

Radon és leányelemeihez kapcsolódó dóziskonverziós tényezők számítása komplex numerikus modellek és saját fejlesztésű szoftver segítségével

Farkas Árpád és Balásházy Imre

MTA Energiatudományi Kutatóközpont

XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam
Hajdúszoboszló, 2014. május 14



> Legújabb szám

> Különszámok

> Archívum

Sugárvédelem

VII. évf. (2014) 1. szám. 10–26.

Radon és leányelemeihez kapcsolódó dóziskonverziós tényezők számítása komplex numerikus modellek és saját fejlesztésű szoftver segítségével

Farkas Árpád*, Balásházy Imre

¹Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont,
Konkoly-Thege Miklós út 29-33, 1121 Budapest

*farkas.arpad@energia.mta.hu

Title: Computation of dose conversion factors related to the inhalation of radon progenies by complex numerical models and self-developed software

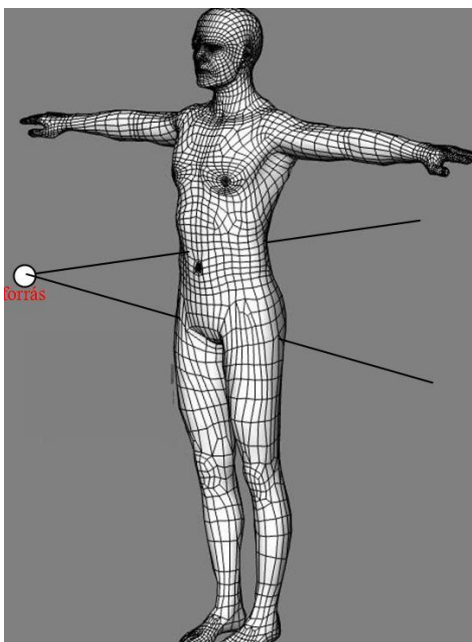
Abstract – Knowledge of the exact values of dose conversion factors is essential for the quantification of the internal dose and for the assessment of the related health risks. These

Belehalhatnak a sugárfertőzésbe a mexikói kamiontolvajok

2013. december 05., csütörtök, 05:13 • Utolsó frissítés: 2013. december 05., csütörtök, 11:43

Szerző: MTI

Címkék: Mexikó; radioaktív sugárzás; sugárfertőzés; sugárzó anyag; hasadóanyag;



^{60}Co

$c = 110 \text{ TBq}$

$d = 1 \text{ m}$

egy óra alatt, 40 Sv dózist kapna egy ember, ha a mexikói forrástól 1 méterre tartózkodna

6 perc = félhalálos dózis

konverzió

$0,35 \text{ mGy}/(\text{GBq h})$

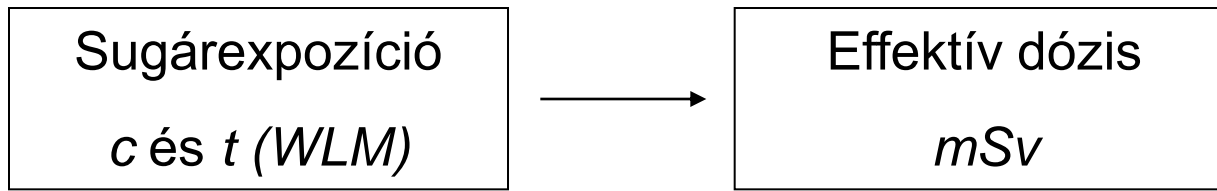
sugarbio.blogspot.hu





Bevezető

Dóziskonverzió (radonra):



mSv/WLM

vagy

$mSv/[(Bq/m^3) \times h]$

Effektív dózis:
$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

ahol w_T a T szövet vagy szerv súlytényezője, w_R az R típusú sugárzás súlytényezője, $D_{T,R}$ az R sugárzástól származó, T szövetben vagy szervben elnyelt dózis átlagértéke.

$$WLM = WL \times 170 h$$

WLM – munkaszint hónap

$$1 WL = 130\,000 MeV/l$$

WL – munkaszint



Bevezető

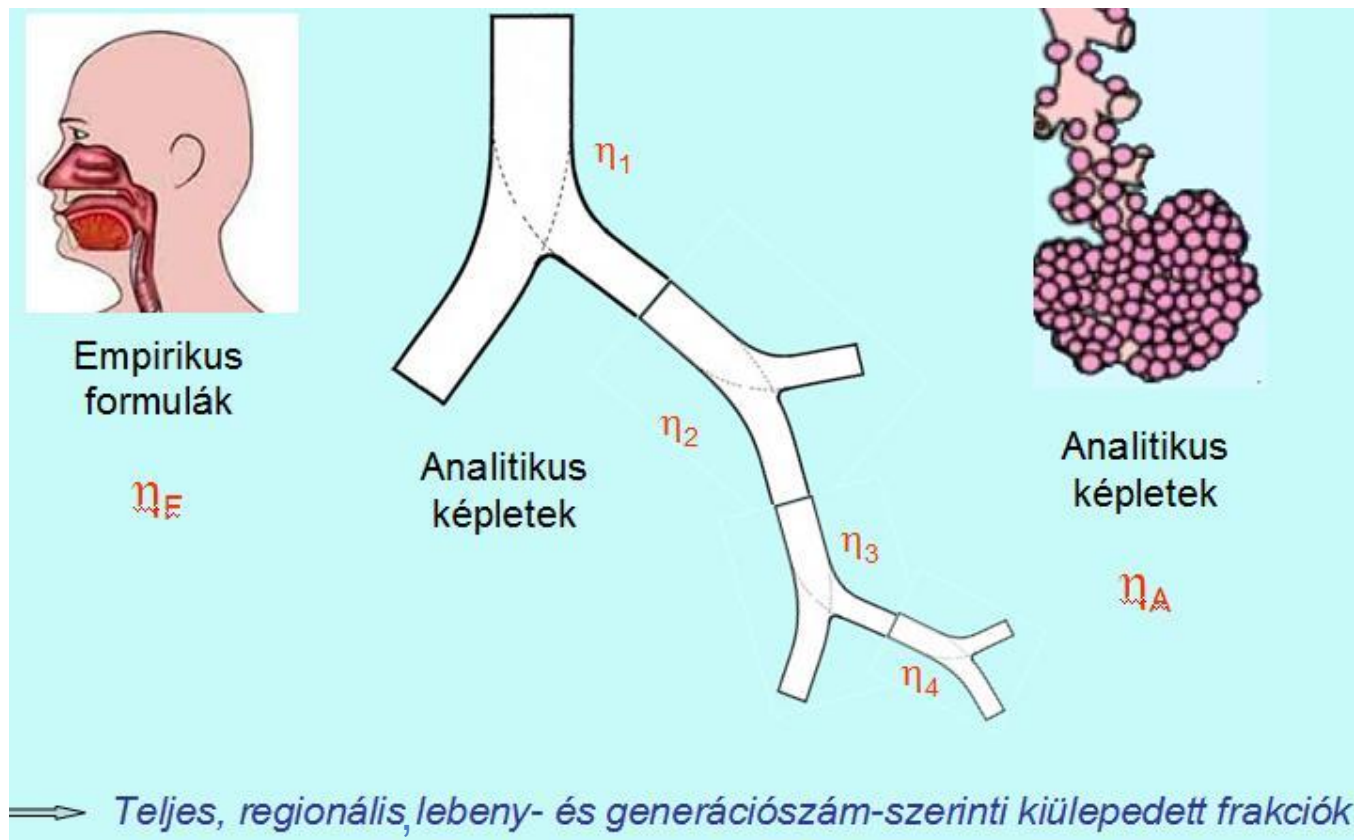
Epidemiológia:

	dolgozók	népesség	
Tüdőrák kockázat:	$5,6 \times 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$	$7,3 \times 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$	(ICRP60, 1991)
	$4,2 \times 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$	$5,7 \times 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$	(ICRP103, 2007)
Tüdőrák kockázat:	$2,8 \times 10^{-4} \text{ WLM}^{-1}$		(ICRP65, 1993)
	$5,0 \times 10^{-4} \text{ WLM}^{-1}$		(ICRP115, 2010)

DCF (régi):	5 mSv/WLM	4 mSv/WLM
DCF (új):	12 mSv/WLM	9 mSv/WLM

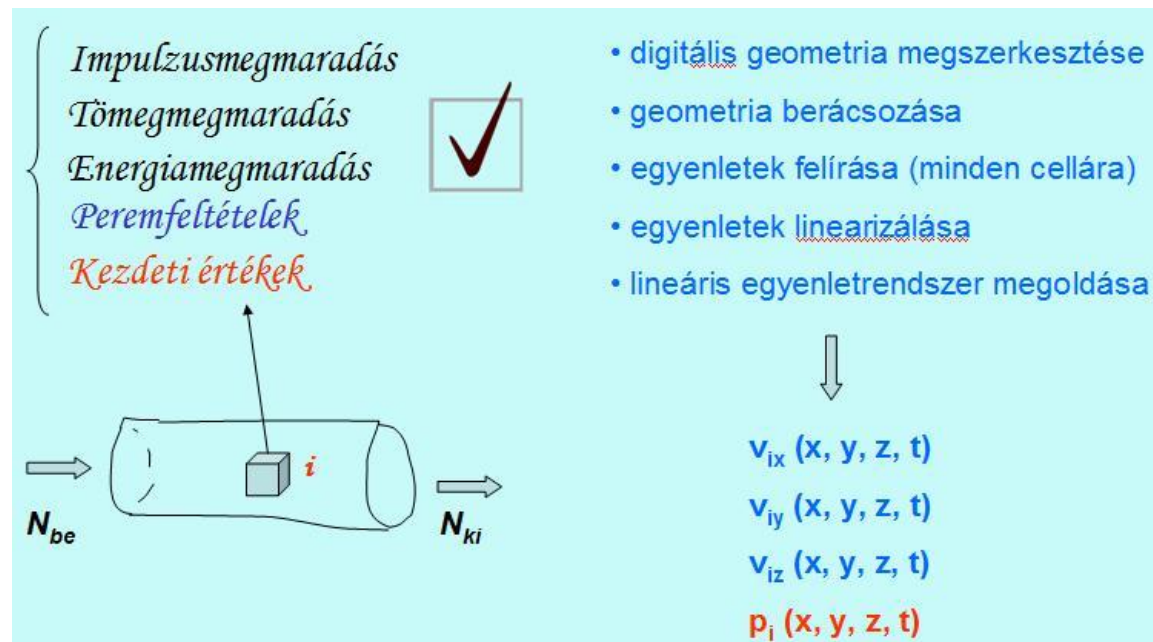
1. Részecskedepozíciós tüdőmodell(ek)

1a. Sztochasztikus Tüdőmodell (eredetileg Koblinger & Hofmann)



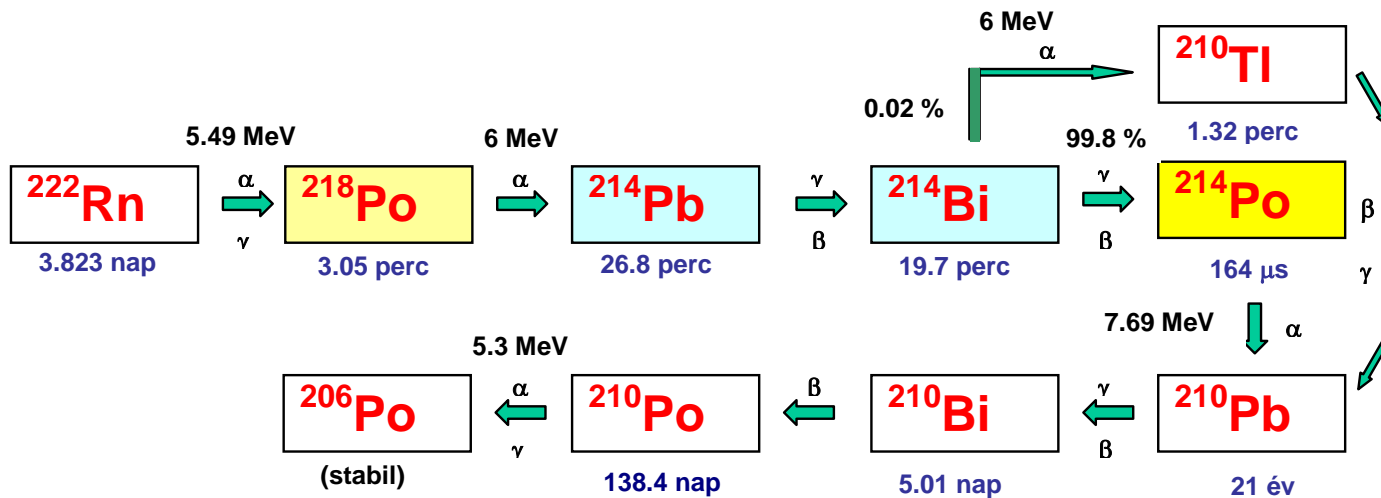
1b. Numerikus áramlástan (CFD) modell

- kis részekre (cellákra) osztjuk a teret
- lépésről-lépésre követjük az egyedi radioaktív részecskéket



- + átlagértékek helyett lokális kiülepedéseloszlást szolgáltat
- nem alkalmazható egyszerre a teljes légzőrendszerre

Bomlási sor



alfa-bomló rövid felezési idejű izotópok: ^{218}Po , ^{214}Po

modellezett radon leányelemek: ^{218}Po , ^{214}Pb , $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$

kitapadt radon leányelemek: ^{218}Po , ^{214}Pb , $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$

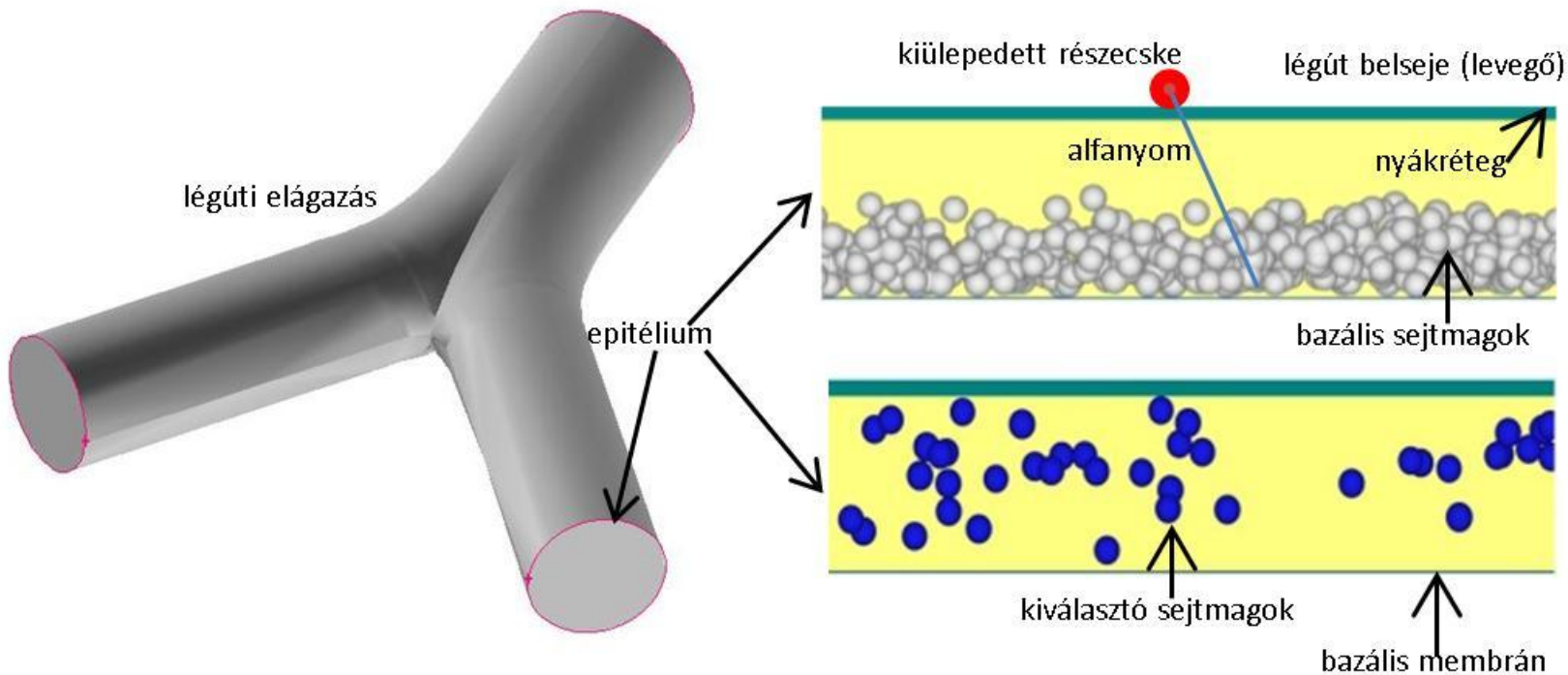
ki nem tapadt radon leányelemek: ^{218}Po



Módszer

2. Dozimetriai modell

Bronchiális rész



Bronchioláris és acináris rész

ICRP66 (1994) modellt alkalmazzuk: AF_i

- 6 MeV-es alfa-részecske (^{218}Po)
- 7.69 MeV-es alfa-részecske (^{214}Po)



Alkalmazás: lakás és uránbánya

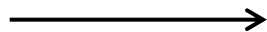
Expozíciós és légzési adatok

Lakás	légzési paraméterek	légzési mód	orrlégzés	ICRP66, 1994
		<i>FRC</i> (l)	3,3	ICRP66, 1994
		légzési térfogat (l)	0,75	ICRP66, 1994
		légzési ciklusidő (s)	5	ICRP66, 1994
	aeroszol paraméterek	<i>AMAD</i> (nm)	kitapadt: 200 ki nem tapadt: 1	BEIR VI, 1999
		aktivitáskoncentráció arányok ($^{218}\text{Po}/^{214}\text{Pb}/^{214}\text{Bi}$)	0,58/0,44/0,29	BEIR VI, 1999
		ki nem tapadt hányad (%)	6	Haninger, 1997
Uránbánya	légzési paraméterek	légzési mód	orrlégzés	ICRP66, 1994
		<i>FRC</i> (l)	3,3	ICRP66, 1994
		légzési térfogat (l)	1,25	ICRP66, 1994
		Légzési ciklusidő (s)	3	ICRP66, 1994
	aeroszol paraméterek	<i>AMAD</i> (nm)	kitapadt: 200 ki nem tapadt: 1	BEIR VI, 1999
		aktivitáskoncentráció arányok ($^{218}\text{Po}/^{214}\text{Pb}/^{214}\text{Bi}$)	0,6/0,29/0,21	BEIR VI, 1999
		ki nem tapadt hányad (%)	1	Samet, 1989

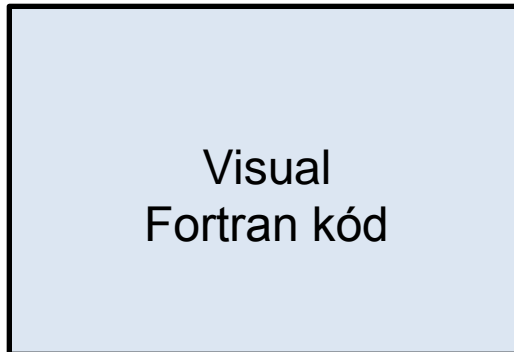


Szoftverfejlesztés

Sugárexpozíciós
adatok



Légzési adatok



DCF

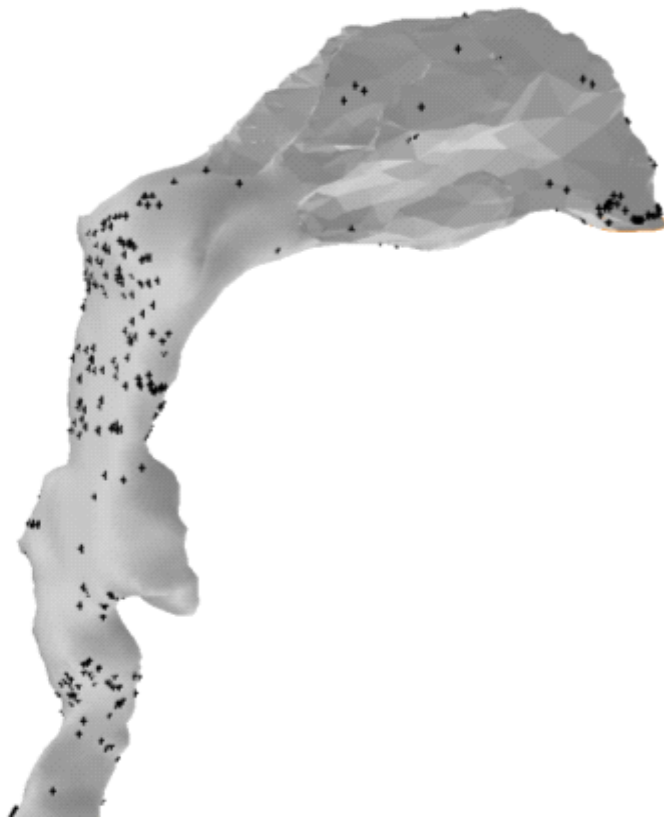
Elvárások:

- egyszerű, átlátható, könnyen használható
- felhasználóbarát
- flexibilis, könnyen továbbfejleszthető



Eredmények, részecskekiülepedés

Kiülepedéseloszlások



felső légúti régió



bronchiális régió



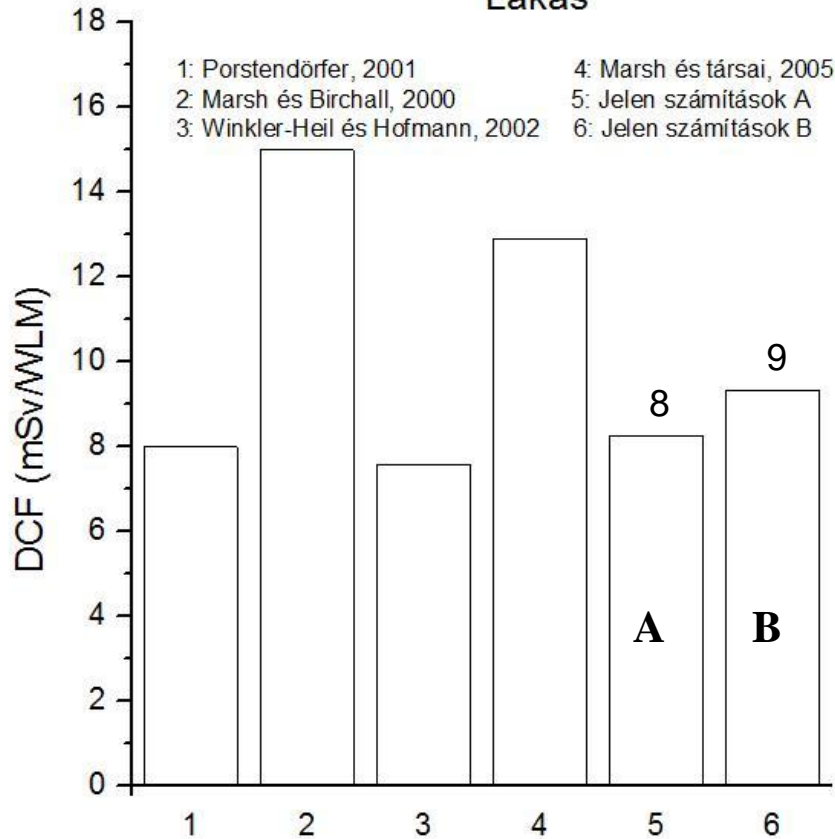
Eredmények, részecskekiülepedés

Kiülepedési frakciók

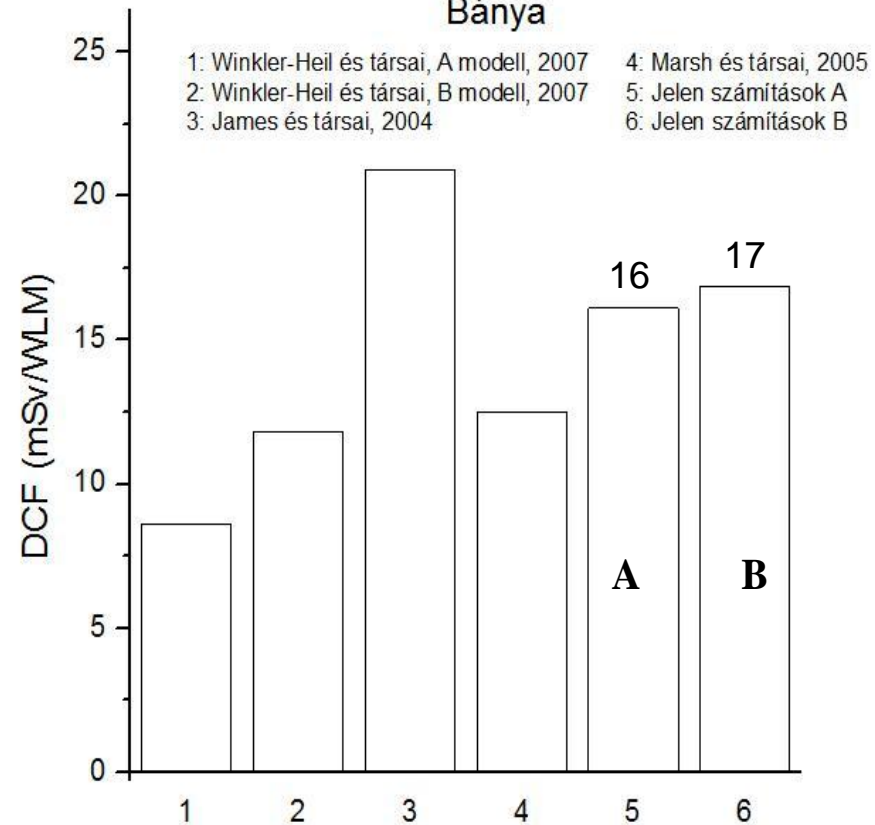
	ki nem tapadt hányad kiülepedési frakciója (f_{i1})	kitapadt hányad kiülepedési frakciója (f_{i1})	teljes kiülepedési frakció (F_i)	
ET	0,906	0,072	-	Lakás
BB	0,0664	0,0067	0,010282	
bb	0,0194	0,029	0,028424	
Ac	0,0002	0,12	0,112812	
ET	0,83	0,0555	-	Bánya
BB	0,0899	0,0049	0,00575	
bb	0,0671	0,023	0,023441	
Ac	0,00314	0,124	0,1227914	

Eredmények, dózikonverziós faktorok

Lakás



Bánya





Eredmények, szoftver

Felhasználói grafikus felület

DOSECONV 1.0

DOSECONV 1.0

BEMENETI ADATOK

Légzési mód

Alvó légzés
Nyugodt légzés, ülő
Könnyű fizikai munka
Nehéz fizikai munka

szabad hányad fp

0.06

aktivitás arányok c2/c1 c3/c1

0.759 0.5

egyensúlyi tényező" F

0.4

EREDMÉNYEK

Konverziós együttható

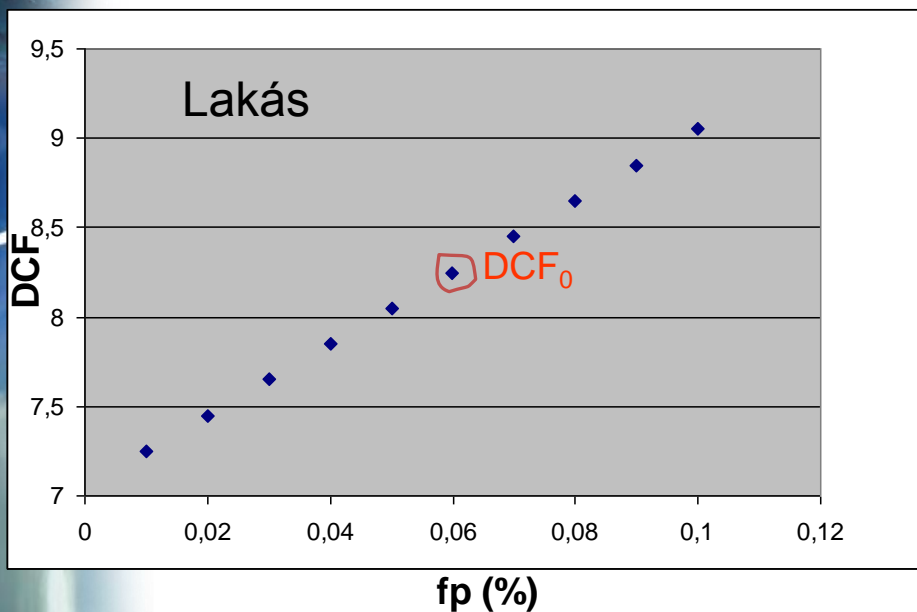
mSv/WLM 8.66

mSv/(h×Bq/m3) 0.55E-05

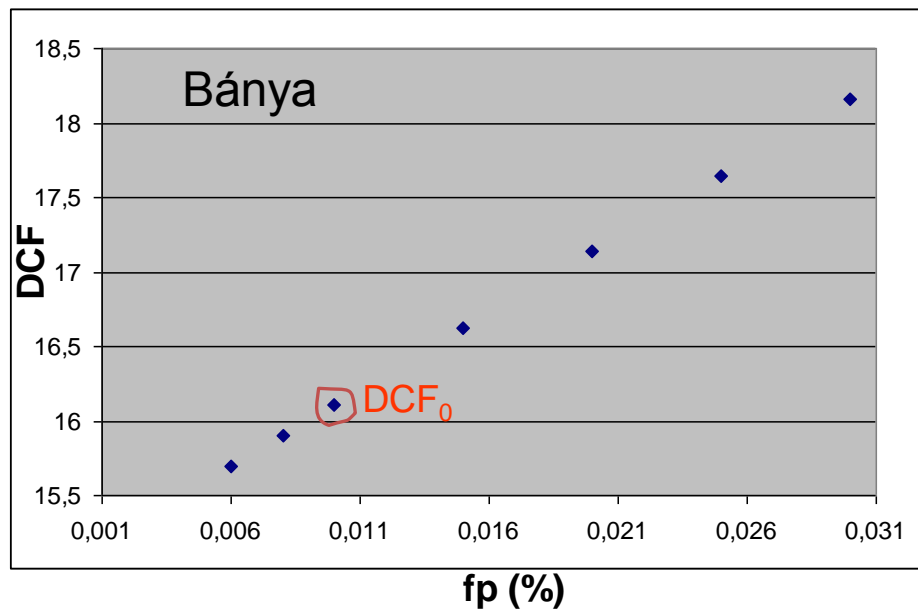
SZÁMÍTÁS **KILÉPÉS**

Eredmények, szoftver alkalmazása

1 Példa: érzékenység vizsgálat, a ki nem tapadt hányad (f_p) hatása



$DCF_0 \pm 13\%$



$DCF_0 \pm 16\%$



Következtetések

Az egyre pontosabb epidemiológiai eredmények, másfelől a sugárbiológia és a modellfejlesztés újabb és újabb eredményei időről-időre aktuálissá teszik a DCF-ek frissítését

Jelen munkában sikerült egy összetett (CFD+ST modell) kiülepedési modellt ötvözni egy az eddigieknél realiztikusabb dozimetriai modellel

A DCF eredmények jól illeszkednek az utóbbi időkben számítottakkal, remélhetőleg pontosabbak is azoknál

A kifejlesztett szoftver bizonyítottan alkalmas DCF-ek számítására az expozíciós és légzési paraméterek széles tartományában, valamint paraméter érzékenység vizsgálatra

A munka az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

Köszönöm a figyelmet!

