



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA **ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT**

A CATHYMARA EURÓPAI UNIÓS PROJEKT EREDMÉNYEI

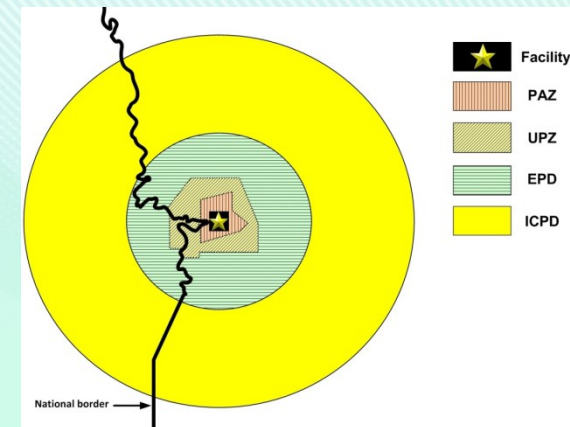
**Andrási Andor, Pántya Annamária, Pázmándi Tamás,
Zagyvai Péter**

Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont

Projektindítás, fő célok

OPERRA európai uniós projektek (**O**pen **P**roject for the **E**uropean **R**adiation **R**esearch **A**rea) egyik fő területe: Jelentős környezeti kibocsátással járó (=súlyos) nukleáris balesetek: Csernobil (1986), Fukushima (2011) tapasztalatainak elemzése, az uniós országok felkészültségének javítása

- CATHYMARA projekt: **Child and Adult Thyroid Monitoring After Reactor Accident (18 hónap, befejezés: 2017. V. 31.)**
- Fő irány: a baleset korai időszakában végzendő monitorozás stratégiája és végrehajtása; az eredményekre alapozott dózisbecslés (szükséges, de pontatlan és félrevezető is lehet); már ismert védelmi intézkedések alapjául szolgál (a „sürgős óvintézkedések zónája” = SÓZ/UPZ kiterjesztése: „extended planning distance” = EPD, valamint a ténylegesen elszenvedett dózis becslésére)



A projekt szervezése és lebonyolítása, részletes célok

- Munkacsomagok (WP) 1-1 vezető intézménnyel és „fő résztvevőkkel”, megbeszélések 3-4 havonta (projekt befejezése: 2017. május 31.)
- Intenzív e-mail kapcsolat a WP vezetők irányításával

Részletes célkitűzések:

- ☐ A gyors működésű pajzsmirigymérési és kiértékelési kapacitás felmérése egy kiterjedt európai nukleáris baleset esetére, ideértve a lakosság bevonásával végezhető méréseket is.
- ☐ A mérési eljárások összehangolása, a végrehajtás és kiértékelés általános protokolljának kidolgozása, különös tekintettel a gyermekek mérésére.
- ☐ Szakmai együttműködési hálózat kiépítése.
- ☐ Dozimetriai értékelés: lekötött effektív dózis vagy pajzsmirigy egyenértékdózis az alkalmasabb a baleseti védelmi intézkedések alapjaként?
- ☐ Útmutatók kidolgozása az optimális monitorozási stratégiáról, méréstechnikai és adatértékelési eljárásokról, a minimálisan szükséges technikai eszközökről, a nemzetközi együttműködés módjairól és a szükséges fejlődés irányáról.
- ☐ Felismert hiányosságok rögzítése és megszüntetésük terve, pl. „gyermek” és „felnőtt” mérési és értékelési körülmények különbözősége

A projekt résztvevői: kutatóintézetek, egyetemek, hatóságok, NGO

1. (projektvezető) **IRSN: Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Franciao.)**
2. **CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Spanyolo.)**
3. **CTU: České Vysoké Učení Technické v Praze (Csehország)**
4. **Göteborg University (Svédország)**
5. **IFIN-HH: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară Horia Hulubei (Románia)**
6. **IST-ID: Associação do IST para a Investigação e Desenvolvimento (Portugália)**
7. **MTA- Centre for Energy Research: Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont (Magyaro.)**
8. **Mutadis (Franciao.)**
9. **NCBJ: Narodowe Centrum Badań Jądrowych (Lengyelo.)**
10. **PHE: Public Health England (Egyesült Királyság)**
11. **RPI: Ukrainian Radiation Protection Institute (Ukrajna)**
12. **SCK-CEN: Studie Centrum voor Kernenergie - Centre d'Etude de l'énergie Nucléaire (Belgium)**
13. **SIS: Statens Institut for Strålebeskyttelse (Dánia)**
14. **SSM: Strålsäkerhetsmyndigheten (Svédország)**
15. **SÚRO: Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. (Csehország)**

Munkacsomagok – Work packages

- WP1 – projektvezetés
- WP2 – a jelenlegi helyzet felmérése az európai országokban **(MTA EK részvétel)**
- WP 3 és 4 – körmérések spektrometriás illetve egyszerű mérőrendszerekkel; az eredmények értékelése **(magyar résztvevőkkel)**
- WP5 – modellek kidolgozása, MCNP szimulációk (HP Ge és NaI(Tl) detektorokra, a méréstechnikai paraméterek életkori függésének számítógépes becslése
- WP6 – dózisszámítások **(MTA EK részvétel)**
- WP7 – ajánlások kidolgozása, publikálás **(MTA EK részvétel)**

Table 6. Reference values for thyroid volume and body height as a function of age

age group	thyroid volume (cm ³)	body height (cm)
1 y/o	1.7	76
5 y/o	3.3	109
10 y/o	7.6	138
15 y/o (female)	11.3	161
15 y/o (male)	11.4	167
adult (female)	16.1	163
adult (male)	18.8	176

Eredmények

Tanulmányok („Deliverables”) és az összehasonlító körmérések („Intercomparisons”) tapasztalatai

D5.23 „Report of Mutadis: compare existing European plans with civil society and Japanese experience” – passzív és aktív lakossági részvétel a korai időszakban szükséges szennyezettség-vizsgálatokban

D5.24 „Report of WP2 about existing plans and means, including comparison with international recommendations” – összefoglalás a baleset-elhárítási tervek vonatkozó részeiről

WP 2 – felmérések a jelenlegi helyzetről

Table 4: Relation between countries, number of institutions that have answered the survey and the existence or not, of a national plan for monitoring members of the public for contamination with a radioactive material following a nuclear accident.

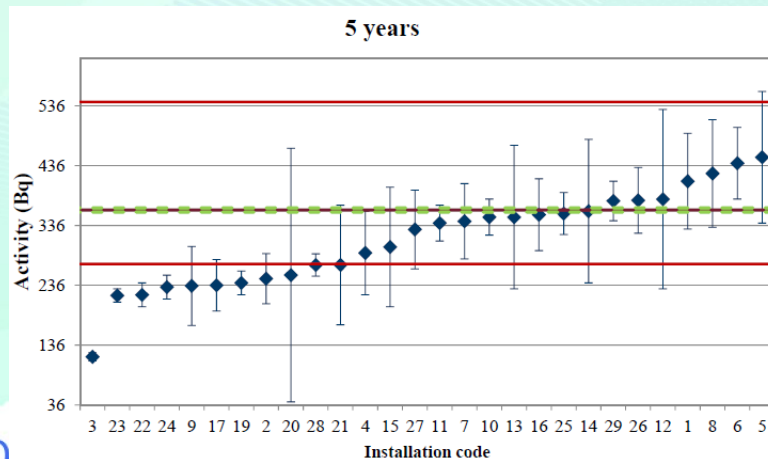
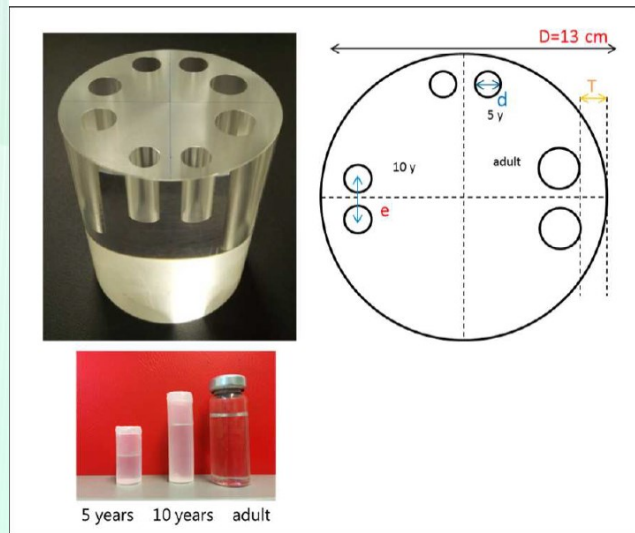
Country	Number of Institutions	Existence of a national plan	
		Yes	No
Belgium	2		x
Bulgaria	1	x	
Czech Republic	2	x	
Estonia	1	-	-
France	2	x	
Germany	2	x	
Hungary	3	x	
Italy	1		x
Lithuania	1	x	
Norway	1	x	
Poland	4		x
Portugal	2		x
Slovenia	1	x	
Spain	1	x	
Sweden	1		x
The Netherlands	2	x	
Ukraine	1	x	
United Kingdom	3	x	
Total	31	12	5

- not answered

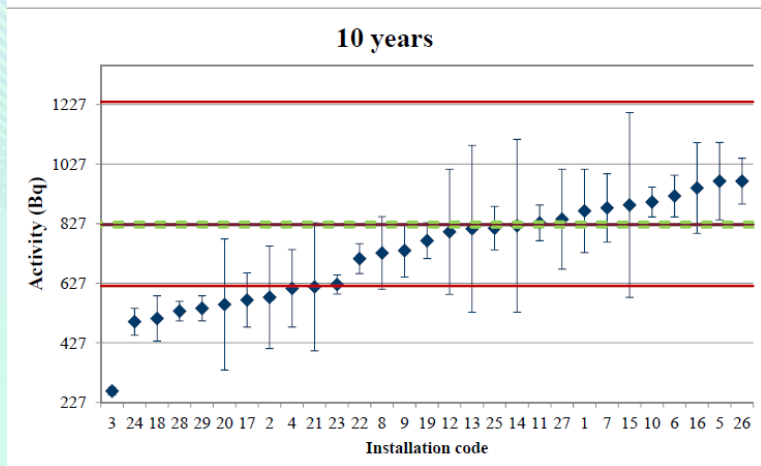
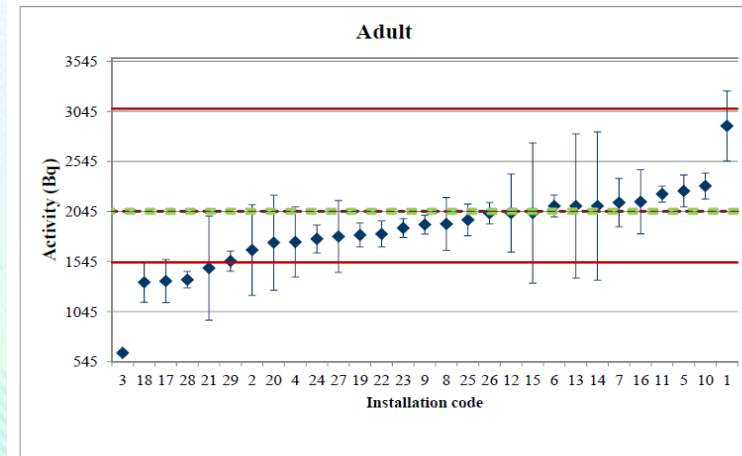
17-ből 5 európai ország nukleárisbaleset-elhárítási terveiben nincs részletesen kidolgozva a lakosságot ért belső terhelés monitorozása

WP 3 - Összehasonlító körmérés 1.

Az SCK-CEN-ben kidolgozott „3 életkorú” fantom és hozzá tartozó ^{133}Ba -tartalmú mintasorozat



Following plots show the results of all participants including the reported uncertainties. Each plot shows a green line which is the reference activity value and the associated uncertainty. The red lines show respectively -25% and +50% of the reference values which are recommended as action levels in ISO 12790 *Performance criteria for radiobioassay*.

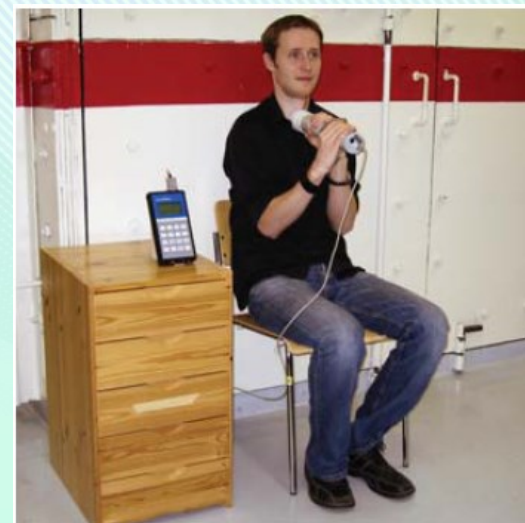


D5.25 Report of WP3 - intercomparison results for mobile units (γ -spektrometria)

WP 4 – Körmérés 2 - mérések, amelyeket a „lakosság” is végezhet („citizenship” measurements)

D5.26 „Report of WP4 about inter-comparison results for non-trained responders” – valójában: egyszerű mérőeszközökkel végzett körmérés a baleset idején bevonható intézmények részvételével

Participant	Address
Falu lasarett Sweden	BFM/Nuclear medicine Falu lasarett, 791 82 Falun
Gävle sjukhus Sweden	Nuklearmedicin Gävle sjukhus, 801 87 Gävle
Hallands sjukhus Sweden	Department of Medical Technology Medical Physics/Medicinsk teknik Hallands sjukhus Halmstad, 301 85 Halmstad
Linköping University Sweden	Linköping University Radiation Physics, 581 85 Linköping
NCBJ Poland	National Centre for Nuclear Research Radiation Protection Measurements Laboratory ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock
CLOR Poland	Central Laboratory for Radiological Protection Laboratory for Iodine Monitoring Konwaliowa St. 7, 03-194 Warsaw
BFS Germany	German Federal Office for Radiation Protection Incorporation Monitoring, Oberschleissheim office Bundesamt fuer Strahlenschutz, AG-SG 2.5 Ingolstaedter Landstrasse 1, 85764 Neuherberg
CIEMAT Spain	CIEMAT (Internal Dosimetry Service) Radiation Dosimetry Unit Whole Body Counter – CIEMAT (Laboratorio del CRC) Avenida Complutense, 40. C.P. 28040 MADRID. 34 building
ENEA Italy	Institute of Radiation protection ENEA Casaccia Research Centre, Building T1 Via Anguillarese 301 – 00123 Rome
SURO-NRPI Czech Republic	SÚRO (NRPI) Internal contamination department Bartošková 28, Praha 4, 140 00
FJ GmbH Germany	Division of Safety and Radiation Protection Competent Incorporation Monitoring Body Jülich (CIMB-J) Forschungszentrum Jülich GmbH, S-BI Leo-Brandt-Straße, 52428 Jülich
SCK CEN Belgium	Laboratory for Anthropogammametry Boeretang 200, B-2400 Mol



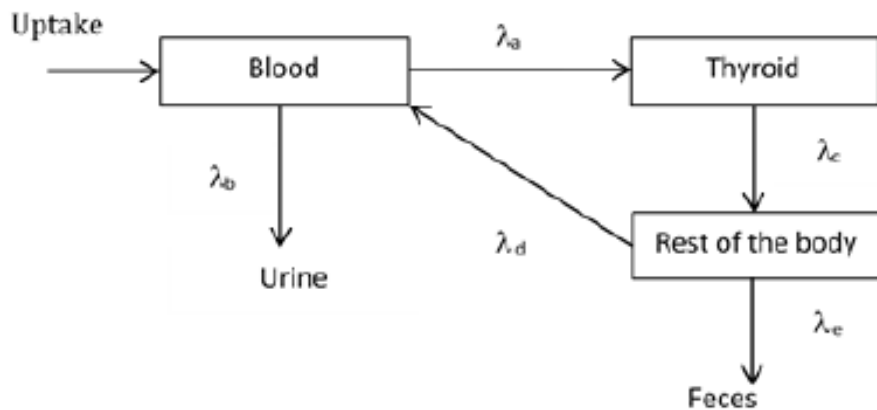
Összefoglaló dokumentumok

- D5.27 „Report of WP5 about Monte Carlo calculated age dependent calibration factors” – Hatásfokkalibrációs számítások 3 szcintillációs és 1 félvezető detektoros mérőhelyre, a mérendő személyek életkorától függően**
- D5.28 „Report of WP6 about dose assessment tools and associated demonstration software if needed” – dózisszámítások táblázatok és szoftverek segítségével.**
- D5.31 „Technical guidelines for radioiodine in thyroid monitoring” – WP 7 Kivitelezési útmutató pajzsmirigybe jutott radiojód(ok) monitorozására**
- D5.32 „Guidelines for development of monitoring strategies and derivation of reference levels” – WP 7 javaslatok egységes monitorozási stratégia kidolgozására és egységes vonatkoztatási szintekre**

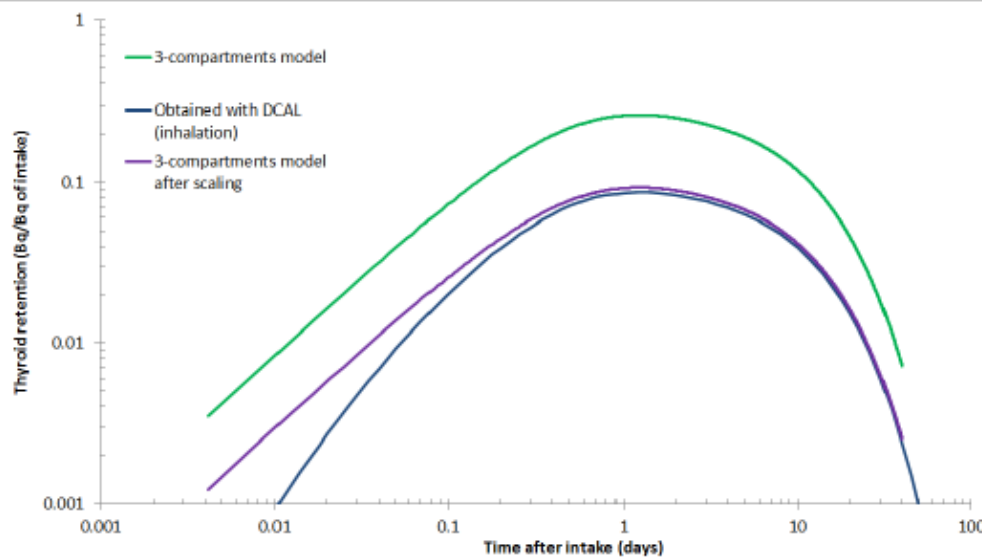
WP 6 - Dózisszámítások

- A felvétel óta eltelt időpontokban mért pajzsmirigy-aktivitás egységére jutó pajzsmirigy-egyenértékdózis és effektív dózis számításához tartozó tényezők az életkor függvényében, ^{131}I - ^{135}I és ^{132}Te radioizotópokra.
- A magzat pajzsmirigy dózisának számítása az anyán végzett mérésekből.
- Korrekciós tényezők a már nem mérhető jódizotópok figyelembe vételére.
- Jódprofilaxis dóziscsökkentő hatásának modellszámításai.
- Lenyelés és különböző fizikai és kémiai formák belégzésének különbségei.
- A jelenleg használatos, belső terhelést számító szoftverek összehasonlítása, baleseti helyzetben történő alkalmazás esetére.

WP6 - dózisszámítások

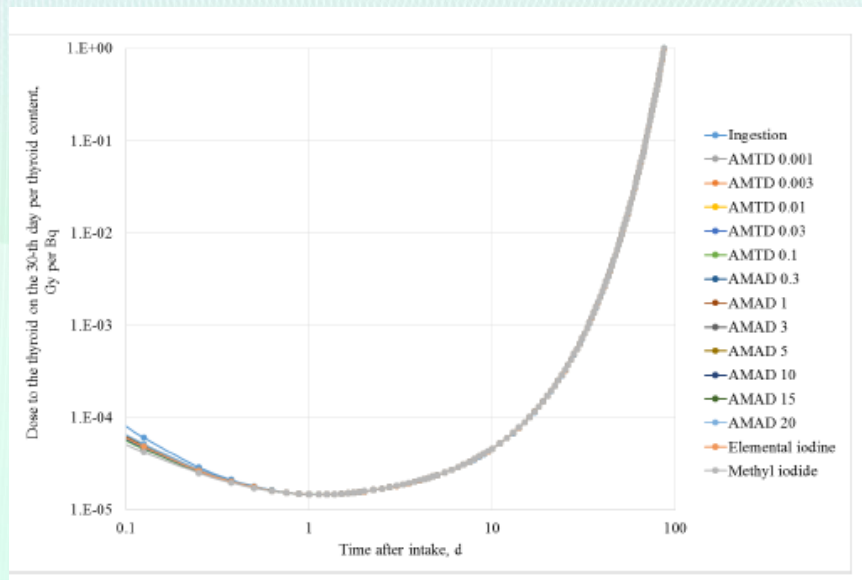


A számítások és más modellekkel (pl. DCAL) való összevetés alapja: egyszerű 3 kompartmentes modell. A pajzsmirigy felvételi aránya a belégzésnél 0,34-szerese a lenyelésnek. Az egyes életkori csoportok között a λ_c , λ_d , λ_e sebességi állandókban van jelentős különbség. (Nagyságrendjük $10^{-2} - 10^{-4} \text{ h}^{-1}$)



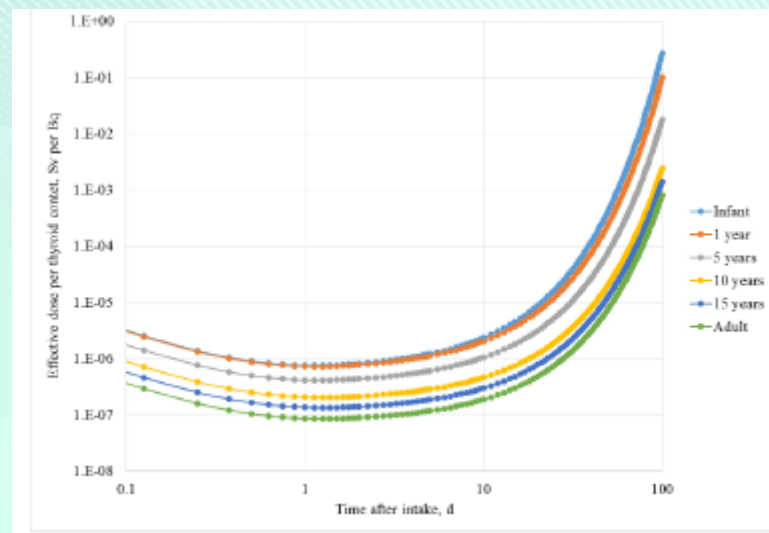
A pajzsmirigyben visszatartott radiojód-aktivitás aránya a felvett aktivitáshoz képest az idő függvényében, a DCAL és a 3 kompartmentes modell összehasonlítása.

WP6 - dózisszámítások



Lekötött effektív dózis / ^{131}I -aktivitás a pajzsmirigyben („effective dose per thyroid content”; Sv/Bq) a felvétel óta eltelt idő függvényében, 1 μm AMAD részecskékre, „F” kiürülési típussal, belégzésre, különböző korcsoportokra.

Lekötött pajzsmirigy-egyenértékdózis / ^{131}I -aktivitás a pajzsmirigyben („thyroid dose per thyroid content”; Sv/Bq) a felvétel óta eltelt idő függvényében, csecsemőkre, lenyelésre és belégzésre, számos aeroszolfajtára = segédlet a gyors dózisbecsléshez.



WP6 - dózisszámítások

Table 2.7. Dose coefficients $d_r^{T_A(30d)}$ of committed absorbed dose to the thyroid at 30th day after intake of radioiodines and Te-132 for different source term conditions and age groups, Gy per Bq

Radio-nuclide	Age group	Ingestion	Inhalation												Elemental iodine*	Methyl iodide*
			AMTD 0.001	AMTD 0.003	AMTD 0.01	AMTD 0.03	AMTD 0.1	AMAD 0.3	AMAD 1	AMAD 3	AMAD 5	AMAD 10	AMAD 15	AMAD 20		
I-131	Infant	3.6E-06	1.9E-06	2.2E-06	2.6E-06	2.5E-06	1.6E-06	1.1E-06	1.4E-06	1.7E-06	1.7E-06	1.5E-06	1.5E-06	1.5E-06	3.3E-06	2.5E-06
I-132		4.0E-08	2.4E-08	2.9E-08	3.4E-08	3.4E-08	2.2E-08	1.5E-08	1.8E-08	2.2E-08	2.1E-08	1.9E-08	1.9E-08	1.9E-08	4.3E-08	3.7E-08
I-133		9.6E-07	5.2E-07	6.0E-07	7.1E-07	6.8E-07	4.5E-07	3.0E-07	3.8E-07	4.7E-07	4.6E-07	4.1E-07	4.1E-07	4.1E-07	8.9E-07	7.0E-07
I-134		6.3E-09	4.6E-09	5.5E-09	6.7E-09	6.6E-09	4.4E-09	2.9E-09	3.4E-09	4.1E-09	4.0E-09	3.5E-09	3.5E-09	3.5E-09	8.2E-09	8.2E-09
I-135		1.9E-07	1.0E-07	1.2E-07	1.4E-07	1.4E-07	9.1E-08	6.2E-08	7.7E-08	9.4E-08	9.2E-08	8.1E-08	8.1E-08	8.1E-08	1.8E-07	1.5E-07
Te-132		6.5E-07	4.7E-07	5.7E-07	7.1E-07	7.1E-07	4.7E-07	3.1E-07	3.6E-07	4.2E-07	4.1E-07	3.6E-07	3.6E-07	3.6E-07	9.1E-07	9.1E-07
I-131	1 year	3.5E-06	1.9E-06	2.2E-06	2.5E-06	2.5E-06	1.6E-06	1.1E-06	1.4E-06	1.7E-06	1.7E-06	1.5E-06	1.5E-06	1.5E-06	3.1E-06	2.5E-06
I-132		3.5E-08	2.2E-08	2.6E-08	3.1E-08	3.1E-08	2.0E-08	1.3E-08	1.6E-08	2.0E-08	1.9E-08	1.7E-08	1.7E-08	1.7E-08	3.8E-08	3.3E-08
I-133		8.6E-07	4.7E-07	5.5E-07	6.5E-07	6.4E-07	4.1E-07	2.8E-07	3.5E-07	4.3E-07	4.2E-07	3.7E-07	3.7E-07	3.7E-07	8.0E-07	6.3E-07
I-134		5.6E-09	4.1E-09	4.9E-09	6.1E-09	6.2E-09	4.0E-09	2.6E-09	3.1E-09	3.7E-09	3.6E-09	3.1E-09	3.1E-09	3.1E-09	7.3E-09	7.3E-09
I-135		1.7E-07	9.4E-08	1.1E-07	1.3E-07	1.3E-07	8.3E-08	5.6E-08	7.0E-08	8.5E-08	8.3E-08	7.3E-08	7.3E-08	7.3E-08	1.6E-07	1.3E-07
Te-132		3.2E-07	3.7E-07	4.7E-07	6.2E-07	6.5E-07	4.2E-07	2.7E-07	2.9E-07	3.3E-07	3.1E-07	2.7E-07	2.7E-07	2.7E-07	7.8E-07	7.8E-07
I-131	5 years	2.0E-06	1.1E-06	1.2E-06	1.4E-06	1.4E-06	8.1E-07	5.1E-07	7.0E-07	9.5E-07	9.5E-07	8.4E-07	8.4E-07	8.4E-07	1.8E-06	1.4E-06
I-132		1.9E-08	1.2E-08	1.4E-08	1.6E-08	1.6E-08	9.3E-09	5.8E-09	7.6E-09	1.0E-08	1.0E-08	9.0E-09	9.0E-09	9.0E-09	2.0E-08	1.7E-08
I-133		4.6E-07	2.5E-07	2.9E-07	3.4E-07	3.3E-07	1.9E-07	1.2E-07	1.6E-07	2.2E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07	2.0E-07	4.2E-07	3.3E-07
I-134		2.9E-09	2.1E-09	2.6E-09	3.2E-09	3.2E-09	1.8E-09	1.1E-09	1.4E-09	1.9E-09	1.9E-09	1.7E-09	1.7E-09	1.7E-09	3.8E-09	3.8E-09
I-135		8.7E-08	5.0E-08	5.8E-08	6.8E-08	6.7E-08	3.8E-08	2.4E-08	3.3E-08	4.4E-08	4.4E-08	3.9E-08	3.9E-08	3.9E-08	8.4E-08	6.8E-08
Te-132		1.7E-07	1.9E-07	2.5E-07	3.2E-07	3.3E-07	1.9E-07	1.2E-07	1.4E-07	1.7E-07	1.7E-07	1.5E-07	1.5E-07	1.5E-07	4.1E-07	4.1E-07

Dóziskonverziós tényezők lekötött pajzsmirigy-egyenértékdózis számítására különböző beviteli módokra és korcsoportokra

WP7 – Monitorozási stratégia kidolgozási útmutatója

- 1) Kinek a feladata a monitorozás, a dózisszámítás és az eredmények rögzítése;
- 2) A monitorozás céljai és feladatai (dóziscsökkentő intézkedések meghozatala, biztonság növelés)
- 3) A monitorozás helyi és időbeli kivitelezésének terve;
- 4) A vizsgálandó személyek kiválasztása;
- 5) Hol, mikor, meddig van szükség a mérésekre;
- 6) Milyen radionuklidok mérése szükséges;
- 7) Milyen mérési eljárások hajthatók végre;
- 8) Hogyan hajtsák végre a méréseket;
- 9) Mik legyenek a közvetlen mérési eredmények;
- 10) Hogyan tárolják és értelmezzék a mérési eredményeket;
- 11) Dózisszámítások: elnyelt dózis, egyenértékdózis és lekötött effektív dózis megkülönböztetése;
- 12) Beavatkozási szintek meghatározása és használata;
- 13) Hogyan tájékoztassák a lakosságot a mérések eredményéről;
- 14) Hogyan foglalják össze az eredményeket a döntéshozóknak.

WP 7 – A védelmi stratégia rendszere (IAEA analógia)

Vonatkoztatási szint (RL) kitűzése

**Set reference level
of residual dose between
20 mSv - 100 mSv**

Alapkritériumok (GC) kitűzése
adott besugárzási helyzetekhez

**Establish Generic Criteria of projected or
received dose warranting specific protective
actions and other response actions**

Mérhető szintek (OIL-ok) hozzárendelése a GC-khez

**Develop default operational criteria:
measurable parameters or observables
(e.g. OILs, EALs)**

**Reference level
of residual dose**

100 mSv

**Emergency
exposure situation**

20 mSv

**Existing
exposure situation**

1 mSv

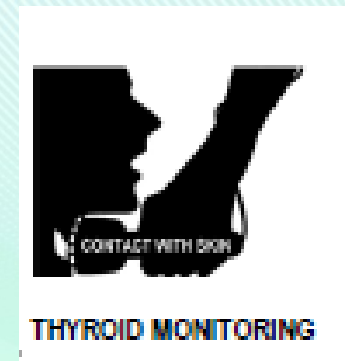
**Planned
exposure situation**

WP 7 – Útmutatók, vonatkoztatási szintek

A CATHYMARA projekt párhuzamosan futott az IAEA GSR Part 7 („Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency”) és az EPR NPP OILs („Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies and Methodology for Their Derivation”) kiadásával, de a javaslatok összhangban vannak az IAEA anyagaival.

ATTENTION: Only use this OIL if the answer to all the following questions is 'yes'.

Has there been a release of radioactive material from an LWR or its spent fuel?	☐ Yes	☐ No
Are you assessing the ambient dose equivalent rate measured in front of the thyroid in contact with the skin?	☐ Yes	☐ No
Was the person decontaminated and the contaminated outer clothing removed before monitoring?	☐ Yes	☐ No
Was the measurement taken in the first week after the possible intake of I-131?	☐ Yes	☐ No
Did you use an instrument with an effective window area of $\leq 15 \text{ cm}^2$ and a response of $\geq 0.1 \text{ } \mu\text{Sv/h}$ per kBq of I-131 activity in the thyroid? Further details are given in Section 3.7.1.3.	☐ Yes	☐ No



OIL8 = $0,5 \text{ } \mu\text{Sv/h}$ nettó gamma-dózistelési mérték

Alapkritérium (GC) = 100 mSv lekötött pajzsmirigy dózis



Köszönöm a figyelmet!