának általános követelményei (5.3.; 5.8.)

- A helyiségek alapvető méreteinek normái.
- Kiegészítő helyiségekre vonatkozó követelmények.
- Mesterséges szellőzés: MSZ 03-190:1987 Egészségügyi intézmények mesterséges levegőellátása szabvány előírásai szerint óránként hatszoros légcserre.
- Világítás, monitoros munkahelyen reflexiómentesség, háttérvilágítás folyamatos szabályozhatósága.
- Vizsgálat alatt **audio-vizuális** kapcsolat a pácienssel **(E8)**
- A röntgenhelyiségben csak a munkához szükséges tárgyak tarthatók (rendelet).

Orvosi röntgenmunkahelyek kialakításának általános követelményei (5.3.; 5.8.)

A munkahely megnevezése	A munkahely legkisebb	
	alapterülete m ²	oldalmérete m
Felvételi munkahely	18	3,8
Dönthető átvilágító szerkezet	22	3,8
Fogászati intraorális, panoráma, álló CBCT röntgenmunkahely külső kapcsolóhellyel	4	1,8
Fogászati CBCT ülő felvételi munkahely külső kapcsolóhellyel	8	2,5

Minimális **belmagasság**: diagnosztika 3 m.

2,65 m: mammográfiás, csontsűrűség vizsgáló, fogászat.

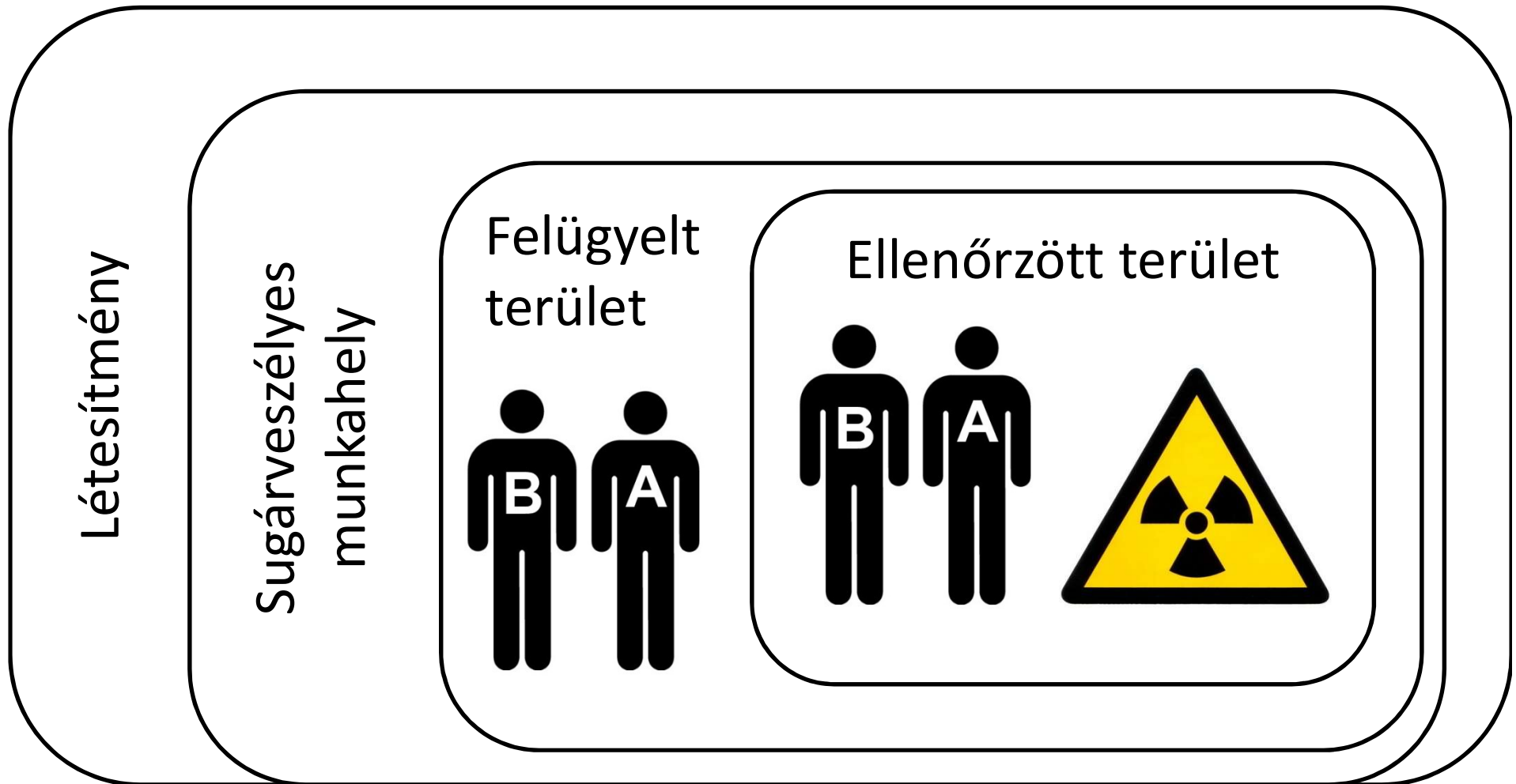
Állatorvosi röntgenmunkahelyre nincs belmagasság előírva.

Egy méretnél a szabvány megenged a 10%-os eltérés.

Orvosi röntgenmunkahelyek általános sugárvédelmi előírások (5.3.; 5.8.)

- Röntgenszerkezetek telepítése, fókusztól távolság:
min. 1,5 m (kivétel mammográfiás, fogászati,
csontsűrűségvizsgáló és állatorvosi) **(E6)**
- Sugárveszélyre történő figyelmeztetés:
sugármenet jelző lámpa, sugárveszély tárcsajele
- A belépés szabályozása: „kívülgombos ajtózár”
- Egyéni védelem eszközei

Orvosi röntgenmunkahelyek felügyelt és ellenőrzött terület



- ellenőrzött: egyéni 1 mSv/év effektív dózis, szemlencse 15 mSv/év, végtagok 50 mSv/év egyenértékdózis.

Az ellenőrzött területhez a röntgenvizsgálóból leválasztott, a vizsgálóval egy légterű vezérlő/kapcsoló is hozzátartozik. (E2) (CBCT)

- felügyelt: azok a munkaterületek, ahol a foglalkozási sugárterhelés ugyan nem éri el az ellenőrzött terület besoroláshoz szükséges mértéket, azonban az ionizáló sugárzás alkalmazásából származó kockázatot, a kockázat jellegének és nagyságának figyelembevételével, ellenőrzés alatt kell tartani.

(Kabinos tüdőszűrő, csontsűrűség-vizsgáló, mammográfiás vizsgáló, intraorális, vagy panoráma fogászati kezelő. A röntgenberendezés külön helyiségben elhelyezett vezérlője/kapcsolója is felügyelt terület.)

(3.3.)

A KÜLSŐ SUGÁRZÁS ELLENI VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI (3.4.)

- **Idővédelem**
- **Távolságvédelem**
- **Sugárelnyelő rétegek alkalmazása**




Leghatékonyabb sugárvédelem:

**a fenti három módszer együttes
alkalmazása, egymással kombinálva**

Idővédelem

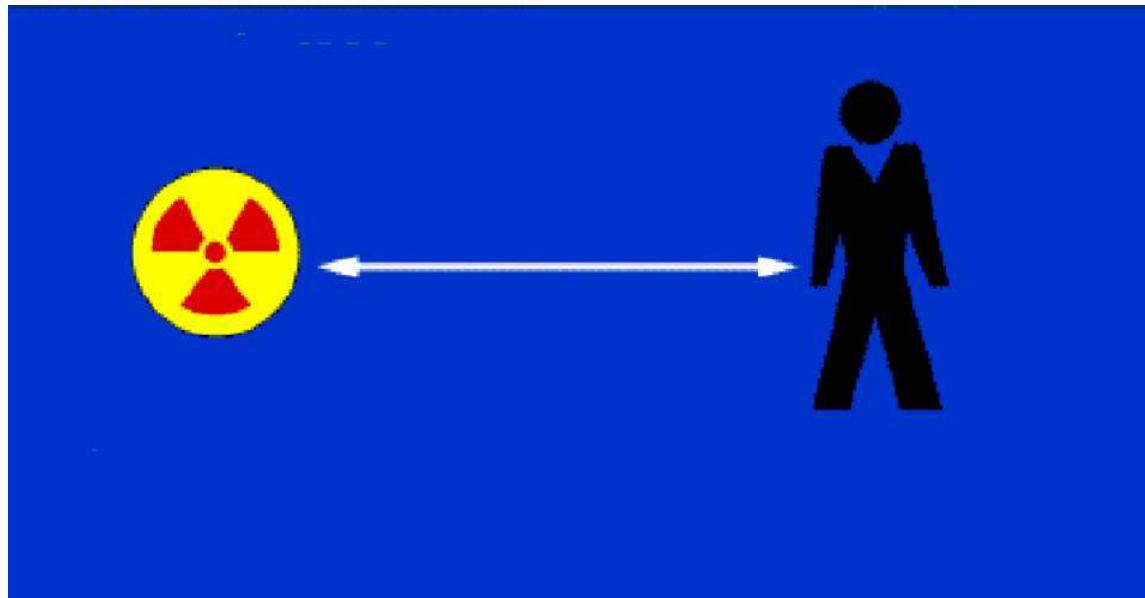
- Az elnyelt dózis a sugárzási térben eltöltött idővel egyenesen arányos.
- A sugárzási időt csökkenteni kell:
 - felkészülés:
 - ✓ munkafolyamatok átgondolása,
 - ✓ szükséges eszközök előkészítése;
 - begyakorlás (inaktív körülmények között);
 - létszám korlátozás, dózismegosztás;
 - tartózkodási idő korlátozása.

Elnyelt dózisteljesítmény

10 mGy/h	X	Idő	=	Elnyelt dózis
				1 óra = 10 mGy
				2 óra = 20 mGy

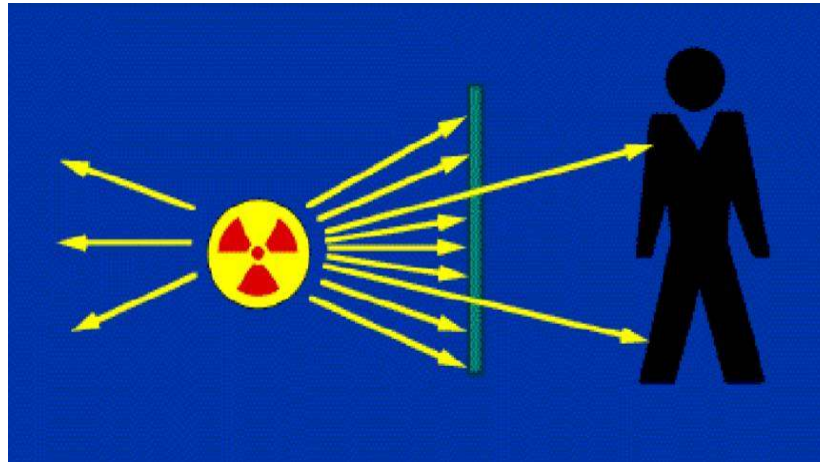
Távolságvédelem

Pontszerű sugárforrások esetén a kialakuló sugárzási tér dózisteljesítménye a sugárforrástól mért távolság arányának négyzetével csökken;



Sugárelnyelő rétegek alkalmazása

A sugárforrás és a védeni kívánt személy közzé helyezett, megfelelően kiválasztott anyagból, méretezett **sugárvédelmi falak, rétegek, ólmozott paravánok** (**rendszer, sűrűség és vastagság**)



A védett munkahelyek kialakításának követelményei (5.3.)

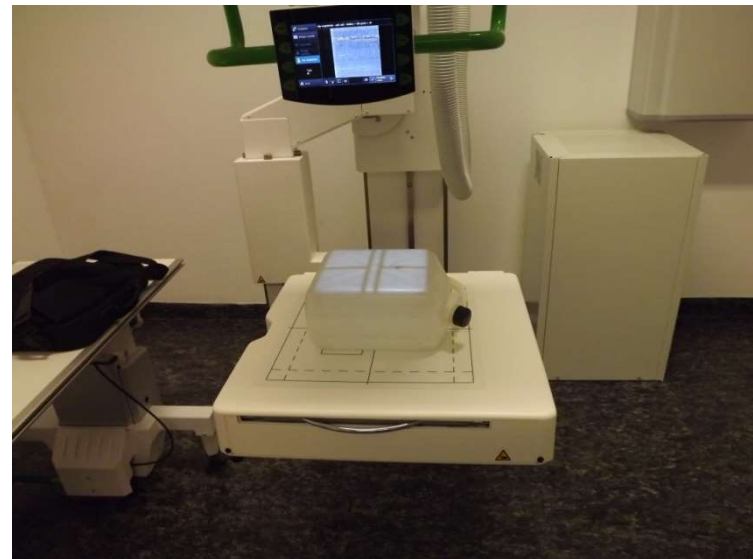
- Távolságvédelem
- Saját árnyékolás
- Védőfal, védőállás
- A vizsgálóból mennyezetig érő fallal leválasztott nyitott kapcsoló
- A vizsgálóból védőfallal leválasztott vezérlő
- Nagy alapterületű külön vezérlő

A személyzet sugárvédelme felvételi berendezésnél (5.3.; 5.8.)

DÓZISHATÁRÉRTÉKEK FELVÉTELI VÉDETT HELYEKEN

0.4 μSv /felvétel és
40 μSv /hét

- Mérés módja MSZ 824:2017 szerint
- $25 \times 25 \times 15 \text{ cm}^3$ vízfantom
- SID = 1m
- U_{max} (névl.; 80%)[kV]
- Q_{max} [mAs]



Fogászat, mammográfia

$15 \times 15 \times 10 \text{ cm}^3$ vízfantom

$U = \text{max. kV}$

$I = \text{max. mA}$

$t = \text{max.}$

(max. szórt sugárzási tér)



Mérési pontok: (környezet és munkavállaló sugárvédelme)

kapcsolóhely

ajtó (ajtórés, áttekintőablak)

szomszédos helyiségek (váró, rendelő, lakószoba, stb.)

ablak (járda, körfolyosó, stb.)

Intraorális fogászati röntgenberendezések



Egytankos berendezés (a nagyfesz. generátor és a röntgenső közös burkolatban)

Fókusz-bőr távolság 20 cm. (tubus)

Sugármező max. Ø 6 cm

Falikaros, állványos, kezelőszékre szerelhető

**A páciens védelmére egy legalább 0,25 mm ólom-
egyenértékű, egész törzset takaró
(pajzsmirigyvédővel ellátott) védőkötény (E11)**



Intraorális hordozható fogászati röntgenberendezések



EZX-60
(Genoray, Korea)

- ✧ 60 kV
- ✧ 2 mA
- ✧ 0,01-2 s
- ✧ 10 cm
- ✧ 60 mm kör
- ✧ 1,8 mm Al
- ✧ 2,35 kg



NOMAD
(Aseptico, USA)

- ✧ 60 kV
- ✧ 2,3 mA
- ✧ 0,01-0,99 s
- ✧ 20 cm
- ✧ 60 mm kör
- ✧ 1,5 mm Al
- ✧ 3,7 kg

Intraorális hordozható fogászati röntgenberendezések

Hordozhatóság (nem telepített):

- nehéz ellenőrzés, bárhol használható

Távkábel nélkül is használható:

- Exponálást végző személy nem tud eltávolodni (MSZ 824: 2017, 2 m)

**- A kezelő számára kötelező a legalább 0,25 mm ólomegyenértékű front
védelmet biztosító köpeny**

Kezelő személy	Nomad	EZX-60
Keze	0.18	2.88
Fej	0.01	0.12
Mellkas	0.00	0.10
Gonád	0.00	0.05
$\mu\text{Sv/exp.}$ távolság=70-80 cm, $t_{\text{exp}}=0.35$ s		



Panoráma fogászati röntgenberendezések



Egytankos berendezés

Fejtámasz, álltámasz

Álló és/vagy ülő helyzetű páciens

3 – 10 mm széles sugárnyaláb a detektoron

Hagyományos: film, vagy CR kazetta

Digitális: vonaldetektor

Lézeres pozicionálás

Kefalometriás kiegészítés



Páciens sugárvédelme



**legalább 0,25 mm ólomegyenértékű, a
törzset elől-hátul takaró védőkötény**

CBCT BERENDEZÉSEK KIALAKÍTÁSAI A PÁCIENS HELYZETE SZERINT



ÁLLÓ

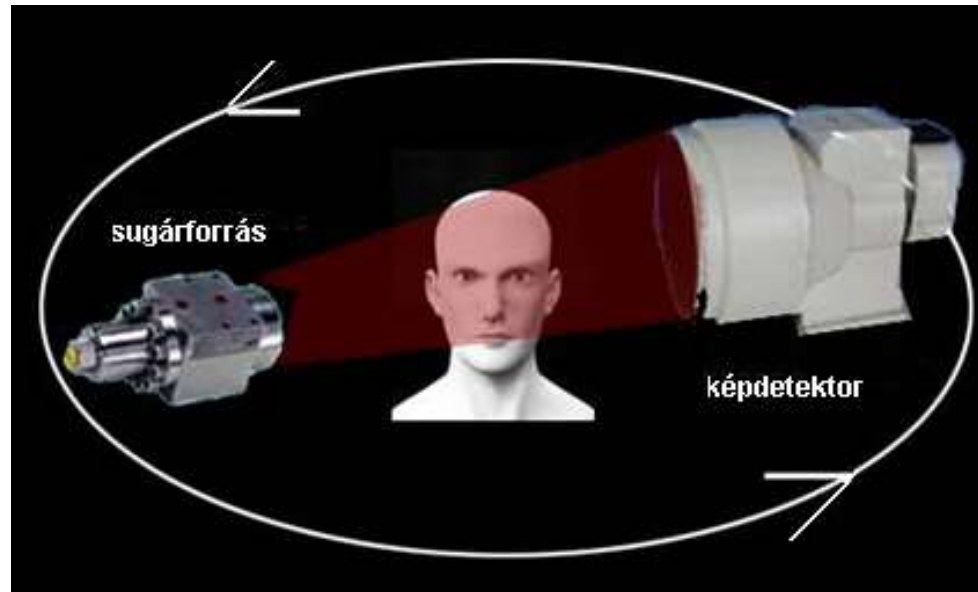


ÜLŐ



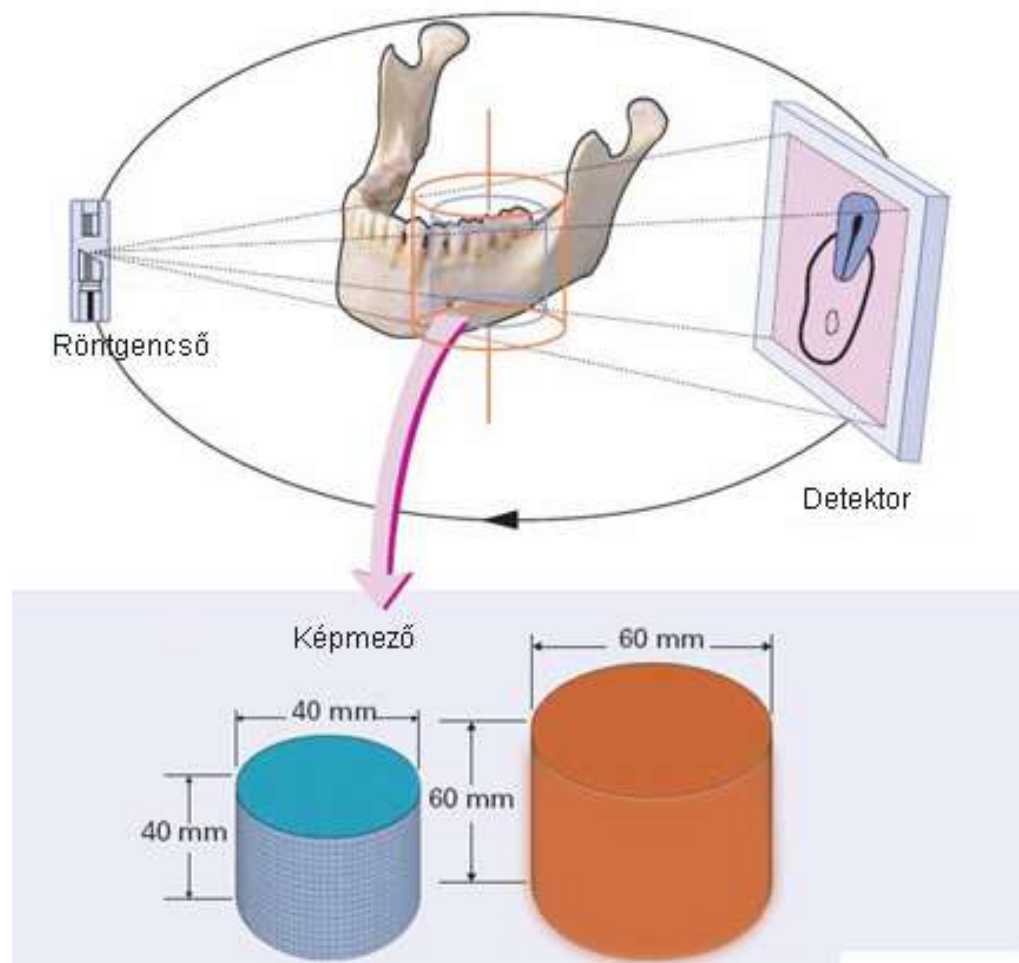
FEKVŐ

A CONE BEAM CT KÉPALKOTÁSA (E9)



A felvételezés (szkennelés) során a sugárforrás és az érzékelő a páciens feje körül egyszer körbefordulva készít felvételeket. Ezekből a felvételekből a szoftver axiális szeletek sorozatát hozza létre (primer rekonstrukció), amelyek összessége gyakorlatilag a páciens teljes térbeli leképezését tartalmazza. Ebből az adathalmazból a szoftver előállítja azokat a felvételeket, amelyeket a diagnosztikához használunk.

A CONE BEAM CT KÉPALKOTÁSA





Ráláthatóság: a páciens elmozdulhat, rossz beállítás stb. többlet sugárterhelés!!

Két berendezés esetén a berendezések reteszelése szükséges

2 m távolságvédelem intraorális (heti 50 felvételig)

3 m környezet sugárvédelme

Mammográfiás röntgenmunkahelyek



Mammográf



ólom-akril $\approx 0,3 \text{ mm Pb}_{\text{eq}}$

Felvételi röntgenmunkahelyek



Padlóra telepített

Felvételi röntgenmunkahelyek



Mennyezeti csőtartó

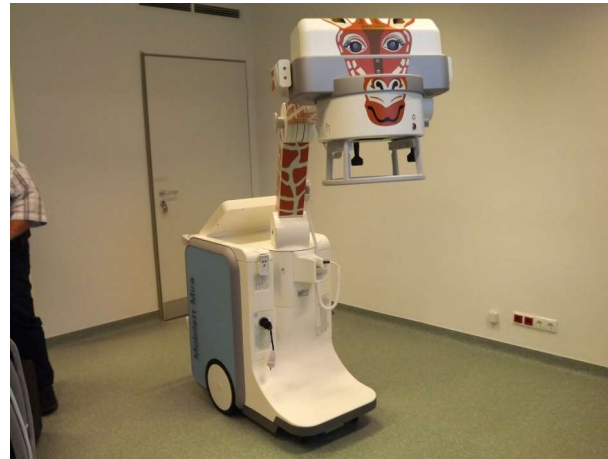


Felvételi (fali) állvány



Detektor tartó

Felvételi röntgenmunkahelyek



Kórtermi (Mobil)

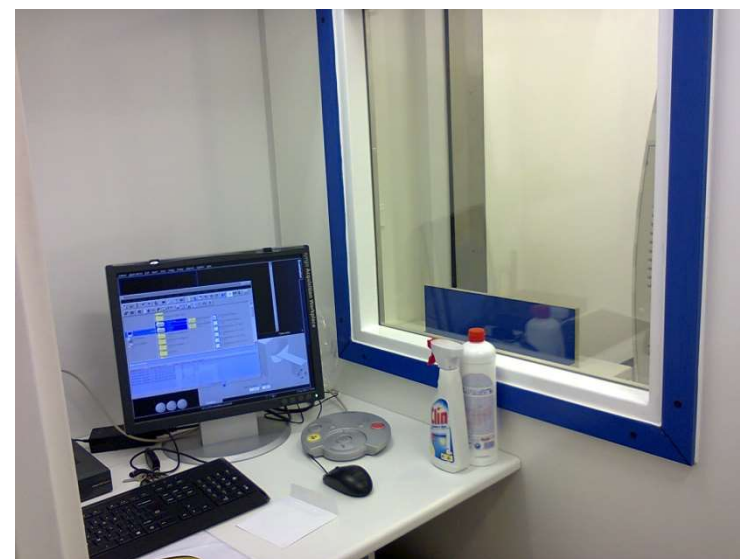
Tüdőfelvételi

Felvételi röntgenmunkahelyek



CT

Felvételi röntgenmunkahelyek



CT

Felvételi röntgenmunkahelyek

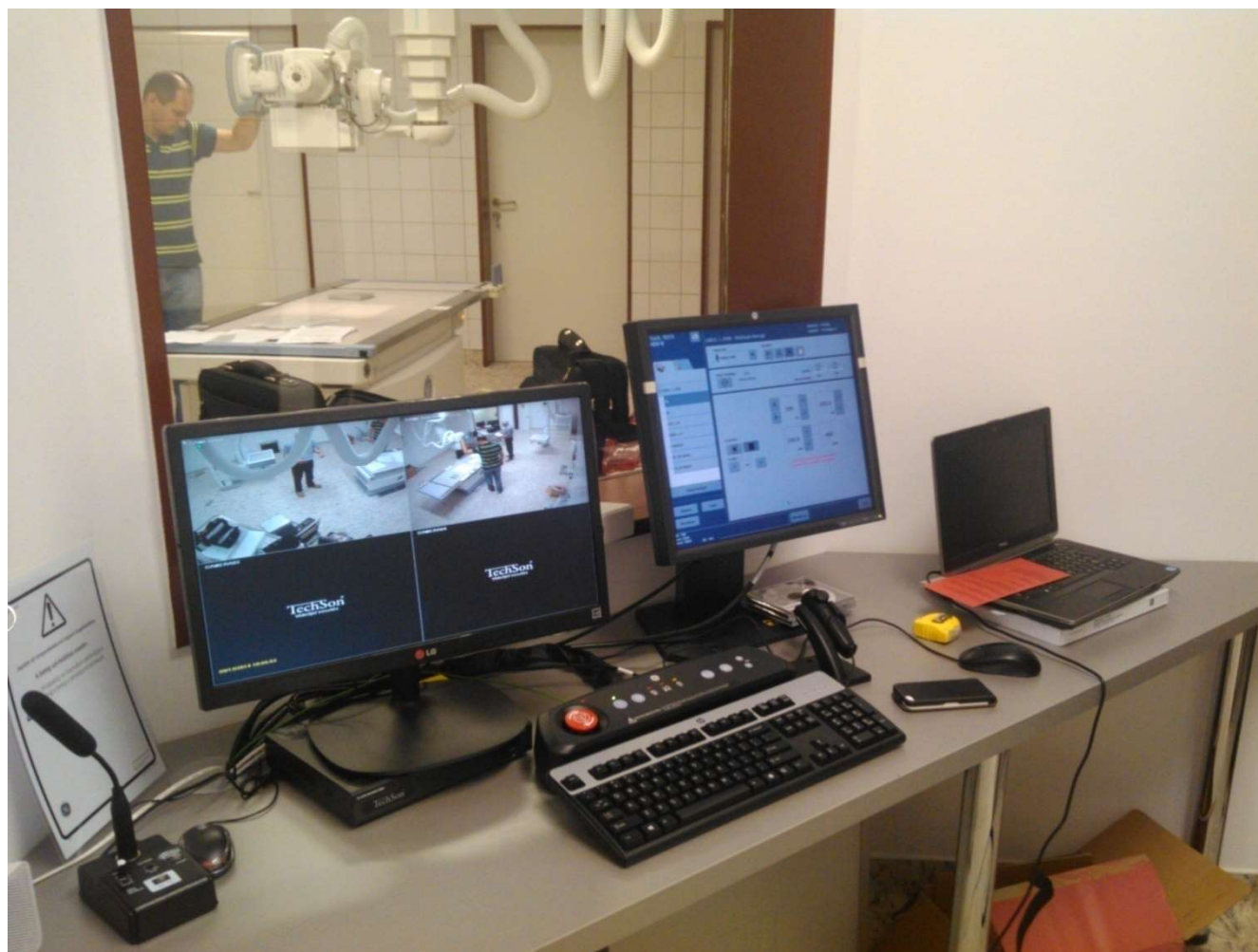


CT

CT munkahely

- Vizsgálóban csak a beteg tartózkodhat
- A beteget kézzel tartani tilos
- Automata kontrasztanyag adagolás alkalmazása

Felvételi röntgenmunkahelyek



Felvételi röntgenmunkahelyek (5.3.; 5.8.)

- Sugárvédett hely (kapcsolófülke, védőfal)
 - Kórtermi:
 - 4 m távolságvédelem, 0.25 mm Pb egyenértékű kötény,
 - 0.5 mm Pb egyenértékű védőfal, 2.0 mm Pb egyenértékű védelem a kazetta mögött
 - Kazettatartó állvány, vagy páciens a kazetta rögzítésére
 - Fényrekesz beállítás
- A szomszédos ágyon fekvő beteg lakosságnak számít.
(E12)

Csontdenzitométer



Tű, vagy legyezőnyaláb.

90 – 110 kV

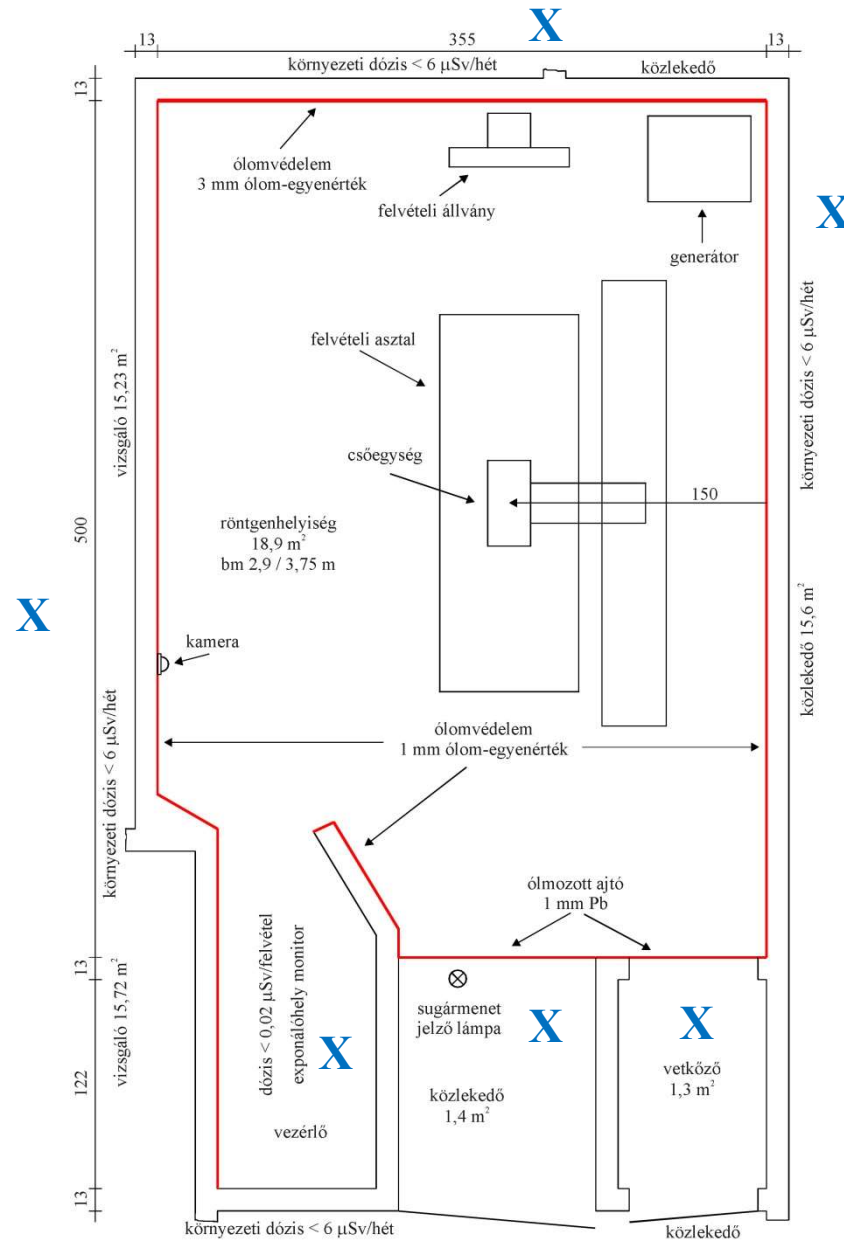
Kicsi szórt sugárzási tér.

A kezelő 2 m-re tartózkodhat védőfelszerelés nélkül.

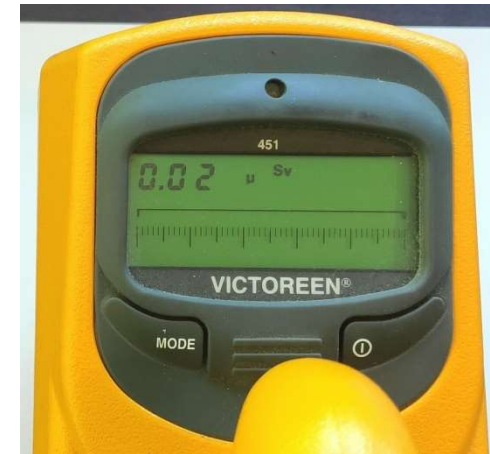
Mérési pontok

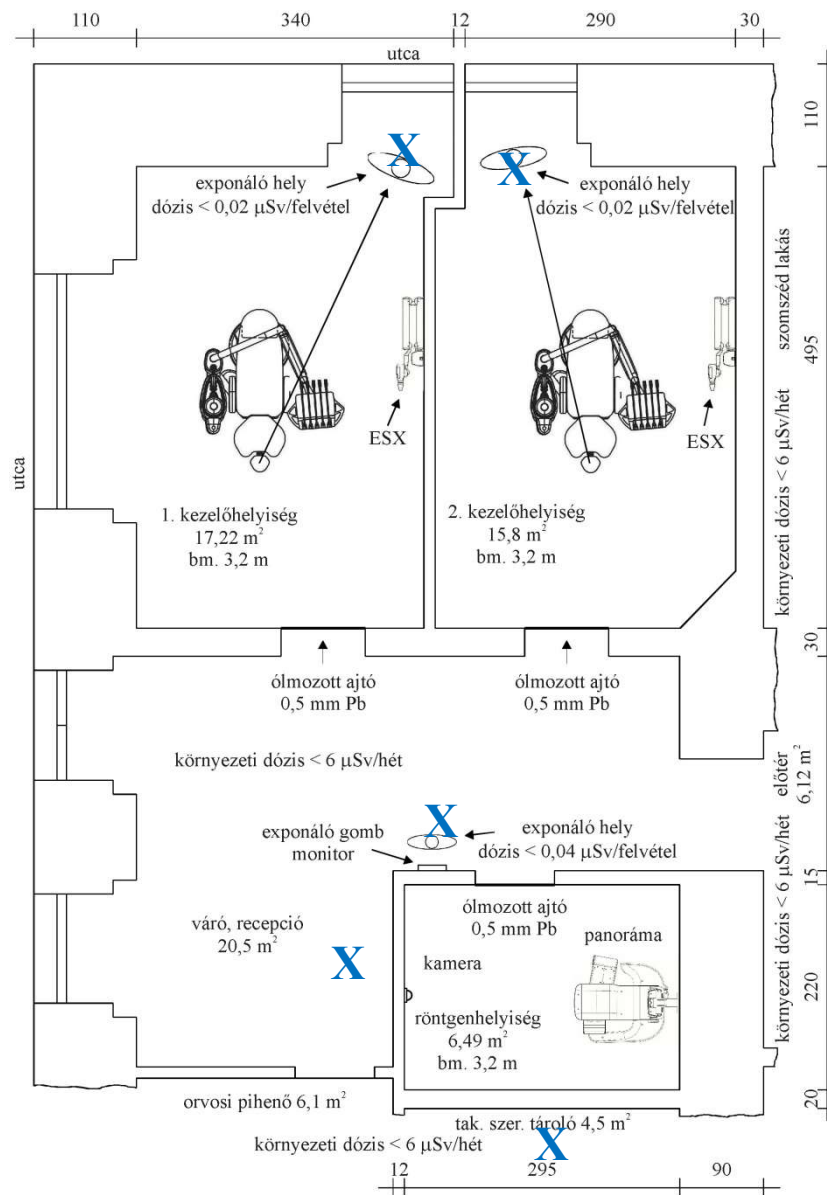
Tervezési dóziscél.
A lakosság éves effektív
dóziskorlát 3/10 része lehet
(300 $\mu\text{Sv}/\text{év}$).

Max. 6 $\mu\text{Sv}/\text{hét}$
Ha egy felvétel 0,02 μSv
akkor 300 felvétel lehet egy
héten.



X mérési helyek





X mérési helyek



2 m távolságvédelem intraorális (hordozható heti 50 felvételig)

A személyzet sugárvédelme átvilágító berendezésnél

ÁTVILÁGÍTÓ ÜZEMMÓDBAN AZ ORVOS VÉDETT TARTÓZKODÁSI ZÓNÁJÁBAN VÉGZETT MÉRÉS

15 $\mu\text{Sv/h}$

- Mérés módja MSZ 824:2017 szerint
- $25 \times 25 \times 15 \text{ cm}^3$ vízfantom
- $U = 90 \text{ kV}$
- $I = 1 \text{ mA}$

A tartózkodási zóna 40-160 cm magasságú sávjában ne haladja meg a $15 \mu\text{Sv/h}$





Átvilágító
Általában távvezérelt.
Vezérlő mérete!

Átvilágító, SKE, intervenciós munkahely

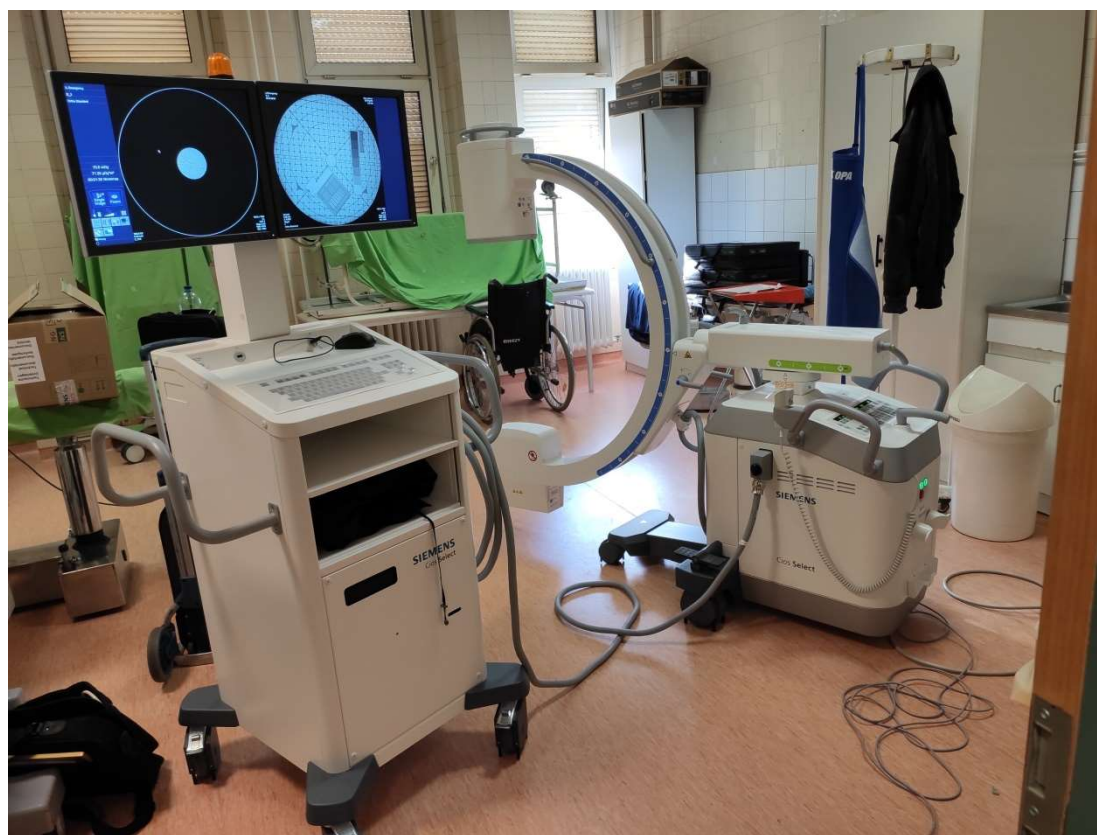
(3.9; 5.3; 5.8)

- A helyiségvilágítás csökkenthető legyen

Védőfelszerelések:

- Ólomgumi kötény
- Pajzsmirigyvédő gallér
- Ólomgumi kesztyű
- Ólomszemüveg
- Védőpajzs
- „Rumbakötény”
- Védőülés

A helyiségben a páciensen kívül csak a vizsgálatban résztvevő személyzet tartózkodhat



Sebészeti C-íves röntgenberendezés

INTERVENCIÓS RADIOLOGIA



A személyzet egy része folyamatosan a páciens mellett tartózkodik.



C-íves sebészeti röntgenberendezéseknél és intervenciós röntgenberendezéseknél nincs védett tartózkodási zóna, a mért dózisteljesítmények tájékoztató jellegűek, nincsenek szabványos mérési feltételek. Az automatika beállítása elfogadható. A méréseket a védőfelszerelés mögött kell elvégezni.

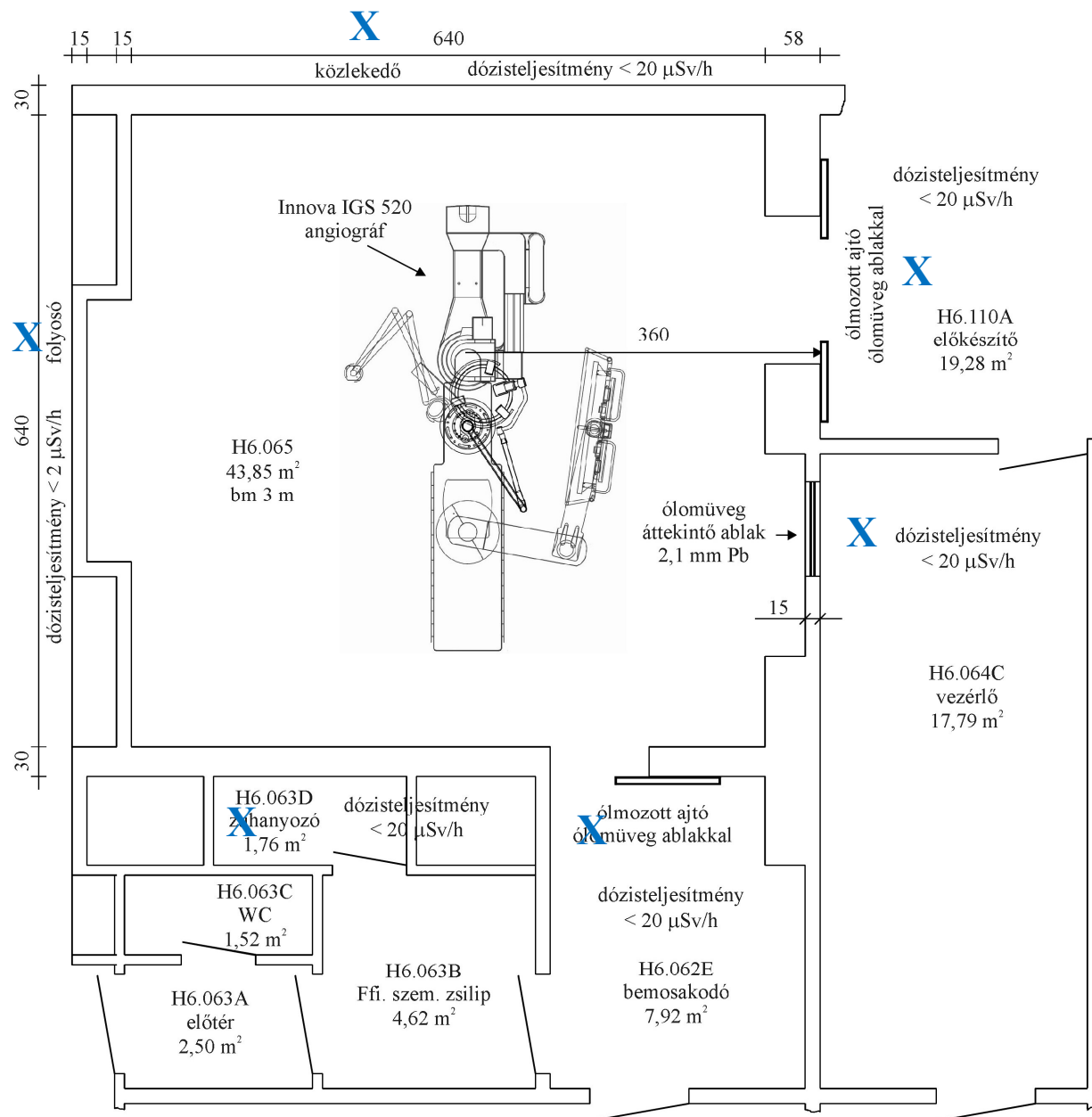
Védőfelszerelések intervenciós munkahelyen



Mobil védelem



X mérési helyek



Egyéni védőfelszerelések intervenciós munkahelyen

Tanácsos megnézni
a forgalmazók választékát



A köpeny hátul
0,25 mm, elől
átfedéssel
0,5 mm
ólomegyenértékű

>90% védelmet nyújt



Ólomüveg szemüveg
kétoldali védelemmel



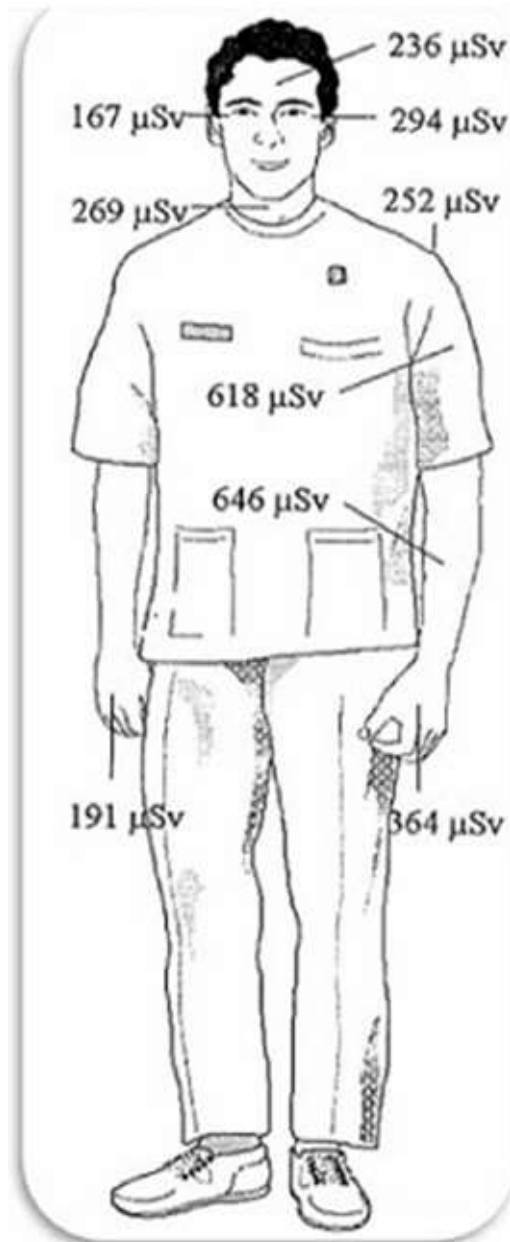
Pajzsmirigyvédő gallér

Az ólomgumi köpenyek sugárgyengítése

- 0,50 mm ólom-
egyenérték
- 60 kV; $< 1 \%$
- 100 kV; 3 - 7 %
- 0.25 mm ólom-
egyenérték
- 60 kV; 2 - 3 %
- 100 kV; 8-15 %

Az egyéni védőfelszerelés hatásossága a nyaláb energiájával szorosan összefügg!

Átlagos szintű sugárterhelés egy kardiológiai beavatkozás esetén



NNK

Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat (OSzDSz)

A külső sugárterhelés hatósági személyi dozimetriai ellenőrzését szervezi és végzi

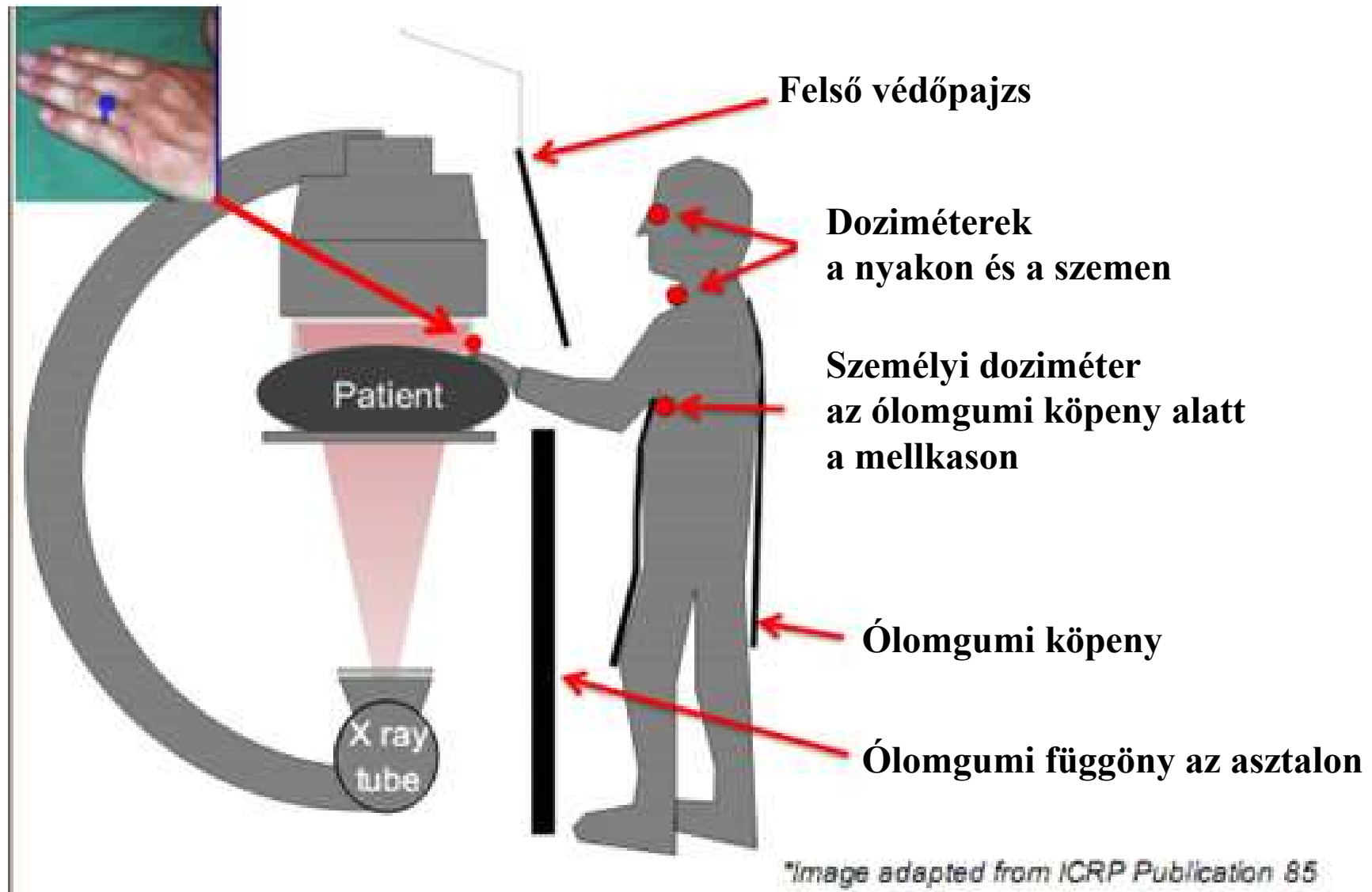
Termo-lumineszcens dozimetria TLD



egésztest

végtag

Személyi dozimetria



A személyzet sugárvédelme röntgendiagnosztikai vizsgálatok során

- Foglalkozási dóziskorlátok:
20 mSv/év, öt egymást követő naptári évre összegezve nem haladhatja meg a 100 mSv effektív dóziskorlátot.
tervezési irányelv: 3/10-ed része ~ 6 mSv/év
- Röntgenfelvétel esetén a védett helyeken:
 $< 0,4 \mu\text{Sv/felvétel}$ és $40 \mu\text{Sv/hét}$
Mérési tapasztalat: néhány század $\mu\text{Sv/felvétel}$
Éves sugárterhelés: $100 \mu\text{Sv/év}$ nagyságrend
- Átvilágítás esetén a tartózkodási zónában:
 $< 15 \mu\text{Sv/h}$ (90 kV @ 1 mA)

Átvilágítás esetén a környezetben:

20 $\mu\text{Sv/h}$ / $I \cdot T$	röntgenrészleg
2 $\mu\text{Sv/h}$ / $I \cdot T$	nem röntgenrészleg
0,4 $\mu\text{Sv/h}$ / $I \cdot T$	lakás, szülészeti stb.

Lakás, szülészeti, bölcsőde stb.: $100 \mu\text{Sv/év}$ ($0,1 \text{ mSv/év}$)

A dolgozók és páciensek sugárterhelése

- **Jelentős sugárterhelések lehetősége mind a páciens, mind a dolgozók tekintetében**
- **A sugárterhelések folyamatos nyomon követése**
- **Dóziscsökkentési módszerek alkalmazása**

A páciens sugárterhelésének csökkentése mindig együtt jár a személyzet sugárterhelésének csökkenésével !

Sugárterhelést csökkentő stratégia

- **Speciális radiológiai berendezések**
 - **Gyermek radiográfia**
 - **Egészségügyi szűrőprogramok**
- **Karbantartás, QA/QC**
- **Dozimetria, irányadó dózisszintek**
- **Egészségügyi fizikus**
- **Sugárvédelmi érzékenység, képzés**
- **Fogamzóképes nők, magzat védelme**

Teljes szűrés

$\leq 70 \text{ kV}$ 1,5 mm Al egyenérték (intraorális)

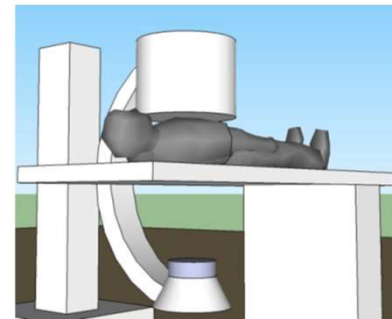
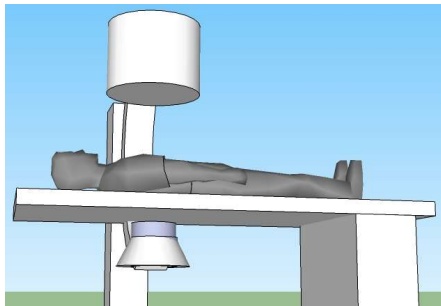
$> 70 \text{ kV}$ 2,5 mm Al egyenérték

- sugárminőség javítása
- a lágy sugárkomponensek kiszűrése

A páciens dózisok csökkentése

Technikai eszközök

- **Minimális sugárméleti idő (E3)**
- **A lehető legnagyobb csőfeszültség és legkisebb csőáram használata**
- **A lehető legnagyobb fókuszbőr távolság**



- **Mindig csökkentjük a nyálábméretet az indokolt legkisebb méretűre**
- **Árnyékoló alkalmazása**

A páciens dózisok csökkentése

Technikai eszközök

- **Időben elhúzódó eljárások esetén csökkentsük a sugárzásnak kitett bőrfelület dózisát pl. a nyaláb irányának változtatásával,**
- **Tartsuk minimumon a HDR üzemmód időtartamát és a sorozatfelvételek számát,**
- **Ne alkalmazzunk indokolatlanul geometriai nagyítást,**
- **Ne használjunk rácsot kisméretű páciens esetén.**

SUGARAS MUNKAHELY MEGSZÜNTETÉSE

- Sugaras munkahely megszüntetését az engedélyező hatóságnak be kell jelenteni
- **Izotópos munkahely inaktív tevékenység céljaira csak hatósági inaktívvá nyilvánítás (hatósági felügyelet alóli felszabadítás) után vehető igénybe!**
 - radioizotópot, radioaktív hulladékot össze kell gyűjteni és el kell temettetni (Püspökszilágy)
 - a hatósági bizonyítványban (országos izotóp nyilván-tartásban) szereplő radioizotópokkal el kell számolni

ORSZÁGOS SUGÁREGÉSZSÉGÜGYI KÉSZENLÉTI SZOLGÁLAT

- **Feladata:**
- **„.....radioaktív anyaggal kapcsolatos rendkívüli esemény - nukleáris rendkívüli esemény kivételével - kezeléséhez szükséges sugáregészségügyi feladat meghatározását és a végrehajtás szakmai irányítását az NNK Országos Sugáregészségügyi Készlet Szolgálat (OSKSZ) végzi.,,**



Az új(abb) direktíváról

- Címe: *2013/59 EURATOM irányelv az ionizáló sugárzás miatti sugárterhelésből származó veszélyekkel szembeni védelmet szolgáló alapvető biztonsági intézkedések megállapításáról [...] – EU BSS*
- Megjelenés: 2014. január 17.
- Harmonizáció határideje: **2018. február 6.**
- Hatálya kiterjed a lakossági, foglalkozási és orvosi sugárterhelések szabályozására.
- Kötelező érvényű – szigorúbb lehet, de nem sértheti más EU tagállamok érdekeit

21/2018. EMMI. rendelet és az EU BSS

- Indokoltság
- Optimálás
- Diagnosztikai irányadó szintek
- Népeségi sugárterhelések becslése
- Átfogó minőségirányítás (+klinikai auditok)
- Nem tervezett, szándékolatlan besugárzások
- Elbocsátási kritériumok

Sugárvédelem feladata és eszközei

Biztosítsa az ionizáló sugárzás alkalmazását a jelen és jövő nemzedékek károsítása nélkül.

- **Dóziskorlátozás**
- **Indokoltság biztosítása**
- **Optimálás**

Az orvosi alkalmazásból származó sugárterhelésre, az ún. páciens dózisra a korlátozás nem vonatkozik. (E1)

Az orvosok megítélésére tartozik a diagnosztikai, illetve terápiás célt szolgáló sugárzás típusának és dózisának megválasztása.

A betegek sugárvédelme érdekében az ICRP irányadó dózisokat és aktivitásokat adott meg a különböző vizsgálatokra vonatkozóan.

Indokoltság

Az orvosi sugárterheléssel járó beavatkozás esetén

- csak szakmailag indokolt esetben, illetve mértékben és a sugárterhelést kapó személy érdekében lehet alkalmazni,
- ha a beavatkozással járó kockázat kisebb a beavatkozás elmaradásával járó kockázatnál,
- valamint a megfelelő diagnózis más, nem ionizáló sugárzást alkalmazó eljárással nem érhető el (UH, MR, stb.).



Indokoltság

Fogamzóképes korban lévő nők esetében a beutaló orvosnak és a kezelőorvosnak is kötelessége tájékozódni az esetleges terhességről, vagy a szoptatás tényéről.

Terhesség esetén, illetve ha a terhesség nem kizárható, a radiológiai beavatkozás típusától függően az anya és a magzat sugárvédelme érdekében különös figyelmet kell fordítani a beavatkozás indokoltságára és a sugárterhelés mértékére.



Szoptató nőknél az izotópdiagnosztikai beavatkozások, vagy kezelések csak indokolt esetben végezhetők el, tehát a beavatkozással járó haszon meghaladja a radioizotópos beavatkozás elmaradásával járó kockázatot.

Radiológiai eljárást alkalmazó munkahelyeken figyelmeztető feliratot kell elhelyezni, ami felhívja a nők figyelmét a fennálló veszélyekre, illetve a terhességük, vagy szoptató voltak bejelentésére.

A radiológiai eljárások alkalmazásával kapcsolatos feladatok és felelősségek (5.6.)

az érintett személyek tájékoztatása.

Páciens: tájékoztatás a kockázatról, ólomtakarás alkalmazása (a direkt nyaláb < 5 cm-re a sugár érzékeny szervtől)

**Várandós?
Vagy úgy
gondolja, hogy
várandós lehet?**

*Kérjük, közölje ezt
a személyzettel,
mielőtt röntgen- vagy
nukleáris medicinai
eljárásnak vetné alá
magát.*

1-2 hét
Kisebb
kockázat

3-15 hét
NAGYOBB
kockázat

16-38 hét
Kisebb
kockázat

Amit tudnia kell
A magzatok érzékenyebbek a sugárzásra.
A kockázat függ a magzat korától, az eljárás típusától és a sugárzás dózisától.
A diagnosztikai célú radiológiai eljárások az esetek többségében várandósság mellett is biztonságosak.

Mit tegyen és mit NE tegyen?
Vesse alá magát az eljárásnak, ha egészsége szempontjából az lényeges!
Kérdezze meg a személyzetet, hogy mit tesznek a kockázatok csökkentése érdekében!
Ha bizonytalan vagy nyugtalan, kérjen tanácsot a vizsgálat illetve kezelés megkezdése előtt!

IAEA
International Atomic Energy Agency

<https://rpop.iaea.org>

Kísérők: tájékoztatás a kockázatról, megfelelő védőeszköz alkalmazása (ólomgumi köpeny, pajzsmirigyvédő, ólomgumi kesztyű)

Optimálás

A sugárterhelés optimálása :

- A kívánt diagnosztikai eredményt az ésszerűen elérhető legalacsonyabb sugárterheléssel kell megszerezni,
- rendszeres minőségbiztosítást és minőség-ellenőrzést kell alkalmazni,
- sugárterápiás célból alkalmazott eljárás esetén a céltérfogat nagyságát és dózisát egyedileg kell megtervezni.

A radiológiai beavatkozás alkalmazása, a sugárterhelés optimálása, valamint az indokoltság megalapozása érdekében a beutaló orvos és a kezelőorvos intézkedik a tervezett eljárás alkalmazása szempontjából fontos **korábbi diagnosztikai adatok beszerzéséről**, illetve szükség esetén gondoskodik azok átadásáról.



DAP – Dózis-terület szorzat

(felvételi és átvilágító)

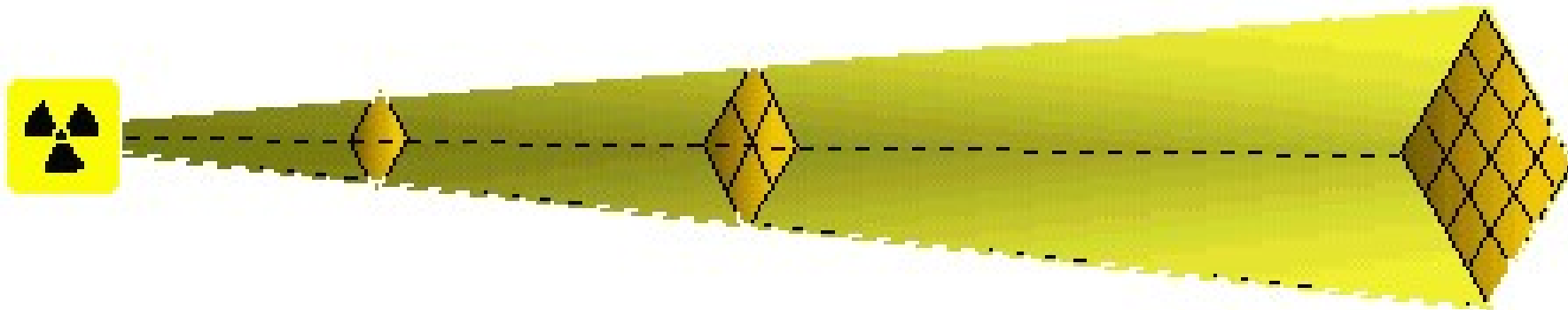
- A távolságtól független mennyiség
- Egyszerűen mérhető

Dózis Táv.
Mezőméret
DAP

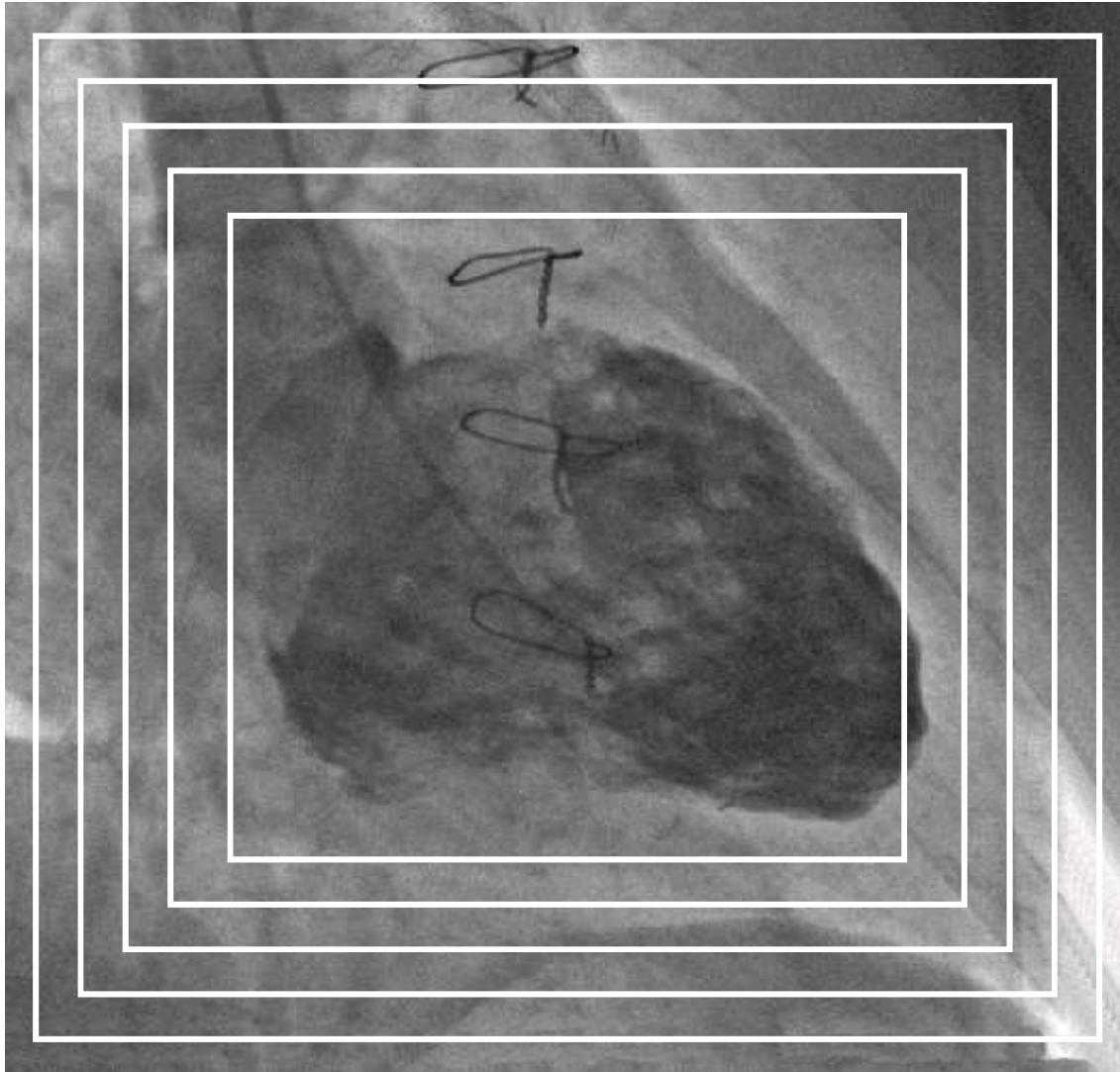
4 Gy 0,5 m
25 cm²
100 Gy cm²

1 Gy 1 m
100 cm²
100 Gy cm²

0,25 Gy 2 m
400 cm²
100 Gy cm²



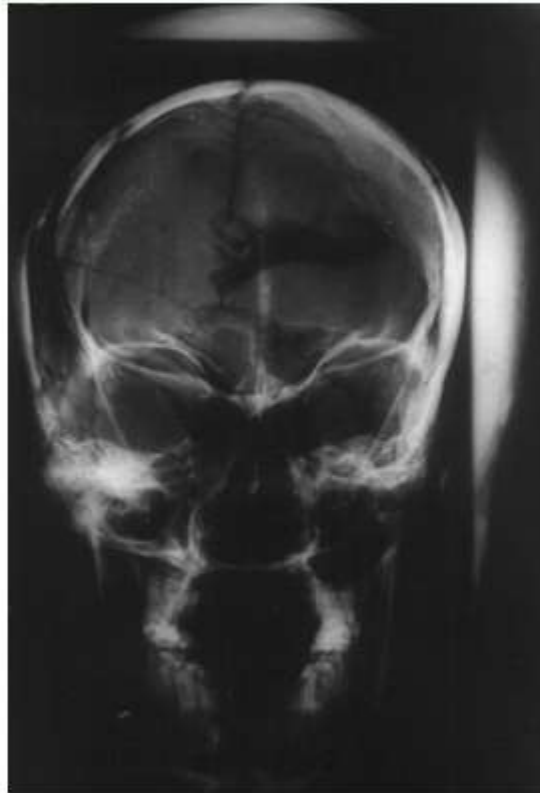
Kollimáció



A töltésmennyiség hatása a képre



70 kV- 50 mAs

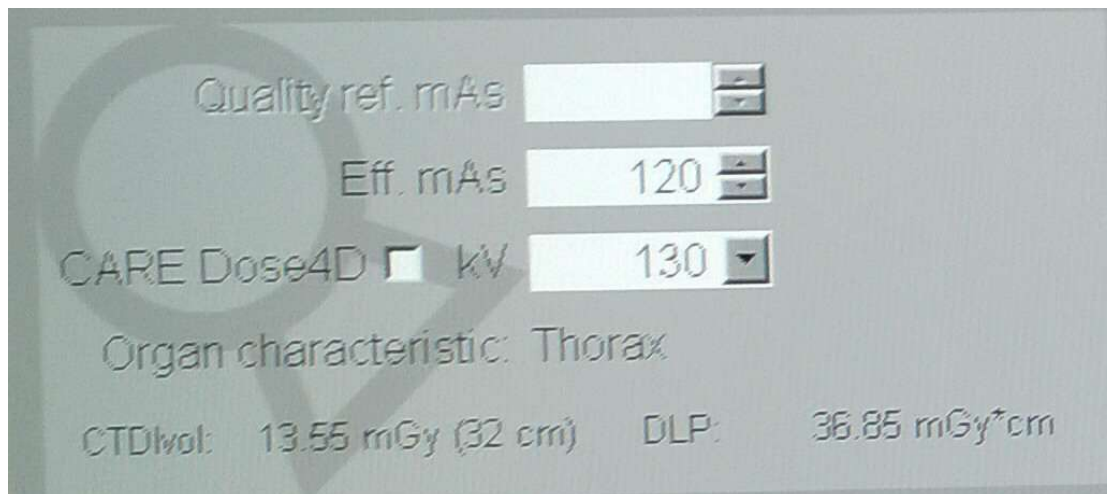


70 kV- 80 mAs



70 kV- 25 mAs

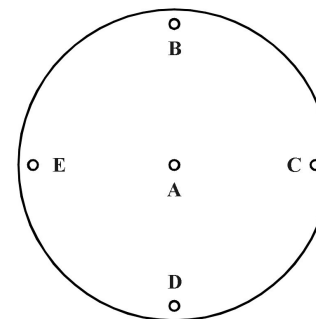
CT DLP és CTDI kijelzés



A DLP mértékegysége: mGy*cm.
(a páciensdózis és a DLP között arányosság van.)

Nyalábszélesség és nem szeletvastagság!

$$\text{Számított CTDI}_{\text{vol}} = (1/3) \text{CTDI}_A + (2/3) ((\text{CTDI}_B + \text{CTDI}_C + \text{CTDI}_D + \text{CTDI}_E)/4)$$

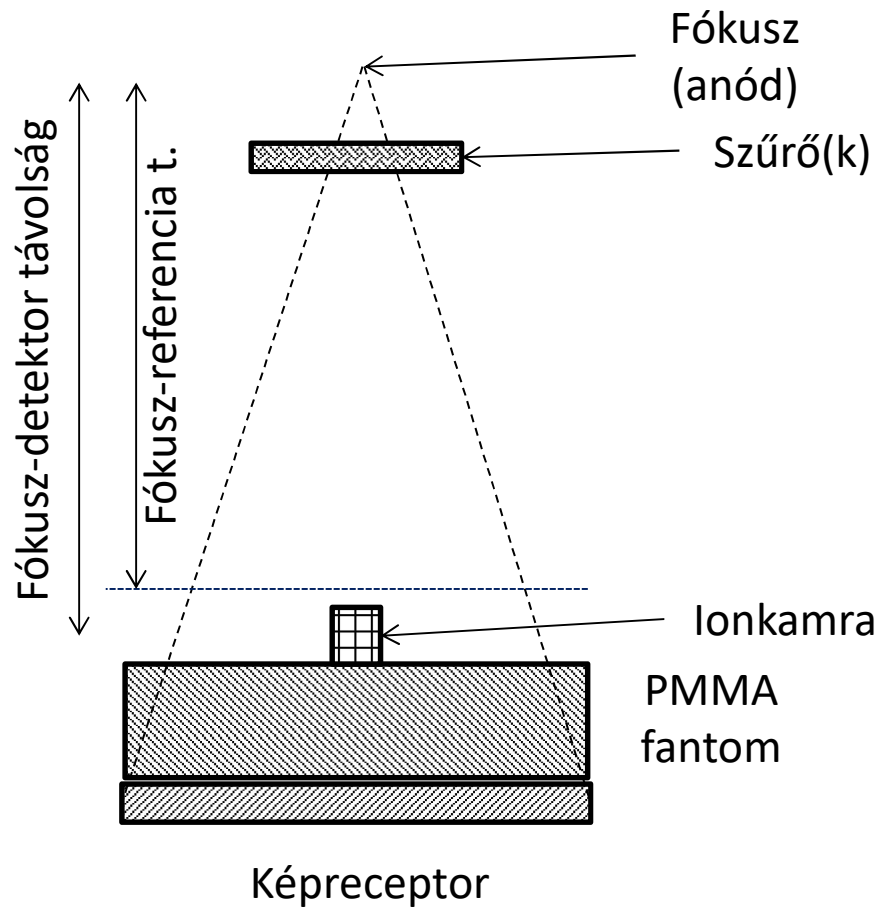


Fej: Ø 16 cm
Test: Ø 32 cm

CTDI és DLP kijelzés ellenőrzése

	U (kV)	Q (mAs)	kollimáció (mm)	Gyártói CTDI (mGy)	Gyártói DLP (mGy·cm)	Számított CTDI _{vol} (mGy)	Számított DLP (mGy·cm)
koponya	120	200	2,5	56,89	14,22	57,71	14,43
koponya	120	200	10	40,72	40,72	40,23	40,23
has	120	200	2,5	29,75	7,44	30,87	7,72
has	120	200	10	21,22	21,22	21,05	21,05
has	120	200	20	18,64	37,28	18,22	36,45

Belépőoldali bőrdózis



- Könnyen mérhető
- Egyszerű összehasonlítás
- Nem reprezentálja a kockázatokat
- Figyelman kívül hagyja a sugárminőséget!

(Átlagos) Mirigy dózis

$$AGD = D_{b,mért} \times (FDT/FRT)^2 \times (1/B) \times g \times c \times s$$

- Közvetlenül nem mérhető
- Jól reprezentálja a kockázatokat
- A bőrdózis alapján becsülhető, táblázatokkal, amelyek szimuláción alapulnak

g: glandularitási (50%-os mirigyességű emlőre korrigál) szorzótényező (HVL-től függ)

c: az 50 %-ostól eltérő mirigyességű ekvivalens emlőre vonatkozó korrekciós tényező (HVL-től függ)

s: a sugárminőségre jellemző tényező

Visszaszórás-korrekció
a visszaszóródott fotonok figyelembe vételére

Távolságkorrekció
az ekvivalens emlő belépő felszínére vonatkozzon a mért dózis!

Példa - Eredmények

	FDT	FRT	Visszajelzett		Mért	B	HVL	g	c	s	AGD (sz.)
	(mm)	(mm)	D _b (mGy)	AGD (mGy)	D _b (mGy)		mm Al				(mGy)
1	596	619	1,0	0,69	1,40	1,08	0,53	0,54	0,91	1,04	0,58
2	586	608	1,6	0,83	1,92	1,09	0,53	0,41	0,95	1,04	0,71
3	576	595	3,3	1,33	4,09	1,09	0,54	0,31	1,04	1,04	1,24
4	571	587	4,3	1,48	5,10	1,10	0,55	0,27	1,09	1,04	1,41
5	566	580	5,3	1,59	6,28	1,11	0,55	0,24	1,14	1,04	1,60
6	556	565	8,9	2,20	10,43	1,11	0,56	0,19	1,22	1,04	2,30
7	546	550	14,3	2,95	16,83	1,11	0,57	0,16	1,26	1,04	3,20
8	536	537	20,7	3,70	24,46	1,12	0,57	0,14	1,27	1,04	4,02

Korlátozás

Van dóziskorlát:

- Lakossági expozícióra
- Foglalkozási expozícióra

Nincs dóziskorlát:

- Orvosi célú expozícióra (diagnosztikai irányadó szintek)
- Létező expozíciós helyzetre (NORM, Radon)
- Vészhelyzeti expozícióra

Diagnosztikai irányadó szint

- **Átlagos testméretű betegre vagy fantomok csoportjára vonatkozó dózisszintek a diagnosztikai radiológiában és aktivitás szintek a radiofarmakonok esetében.**
- **A diagnosztikai irányadó szinteket tipikus vizsgálatokra, irányadóként kell meghatározni a vizsgálatot végző és a vizsgálatot kérő orvosok számára.**

Diagnosztikai irányadó szint

Sugárbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály

Nemzeti páciensdózis-felmérő program

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/sugarbiologiai-es-sugar-egeszsegugyi-foosztaly/sugarvedelem/orvosi-sugarterhelek/nemzeti-paciensdozis-felmero-program>

- Útmutatók és páciens dózis bekérő lapok

Átmeneti, Országos érvényességű Diagnosztikai irányadó szintek

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/sugarbiologiai-es-sugar-egeszsegugyi-foosztaly/sugarvedelem/orvosi-sugarterhelek/nemzeti-paciensdozis-felmero-program-2>

- Röntgendiagnosztika – felvételezés (DAP)
- Röntgendiagnosztika – CT vizsgálatok (DLP)

Orvosi sugárvédelem NNK

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/sugarbiologiai-es-sugar-egeszsegugyi-foosztaly/sugarvedelem/orvosi-sugarterhelesek/nemzeti-paciensdozis-felmero-program-3>

A páciensek védelme érdekében sarkalatos fontosságú, hogy a megfelelő szakmai útmutatók álljanak rendelkezésre az egyes eljárások alkalmazásának feltételeiről (3. §), melyet az Országos Tisztifőorvos ezúton tesz közzé a honlapján. Az ezen oldalon található szakmai útmutatók tartalmazzák az egyes eljárások kivitelezésének részletes leírását, a szükséges kiegészítő berendezések felsorolását; ahol szükséges, ott a javasolt technikai paramétereket is közlik. Ezeken felül annak érdekében, hogy az ésszerűen elérhető legalacsonyabb mértékű legyen az eljárások kockázata, leírják az eljárások indikációit és kontraindikációit, alkalmazásukat terhesség esetén és a páciens várható sugárterhelésének mértékét.

Általánosan indokolt radiológiai eljárások - FOGÁSZATI RADIOLÓGIA

Általánosan indokolt radiológiai eljárások - DIAGNOSZTIKAI ÉS INTERVENCIÓS RADIOLÓGIA

Általánosan indokolt radiológiai eljárások - INTERVENCIÓS RADIOLÓGIA

Általánosan indokolt radiológiai eljárások - NUKLEÁRIS MEDICINA

Általánosan indokolt radiológiai eljárások – SUGÁRTERÁPIA

Röntgendiagnosztika - szakmai útmutatók CT és röntgen protokollok

Nukleáris medicina - szakmai útmutatók

Sugárterápia - szakmai útmutató

Fogászati radiológia - szakmai útmutató

Útmutató a röntgendiagnosztikai berendezések és képmegjelenítők átvételi és állapotvizsgálatai, valamint állandósági vizsgálatai elvégzéséhez

https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1796/M%C3%B3dszertani%20%C3%BAtmutat%C3%B3_3_radiol%C3%B3gia.pdf

A radiológiai eljárások alkalmazásával kapcsolatos feladatok és felelősségek

A radiológiai eljárások bármely orvosi alkalmazásáért a kezelőorvos felel.

- az indokoltság megállapításában a beutaló orvosnak és a kezelő orvosnak együtt kell működnie;
- az eljárás kivitelezését a kezelőorvos átruházhatja megfelelő szakképesítéssel rendelkező egészségügyi dolgozóra.

A kezelő orvos felelőssége:

- az eljárás indokolása és a sugárterhelés optimalálása,
- a diagnosztikai eredmény klinikai értékelése,
- szükség esetén más szakértőkkel való gyakorlati együttműködés,
- korábbi vizsgálatokból származó adatok megszerzése,
- a rendelkezésre álló adatok átadása a beutaló orvosnak,
- az érintett személyek tájékoztatása.
- a segítőket is tájékoztatni kell a kockázatról és megfelelő védőfelszerelést kell biztosítani.

A sugárterhelés optimalizálása

- **A kívánt diagnosztikai eredményt az ésszerűen elérhető legalacsonyabb sugárterheléssel kell megszerezni;**
- **Országos érvényű diagnosztikai irányadó szintek megállapítása és alkalmazása:**
 - **az irányadó szinteket a szakmai kollégium állapítja meg;**
 - **Rendszeres minőségbiztosítás és minőségellenőrzés.**

A beteg sugárterhelését jellemző dozimetriai mennyiségek

- ☐ **belépő oldali bőrdózis (Gy),**
közvetlenül mérhető termolumineszcens (TL)
dózismérővel vagy ionizációs kamrával;
- ☐ **kritikus szervek dózisa (szervdózisok), számítógépes
modellezés (vagy fantommérés)**
- ☐ **effektív dózis (Sv),**
- ☐ **beadott aktivitás (Bq), belső sugárterhelés.**

Az orvosi sugárterhelés mértékének értékelése

Páciens dózis felmérő program

- **Adatgyűjtés**
 - vizsgálati eljárások (száma, gyakorisága, betegforgalom, életkor és nemek szerinti megoszlása)
 - berendezések típusa
 - alkalmazott technikai paraméterek
- **Mérési eredmények**
 - bőrdózis, DAP értékek
- **Dózis becslés**
 - szervdózis, effektív dózis, kollektív effektív
- **Értékelés**

Szerv, szöveti és effektív dózis kalkuláció Monte Carlo módszerrel

- **Röntgensugár geometria, expozíciós értékek.**
- **Cső helyzete: fej vagy láb irányú, bal vagy jobb irányú forgatás.**
- **Cső szöge, feszültség, szűrés, képek száma, SID, mezőméret, felvételek száma percenként, cső áram, impulzus szélesség, átvilágítási mód (folyamatos, impulzus).**
- **DAP érték, DLP, CTDI, mirigydózis, bőrdózis**
(kötelező valamilyen dózis kijelzés 21/2018 EMMI rendelet.)
- **Beavatkozás ideje.**
- **Nem, kor, súly, hossz, adott régió kerülete.**

Minősegbiztosítás és minőségellenőrzés

Az engedélyes köteles gondoskodni a QA/QC intézkedések betartásáról, valamint a páciensdózis ellenőrzéséről.

- **A napi QA/QC tevékenység végzése az engedélyes feladata.**
- **Az évenkénti QA/QC vizsgálatok**
- **A vizsgálatok megtörténtét a sugáregészségügyi hatóság ellenőrzi.**
- **Átvételi- és állapotvizsgálat 21/2018. (VII.9.) EMMI rendelet**

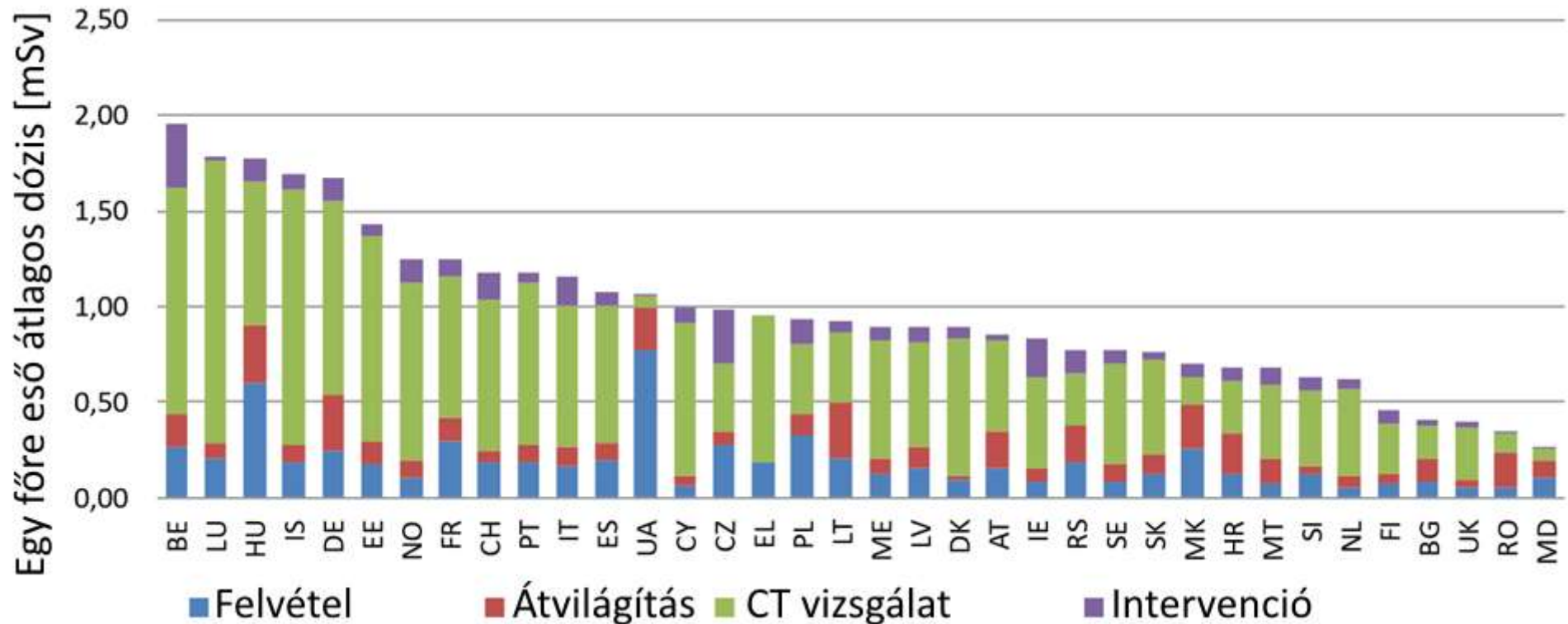
Baleseti, nem tervezett és szándékolatlan besugárzások

- Események lehetnek, nyilvántartásuk kötelező
- Jelentési kötelezettség
- A nyilvántartás alapján helyesbítő intézkedéseket kell hozni



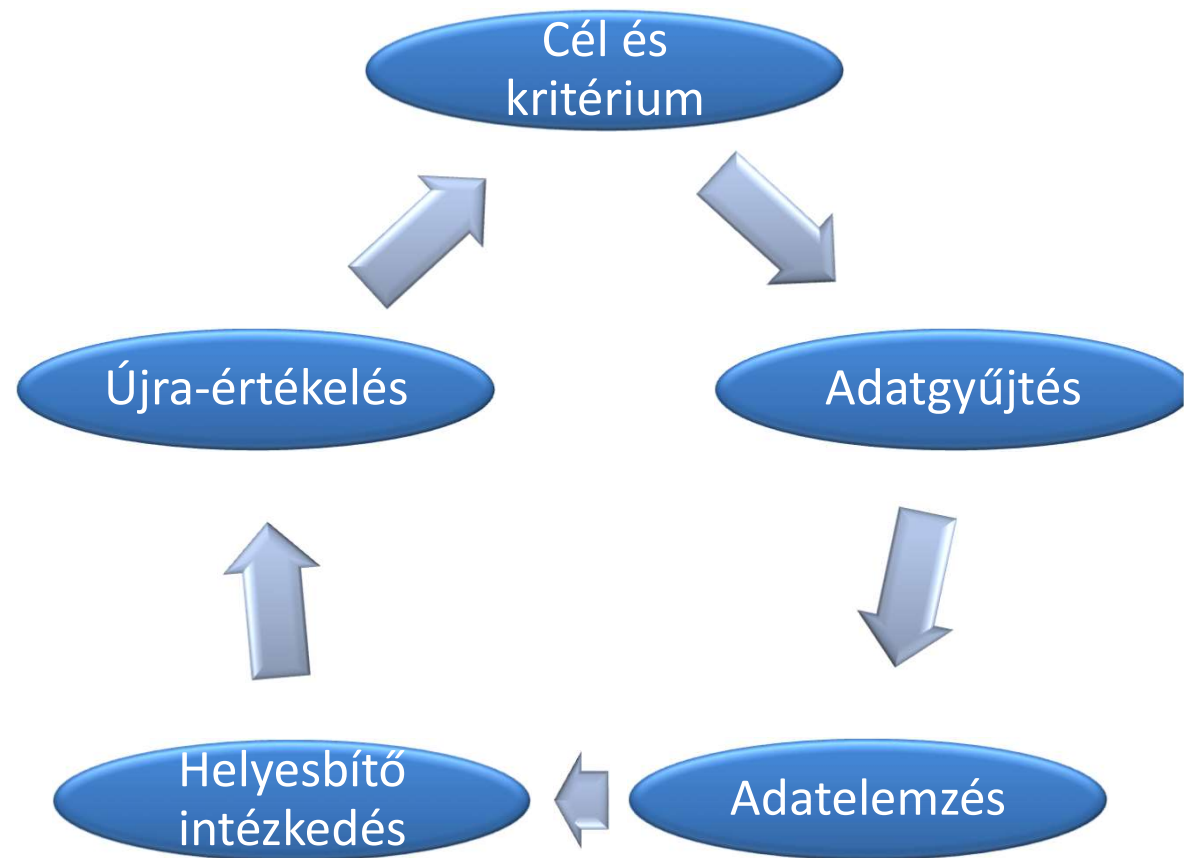
A népesség sugárterhelésének becslése

- Eddig: OEP adatok alapján: vizsgálat < páciens!
- EU szándék: adatgyűjtés **minden** expozícióról



Klinikai auditok

- Szakfelügyelői feladat
- A tematika kidolgozása folyamatban van.
- Diagnosztikára a tematika kidolgozás alatt van.



21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet

az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól

Radiológiai létesítményekre és berendezésekre vonatkozó előírások

11. § (4) Az NNK a (3) bekezdés szerinti felügyelet keretében a (2) bekezdés szerinti útmutató alapján

a) a klinikai célú első használatbavétel előtt átvételi vizsgálatot és

b) az átvételi vizsgálatot követően rendszeres időközönként állapotvizsgálatot végez.

Átvételi vizsgálatok

332

[HU]

Az Európai Unió Hivatalos Lapja

15/3. kötet

31997L0043

1997.7.9.

AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉGEK HIVATALOS LAPJA

L 180/22

A TANÁCS 97/43/EURATOM IRÁNYELVE (1997. június 30.)

**a személyeknek az orvosi célú sugárterheléssel kapcsolatos ionizáló sugárzás veszélyeivel szembeni
egészségvédelméről, valamint a 84/466/Euratom irányelv hatályon kívül helyezéséről**

AZ EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA,

tekintettel az Európai Atomenergia Közösséget létrehozó szerződésre és különösen annak 31. cikkére,

tekintettel a Bizottság javaslatára, amelyet a Tudományos és Műszaki Bizottság által kinevezett személyek csoportjával folytatott konzultációt követően terjesztett elő,

- (5) mivel az orvosi sugárterheléssel kapcsolatos sugárvédelem területén elért tudományos ismeretek fejlődését elismerve a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság 1990-es és 1996-os ajánlásában felülvizsgálta ezt a témát;
- (6) mivel e fejlődés szükségessé teszi a 84/466/Euratom irányelv hatályon kívül helyezését;

(2) A tagállamok biztosítják, hogy az orvosi sugárterhelésre vonatkozó, a sugárdózist is tartalmazó beutalási kritériumokra vonatkozó ajánlások az orvosi sugárterhelésre beutaló orvosok számára rendelkezésre állnak.

(3) A sugárterápiás gyakorlatba mindig szorosan kapcsolódjon be

(2) A tagállamok biztosítják, hogy

- a használatban lévő összes radiológiai berendezést sugárvédelmi szempontból szigorúfelügyelet alatt tartják,
- a radiológiai berendezésekről minden egyes radiológiai létesítmény esetén naprakész nyilvántartás áll az illetékes hatóságok

- a berendezés első klinikai célra történő használatba vétele előtt átvételi vizsgálatot végeznek, azután pedig rendszeresen és minden nagyobb karbantartás után teljesítőképeségi vizsgálatot végeznek rajta.

(4) A klinikai auditokat a nemzeti eljárások szerint kell lefolytatni.

(5) A tagállamok biztosítják, hogy megfelelő helyi felülvizsgálatokra kerül sor, amennyiben a diagnosztikai vonatkoztatási szinteket rendszeresen túllépi, valamint amennyiben szükséges, javító intézkedéseket léptetnek életbe.

latot végeznek rajta.

(3) Az illetékes hatóságok intézkedéseket tesznek annak biztosítására, hogy a radiológiai létesítmény üzemeltetője megtegyen minden olyan lépést, amely szükséges a berendezések nem megfelelő működésének vagy hibájának kijavításához. Specifikus elfogadhatósági kritériumokat is alkalmaznak a berendezésekre, hogy jelezzék, ha javító intézkedésre van szükség, beleértve adott esetben azt, hogy a berendezés működését leállítsák.

Felvételi/átvilágító berendezés vizsgálata



Röntgenparaméterek mérése

sugárzáskibocsátás, kV- és idő-pontosság, dózis-idő és/vagy dózis-csőáram linearitás, valamint reprodukálhatóság. Felezőérték (HVL) és teljes szűrés.



Detektor: MPD

palm

TUNGSTEN | E2

⌂ / Rod/All1/RTD ⌂

80,93	kVp
128,0	ms
1707	μGy
13,13	mGy/s
3,4	mm (TF)
3,28	mm (HVL)

▼ R1[4] 55-105 ▼ W/3mm Al ⓘ

Back Reset Wave Appl



ABC

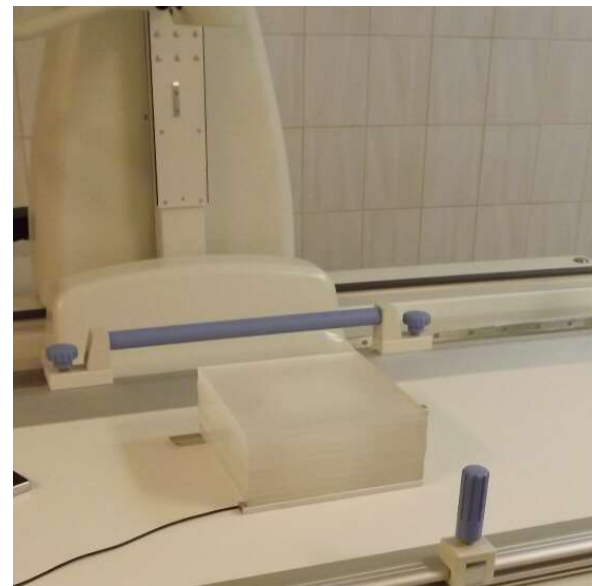
123



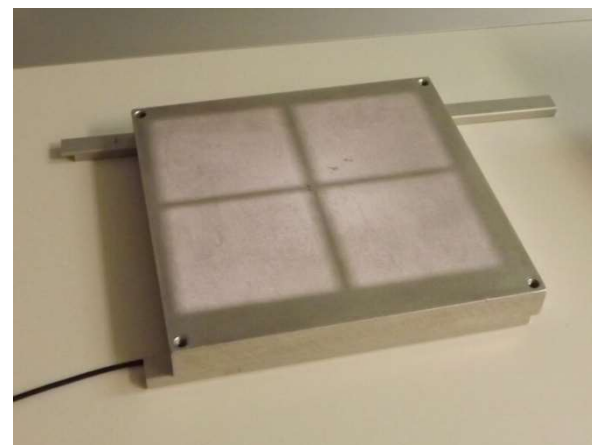
Az automatika ellenőrzése dózisméréssel

Detektor: R100

**10, 15, 20 cm
plexi
(25 x 25 cm)**



Reprodukálhatóság: 2,5 x 25 x 25 cm Al



palm

TUNGSTEN | E2

Home /Rad/Dose/RTD

6,707

μGy

Dose rate	0,531	mGy/s
Exposure time	10,10	ms

W/23mm Al



Back

Reset



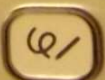
Wave

Appl

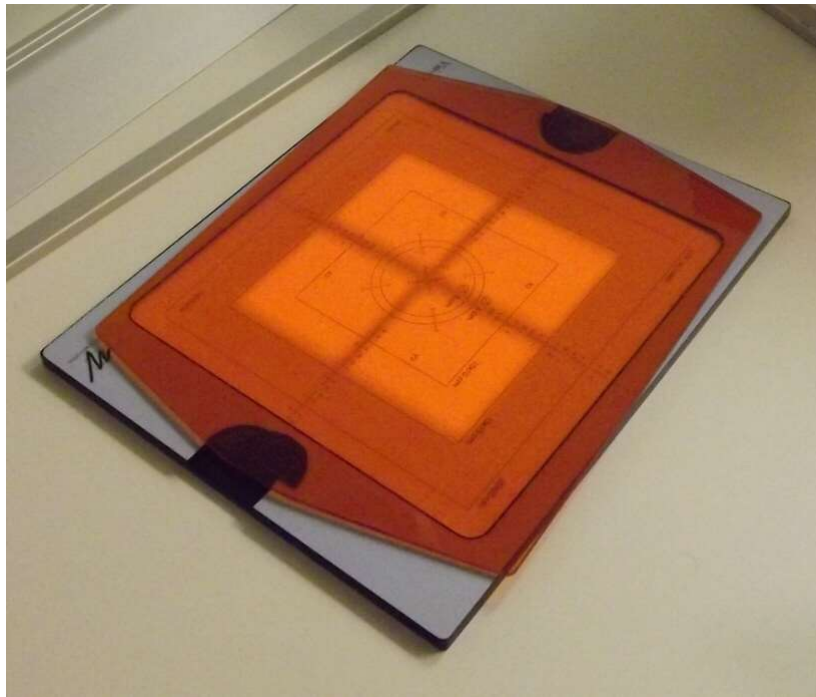


ABC

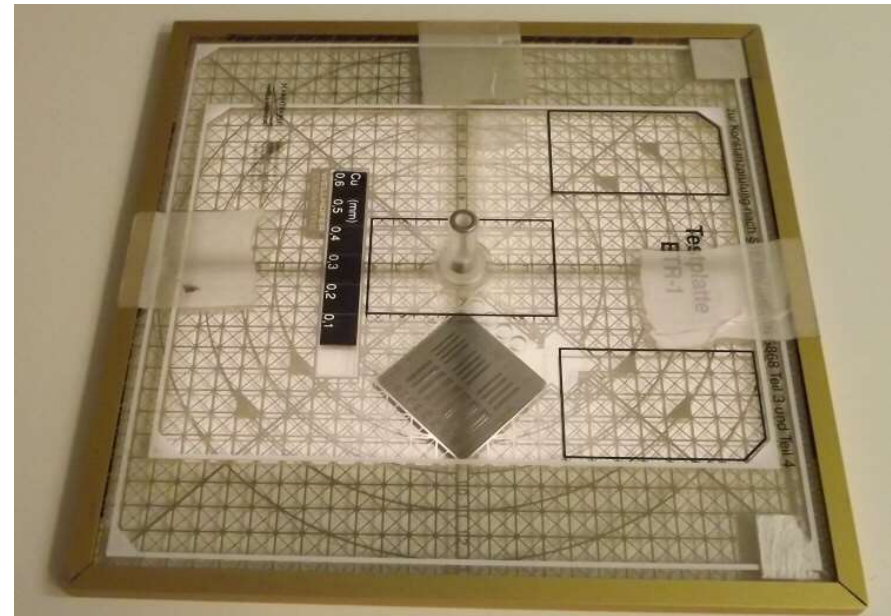
123



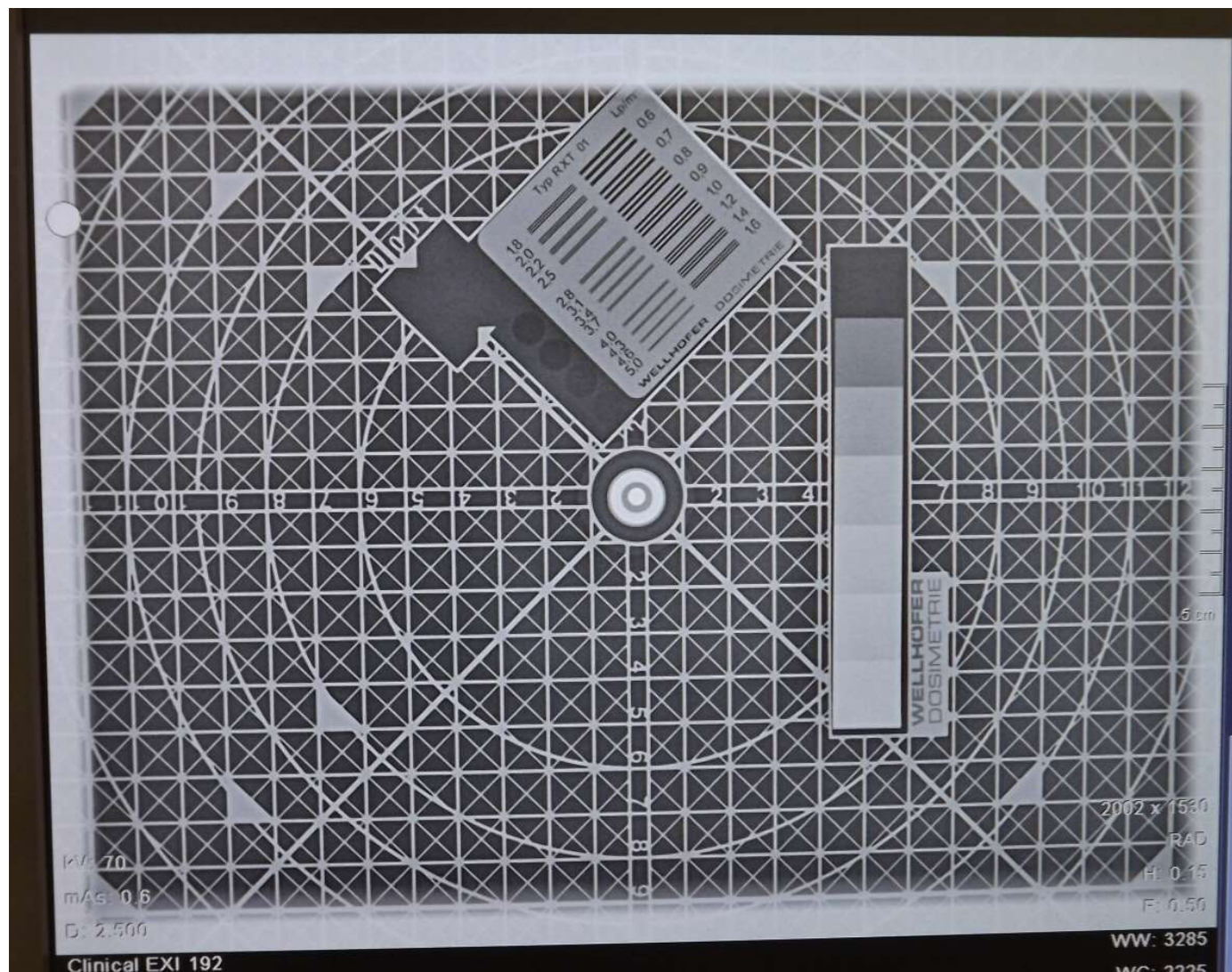
Fénymező sugármező egybeesése



Visi-X
15 x 15 cm



ETR-1
18 x 24 cm



Kontraszt és vonalpár felbontás

Átvilágító berendezés vizsgálata

Röntgenparaméterek mérése

A röntgensőfeszültség értéke AERC (átvilágítási automatika) és 25 mm Al fantom mellett. Dózisteljesítmény. Felezőérték (HVL) és teljes szűrés.



Az AERC (átvilágítási automatika) megfelelő működésének ellenőrzése

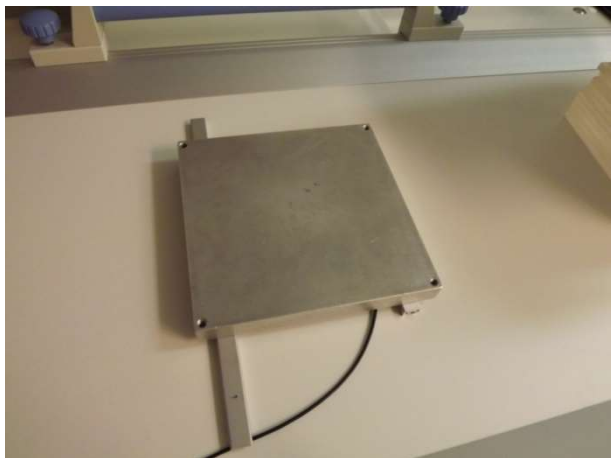
10, 15 és 20 cm plexi fantommal, minden képerősítő-nagyítás mellett a visszajelzett paraméterek regisztrálása



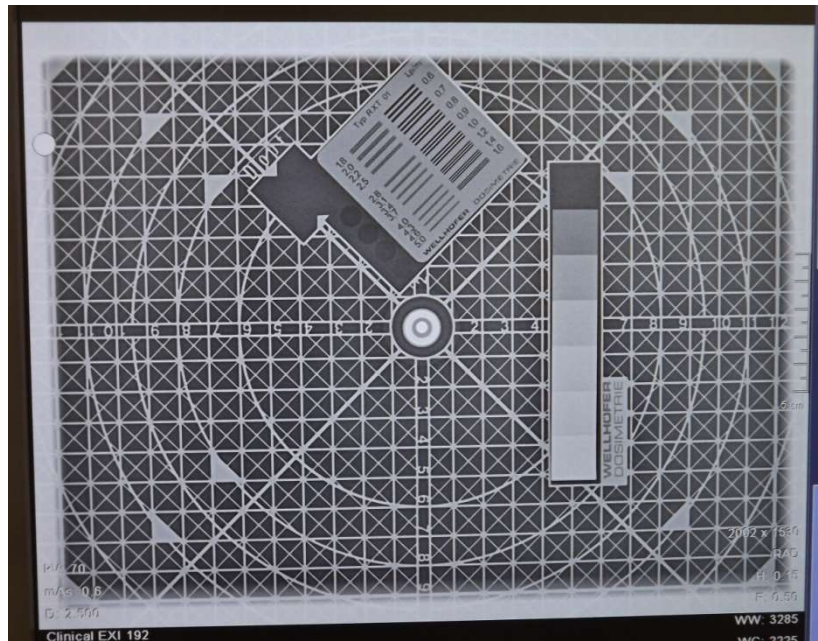
**Páciens bemenő
dózisteljesítmény**



**Képerősítő bemenő
dózisteljesítmény**

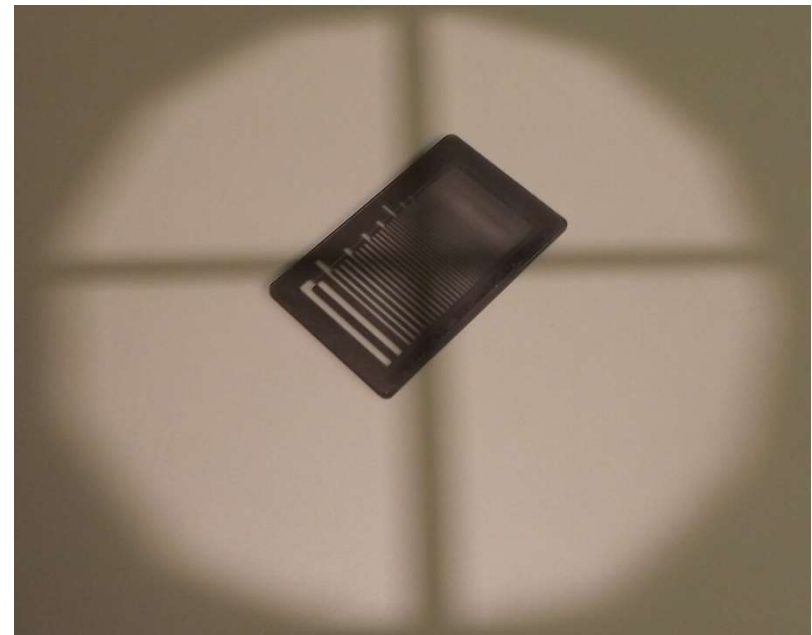


**Alacsonykontraszt-felbontás fantommal és anélkül
Vonalpár-felbontás fantommal és anélkül
minden képerősítő-nagyítás mellett**



ETR-1

vizsgálóábrák



Funk 53

A CT berendezésekről

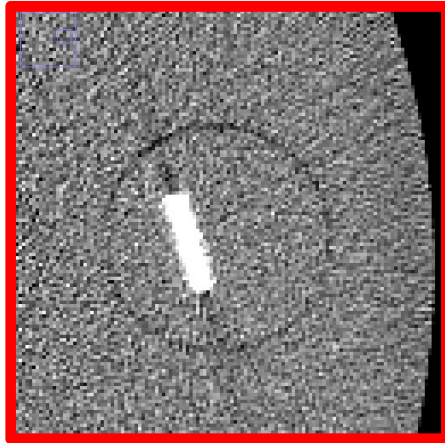


A (CT) berendezések átvételi vizsgálatairól

- A vizsgálat választ ad az alábbi kérdésekre:
 - Tényleg azt kaptuk amit ígérték?
 - Megfelelően működik a berendezés?
 - Tényleg az látszik a felvételen, ami megfelel a valóságnak?
 - Biztonságosan használható a berendezés?
- (Mikor kell legközelebb javítást vagy rendkívüli karbantartást végezni a berendezésen?)

Tomográfiás szeletvastagság

- Eszköz: RMI-461 fantom (számítógép)
- Pontosság: $\pm 0,2$ mm
- Elfogadható érték:
 ± 1 mm vagy ± 50 %, amely kisebb.



Reprezentáció megfelelősége

- Átlag CT-szám – Torzít a rekonstrukció?
 - Homogenitás – Homogén tárgy képe homogén?
 - Zaj – Mennyire zajos a kép?
 - Linearitás – Adott szövetnek megfelelő anyag ugyanolyannak látszik?
 - Térbeli felbontás – Mekkora a legkisebb látható (nagykontrasztú részlet?)
-
- Eszköz: RMI-461 fantom (számítógép)
 - Pontosság: $\pm 4,0$ HU
 - Elfogadható érték:
Nincs rá ajánlás, kivéve terápiához:
 ± 20 HU (IAEA)



CTDI meghatározása

„Minden berendezésnek kötelező kijelezni minden paramétert, amely alapján a páciens dózisa becsülhető”

- Eszközök: fej- és testfantom, 10 cm-es ionizációs kamra
- Bizonytalanság: $\pm 5 \%$
- Elfogadható érték: $\pm 20 \%$



KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ

FIGYELMÜKET

