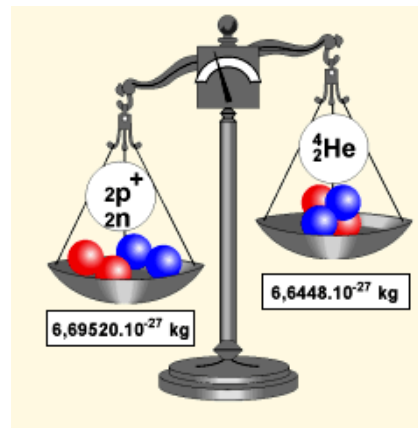


# JADERNÁ ELEKTRÁRNA

Tomáš Kostka

## VAZEBNÍ ENERGIE

- Atomové jádro se skládá z **protonů** a **neutronů**. Bylo však zjištěno, že hmotnost jádra složeného z těchto částic **je menší** než hmotnost samostatných oddělených částic.
- S vysvětlením přišel Albert Einstein: Aby se jádro nerozpadlo (kladné protony se odpuzují), musí v jádře existovat **vazební energie**, která částice drží pohromadě. Tato energie vznikla na úkor vlastní hmotnosti částic. Jádro snížilo svou hmotnost, aby si vytvořilo energii na udržení se pohromadě. Rozbíráním atomových jader se tato vazební energie uvolňuje v podobě tepla.



$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

Výroba elektrické energie v jaderné elektrárně je podobná jako v uhelné elektrárně. Obě elektrárny vyrábějí páru a pohání turíny. V uhelné přeměňujeme chemicky vázanou energii v uhlí na tepelnou energii spalováním uhelného prachu v kotli. V jaderné získáváme teplo štěpením jader uranu v reaktoru.

## IZOTOPY CHEMICKÝCH PRVKŮ

Obecný prvek lze označit  ${}^A_Z X$

Např.:  ${}^1_0\text{H}$ ;  ${}^{12}_6\text{C}$ ;  ${}^{235}_{92}\text{U}$

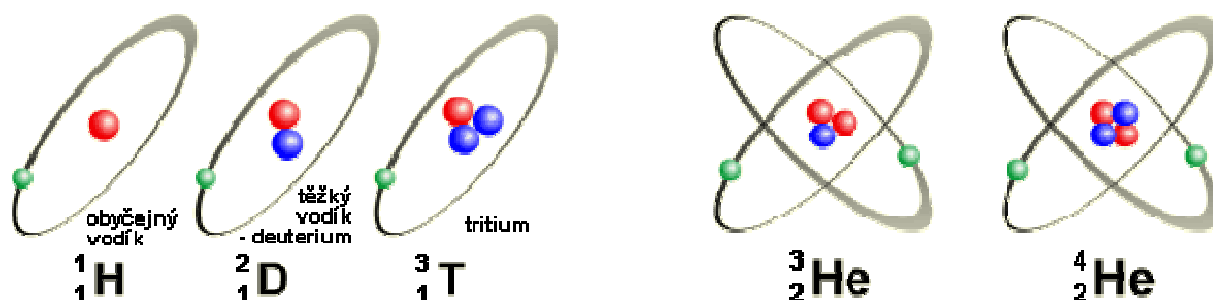
A ... atomové číslo

N ... neutronové číslo

Z ... protonové číslo

$$A = Z + N$$

Jádra atomů izotopů jednoho prvku mají stejný počet protonů, ale rozdílný počet neutronů.



## JADERNÁ ŠTĚPNÁ REAKCE

### ŠTĚPENÍ URANU

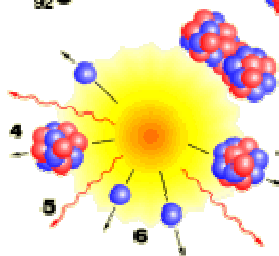
(Jaderná štěpná reakce)

1. POMALÝ NEUTRON
2. MATEŘSKÉ JÁDRO

$^{235}_{92}\text{U}$

3. VYBUZENÉ JÁDRO  
VYSOCE NESTABILNÍ

$^{236}_{92}\text{U}$

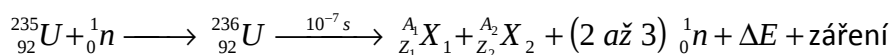


4. DVA DCEŘINÉ  
PRODUKTY

5. ELEKTROMAGNETICKÉ  
ZÁŘENÍ

6. 2-3 RYCHLÉ NEUTRONY

Pomalý neutron (rychlý by se od jádra odrazil) narazí do izotopu uranu 235. Neutron je pohlcen a vzniká vysoce nestabilní izotop uranu 236, který se okamžitě rozpadá na dva různé chemické prvky. Současně se při rozpadu jádra uvolní 2 nebo 3 rychlé neutrony a dále se uvolní vazební energie v podobě tepelné energie. Rozpadem jádra vzniká také záření.



## ŘÍZENÉ ŠTĚPENÍ URANU

1. Pomalý neutron
2. Jádro uranu ( $^{235}\text{U}$ )

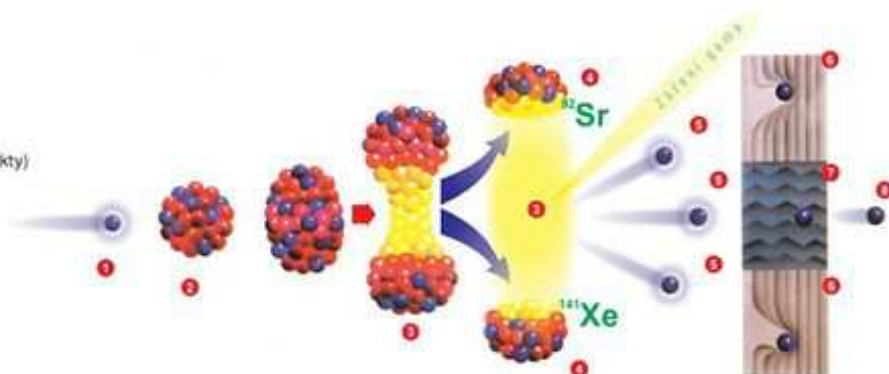
3. Štěpení
4. Dva odštěpky (štěpné produkty)

5. Rychlé neutrony

6. Absorbátor

7. Moderátor

8. Pomalý neutron



Řízená štěpná reakce

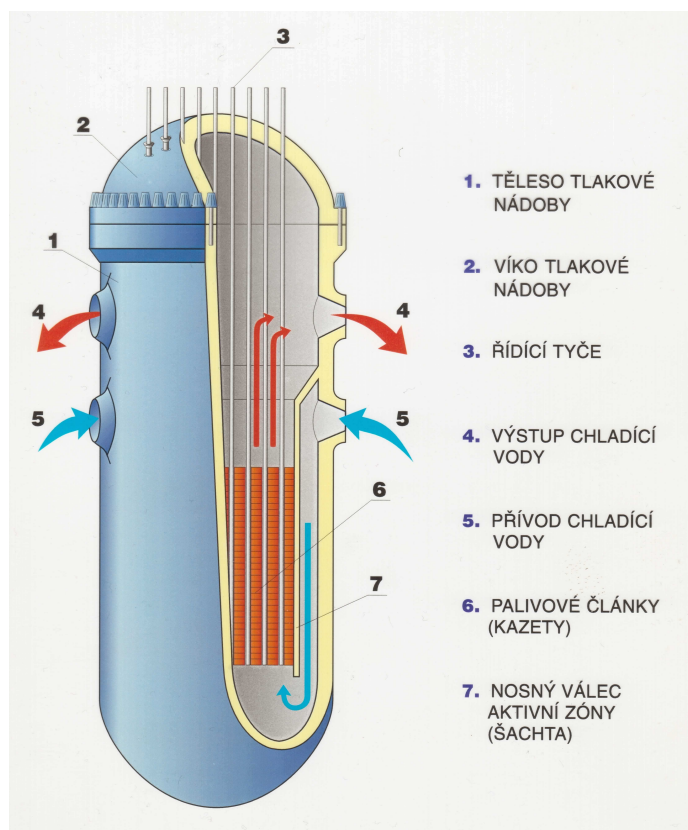
**Absorbátor** – látka, která pohlcuje neutrony (např. kyselina boritá, kadmium)

**Moderátor** – látka, která zpomaluje rychlé neutrony (např. voda, těžká voda, grafit)

## JADERNÉ PALIVO

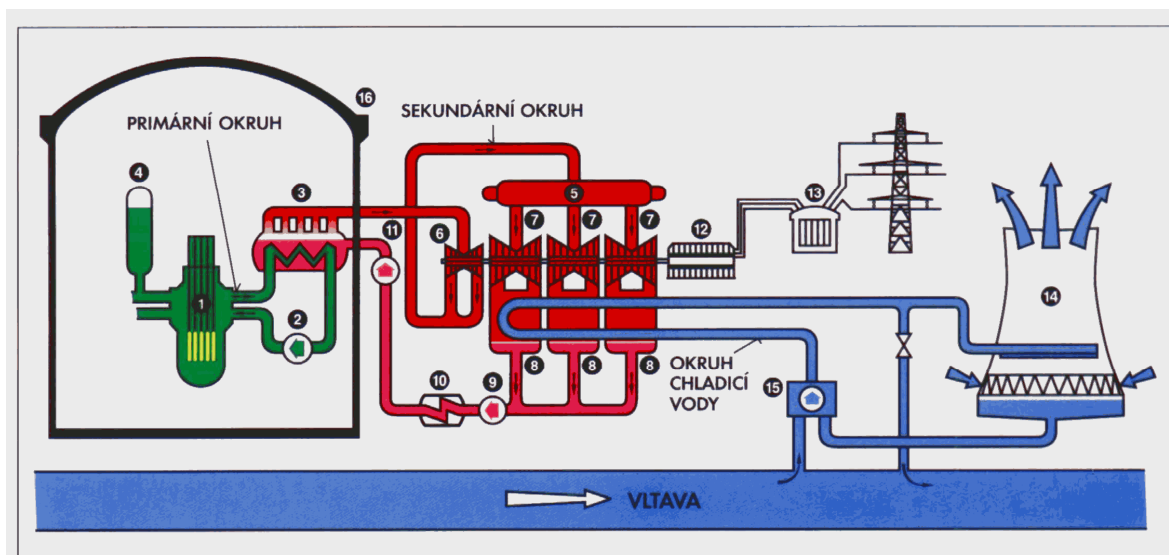
Palivem v jaderné elektrárně je oxid urančitý ve formě tablet uzavřených do palivových proutků. Proutky tvořené trubičkami ze zirkonové slitiny tvoří palivovou kazetu – palivový soubor. Paliva je v reaktoru přibližně 80 t.

## JADERNÝ REAKTOR



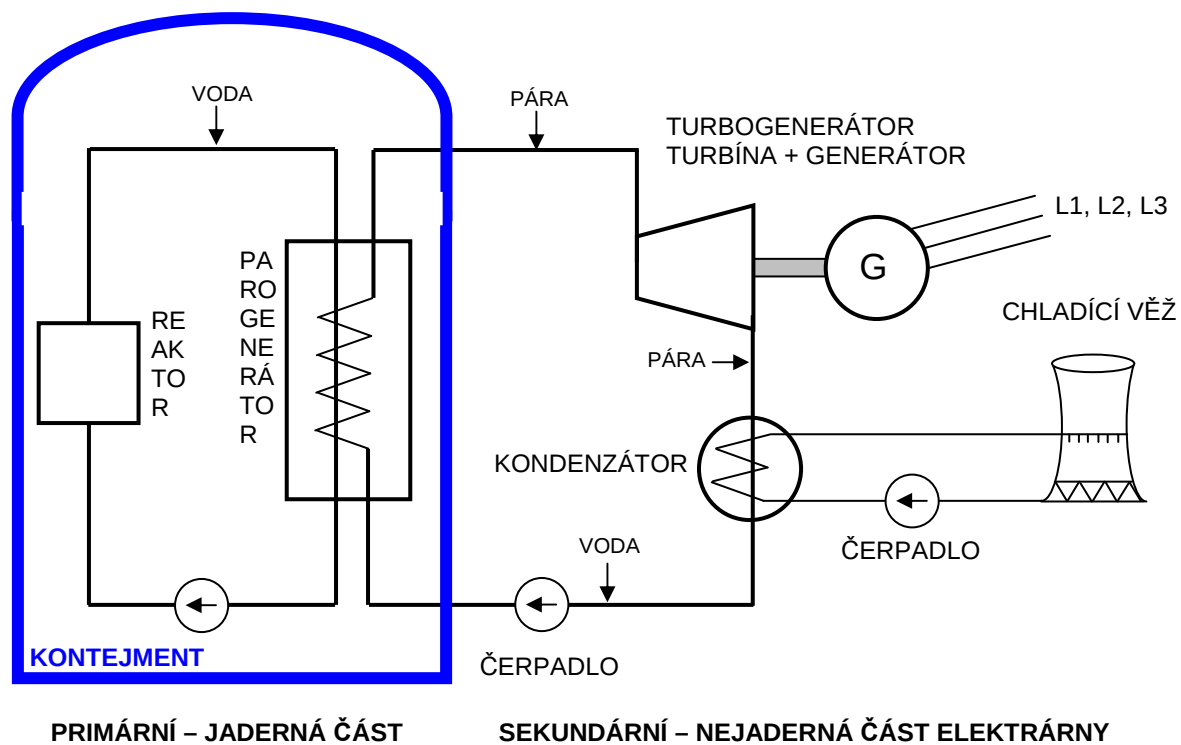
|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Výška nádoby                      | 10,9 m                 |
| Vnější průměr nádoby              | 4,54 m                 |
| Vnitřní průměr nádoby             | 4,07 m                 |
| Hmotnost                          | 304 t                  |
| Teplota vody vstup/výstup reaktor | 289/322 °C             |
| Tlak                              | 15,7 MPa               |
| Průtok vody                       | 22,2 m <sup>3</sup> /s |

## BLOKOVÉ SCHÉMA JADERNÉ ELEKTRÁRNY



**SCHÉMA JE TEMELÍN:** 1. Reaktor, 2. Hlavní cirkulační čerpadlo, 3. Parogenerátor, 4. Kompenzátor, 5. Separátor - přehřívák, 6. Vysokotlaký díl turbíny, 7. Nízkotlaký díl turbíny, 8. Kondenzátor, 9. Kondenzátní čerpadlo, 10. Regenerace, 11. Napájecí čerpadlo, 12. Elektrický generátor, 13. Transformátor, 14. Chladicí věž, 15. Čerpací stanice, 16. Ochranná obálka

## DVOUOKRUHOVÉ SCHÉMA



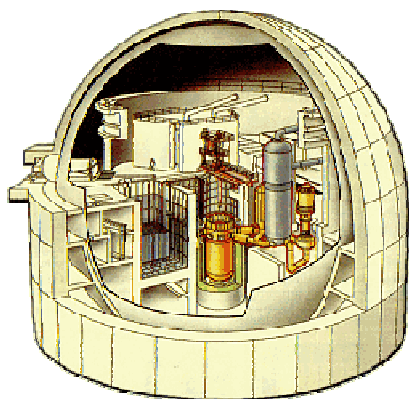
Výrobní blok jaderné elektrárny se dělí na **jadernou** (primární) a **nejadernou** (sekundární) část.

**Jaderná část** – primární okruh se skládá z reaktoru, parogenerátoru, primárního potrubí a čerpadla. Celá tato část je uzavřena v **kontejmentu**.

**Nejaderná část** – sekundární okruh se skládá z turbíny, kondenzátoru, sekundárního potrubí a čerpadla. Kondenzátor k chlazení využívá chladicí okruh.

**Kontejment** – je železobetonová budova, ve které je uložen primární okruh a bazén s vyhořelým palivem.

Budova odolá zemětřesení a nárazu letadla a současně zadrží případný únik radioaktivní vody nebo páry



**Barbotážní systém** – havarijní sprchování uniklé radioaktivní páry. Střecha kontejmentu slouží jako obří sprcha, která může zaplavit vodou celý kontejment.



## URANOVÝ PALIVOVÝ CYKLUS

