

*Nejsou dobré a zlé režimy. Jsou jen odlišné režimy. A liší se pouze tím, jak velkou příležitost dají špatným lidem.*

## Typy jaderných reaktorů

Kromě energetického využití lze jaderný reaktor využít i jako mohutný zdroj neutronů pro ozařování různých materiálů, v nichž jadernými reakcemi vzniká umělá radioaktivita. Za tímto účelem jsou v aktivní zóně reaktoru umístěny ozařovací komůrky či kanálky, kam se ozařovaný materiál zasouvá. Řadu radionuklidů, včetně některých transuranů (především plutonium), lze separovat i z vyhořelého jaderného paliva reaktoru.

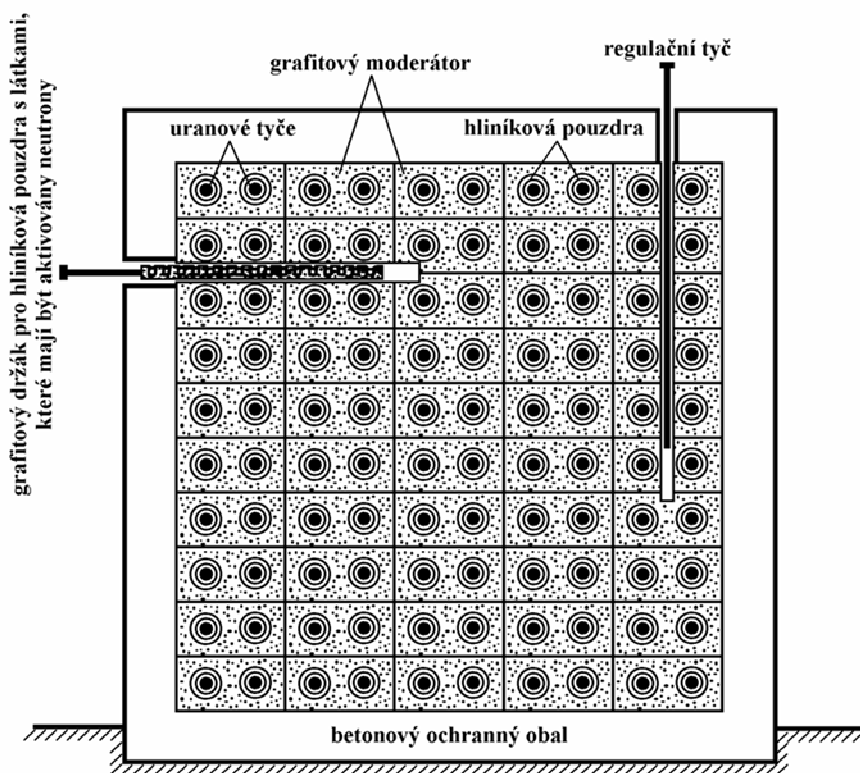


schéma grafitového reaktoru

### Grafitem moderované reaktory vodou chlazené

První generace těchto reaktorů byly jednookruhové, moderátorem byl grafit a chladivem voda, jejíž pára je vedena přímo do turbíny. Takové konstrukce byly např. reaktory používané v jaderné elektrárně v Černobylu. Reaktory tohoto typu měly, kromě jednoduššího provedení, výhody i nevýhody.

Uran v palivových článkách byl málo obohacený (kolem 2%), dala se odstavit jen část reaktoru, neboť rozdělení palivových článků do nezávislých kanálků umožňovalo postupnou výměnu palivových článků za provozu. Nevýhodou bylo, že v případě úniku vody štěpná reakce pokračovala ve zvýšené míře, neboť množství grafitu, hlavního moderátoru neutronů, v aktivní zóně reaktoru je fixní.

## **Vodou moderované reaktory**

### a) tlakovodní reaktor (PWR, VVER)

Reaktory typu PWR (Presurized Water moderated and cooled Reactor), označované též jako VVER (vodo-vodní energetický reaktor), jsou dnes nejčastěji používaným typem reaktorů. Moderátorem i chladivem je obyčejná voda, chlazení reaktoru je dvoukruhové. Tyto reaktory se vyznačují vysokou bezpečností provozu a odolností proti havárii. Použití vody jako chladiva i moderátoru by v případě přehřátí aktivní zóny a přeměně vody v páru vedlo ke snížení moderačního účinku a tím k útlumu štěpné reakce. Reaktory používané u nás (Dukovany, Temelín) jsou právě typu VVER.

V září roku 1957 byl v Ústavu jaderné fyziky ČSAV v Řeži u Prahy uveden do provozu výzkumný reaktor VVR-S (palivo uran obohacený na 10 % izotopem  $^{235}\text{U}$ , moderátor a chladivo obyčejná destilovaná voda, maximální tepelný výkon 2 MW, zpočátku byl provozován jen na 10 % nominálního výkonu). S pravidelnou výrobou radioizotopů v tomto reaktoru se začalo v dubnu 1958.

### b) varný reaktor (BWR)

Druhým nejrozšířenějším typem reaktorů jsou jednookruhové BWR (Boiling Water Reactor). Voda, sloužící jako chladivo i moderátor, se zde ohřívá k varu přímo v tlakové nádobě aktivní zóny a tato pára přímo pohání turbínu.

## **Grafitem moderované reaktory plynem chlazené**

### a) grafitem moderovaný reaktor (GCR)

V reaktoru GCR (Gas Cooled & Graphite Moderated Reactor) je chladivem plynný oxid uhličitý, který se po ohřátí vede do parogenerátoru, kde ohřívá vodu sekundárního okruhu. Aktivní zóna se skládá z grafitových bloků moderátoru, kterými prochází velké množství kanálů s palivovými tyčemi (lze je vyměňovat za provozu).

### b) grafitem moderovaný vysokoteplotní reaktor (HTGR)

V reaktoru HTGR (High Temperature Gas Cooled Reactor) je palivem vysoce obohacený uran ve formě malých kuliček (0,5mm) oxidu uraničitého, rozptýlených v koulích nebo v šestiúhelníkových blocích grafitu, které jsou volně naskládány v aktivní zóně, přičemž vyhořelé jsou ze dna postupně odebírány a čerstvé shora dosypávány. Chladivem je plynné helium, které se po ohřátí vede do parogenerátoru, kde ohřívá vodu sekundárního okruhu. Pro poměrnou jednoduchost a menší rozměry se považuje za perspektivní.

## **Těžkou vodou moderované reaktory**

Deuterium ve formě těžké vody ( $\text{D}_2\text{O}$ ) má velmi dobré moderační vlastnosti, což umožňuje jako štěpný materiál používat přírodní, nebo jen slabě obohacený uran.

a) V reaktoru PHWR (Presurized Heavy Water Moderated and Cooled Reactor) je chladivem a moderátorem těžká voda, která z primárního chladicího okruhu předává teplo obyčejné vodě v parogenerátoru.

b) Reaktor HWLWR (Heavy Water Moderated Boling Light Water Cooled Reactor) je rovněž těžkou vodou moderovaný a obyčejnou vodou chlazený varný reaktor.

c) Reaktor BHWR (Boiling Heavy Water Cooled and Moderated Reactor) je varný reaktor moderovaný i chlazený těžkou vodou.

d) Reaktor HWGCR (Heavy Water Moderated Gas Cooled Reactor) je těžkou vodou moderovaný a plynem chlazený reaktor.

### **Samoregulační kompaktní reaktor**

Ve stádiu projektů jsou reaktory malých rozměrů, které jsou po dobu životnosti paliva bezúdržbové. Regulace probíhá změnou koncentrace moderátoru v aktivní zóně reaktoru.

### **Vodíkem moderovaný reaktor**

Malý reaktor, jehož palivem jsou granule uranu  $^{235}\text{U}$ , obohaceného na cca 5 %, ve formě hydridu uranu  $\text{UH}_3$ , umístěné v plynné vodíkové atmosféře. Vodík, obsažený v hydridu  $\text{UH}_3$ , slouží jako moderátor neutronů. Vpuštěním plynného vodíku do aktivní zóny se reaktor spustí, vypuštěním vodíku lze reakci kdykoli zastavit. Jako chladivo je plánován roztavený draslík.