# Producerea Metalelor Rare prin Transmutare Neutronica

Acest document prezintă trei lanțuri nucleare pentru producerea unor metale rare foarte căutate (Palladiu, Neodim, Ruteniu) utilizând reacții de tip captură de neutron urmată de dezintegrare beta, analoge procesului Hg→Au. Sunt detaliate procedeele, configurațiile de manta în reactor, unde procesele sunt exoenergetice, și estimările de producție anuală.

## 1) Palladiu (Pd) – Rhodiu-103 → Palladiu-104

Reacții:  
 ^103Rh(n,γ)^104Rh (T1/2 ≈ 42 s) → β- → ^104Pd (stabil)  
Captura neutronică și dezintegrarea beta sunt ambele procese exoenergetice.  
  
Montaj în manta:  
- Zonă termalizată (moderator Be/H₂O grea/LiPb moderat)  
- Cartușe de Rh-103 în carcase rezistente la coroziune, recoltare periodică și separare Pd prin metode chimice.  
  
Date nucleare:  
- σ\_th(^103Rh) ≈ 133 b  
  
Estimare producție:  
Pentru 100 kg Rh-103, flux φ = 10¹⁴ n/cm²/s, se obțin ~42 kg Pd/an.

## 2) Neodim (Nd) – Praseodim-141 → Neodim-142

Reacții:  
 ^141Pr(n,γ)^142Pr (T1/2 ≈ 19.1 h) → β- → ^142Nd (stabil)  
Captura și beta sunt exoenergetice.  
  
Montaj în manta:  
- Căsuțe ceramice cu Pr₂O₃ sau metal Pr în zonă termalizată.  
- Separare Nd/Pr prin schimb ionic sau extracție cu solvent.  
  
Date nucleare:  
- σ\_th(^141Pr) ≈ zeci de barni  
  
Estimare producție:  
Pentru 100 kg Pr-141, φ = 10¹⁴ n/cm²/s, σ ~ 20 b → ~6 kg Nd/an (poate crește în regiunea epithermală).

## 3) Ruteniu (Ru) – Tecnețiu-99 → Ruteniu-100

Reacții:  
 ^99Tc(n,γ)^100Tc (T1/2 ≈ 15.8 s) → β- → ^100Ru (stabil)  
Procese exoenergetice, utilizate în transmutarea Tc-99.  
  
Montaj în manta:  
- Cartușe cu Tc-99 (metal/oxid) în zonă moderată sau flux keV.  
- Cicluri scurte de iradiere, separare Ru prin chimie redox.  
  
Date nucleare:  
- σ\_th(^99Tc) ≈ 20 b, cu rezonanță la ~5.6 eV  
  
Estimare producție:  
Pentru 100 kg Tc-99, φ = 10¹⁴ n/cm²/s, σ ≈ 20 b → ~6 kg Ru/an.

## Rezumat estimări pentru 100 kg țintă, φ = 10¹⁴ n/cm²/s

- Rh-103 → Pd-104: ~42 kg/an  
- Pr-141 → Nd-142: ~6–15 kg/an (în funcție de σ\_eff)  
- Tc-99 → Ru-100: ~6 kg/an (mai mult în epithermal)  
  
Randamentele cresc proporțional cu masa țintei, fluxul de neutroni și secțiunea eficace de captură.