

7.2.2. Ismertesse az orvosi izotóplaboratóriumok tervezésekor használható nemzeti szabványokat

MSZ 62-7:2017 Az ionizáló sugárzás elleni védelem.
7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok
alkalmazásakor
Taba Gabriella

Szabvány alkalmazása

7. melléklet a 2/2022 (IV.29) OAH . Rendelethez, Adatlap, A radioaktív anyagok alkalmazásának jellege és sugárvédelmi kategorizálása

Az alkalmazott sugárforrások típusai:	<input checked="" type="checkbox"/> nyitott sugárforrás alkalmazása <input type="checkbox"/> zárt sugárforrás alkalmazása <input type="checkbox"/> radioaktív sugárforrást tartalmazó készülék alkalmazása
A radioaktív anyagok alkalmazásának jellege és sugárvédelmi kategorizálása	<p>Kiemelt létesítmények és I. kategóriába tartozó sugárveszélyes munkahelyek:</p> <p>X I. kategóriába tartozó radioaktív anyag - beleértve radioaktív sugárforrást tartalmazó készülék - alkalmazása</p> <p>X az MSZ 62-7 szabvány szerinti A-szintű ipari izotóplaboratóriumok üzemeltetése</p> <p>X az MSZ 62-7 szabvány szerinti III. típusú orvosi izotóplaboratóriumok üzemeltetése</p> <p>X teleterápiás, (afterloading) brachyterápiás munkahely,</p> <p>X egyéb nukleáris medicina izotópterápiás laboratórium</p> <p>II. kategóriába tartozó sugárveszélyes munkahelyek:</p> <p>X II. és III. kategóriába tartozó radioaktív anyag - beleértve radioaktív sugárforrást tartalmazó készülék - alkalmazása</p> <p>X az MSZ 62-7 szabvány szerinti B-szintű ipari izotóplaboratóriumok üzemeltetése</p> <p>X az MSZ 62-7 szabvány szerinti II. típusú orvosi izotóplaboratóriumok üzemeltetése</p> <p>X egyéb nukleáris medicina izotópdiaosztikai laboratórium</p> <p>X (implantációs) brachyterápiás orvosi terápiás munkahely</p> <p>III. kategóriába tartozó sugárveszélyes munkahelyek:</p> <p>x IV. és V. kategóriába tartozó radioaktív anyag - beleértve radioaktív sugárforrást tartalmazó készülék - alkalmazása</p> <p>x az MSZ 62-7 szabvány szerinti C-szintű ipari izotóplaboratóriumok üzemeltetése</p> <p>X az MSZ 62-7 szabvány szerinti I. típusú orvosi izotóplaboratóriumok üzemeltetése</p> <p><input type="checkbox"/> a természetben előforduló, nem nukleáris radioaktív anyagokat feldolgozó – esetenként a feldolgozás következtében dúsító – tevékenység,</p> <p>X a nem orvosi radiológiai berendezés felhasználásával végzett nem-orvosi célú képalkotó tevékenység.</p> <p><input type="checkbox"/> az olyan munkahely, ahol az átlagos évi radon-koncentráció meghaladja a munkahelyekre érvényes, a 487/2015. Korm. rendelet 49. § (3) bekezdés b) pontja szerinti vonatkoztatási szintet</p> <p>Egyéb munkahely/alkalmazás: oktatási tevékenység orvos képzésben, kutatás, klinikai kipróbálások, transzlációs kutatások, tárolás,</p>

Tartalom jegyzék

- Alkalmazási Terület
- Rendelkezési hivatkozások
- Szakkifejezések
- Általános előírások
- Izotóp laboratóriumok osztályozása
- Általános kialakítás (építészet, épületgépészet, különleges követelmények, sugárvédelem kialakítása, egyéni védőeszközök)
- Ellenőrzések
- Hulladékok gyűjtése tárolása
- Ipari laboratóriumok követelményei
- Orvosi laboratóriumok követelményei
- Mellékletek

Alkalmazási terület

- Nyitott radioaktív anyagok bármilyen munka során történő felhasználásra, munkahely kialakítására és üzemeltetésére vonatkozik.
- Nem vonatkozik a 2/2022 OAH. rendelet hatálya alá nem eső tevékenységekre, és az urán és a tórium vegyületek mikromorfológiai felhasználására.

Szakkifejezések

Izotóp laboratórium (**egy üzemi bejárattal** rendelkező építészetiileg összefüggő helyiségcsoport ahol nyitott radioaktív anyaggal dolgoznak. (felszerelés biztosítja a rad.a terjedését, belső sug.terh védelmet)

Ipari labor: ipari, mezőgazdasági, humámdiagnosztikai vagy terápiás anyagok előállítását végző laboratóriumok, min.ell laborok. (oktatás kutatás is lehet)

Orvosi laborok: **in vivo és in vitro** diganosztika vagy/és terápiás helyiségek összege pl. nukleáris medicina, oktatás kutatás,

Egyéb kifejezések: **meleglaboratórium, inkorporáció,** fülke típusok, tezőr, szállító edény stb.

Általános kialakítás

- úgy kell kialakítani hogy a munkavállalók védve legyenek a külső-belső sugárterhelés ellen.
- Ellenőrzött és/vagy felügyelt területet kell kijelölni. (2/2022 OAH r. Szerint) Engedélyes joga!
- Ellenőrzött terület: meleg laboratórium, beadó, aktív váró, gamma kamerahelyiség, PET vizsgáló, spect vizsgáló, izotópos kórterem, hulladék tároló (ahol rad. Szennyezés előfordulhat vagy terjed)
- Ellenőrzött terület: be-ki lépés ellenőrzés, figyelmeztető jelzés, szennyezés rendszeres ellenőrzése

Izotóp laboratóriumok osztályozása

ALAP MENNYISÉG SZERINT AM

- Osztályozás alapja az inkorporációból származó belső sug. terhelést okozó anyag fajtája (izotóp típustól) függ. 20mSv effektív dózishoz belégzésen keresztül történő egységnyi (1Bq) felvételből származó lekötött ef. Dózis hányadosa. (AMAD 1 mikrométer, belégzési útvonal.) osztályozási alapmennyiség :AM (Bq) (ha nincs az izotóp az 1.-es táblázatban akkor 20mSv lekötött eff. dózist okozó aktivitás tekintjük annak) (nemzetközi kiadványok ICRP munkavállalóra AMAD 5-t ajánl)
- Egységnyi műveleti szorzó tényezők (2.-es táblázat)
Pl. tárolás :100, egyszerű kém. műveletek:1,
(mindig az egyszerre egyidejűleg a műveletbe bevont összes aktivitást kell figyelembe venni)

Izotóp laboratóriumok osztályozása

Ipari laborok	C-szintű	B-szintű	A-szintű
	<10 AM	10 AM-10 ⁴ AM	<10 ⁴ AM
Orvosi laborok	I. típus	II. típus	III. típus
	In vitro diagnosztika, alacsony felhasználás (tip. Pár 100MBq/év pl:I-125)	In vivo diagnosztika laboratórium (pl. Nucmed)	
	≤1AM	≤ 10 ² AM	≤10 ⁴ AM

Oktató, kutató laborok: általában I.tip orvos laborba soroljuk

Általános kialakítások

- Egy üzemi bejárattal rendelkező helyiség csoport, illetéktelenek belépésének megakadályozása, felületek megfelelő szilárdságú és dekontaminálható hézagmentes legyen.
- Épületgépészeti kialakítások: víz és lefolyó rendszerre vonatkozó előírások, mély medencés könyökkel nyitható csaptelep, kézszáritási előírás, tükör, stb. AB lab.(személyi zsilip zuhanyzóval), radio jód terápiás kórterem: vizelet gyűjtő rendszer és pihentető rendszer,
- Légtechnika: LAH (levegő aktivit. konc. határérték)
 $LAH = (AM / 1,2 * 2000) \geq LAK$, (2000~éves munka óra száma, 1,2 légzési kapacitás) friss levegő befújás, szennyezés terjedésének kerülése, nyomás lépcsők,

Különleges követelmények

- Vegyifülkére vonatkozó előírások: tisztítható, közműellátás, ólomvédelem beépíthető (pl:120kg 7cm ólomüveg pajzs), minta vételi lehetőség a vízlevezetésnél, szifonban rekedt rad. szennyvíz nem gyűljön a munkavállalóhoz közel.)
- Izotóp tároló előírásai: 10cm falától $H^*(10) < 20\text{mikroSv/h}$. zárható, műanyag zsákkal bélelhető, veszélyes hull. Hűtve tárolandó,

Sugárvédelem kialakítása

- Béta sugárzók (200keV nagyobb) 5GBq nagyobb aktivitásnál:kéz, szem védelemről helyi árnyékolással távtartóval kell védekezni. (béták pl: 1cm plexi)
- Gamma sugárzóknál :200keV alatti fotonenergia esetén árnyékolt munkaasztal elégséges, egyébként Aktivitás/izotóp függő védelmet kell kialakítani:lsd. SL szakértő , 200keV felett: manipulátor, ólomtéglá takarás egyedi árnyékolások
- Egyéni védőeszközök: inkorporáció csökkentése, kéz szem dózisok csökkentése,(elszívás, csipeszek, távtartók, tokok stb)

Sugárvédelmi ellenőrzések

- Kiterjed: $H^*(10)$, felületi szennyezettség m., szennyvíz és levegő aktivitás konc mérésére.
- Felületi szennyezettség ellenőrzés (szennyezés terjedése ell. területről felügy. ter.felé) (hiteles felületi szenny. mérővel, dörzsminta segítségével):beavatkozási szintek 5.-s táblázatban találhatóak. (pl.Tc-99m 500Bq/cm² helyiségek tárgyak felületén, bőrön 50Bq/cm²)
- Dekontamináció: dekontamináló készlet
- Belső sugár terhelés ellenőrzés: 1mSv lekötött effektív dózis esetén monitorin rendszert kell bevezetni. (sug.v szakértő határozza meg, pl: cselekvési szinteket,) laboratóriumnak akkreditáltnak kell lennie, az ellenőrzés az izotóp típusnak megfelelően kell végezni:pl egész test számlással, vagy vizelet, pajzsmirigy méréssel.

EC PR 188 ajánlás a belső terhelés becslésére vagy ISO 20553(2006)

- Felhasznált aktivitásból számítással: $d_j = A_j \cdot e(50) \cdot f_{fs} \cdot f_{hs} \cdot f_{ps}$
 A_j : összes felhasznált aktivitás (Bq), $e(50)$ Adott izotóp dózis állandója (Sv/Bq),
 biztonsági faktorok: f_{fs} fizikai formára, f_{hs} munkatevékenységre, f_{ps} kialakított
 védelmi funkciókra
- Vagy levegő minta vételből számított belső terhelés meghatározás
- Vagy kompartmen modell számítás alapján

Table C.1 Handling Safety Factors (taken from [ISO 2016b]
reproduced with kind permission of ISO)

Process	Handling Safety factors f_{hs}
Storage	1
Very low activity	0.1
Normal activity	0.01
Committed activity	0.001
Simplified operations	0.0001
Handled in glove box	0.00001
Dry storage	0.000001

Source: EC RP 188

Table C.2 Protection Safety Factors (taken from [ISO 2016b]
reproduced with kind permission of ISO)

Protection measure	Protection safety factors f_{ps}
Open bench operations	1
Fume hood	0.1
Glove Box	0.01

Ha nagyobb mint 1 mSv



Rutin monitoring
rendszer bevezetése



Baleset esetén **Special monitoring**

Mi a belső terhelés?

Itt lekötött effektív dózisról beszélünk

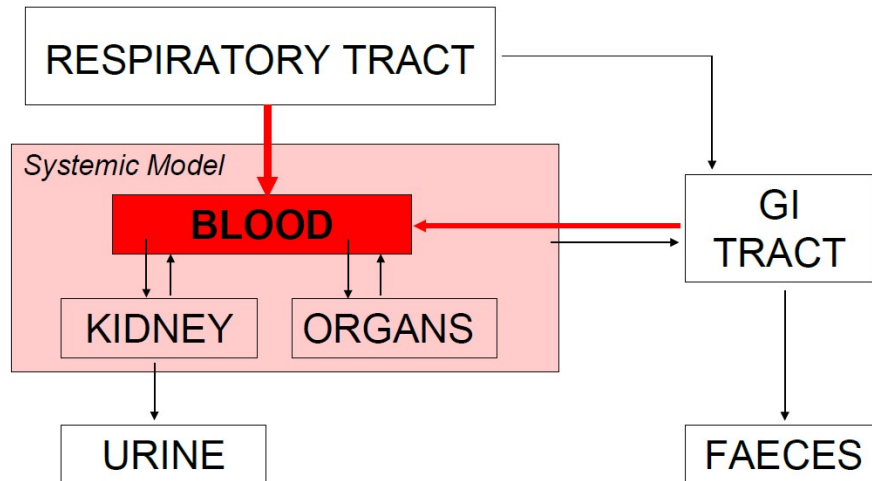
Radioaktív anyag a szervezetbe jutva adja le a az energiát ezzel károsítva az emberi testet.

Bejutási mód: belélegzés, lenyelés, seben keresztüli bejutás (tűszúrás), bőrön keresztül való felszívódás (pl. I-131 esetén vagy szerves C-14 vegyületek)

A szervezetre való hatását 50 évre vonatkozóan kell figyelembe venni. (gyerekek 70 év)

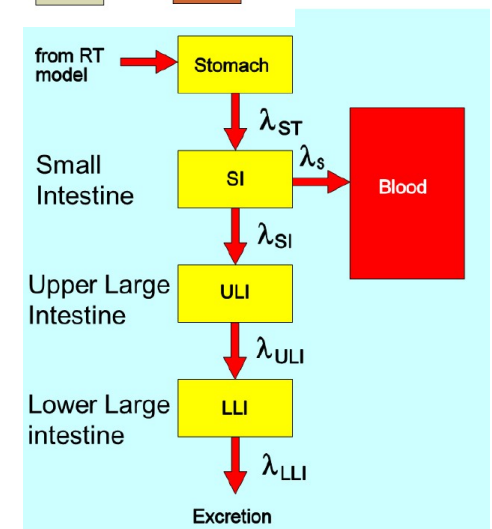
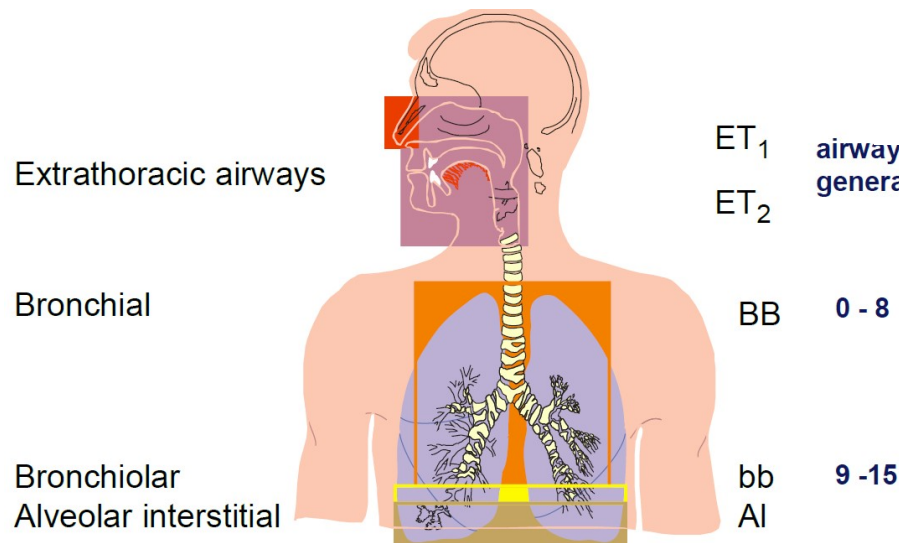
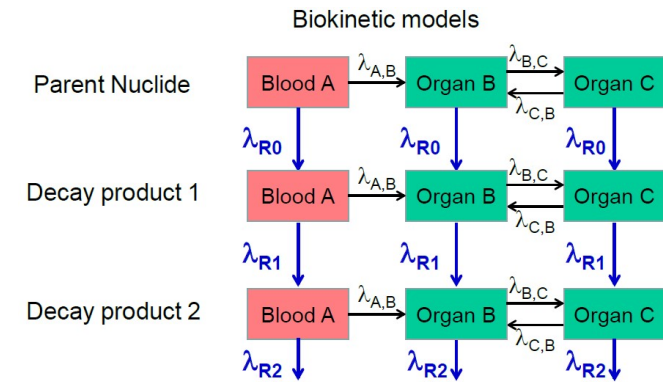
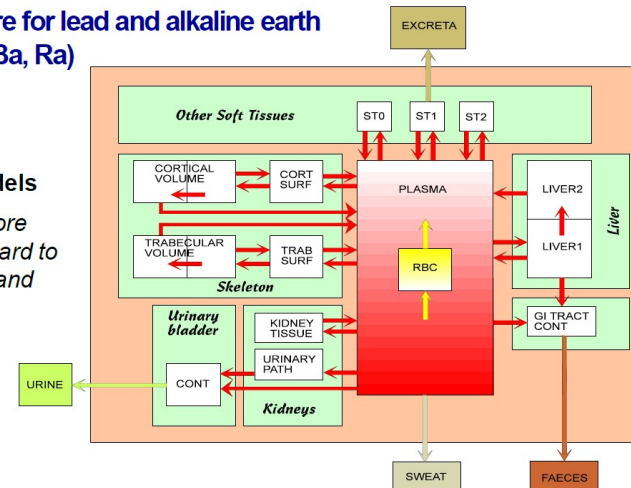
Biokinetikai modellek

ICRP kiadványok



Model structure for lead and alkaline earth elements (Sr, Ba, Ra)

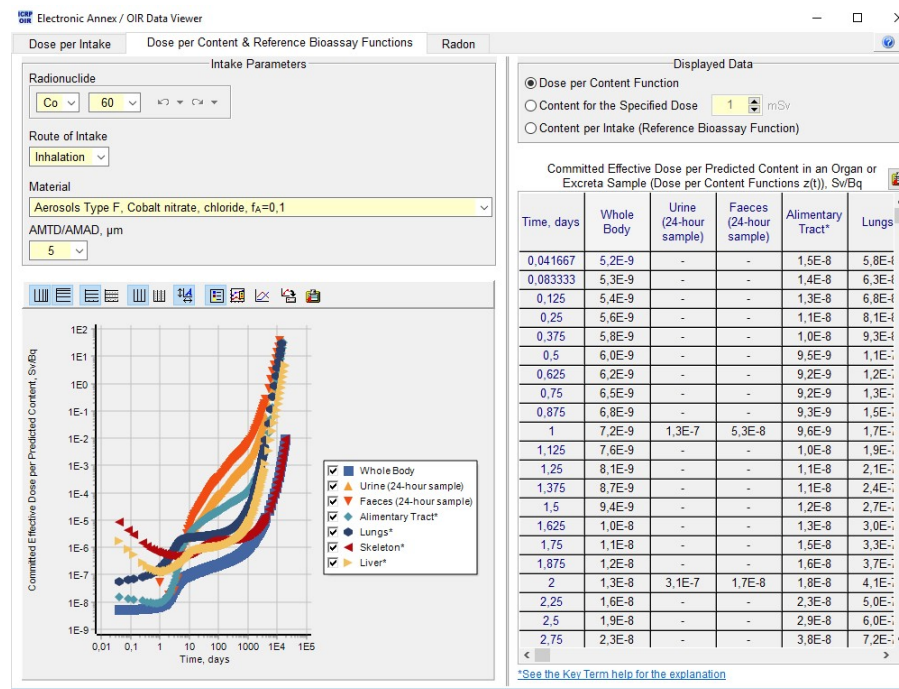
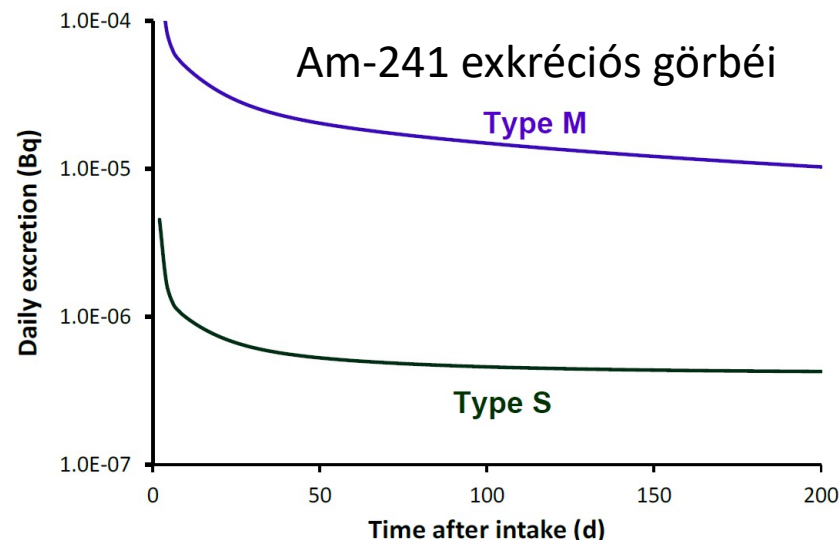
Recycling models
Physiological more realistic with regard to organ retention and excretion



Nekünk nem kell modellezni!

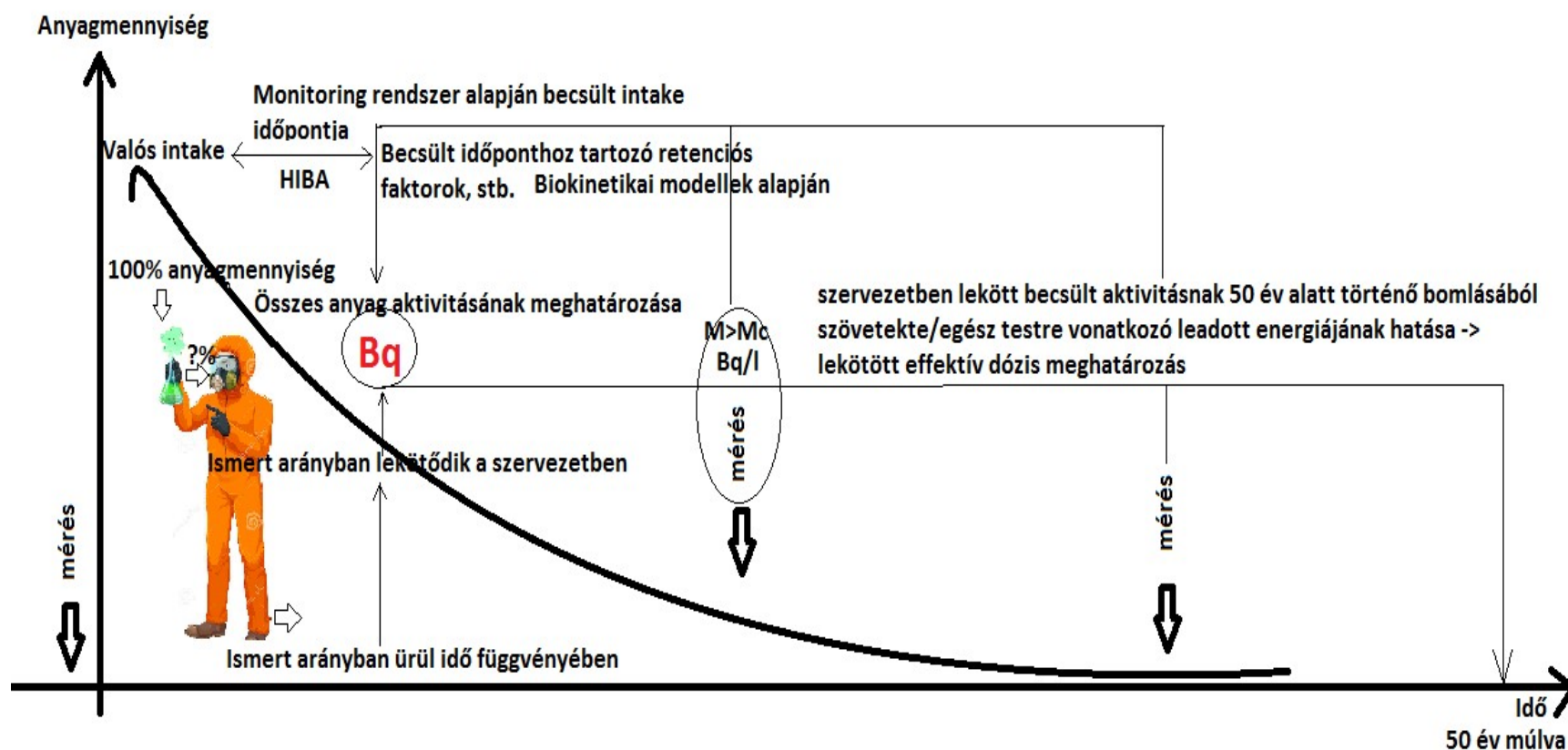
- Dózis koefficiens tartalmazza azokat a számításokat amik figyelembe veszik az adott izotópot, kémiai formát, bejutási módot, bomlás típust!
- Csak az össze bejutó radioaktivitást kell meghatároznunk és a megfelelő dózis koefficienst kiválasztani hozzá az ICRP táblázatokból!
- A bejutó összes aktivitáshoz tudni kell az adott anyag exkréciós paraméterét.
- $I(\text{felvétel}) = M(\text{mért érték})/m(t)$

M az a t idő pillanatban mért aktivitás a testben, $m(t)$ az a összes szervezetben lévő radioaktív anyag rész t idő eltelte után



4 A lekötött effektív dózis sematikus meghatározásának menete monitoring rendszeren belül

Ha a lekötött effektív dózis nagyobb mint 1mSv/év MONITORING rendszert kell alkalmazni a munkavállaló ellenőrzésére. (izotóp gyártás, pajzsmirigy terápia, atomerőmű)
A monitoring rendszert az OIR, ICRP Ideas Gudline, techrec 188 alapján kell összeállítani.



Kiadványok és szabványok

*Technical Recommendations
for Monitoring Individuals for
Occupational Intakes of
Radionuclides*



ISO 20553:2006. Monitoring of workers occupationally exposed to a risk of internal contamination with radioactive material

ISO 28218:2010. Performance criteria for radio-bioassay

ISO 27048:2011. Dose assessment for the monitoring of workers for internal radiation exposure

ISO 16638-1:2015. Monitoring and internal dosimetry for specific materials. Part 1: Uranium

ISO 16637:2016. Monitoring and internal dosimetry for staff exposed to medical radionuclides as unsealed sources

C.M. Castellani, J.W. Marsh, C. Hurtgen, E. Blanchardon, P. Bérard, A. Giussani, M.A. Lopez (2013). **IDEAS Guidelines** (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data. EURADOS Report 2013-01

Gyakorlatban hol találkozunk a dozimetriai fogalmakkal?

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

OSSKI TLD kiértékelő lapon

Éves jelentésekben

Programokban:

OLINDA,IMBA,IDEAS
SYSTEM,MONDAL

Farmakon használati
utasításában

Készülékek kézikönyvében

RADIONUCLIDE AND RADIATION PROTECTION DATA HANDBOOK (2002)

Thallium - 201

Half life: 3.04 days
Specific activity: $7.90E+15 \text{ Bq.g}^{-1}$

$^{201}\text{Tl}_{81}$


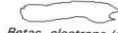



Risk group: 3
Risk colour: Yellow

Main emissions (keV)					
	Gamma or X	Beta (Emax)	Electrons	Alpha	
	E %	E %	E %	E %	E %
E1	71 47		16 10		
E2	135 3		84 16		
E3	167 10		153 3		
% omitted	94.1		28		

Exemption levels		
Quantity (Bq)		$1E+06$
Concentration (Bq.g^{-1})		$1E+02$

Transport (TBq)		
IAEA ST1 A ₁ value		$1E+1$
IAEA ST1 A ₂ value		$4E+0$

EXTERNAL EXPOSURE (mSv.h^{-1}) for an activity of 1 MBq or 1 MBq.m⁻² (as appropriate)

Point source (30 cm)	Infinite plane source	10 ml glass vial	Contact with 50 ml glass beaker	Contact with 5 ml plastic syringe
 Betas, electrons (skin dose) $0.00E+0$	 Betas, electrons (skin) 10 cm $1.4E-03$ 1 m $0.0E+00$ Photons (skin) 10 cm $1.6E-03$ 1 m $1.3E-03$ Photons (deep dose) 10 cm $1.6E-03$ 1 m $1.3E-03$ Gammas, X rays (deep tissue dose) $1.97E-4$	 100 cm $1.85E-5$	 $6.27E-2$	 $2.85E-1$

The values above do not include Bremsstrahlung radiation.

CONTAMINATION

Contamination skin dose (mSv.h^{-1})

Uniform deposit (1 kBq.cm^{-2})	$2.70E-1$
0.05 ml droplet (1 kBq)	$8.39E-3$

* If no probes are indicated the recommended technique is to use a wipe test in association with a probe or liquid scintillation technique

Detection

Recommended probes*

Alpha	
Beta	+
Gamma	+
X rays	++

Derived limits (Bq.cm^{-2})

Removable contamination

$2E+2$

Fixed contamination

$3E+2$

SHIELDING (mm)

Betas and electrons (Total absorption)

Glass	0.2
Plastic	0.3

Gamma and X rays (half and tenth value thickness)

	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{10}$
Lead	<1	1
Steel	3	12

INTERNAL EXPOSURE FOR WORKERS

COMMITTED EFFECTIVE DOSE PER UNIT INTAKE (Sv.Bq^{-1})

Ingestion	f_1	Inhalation	f_1	$1 \mu\text{m}$	$5 \mu\text{m}$
All compounds	1.000	All compounds	F	$4.7E-11$	$7.6E-11$
			M		
			S		
High dose organ	Lungs				
		20 mSv $ALL_{\text{Ingestion}}$	$2.1E+08$ (Bq)	20 mSv $ALL_{\text{Inhalation}}$	$2.6E+08$ (Bq)

MAXIMUM RECOMMENDED ACTIVITIES IN LOW LEVEL OR INTERMEDIATE LEVEL LABORATORIES (Bq)

PHYSICOCHEMICAL STATE		Subject to external exposure requirements which may be more restrictive					
		Volatility factor (k)	Supervised area		Controlled area		
			Bench	Fume hood	Bench	Fume hood	Glove box
All compounds		0.01	$1E+07$	$1E+08$	$4E+07$	$1E+08$	$5E+07$

139

Példa: egy munkavállaló Am-241 lélegzik be az anyag paramétereit (AMAD: $5\mu\text{m}$ részecske átmérőjű, M típusú, és a belégzés után 10 nappal méri meg a munkavállaló tüdő aktivitását. A mért érték 100Bq .

$t=10$ napon, $m(t)=0,05\text{Bq/Bq}$ felvétel tehát a belélegzett aktivitás 5%-a van már csak a tüdőben,

Mi a felvétel?

$$I=M/m(t)=100\text{Bq}/0,05=2000\text{Bq}=\text{felvétel}$$

A lekötött effektív dózis a munkavállalónak (ICRP 78) kiadványból kikeresett dózis koefficiens alapján:

$$e(50)=2,7 \cdot 10^{-5} \text{ Sv/Bq}$$

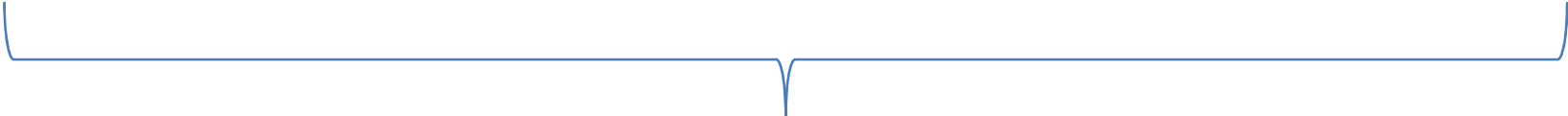
$$E(50)=I \cdot e(50)=2000\text{Bq} \cdot 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ Sv/Bq}=54\text{mSv}$$

Mi okoz problémát???? Az exkréciós paraméter beszerzése!!!!

Orvos Izotóplaboratóriumok különleges követelményei

- In vitro és alacsony felh. labor: felügyelt terület, sugártárcsa jelzés az ajtón,
- In vivo izotópdiagnosztikai laboratórium: előírt alapterületek (A melléklet), orvosszakmai minimál feltételek. (I,II,III progresszivitású intézmény), betegútvonalak leszabályozása, funkcionális kapcsolat a meleg laboratóriummal, tevékenységek elkülönítése térben vagy időben. Fizikai védelem megvalósulása, beadó helység –vizsgáló kapcsolat, fekvő vagy ambuláns terápia elkülönítése, elbocsátási szint (25mikorSv/h 1m-ről), Tc-99m felhasználásnál építészetiileg 1Pbmm ólom egyenértékű fal árnyékolás, átszórás <2mikroSv/h, generátor eluálás és farmakon előkészítés aszeptikus környezet, PET 500 vizsgálat felett automata beadót kell használni,
- Radiojód kezelések külön előírások vannak: beteg átszóródás szomszédos betegre $H^*(10) < 50 \text{mikroSv/h}$, külső falfelületen $H^*(10) < 2 \text{mikroSv/h}$,

Környezeti kibocsátások ellenőrzése

- Külön létesítményi határérték megállapítására/engedélyeztetésére nincs szükség.
 - Orv.izotóp laboratórium keletkező szennyvíz közcsatornába ereszthető, szifonba beépített mintavételi csontot kell kialakítani.
 - Felületi szennyezettség mérőt és 100MBq (gamma sugárzóknál) felett gamma dózis teljesítmény mérőt kell használni.
- 
- Ezeket az SL és az MSSZ tartalmazza és a sv. szakértő határozza meg.

Összefoglaló

- Nyitott radioaktív anyagok bármilyen munka során történő felhasználásra, munkahely kialakítására és üzemeltetésére vonatkozik. Nem vonatkozik a 487/2015 Korm. rendelet hatálya alá nem eső tevékenységekre, és az urán és a tórium vegyületek mikromorfológiai felhasználására.
- Laboratóriumok osztályozása az alapmennyiségek alapján történik (AM=20mSv inhall.1mikrom AMAD lekötött eff. Dóz. Felel meg)
- Tartalmazza az ipari és orvosi lab. Kategorizálását.
- Orvosi: I (alacsony felh, in vitro), II. in vivo.III. terápia besorolása
- Építészeti, csatorna, légtechnika paraméterekt és kiegészítő árnyékolásokat ír elő.
- Ellenőrzések kiterjednek a helyi ellenőrzött területek/munkavállalók ellenőrzésére de a belső sugárterhelés ellen. Is (1mSv felett monitoring rendszer)