

Příloha IV

Odhady aktivit vybraných štěpných produktů

Státní ústav radiální ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 2 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015

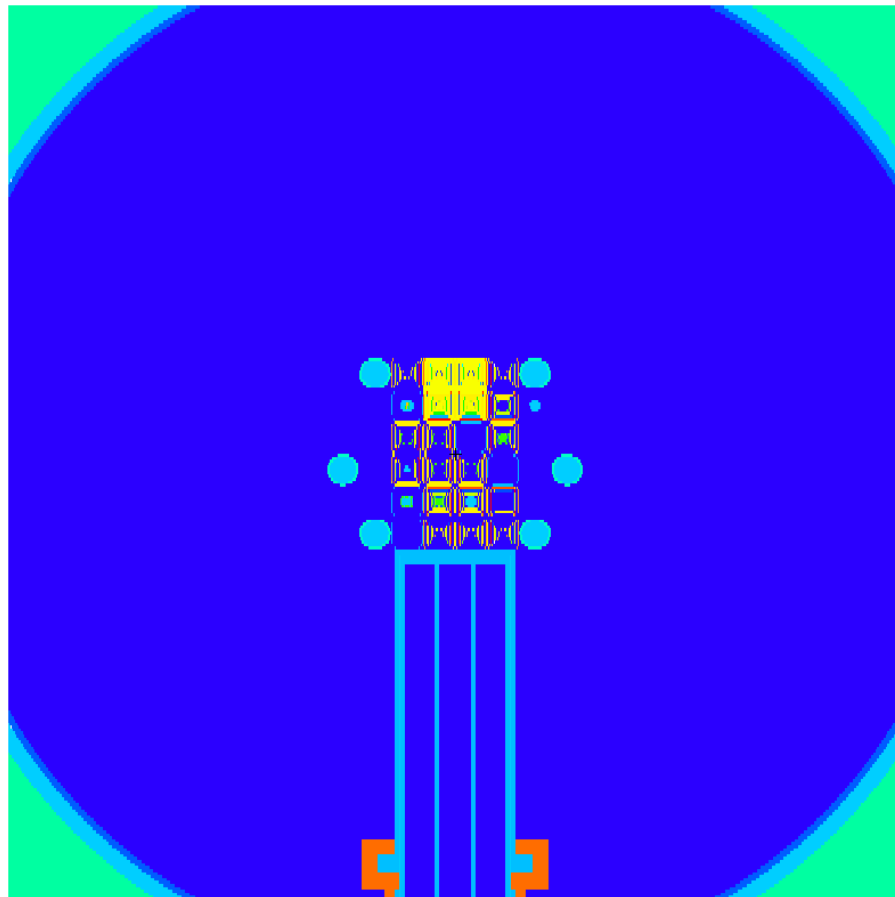
Obsah

1.	Vybrané krátkodobé štěpné produkty.....	3
2.	Zkrácený palivový proutek EK-10	4
3.	Palivová peleta UO ₂	6
4.	Palivový článek IRT-4M	8

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 3 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015

1. Vybrané krátkodobé štěpné produkty

Vzhledem k velkému množství energetických linek nejrůznějších radionuklidů (řádově stovky energetických linek), kterých bylo v případě germaniového detektoru Canberra s relativní účinností 35% nalezeno, bylo vytipováno několik důležitých radionuklidů: ^{131}I , ^{132}Te , ^{135}I a ^{135}Xe . Jedním z kritérií pro vytipování radionuklidů byl jejich podíl k celkové aktivitě štěpných produktů a také možnost jejich detekce. Je nutné přihlížet k tomu, že skladba energetických linek v odezvoových spektrech se poměrně významně mění v řádu několika hodin od vytažení palivových článků z reaktoru. Aby bylo možné ověřit, že aktivity vybraných radionuklidů stanovených na základě spektrometrické analýzy jsou relevantní, bylo nutné takto stanovené hodnoty porovnat s výsledky stanovenými na základě jiné metody. Zejména může být problém kolize určitých energetických linek, které mohou být společné pro celou řadu štěpných produktů. Vzhledem k existujícímu MCNP modelu reaktoru VR-1 APOBAB, který obsahuje kompletně parametrizovaný model reaktoru VR-1 bylo možné odhadnout aktivity u použitých palivových elementů ke generování polí záření gama.

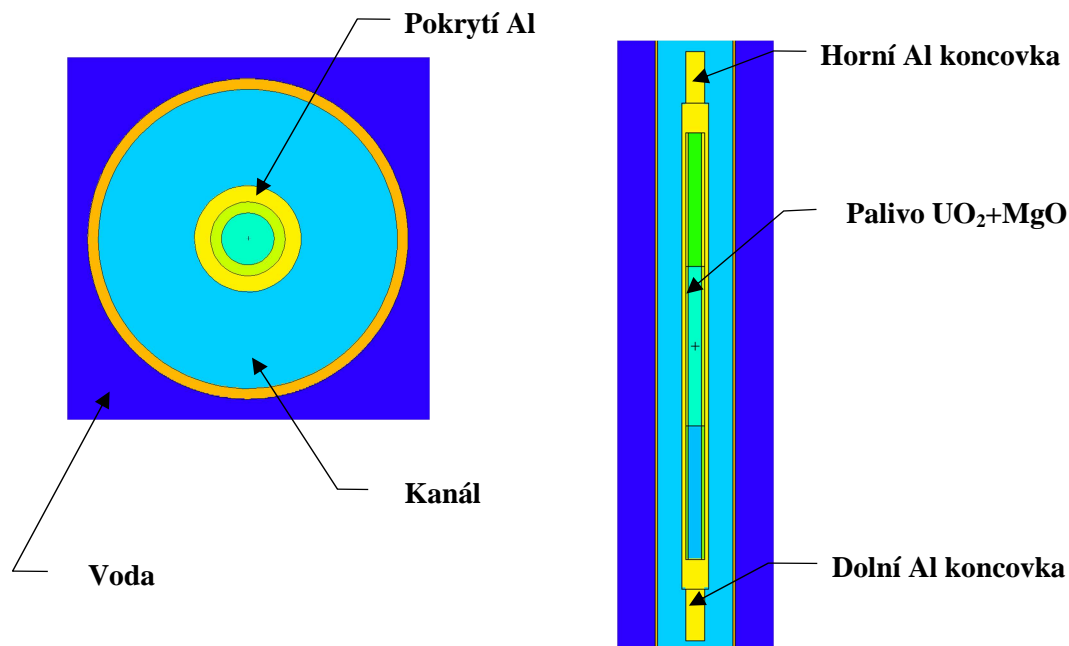


Obr1. Model reaktoru VR-1 v MCNP

Státní ústav radiální ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 4 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015

2. Zkrácený palivový proutek EK-10

Jedním z palivových elementů ozařovaných v AZ reaktoru a použitých pro generování pole záření gama štěpných produktů byl zkrácený palivový proutek EK-10 s obohacením 10% ^{235}U .



Obr. 1 Model zkráceného palivového elementu EK-10

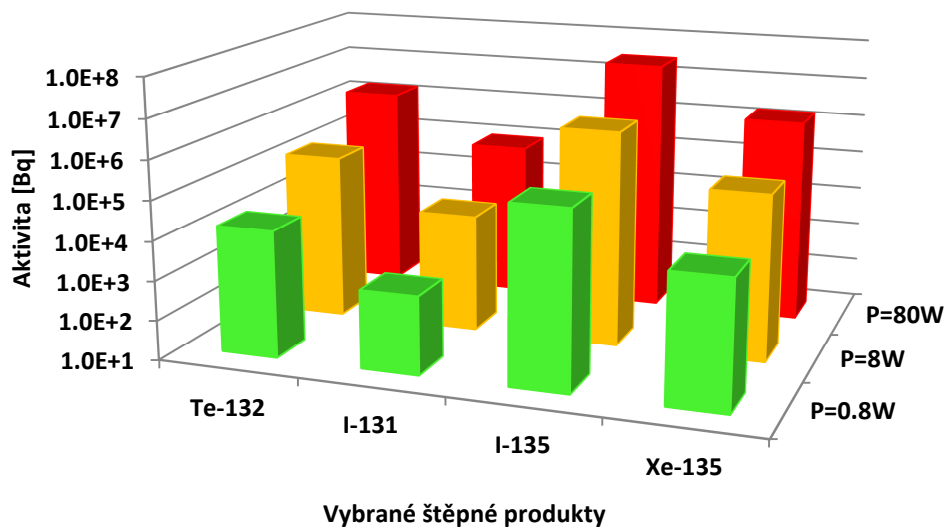
Tab. 1 Odhad aktivit vybraných štěpných produktů v Bq vzniklých ozářením proutku EK-10 – čas ozařování 60 min

Nuklid	Výkon AZ		
	0.8W	8W	80W
Te-132	1.58E+04	1.56E+05	1.56E+06
I-131	9.30E+02	9.18E+03	9.19E+04
I-135	2.76E+05	2.73E+06	2.73E+07
Xe-135	1.58E+04	1.56E+05	1.57E+06

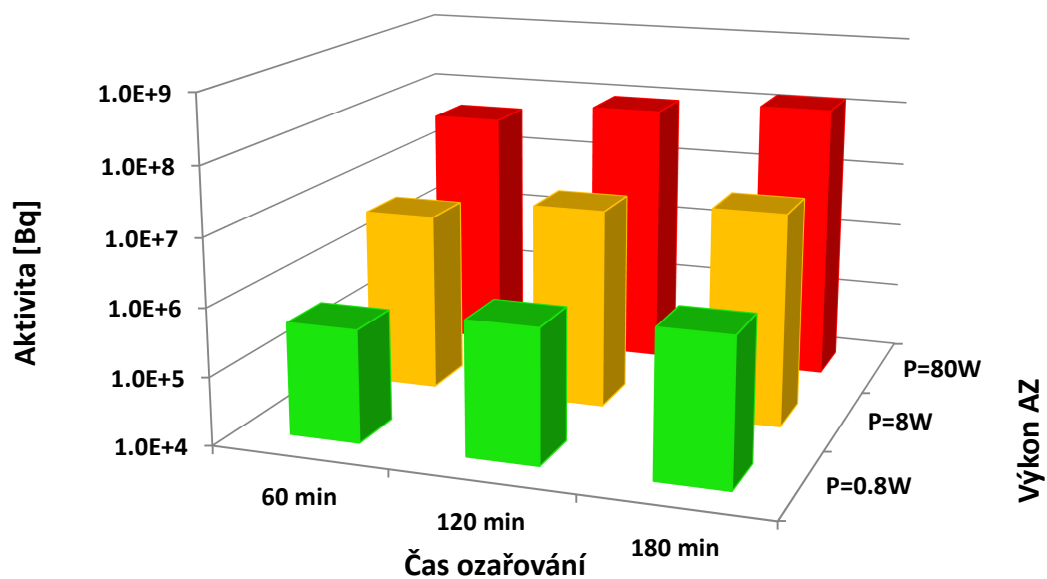
Tab. 2 Odhad aktivit všech štěpných produktů v Bq vzniklých v ozářeném proutku EK-10

Výkon AZ	Čas ozařování		
	60 min	120 min	180 min
0.8W	4.41E+05	9.04E+05	1.35E+06
8W	4.38E+06	8.97E+06	1.34E+07
80W	4.38E+07	8.94E+07	1.37E+08

Státní ústav radiční ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 5 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015

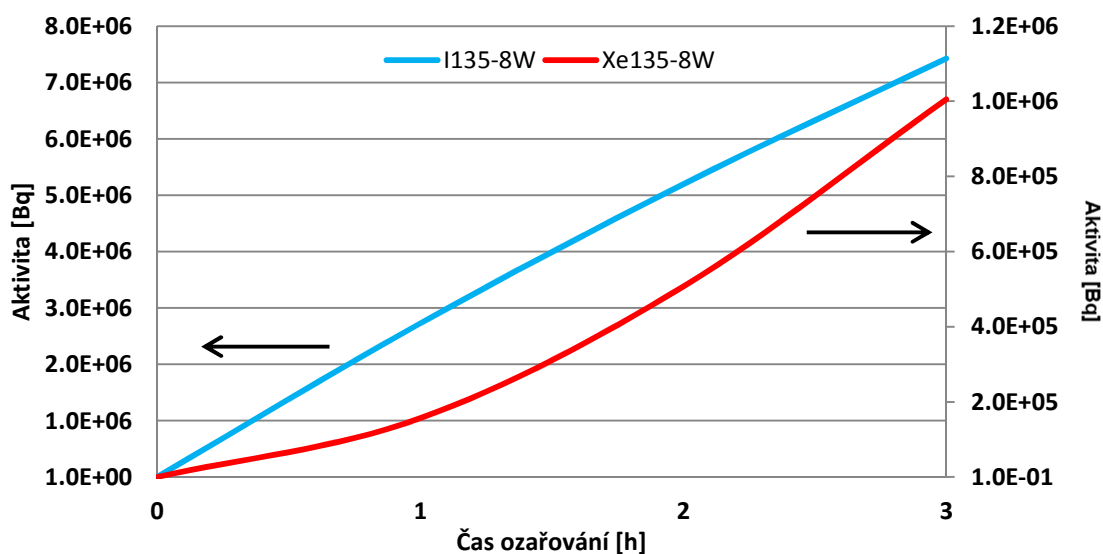


Obr. 2 Odhad aktivit vybraných štěpných produktů vzniklých ozářením proutku EK-10 – čas ozářování 60 min



Obr. 3 Odhad aktivit všech štěpných produktů vzniklých v ozářeném proutku EK-10

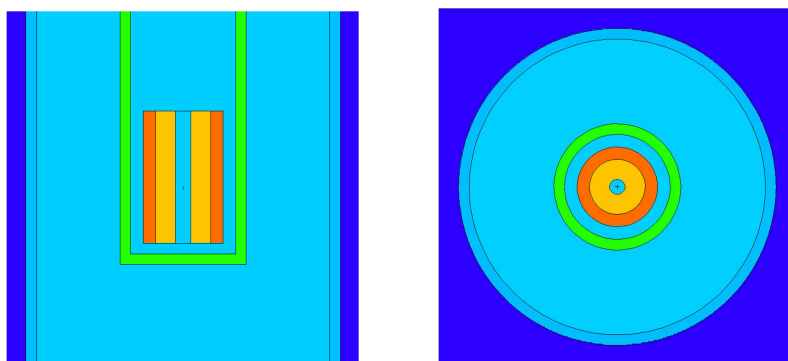
Státní ústav radiální ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 6 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015



Obr. 4 Časový vývoj aktivit ^{135}I a ^{135}Xe v proutku EK-10 na výkonu 8W

3. Palivová peleta UO_2

Dalším z palivových elementů ozářených v AZ reaktoru byla peleta UO_2 .



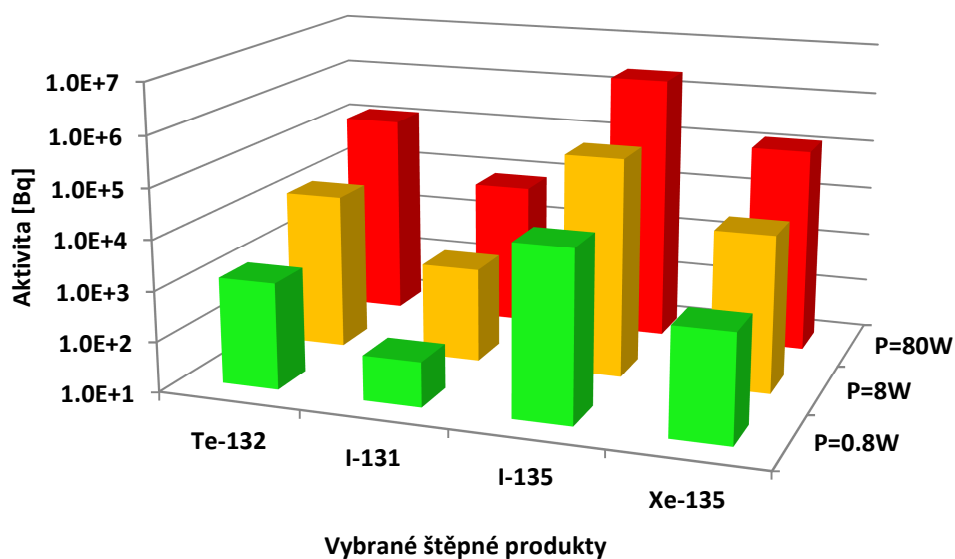
Obr. 5 Model palivové tablety UO_2

Tab. 3 Odhad aktivit vybraných štěpných produktů v Bq vzniklých ozářením pelety UO_2 – čas ozáření 60 min

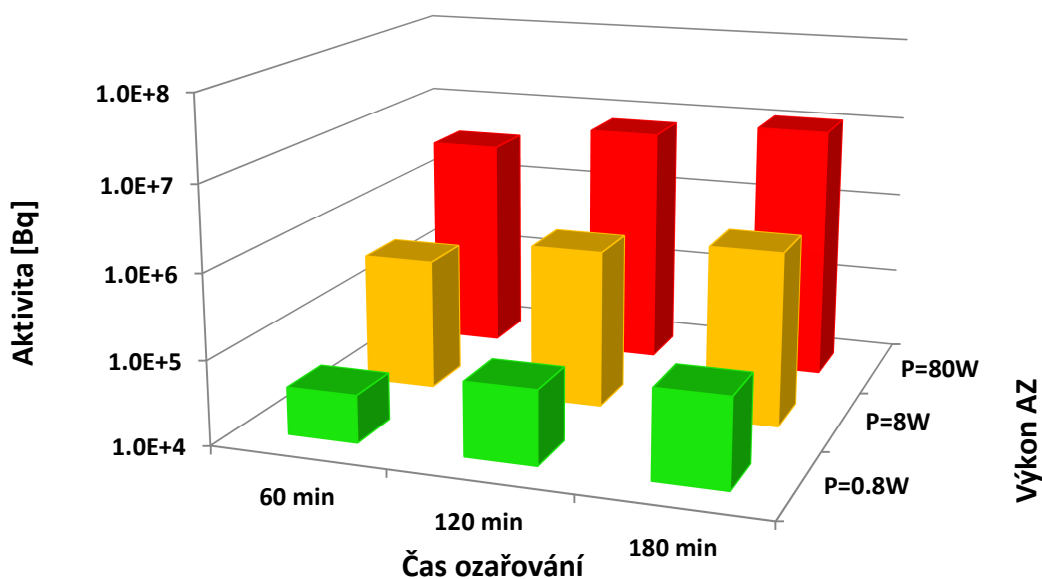
Nuklid	Výkon AZ		
	0.8W	8W	80W
Te-132	1.31E+03	1.31E+04	1.30E+05
I-131	7.72E+01	7.72E+02	7.65E+03
I-135	2.29E+04	2.29E+05	2.27E+06
Xe-135	1.31E+03	1.31E+04	1.30E+05

Tab. 4 Odhad aktivit štěpných produktů v Bq vzniklých v ozářené peletě UO₂

Výkon AZ	Čas ozařování		
	60 min	120 min	180 min
0.8W	3.66E+04	7.51E+04	1.12E+05
8W	3.66E+05	7.46E+05	1.15E+06
80W	3.63E+06	7.39E+06	1.10E+07

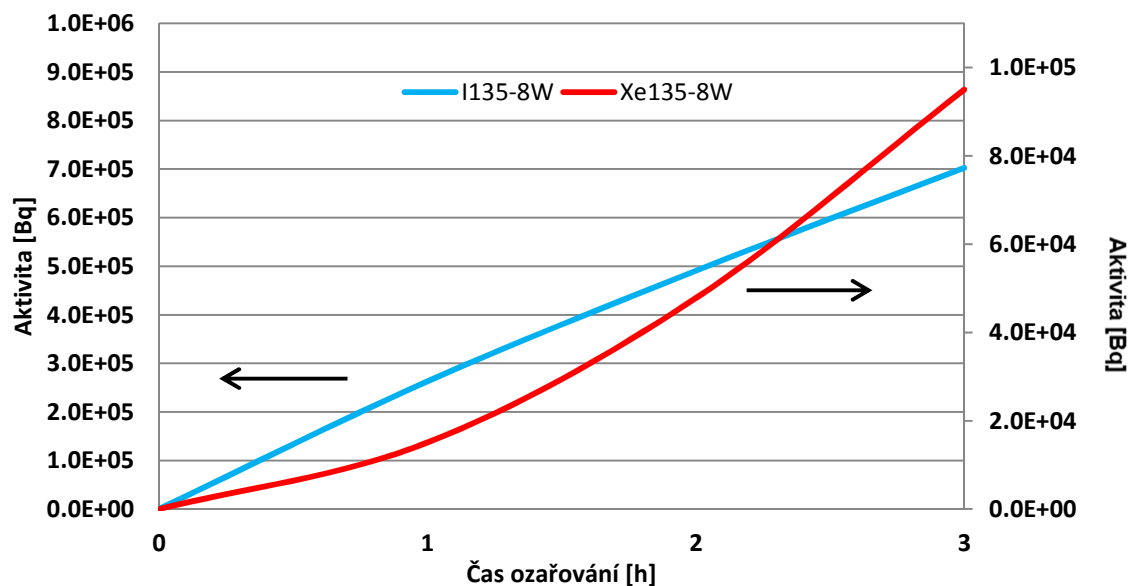


Obr. 6 Odhad aktivit vybraných štěpných produktů vzniklých ozářením pelety UO₂ – čas ozařování 60 min



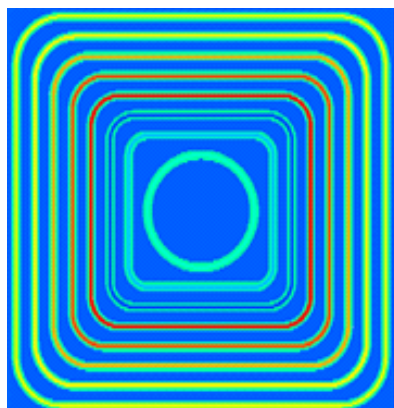
Obr. 7 Odhad aktivit štěpných produktů vzniklých ozářením palivové pelety UO₂

Státní ústav radiční ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 8 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015



Obr. 8 Časový vývoj aktivit ^{135}I a ^{135}Xe v peletě UO_2 na výkonu 8W

4. Palivový článěk IRT-4M



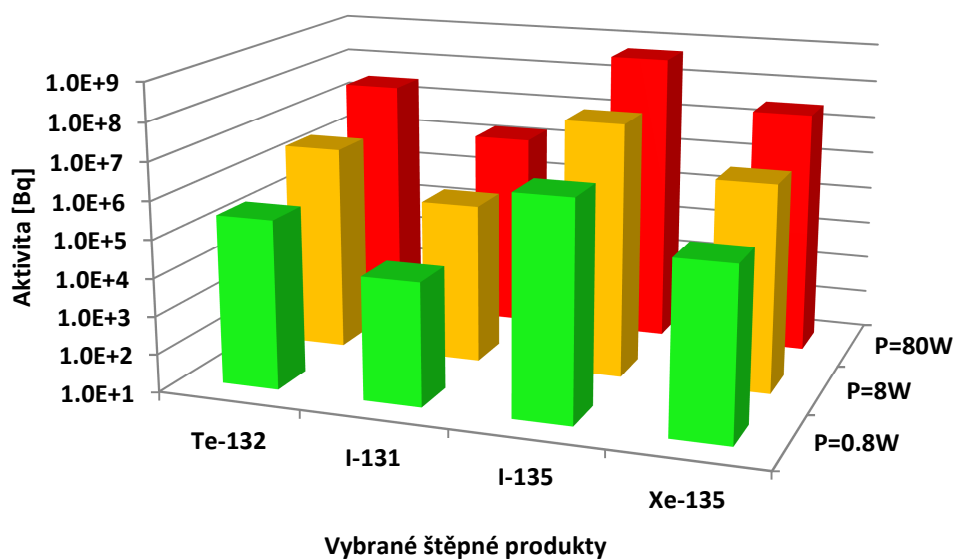
Obr. 9 Model palivového článku IRT-4M

Tab. 5 Odhad aktivit vybraných štěpných produktů v Bq vzniklých ozářením článku IRT-4M – čas ozáření 60 min

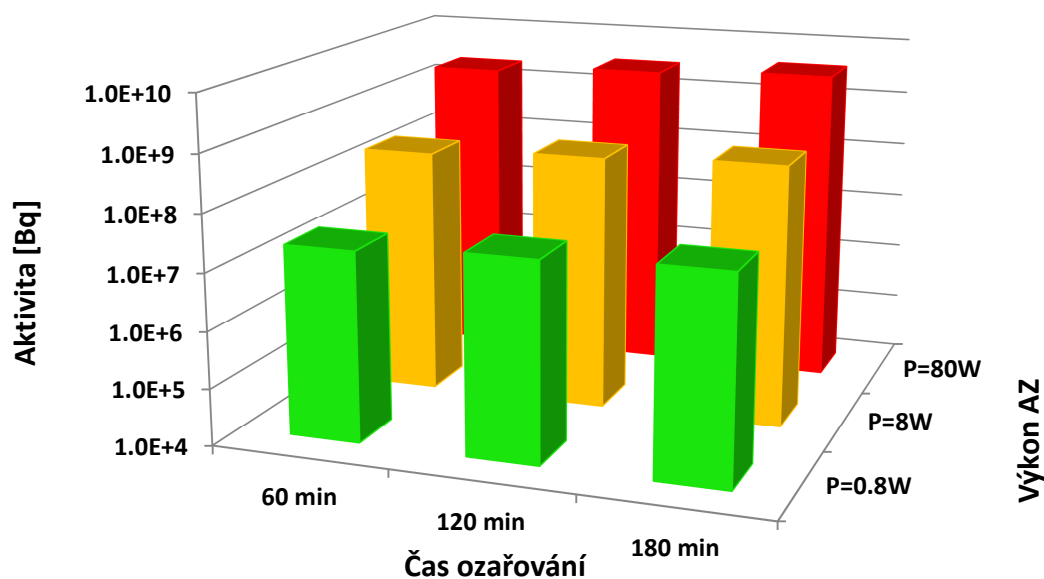
Nuklid	Výkon AZ		
	0.8W	8W	80W
Te-132	2.95E+05	2.94E+06	2.95E+07
I-131	1.74E+04	1.74E+05	1.74E+06
I-135	5.16E+06	5.15E+07	5.17E+08
Xe-135	2.96E+05	2.96E+06	2.96E+07

Tab. 6 Odhad aktivit štěpných produktů v Bq vzniklých v ozářeném článku IRT-4M

Výkon AZ	Čas ozařování		
	60 min	120 min	180 min
0.8W	2.15E+07	3.03E+07	3.86E+07
8W	2.15E+08	3.01E+08	3.86E+08
80W	2.16E+09	3.01E+09	3.85E+09

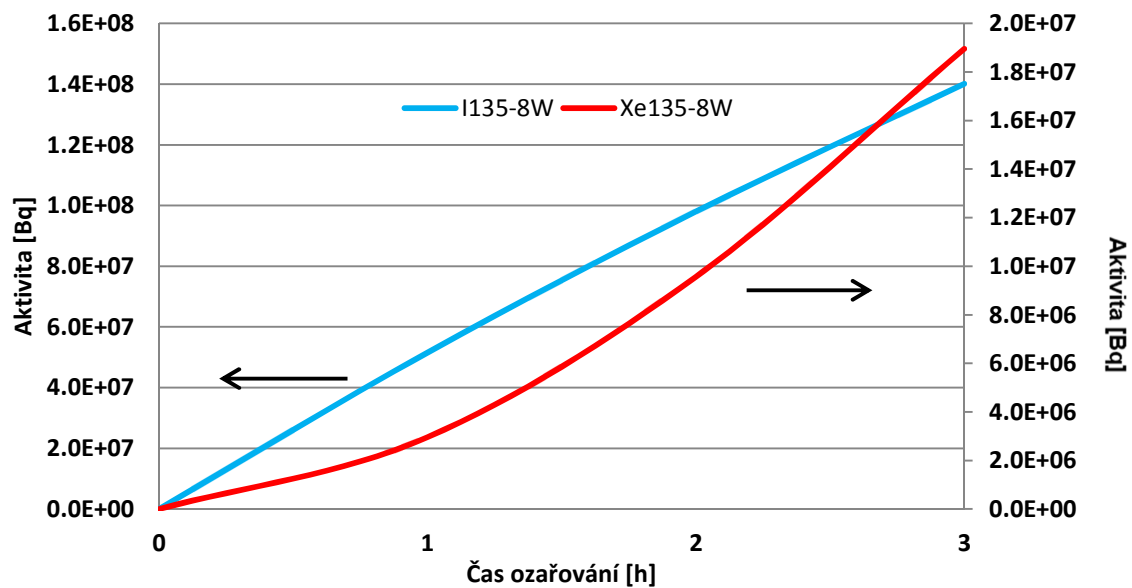


Obr. 10 Odhad aktivit vybraných štěpných produktů vzniklých ozářením článku IRT-4M – čas ozařování 60 min



Obr. 11 Odhad aktivit štěpných produktů vzniklých ozářením článku IRT-4M

Státní ústav radiální ochrany, v.v.i. Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Příloha IV	List: 10 z 10
	Odhady aktivit vybraných štěpných produktů	Datum účinnosti: 30.9.2015



Obr. 12 Časový vývoj aktivit ^{135}I a ^{135}Xe v článku IRT-4M na výkonu 8W