



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA **ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT**

BETON MINTÁK SUGÁRVÉDELMI CÉLÚ NEUTRON-AKTIVÁCIÓS VIZSGÁLATA

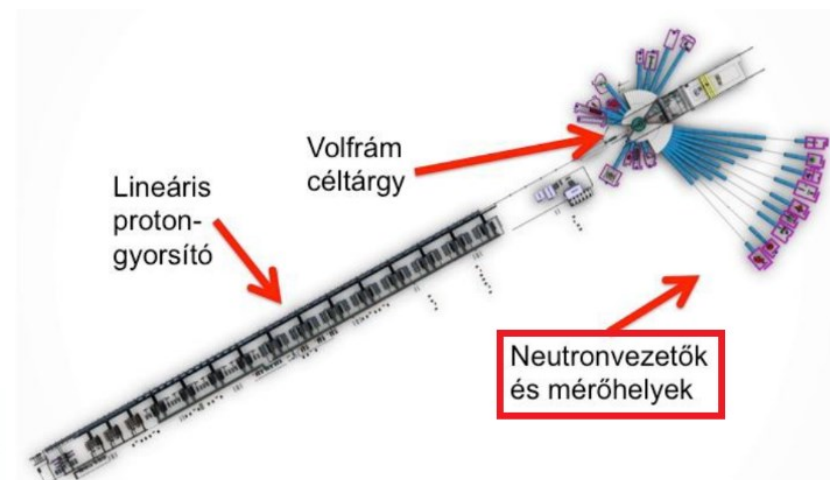
Hajdú Dávid^{1,2}, Zagyvai Péter¹, Dian Eszter¹, Gméling Katalin¹

¹*Magyar Tudományos Akadémia, Energiatudományi Kutatóközpont*

²*Pannon Egyetem, Radiokémiai és Radioökológiai Intézet*

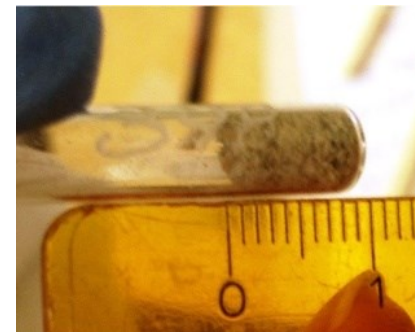
1. Célkitűzések

- Európai Neutronkutató Központ (ESS) - Lund
 - Épülő spallációs neutronforrás
 - Sugárvédelmi tervezés
 - Üzemeltetés, karbantartás
 - Leszerelés
- Neutron-aktivációs vizsgálatok beton mintákon
 - Különböző beton minták felaktiválódásának összehasonlítása
 - **Hosszú mérési periódus a változások nyomon követésére**
 - Szimulációk validálásához használható kísérletsorozat



2. Minta, besugárzások

- 3 betonminta:
 - Referencia beton
 - PE-B₄C beton
 - Skanska beton
- Besugárzás: Budapesti Kutatóreaktor
 - „Termikus” csatorna: 2 óra
 - „Gyors” csatorna: 2 óra



Csatorna	„Termikus”	„Gyors”
Termikus fluxus [1/(cm ² *s)]	2.00E+13	5.00E+13
Epitermikus fluxus [1/(cm ² *s)]	4.30E+11	3.80E+12
Gyors fluxus [1/(cm ² *s)]	1.30E+12	4.70E+13

3. Mérések

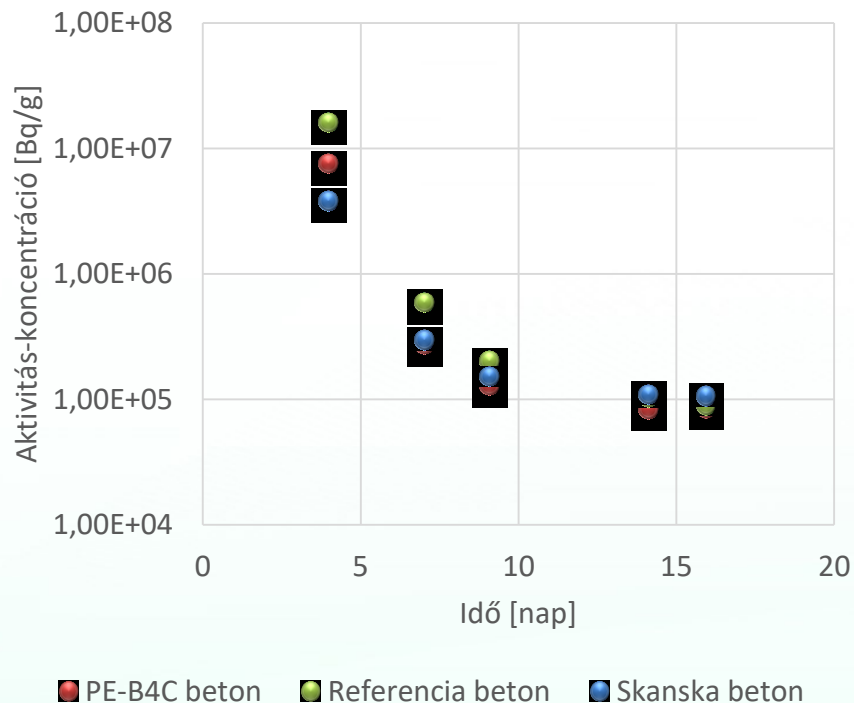
- HPGe detektoron
- Pihentetési idő: 4 nap
- Mérés: 5 mérés/minta, 4 – 18. nap között
- Mérési idő: 10 – 110 perc
- Minta-detektor távolság: 20 – 10 – 5 cm
- Holtidő: 20 – 2 %



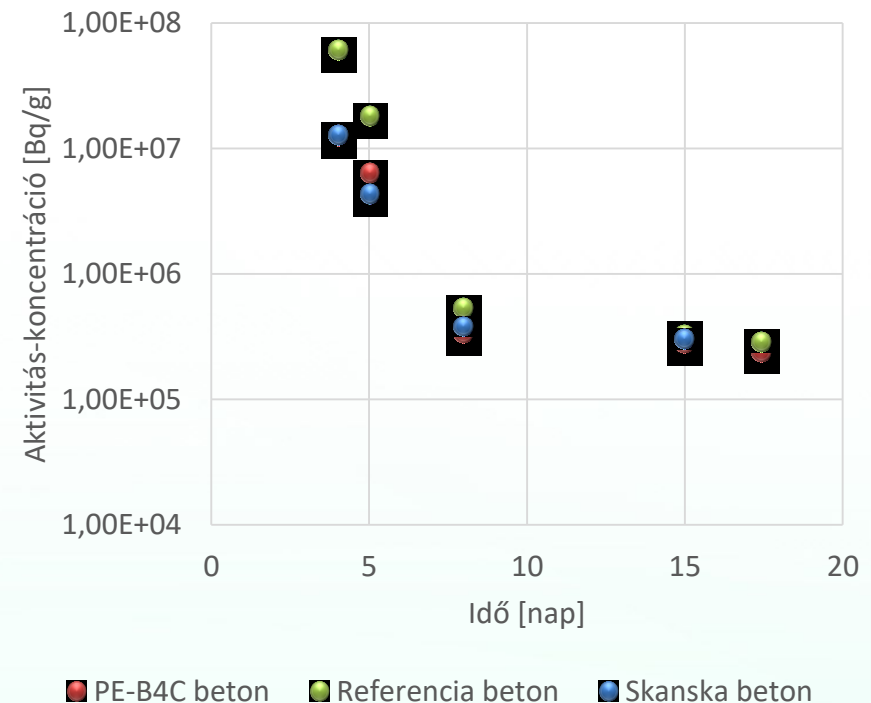
Pihentetési idő [nap]		4		7		9		14		16	
Radioizotóp	T _{1/2} [nap]	c _A [Bq/g]	Unc. [%]	c _A [Bq/g]	Unc. [%]	c _A [Bq/g]	Unc. [%]	c _A [Bq/g]	Unc. [%]	c _A [Bq/g]	Unc. [%]
K-42	0.5	5.27E+05	12	2.11E+05	12						
Na-24	0.6	1.02E+07	1	4.66E+06	1	1.02E+04	2				
W-187	1.0	1.06E+06	2	7.30E+05	2	1.62E+04	3				
As-76	1.1	8.82E+04	13	3.97E+04	19						
La-140	1.7	2.14E+05	3	1.92E+05	3	1.59E+04	1	2.76E+03	2	1.22E+03	3
Sm-153	1.9	3.47E+05	4	2.90E+05	4	4.17E+04	3	9.05E+03	4	3.67E+03	5
Np-235	2.4					7.58E+03	4	1.80E+03	13	1.01E+03	15
Sb-122	2.7	3.52E+04	16	3.61E+04	16	6.77E+03	6	2.78E+03	6	1.45E+03	9
Sc-47	3.3			1.74E+04	17	9.07E+03	5	6.01E+03	3	3.92E+03	3
Yb-175	4.2					1.70E+04	13	9.37E+03	12	5.85E+03	16
Ca-47	4.5					3.54E+03	6	2.39E+03	8	1.46E+03	4
Lu-177	6.7					7.25E+03	21	0.00E+00	10	4.15E+03	12
Ba-131	12					7.67E+03	2	7.16E+03	1	5.65E+03	1
Rb-86	19					3.40E+04	7	4.16E+04	3	3.62E+04	5
Cr-51	27			2.78E+04	23	1.38E+04	3	1.59E+04	3	1.37E+04	3
Cr-51	28					4.81E+04	4	5.43E+04	3	4.73E+04	2
Yb-169	32					1.87E+03	18	1.76E+03	11	1.62E+03	10
Ce-141	33					5.26E+03	7	5.08E+03	3	4.40E+03	3
Fe-59	42					3.26E+03	8	4.02E+03	2	3.53E+03	2
Fe-59	45			6.14E+04	13	2.89E+04	1	3.67E+04	1	3.29E+04	1
Sr-124	60					1.44E+03	9	1.95E+03	3	1.74E+03	3
Zr-95	64							7.78E+02	13	7.10E+02	12
Sr-85	65					9.60E+02	15	9.60E+02	10	8.82E+02	9
Co-58	71							6.46E+02	16	5.77E+02	21
Sc-46	72							2.77E+03	5	1.74E+03	7
Sc-46	84			5.73E+04	13	3.32E+04	1	4.21E+04	1	3.87E+04	1
La-102	114					3.21E+03	25	3.47E+03	3	3.34E+03	4
Zn-65	244					3.67E+03	13	4.84E+03	6	4.40E+03	7
Mn-54	312					6.79E+03	7	8.47E+03	3	7.99E+03	3
Co-60	754					2.42E+03	6	2.84E+03	3	2.47E+03	3
Co-60	1924					2.92E+03	3	3.88E+03	2	3.59E+03	2
Fu-152	4941					3.46E+03	7	4.31E+03	5	4.36E+03	2
Összes aktivitás-koncentráció*		1.25E+07		6.32E+06		3.36E+05		2.78E+05		2.39E+05	

4. Összes aktivitás-koncentráció változása

Összes aktivitás-koncentráció (termikus besugárzás)

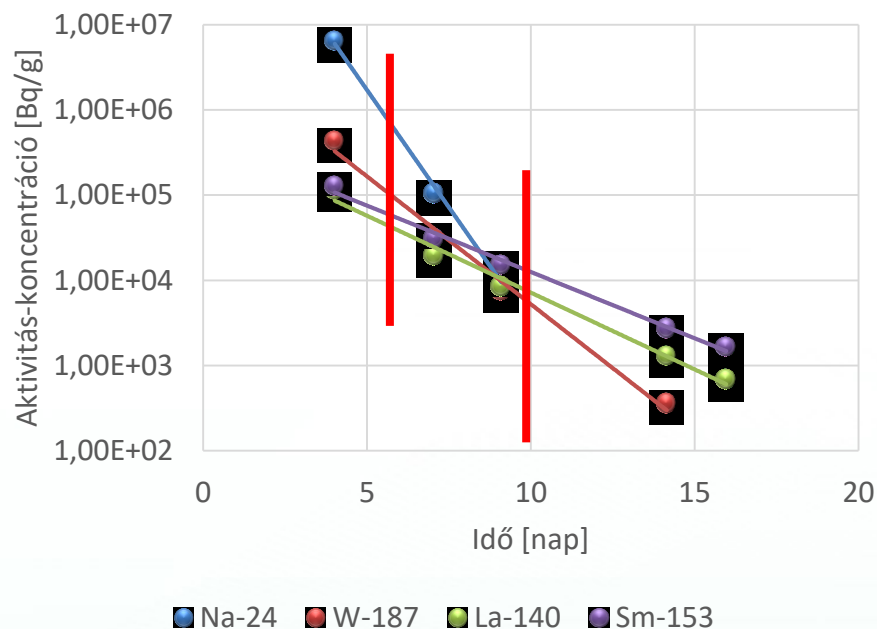


Összes aktivitás-koncentráció (gyors besugárzás)

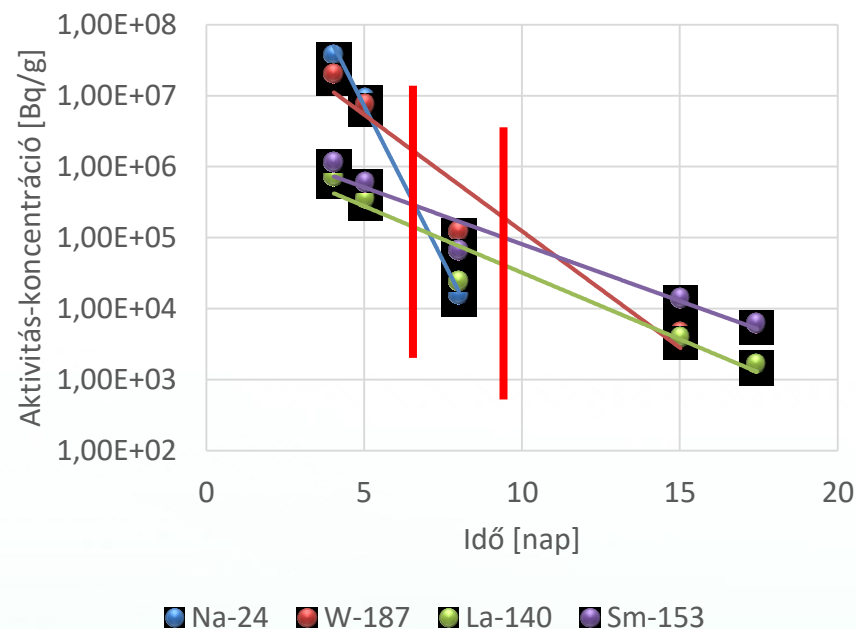


5. Rövid távon fontos izotópok

**PE-B4C beton,
besugárzás: termikus csatorna**



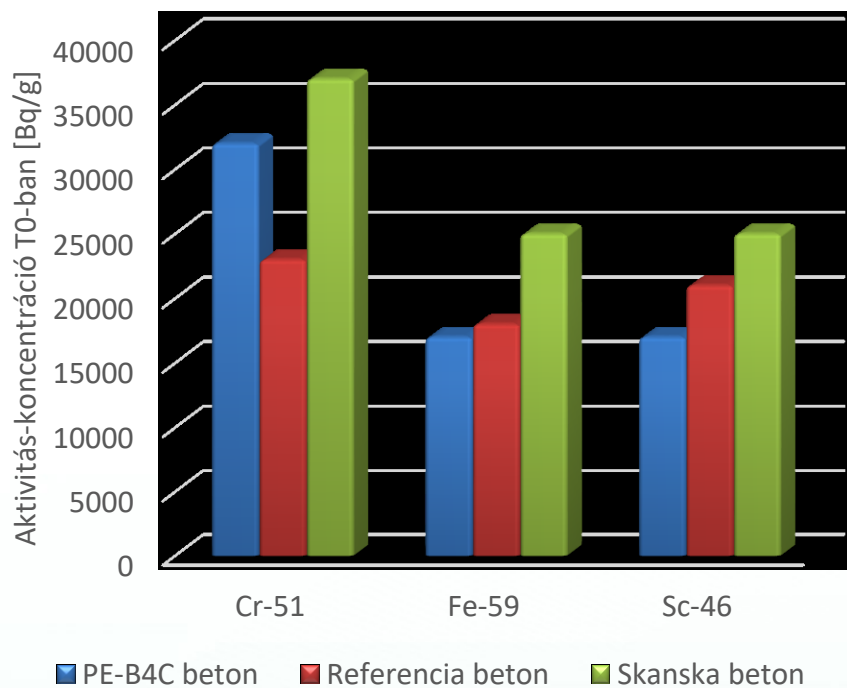
**Referencia beton,
besugárzás: gyors csatorna**



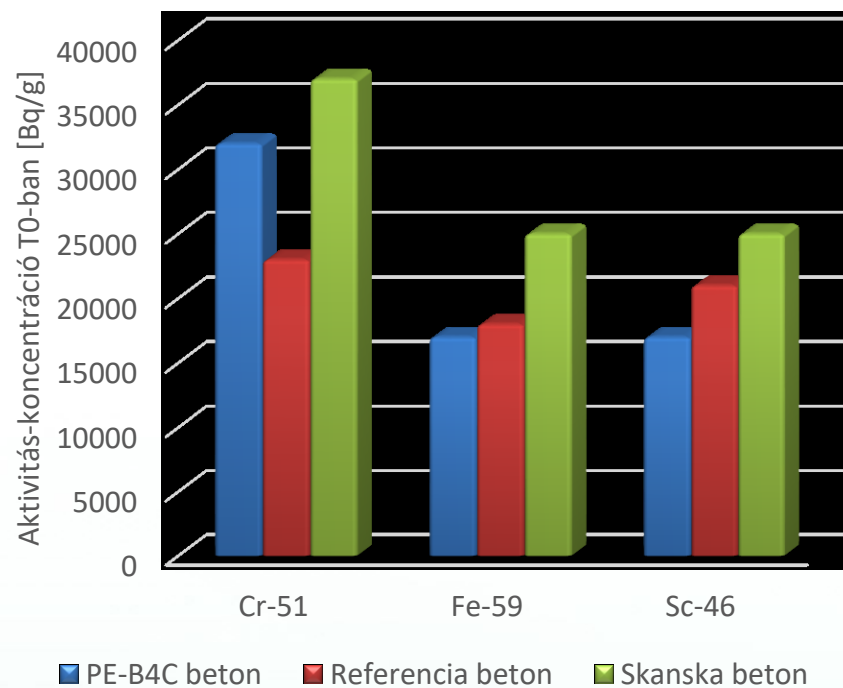
- Felezési idő: 15 – 46 óra
- Hasonló profilok
- Kalibrációs pontatlanságok

6. Közép távon fontos izotópok

Besugárzás: termikus csatorna



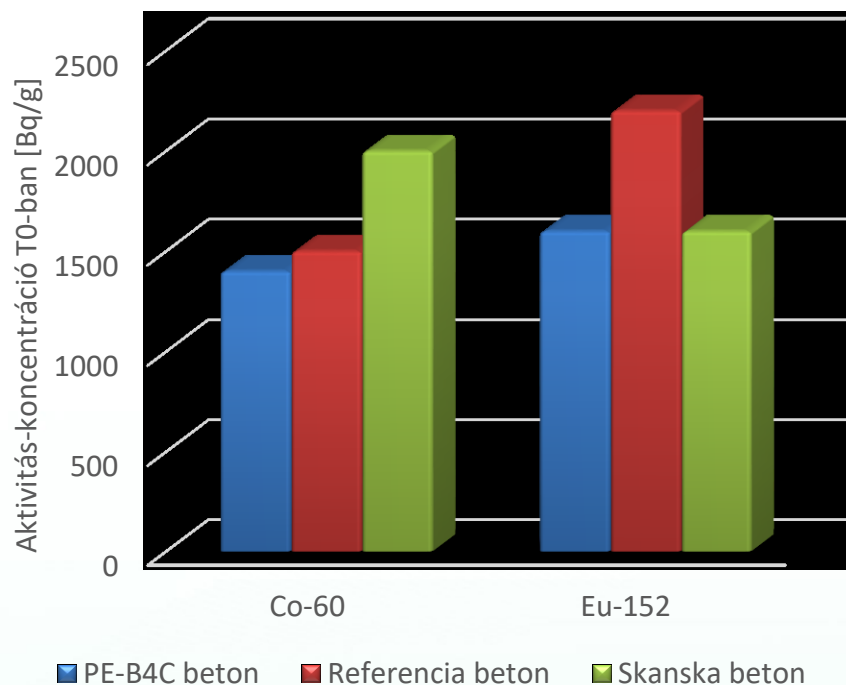
Besugárzás: gyors csatorna



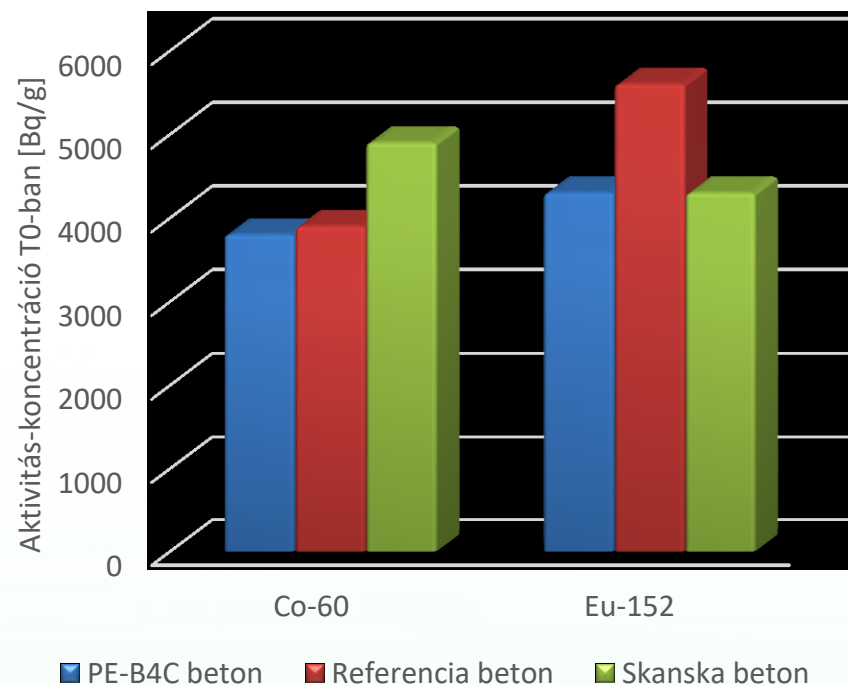
- Felezési idő: 28 – 84 nap
- Skanska betonban alapvetően nagyobb aktivitások
- PE-B₄C betonban magas króm tartalom, ok: PE katalizátor

7. Hosszú távon fontos izotópok

Besugárzás: termikus csatorna



Besugárzás: gyors csatorna



- Felezési idő: 5,3 és 13,5 év
- PE-B₄C betonban egyértelműen a legalacsonyabbak az aktivitások

8. Összegzés

- A betonminták összehasonlítása
 - A rövid felezési idejű aktivációs termékek tekintetében nem volt jelentős különbség a vizsgált betonok között
 - Közepes- és hosszú felezési idejű aktivációs termékekből a kedvező neutron árnyékoló tulajdonságokkal rendelkező, PE-B₄C beton tartalmazott legkevesebbet
- Általánosan használható eredmények
 - Betonok pontosabb összetételének meghatározása
 - Aktiváció szempontjából kiemelt jelentőségű izotópok, elemek feltérképezése
 - A mérések megfelelően dokumentáltak a kísérletek szimulálásához, szimulációkkal kapott eredmények validálásához



Köszönöm a figyelmet!



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

