

Matematikai modell a radon leányelemeinek centrális légutakban kialakult daganatok növekedésére gyakorolt hatásának vizsgálatára

Dávid Nikola, Madas Balázs Gergely
MTA Energiatudományi Kutatóközpont

XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam
Hajdúszoboszló
2014. 05. 14.

Tartalom

- Bevezető – Miért foglalkozunk ezzel a témával?
- Célkitűzések
- Módszer – egy matematikai modell fejlesztése
- Eredmények – dózis-hatás
- Diskusszió

Bevezető – Miért foglalkozunk ezzel a témával?

- A **természetes háttérsugárzás** közel fele származik a radon-leányelemeitől
- **Tüdőrák okozó tényező**
- Rákos halálesetek 2 %-ért felelős




Bevezető

- Az ionizáló sugárzás biológiai hatásai:
 - Mutációt eredményez
 - Preneoplasztikus sérülések növekedését befolyásolja
 - **A daganatok növekedésére hat**

Célkitűzés

- A radon-leányelemek daganatnövekedésre gyakorolt hatásának megismerése a dózisteljesítmény függvényében

Módszer – Feltevések

- A sejt **osztódhat vagy vándorolhat**,
ha van **szabad** szomszédos cella  különben **nyugalomban** van
- A sejt **vándorlási sebessége**: μ
- A sejt **osztódási kapacitása**: ρ
 - rákos őssejtekénél  korlátlan
 - tumorsejtekénél  véges
- Az őssejtek osztódhatnak:
 - **Szimmetrikusan**  őssejt + őssejt
 - **Aszimmetrikusan**  őssejt + tumorsejt
- Regenerációs idő

Módszer – sejtpusztulás sugárzás hatására

- A sejtek **túlélési valószínűsége** mikrodozimetriai és szövetmodellek alapján:

$$p_{sv} = e^{-\beta \cdot D}$$

- D: a napi szövetdózis
- β : arányossági tényező értéke $0,355 \text{ Gy}^{-1}$
- A **nyugalomban** levő sejtek **kisebb** sugárérzékenységét figyelembe véve $\xi=0,33$

$$p_{sv} = e^{-\xi \cdot \beta \cdot D}$$

Módszer – sejtpusztulás sugárzás hatására

- **Hot-spot:** a hörgők legnagyobb sugárterhelést elszenvedő részeit vizsgáltuk

250 Bq/m³ radon-koncentrációjú lakásban

1 évig való tartózkodás



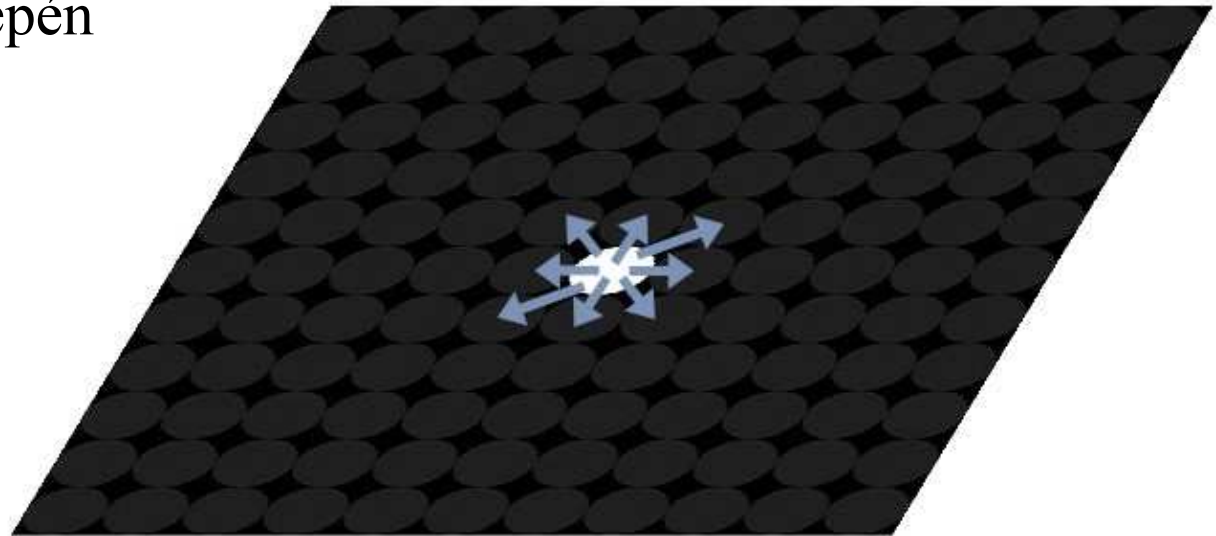
1 WLM



9,78 Gy

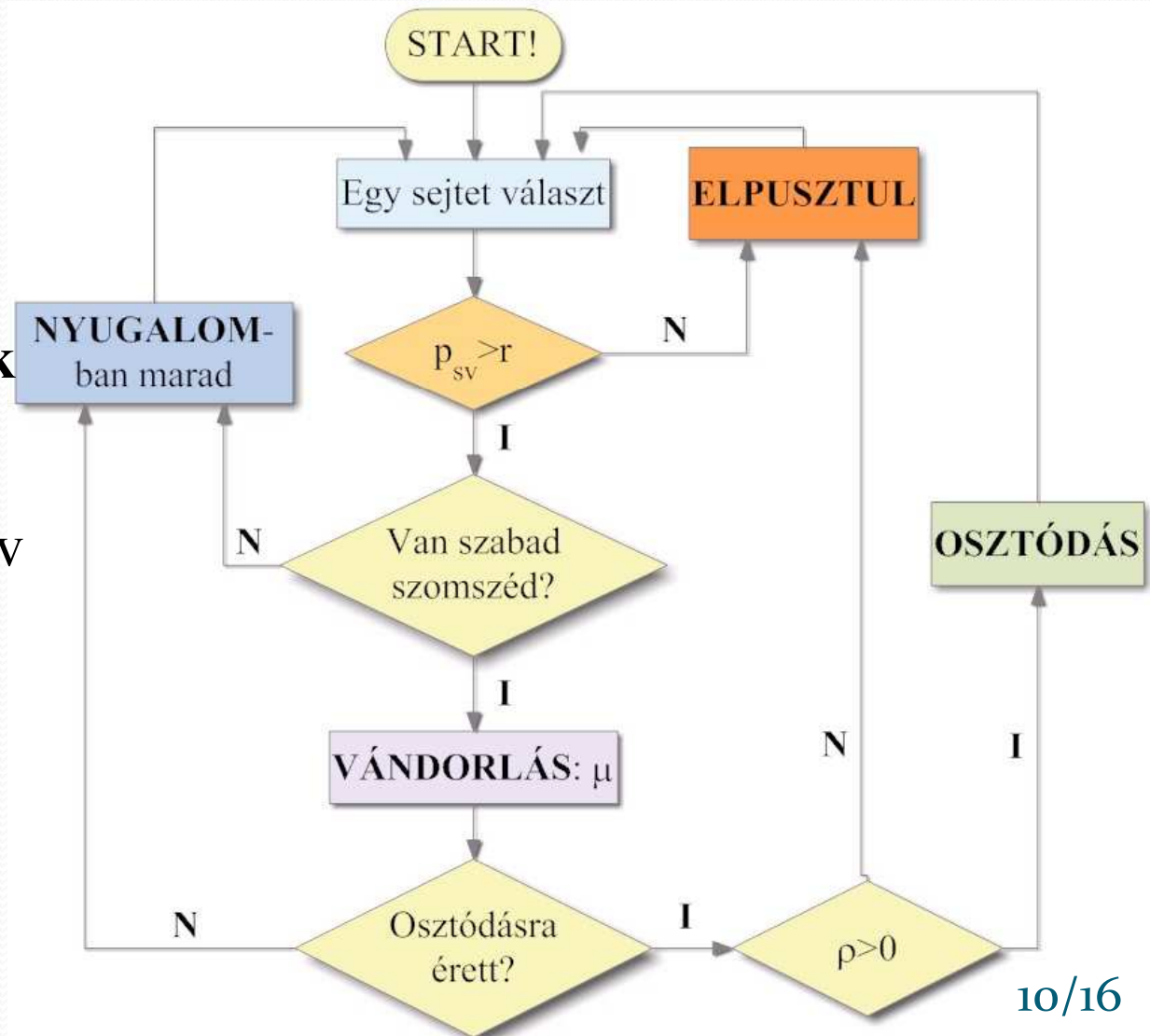
Módszer – Modell

- Egyes rákos-sejtek életét nyomon követő számítógépes modell, mely szerint minden sejt önálló tulajdonságokkal rendelkezik.
 - **350 x 350 cellából álló négyzetrács**
 - **Egyetlen rákos őssejtből** indul ki a tumor, mely a tartomány közepén helyezkedik el
 - **8 szomszéd**



Módszer – Folyamata

- A sejtek 1 napjának folyamatábrája
- Vizsgálat ideje: 20 év
- 40 szimuláció



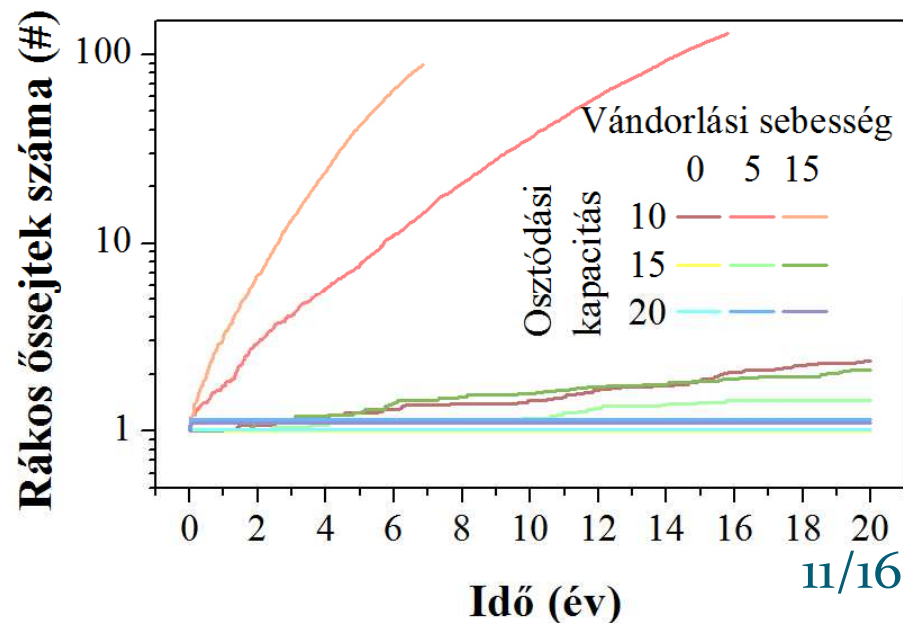
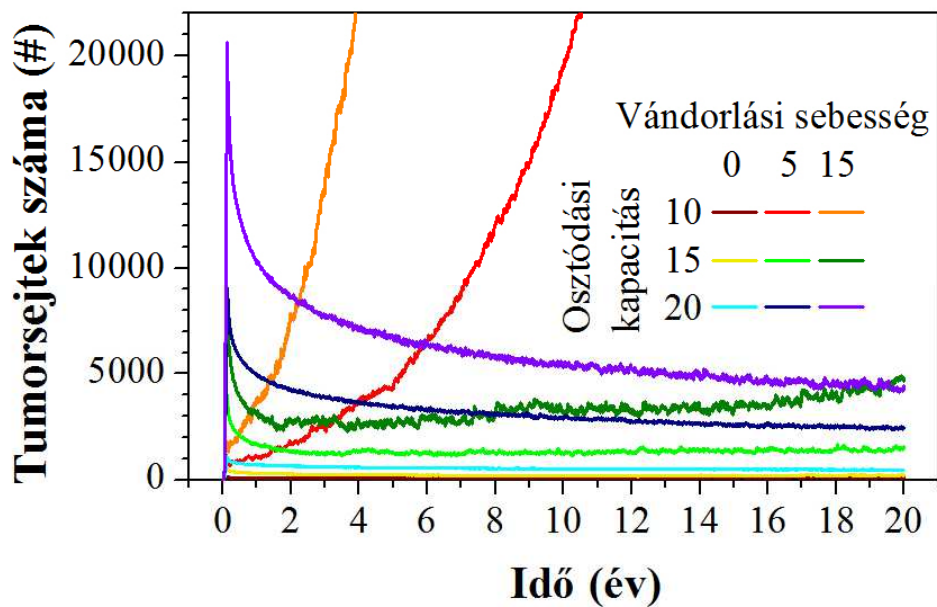
Eredmények – sejtpusztulás nélkül

$$1-p_{sv}=0\% \quad \rho=(10; 15; 20) \quad \mu=(0; 5; 15)$$

A daganat **jelentősen megnő**,
ha az őssejtek elszaporodnak \longleftrightarrow közel **állandó** daganatméret

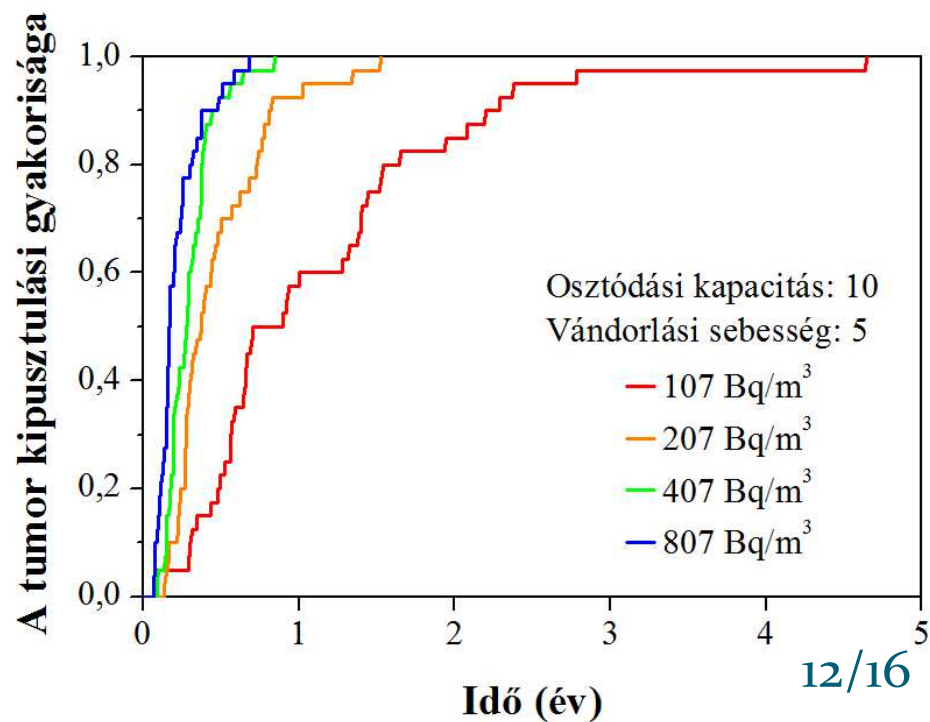
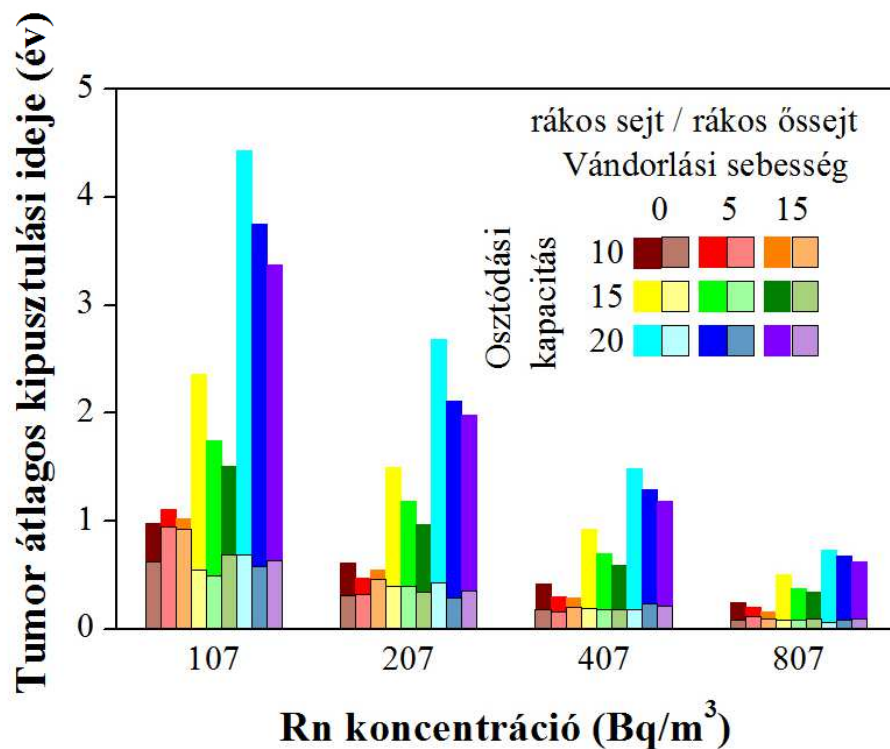
$\rho=10$ és $\mu=5, \mu=15$

Különben



Eredmények – sejtpusztulás sugárzás hatására

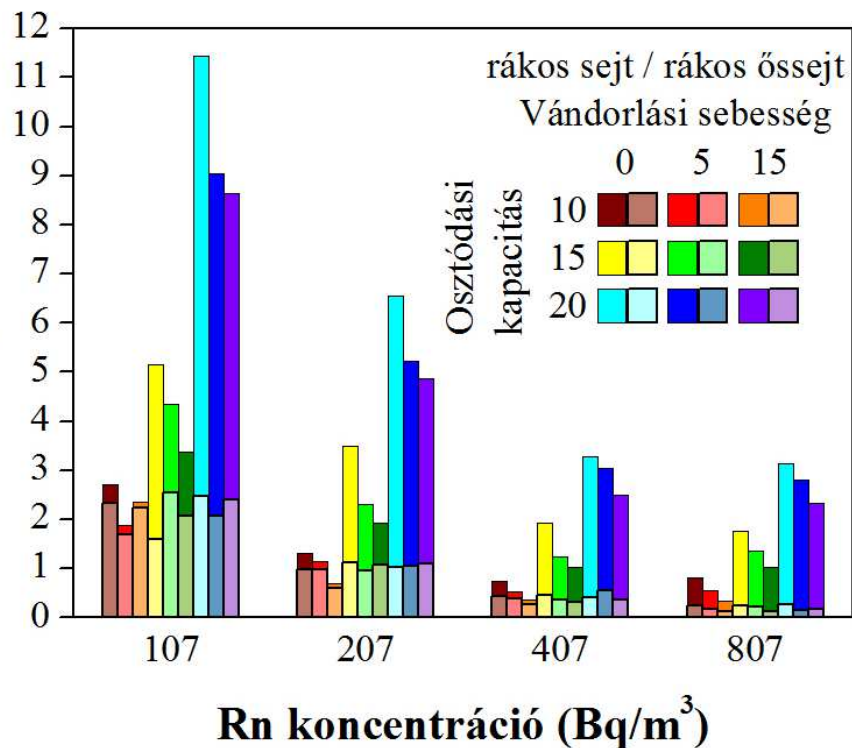
- 107; 207; 407; 807 Bq/m³
- Minden esetben 5 éven belül kipusztult a daganat



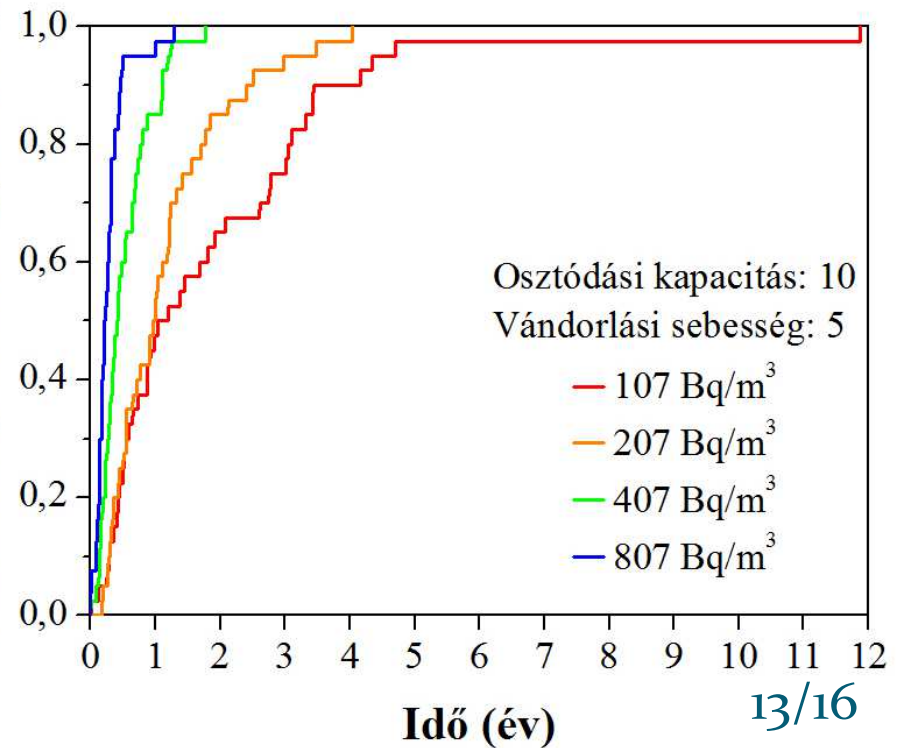
Eredmények – a nyugalomban lévő sejtek kisebb sugárérzékenységeivel

- 107; 207; 407; 807 Bq/m³
- $\xi=0,33$ paraméterrel megkülönböztetve a nyugalomban levő sejtek kisebb sugárérzékenységét
- Ebben az esetben is kipuštult a daganat, de lassabban (12 éven belül)

Tumor átlagos kipuštulási ideje (év)



A tumor kipuštulási gyakorisága



Eredmények – Összefoglalás

- Sugárzás sejtpusztító hatása nélkül:
 - egyes esetekben a daganat önmagát gátolja, így nem nő meg jelentősen
 - $\rho=10$ és $\mu=5$; 15 esetben a daganat tartósan nő
- 107-807 Bq/m³ egyetlen rákos őssejtből kialakuló **tumorok elpusztulnak**

eredményeink



epidemiológiai felmérések

Hol a hiba?

Következtetések

- Vizsgálat helye:

Hot-spot



gyakrabban fordul elő itt
szöveti elváltozás

- A sejtek térbeli elhelyezkedésétől való függés:

Feltételeztük, hogy **azonos**
valószínűséggel **pusztul** minden sejt



Valóságban, a sejtmagok
különböző mélységben vannak

- Az őssejt **szimmetrikus osztódásának** valószínűségétől nagy mértékben függ az eredményünk
- Sejttípusok **különböző sugárérzékenysége**

Rákos őssejtek



Tumorsejtek



Köszönöm a figyelmet!