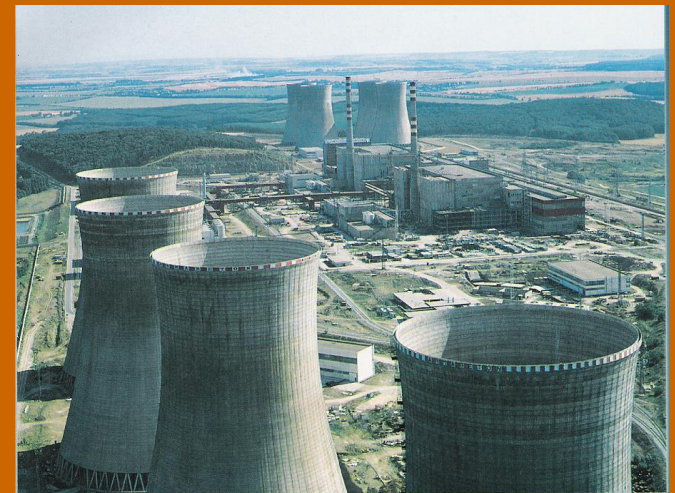


JADROVÁ ELEKTRÁREŇ

Ing. Daniela Kočnerová

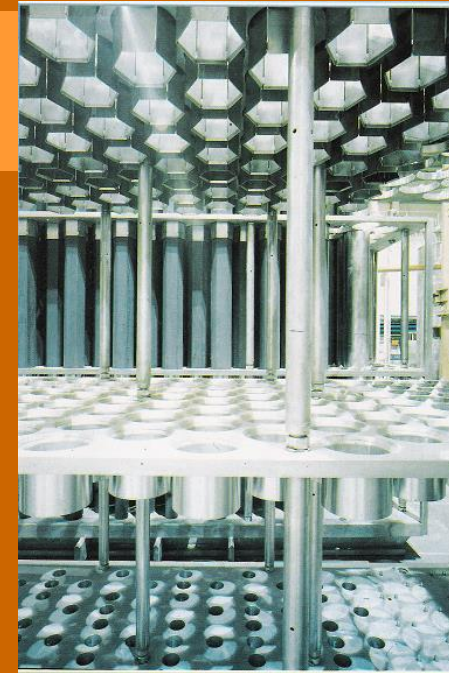
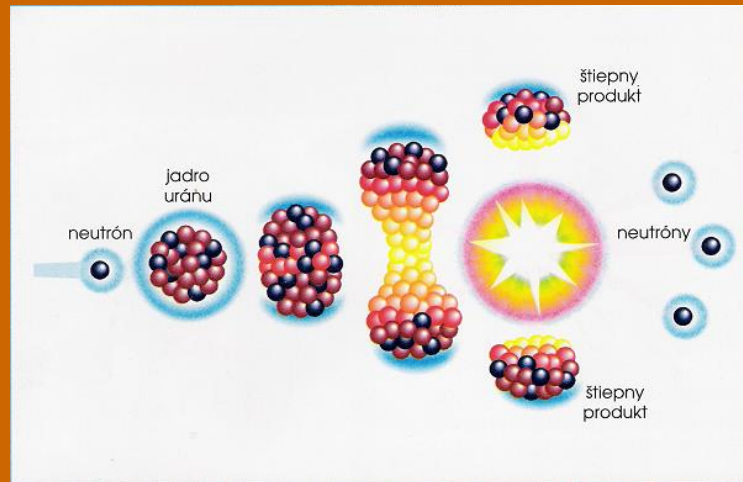


OBSAH

- JADROVÉ PALIVO
- REAKTOR
- SCHÉMA VÝROBY EL. ENERGIE V JE
- REAKTOROVŇA, STROJOVŇA,
DOZORŇA
- JADROVÁ BEZPEČNOST
- JE MOCHOVCE
- POUŽITÁ LITERATÚRA

JADROVÉ PALIVO

Štiepenie jadra uránu



Na výrobu jadrového paliva sa používa UO_2 (oxid uraničitý).

1. Z práškovej formy sa lisujú peletky (forma tabletky)
2. Tabletky sa vkladajú do trubiek (zo zirkóniovej zliatiny), ktoré sa hermeticky uzatvoria \Rightarrow palivový prútik
3. Zväzok palivových prútikov tvorí palivovú kazetu

Reaktor JE Mochovce obsahuje - 312 palivových kaziet

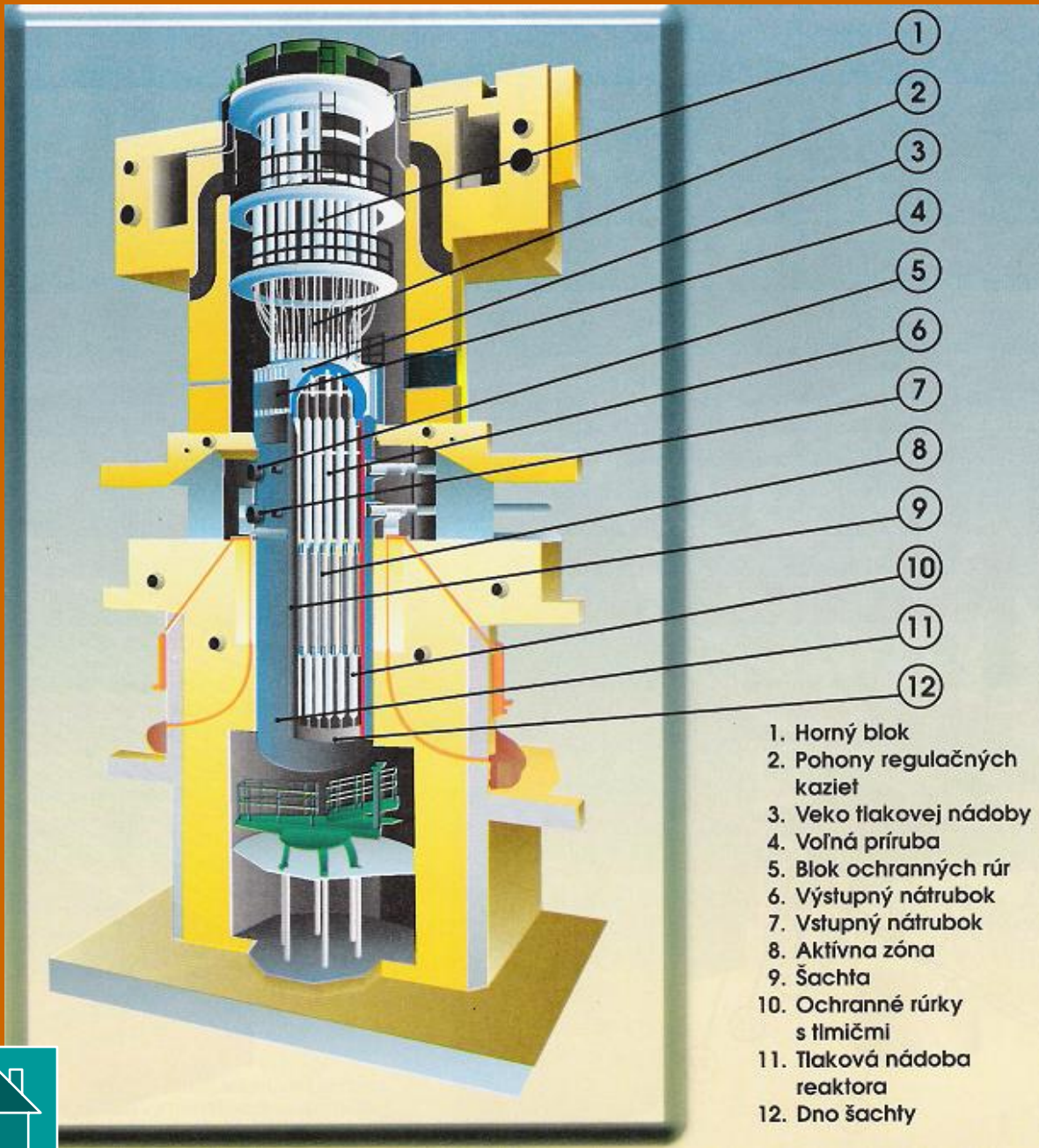
V každej palivovej kazete je - 126 palivových prútikov

V každom palivovom prútiku je - 120 kg paliva



REAKTOR

U nás sú zavedené
typy reaktorov:
VVER 440 a
VVER 1000 –
tlakovodný
reaktor s vodným
moderátorom
s výkonom 440
MW (1000 MW)



V REAKTORE

Prebieha štiepna reakcia. Jeho hlavnou časťou je aktívna zóna, v ktorej je uložené:

- **jadrové palivo** (prírodný urán ^{235}U , obohatený urán, ^{242}Pu plutónium, ^{232}Th thórium),
- **palivové kazety** zasúva regulátor udržiavajúci stálu teplotu 350 až 400 °C,
- **moderátor** – spomaľuje tok neutrónov, rýchlosť neutrónov vzniknutých štiepením sa znižuje (2000 km/s) zrážkami neutrónov s jadrami atómov ľahkých prvkov napr. uhlíka, ťažkej vody (deutériumoxid D_2O), berýlia,
- **chladio** – je látka, ktorá odvádza teplo z aktívnej zóny reaktora do výmenníka tepla (tekuté – ľahká a ťažká voda, plynné – CO_2 , roztavený kov – sodík)



Regulačné tyče

- Kompenzujú malé alebo veľmi rýchle zmeny reaktivity reaktora – regulujú množstvo uvoľnenej tepelnej energie, aby sa neprekročila hranica bezpečnosti prevádzky reaktora,
- sú vyrobené z nehrdzavejúcej ocele s prísadou bóru, ktorý pohlcuje neutróny,
- zasahujú automaticky, ovláda ich regulátor,
- pri nadmernom vzraste výkonu reaktora a pri poruchách zabezpečia okamžité zastavenie štiepnej reakcie.

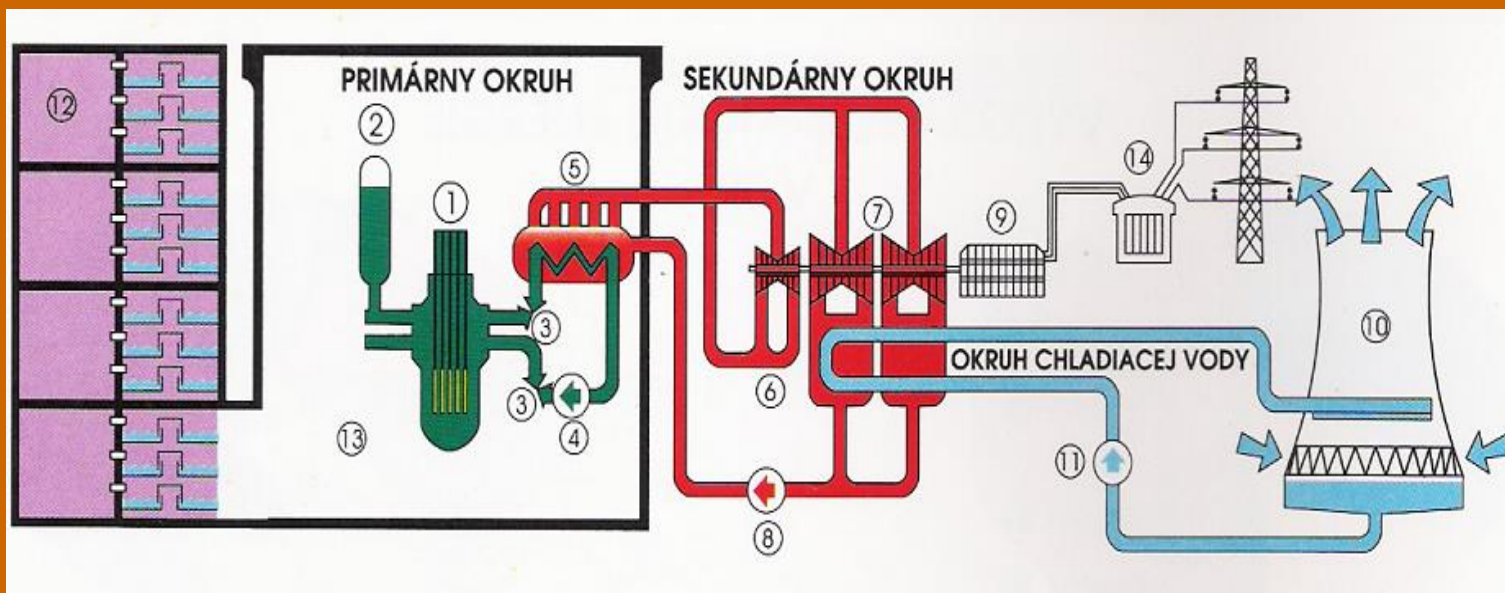


JE sa môže prevádzkovať

1. Jednookruhová – s varným reaktorom: chladiivo je ľahká voda, moderátor je grafit, para vyrobená v reaktore sa privádza priamo k turbínam, prevádzka jednoduchá, ale rádioaktivita z reaktora sa prenáša do strojovne a tým do celej elektrárne.
2. Dvojokruhová – s tlakovodným reaktorom: primárny a sekundárny okruh je od seba oddelený výmenníkom tepla, sekundárny okruh nie je rádioaktívny.
3. Trojokruhová – s rýchlym reaktorom: na chladenie sa používa sodík, ktorý nesmie prísť do styku s vodou.



ŠCHÉMA VÝROBY EL. ENERGIE V DVOJOKRUHOVEJ JE



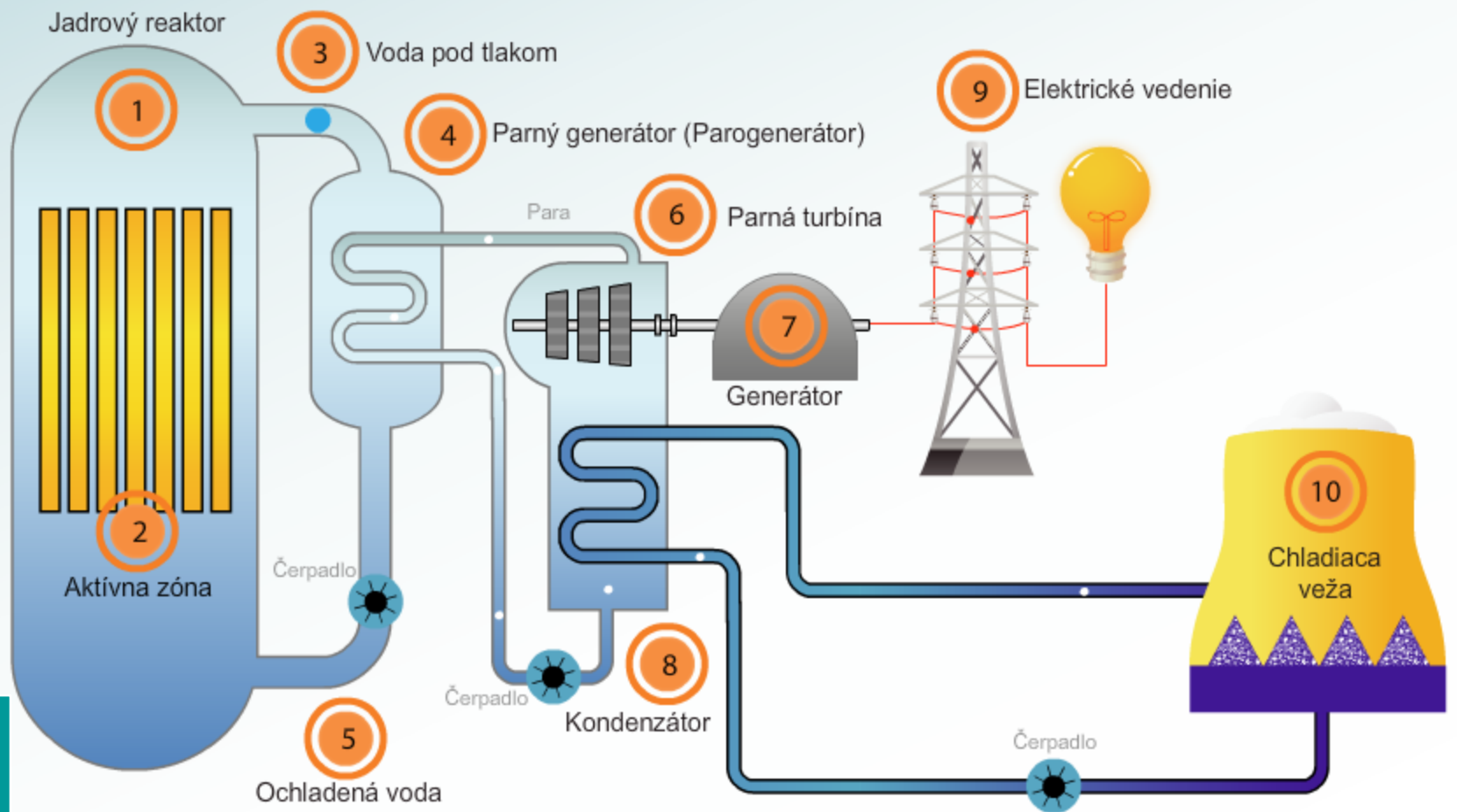
1 - reaktor, 2 - kompenzátor objemu, 3 - hlavné uzatváracie armatúry, 4 - hlavné cirkulačné čerpadlo, 5 - parogenerátor, 6 - vysokotlaký stupeň turbíny, 7 - nízkotlaký stupeň turbíny a kondenzátor, 8 - čerpadlo kondenzátu, 9 - generátor, 10 - chladiaca veža, 11 - čerpadlo chladiacej vody, 12 - vákuo-barbotážny bezpečnostný systém, 13 - hermeticky uzatvorený priestor - súčasť bezpečnostného systému, 14 - transformátor

http://www.seas.sk/_img/SEAS/schema_jadrova.swf



Princíp činnosti

<http://www.platforma.ekofond.sk/moderne-vyucovanie/zdroje-energie/energia-z-uranu-jadrova-energia>



Princíp činnosti

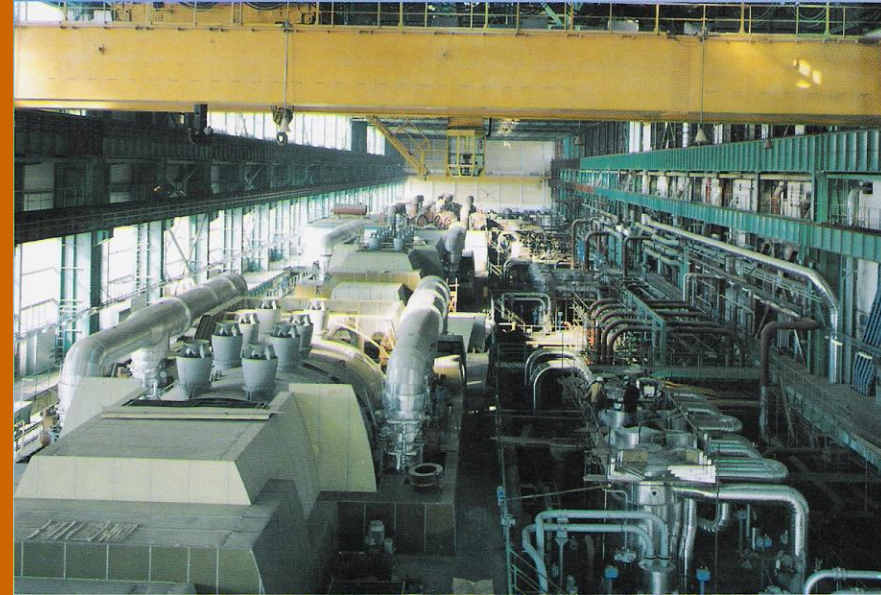
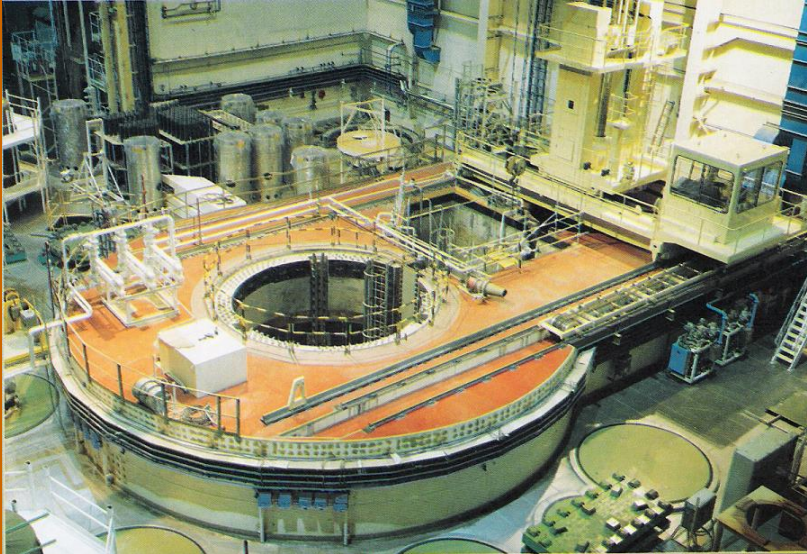
- **Jadrový reaktor** - V reaktore prebieha štiepna reakcia uránu. Reťazová reakcia sa udržiava tak, aby prebiehala požadovanou rýchlosťou. Na to slúžia regulačné kazety. Pri tejto reakcii sa uvoľňuje veľké množstvo energie, ktorá sa mení na teplo. Toto teplo ohrieva chladivo.
- **Aktívna zóna** – V aktívnej zóne sú umiestnené palivové kazety a prebieha tu štiepna reakcia. Vyhorené palivo, ktoré vznikne po prebehnutí štiepnej reakcie, sa dlhodobo skladuje v medziskladoch, alebo sa môže prepracovať.
- **Voda pod tlakom** – Zohriata voda z reaktora je prenášaná do parného generátora (parogenerátora) – výmenníka tepla.
- **Parný generátor (Parogenerátor)** – Je to zariadenie s funkciou tepelného výmenníka. Energia, ktorá sa vyrobí v reaktore pri štiepnej reakcii sa v parogenerátore využíva na výrobu pary.
- **Ochladené chladivo** – Chladivo ochladené v parnom generátore je prenášané späť do reaktora. Cirkuláciu studenej vody zabezpečuje čerpadlo.



- **Parná turbína** – Parným potrubím je para vyrobená v parogenerátore prenesená do parnej turbíny. Tu para poháňa lopatky turbíny, čím sa jej tepelná a kinetická energia premieňa na mechanickú energiu.
- **Generátor** – Je spojený s rotorom turbíny. Jeho úlohou je meniť vyrobenú mechanickú energiu z turbíny na elektrickú energiu.
- **Elektrické vedenie** – Vyrobená elektrická energia je v transformátore premenená na vysoké napätie, ktoré je prenášané elektrickým vedením.
- **Kondenzátor** – Kondenzátor je zariadenie, v ktorom sa para z parnej turbíny kondenzuje, čiže mení na vodu.
- **Chladiace veže** – Horúca voda z kondenzátorov sa ochladzuje v chladiacich vežiach. Prebytočné nevyužitú teplo sa vypúšťa do atmosféry. Kondenzát, ktorý vznikne z pary je vedený späť do parogenerátora, kde sa opäť mení na paru.



REAKTOROVŇA, STROJOVŇA, DOZORŇA












http://www.seas.sk/_img/SEAS/SE%20Documents/Publikacie/Brozury_zavodov/SEandEnel_EMOfacts_SK.pdf



JADROVÁ BEZPEČNOSŤ

Radiačná zát'až obyvateľstva za rok

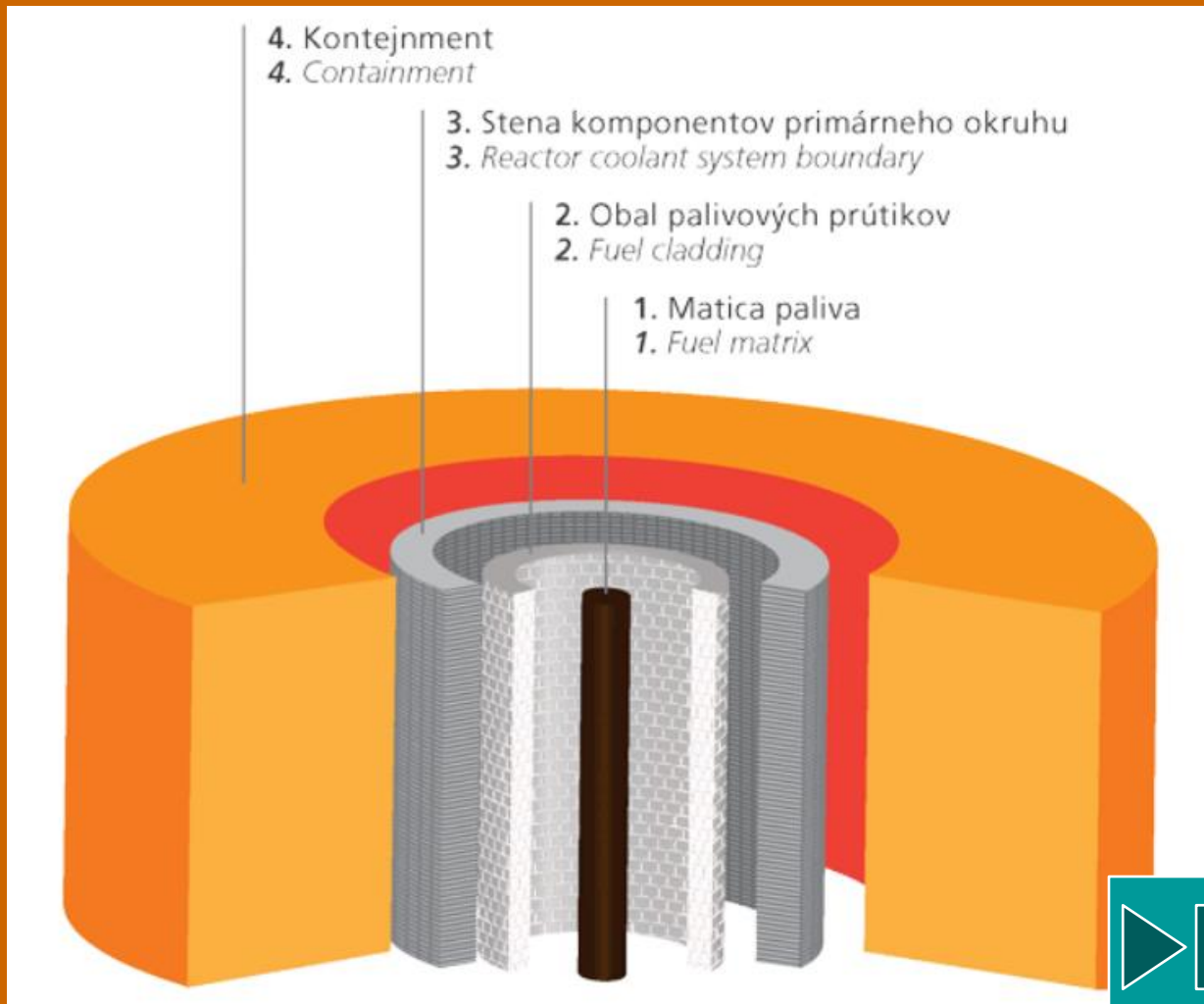
- Bezpečnostné bariéry
- Bezpečnostné systémy
- Vyrad'ovanie
jadrových zariadení,
nakladanie
s vyhoreným palivom

Prírodná radiačná záťaž	Kozmické žiarenie		-5 35-50.10 Sv
	Žiarenie zo zemskej kôry		-5 50-70.10 Sv
	Príjem potravín		-5 15.10 Sv
	Celková prírodná radiačná záťaž obyvateľstva		-5 130-140.10 Sv
Umelá radiačná záťaž	Bývanie pri jadrovej elektrárni		-5 1.10 Sv
	Ciferník svietiacich hodín		-5 2.10 Sv
	Let lietadlom		-5 2.10 Sv
	Farebný televízor		-5 1-10.10 Sv
	Betónový dom		-5 20.10 Sv
	Lekárske röntgenové zariadenia		-5 50.10 Sv
	Celková umelá radiačná záťaž obyvateľstva		-5 max.85.10 Sv



Bezpečnostné bariéry

Cieľom bezpečnostných bariér je zamedziť úniku rádioaktívnych látok do okolia a ochrana pred ionizujúcim žiarením za každého prevádzkového stavu, teda aj v prípade poruchy.

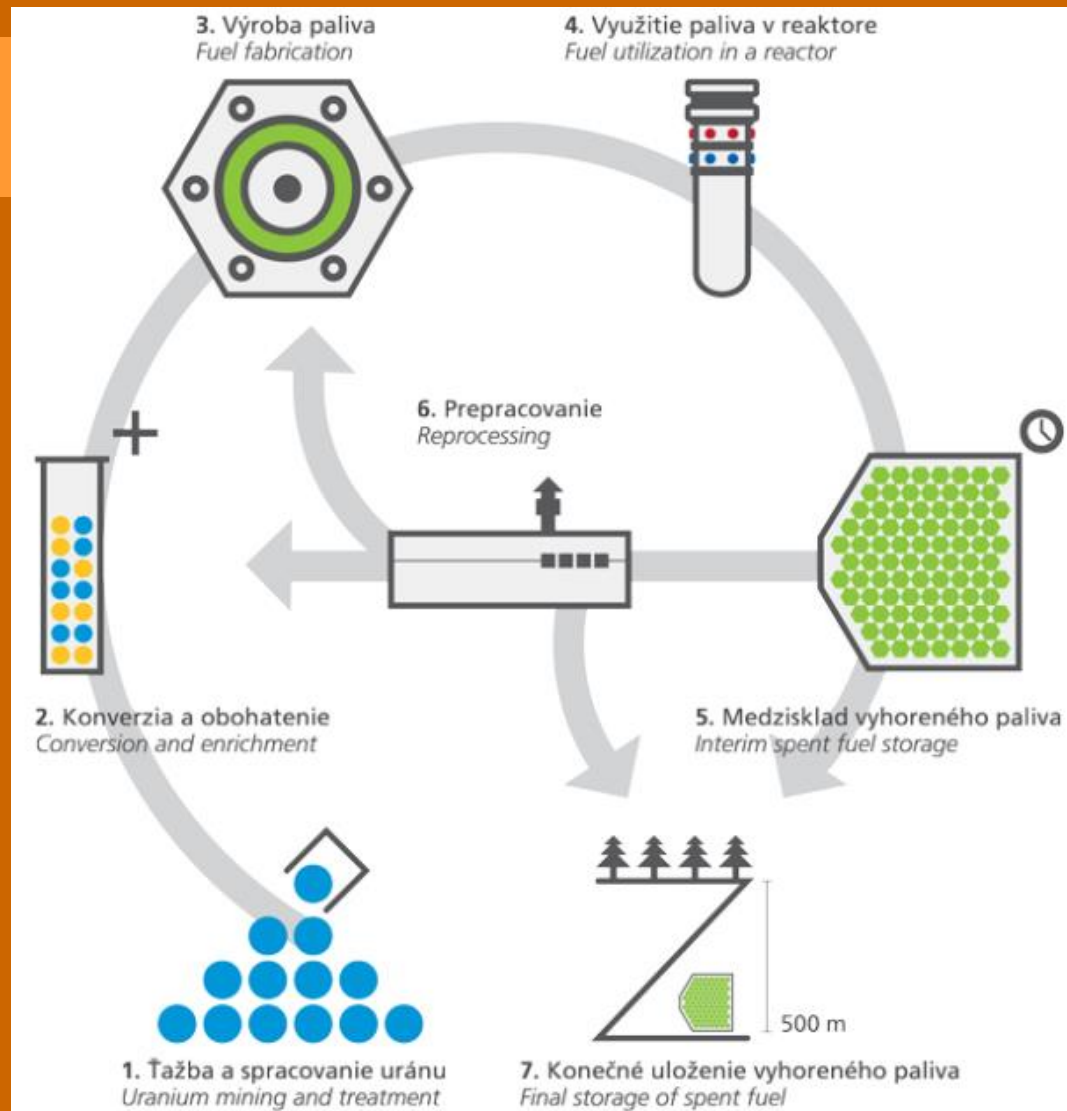
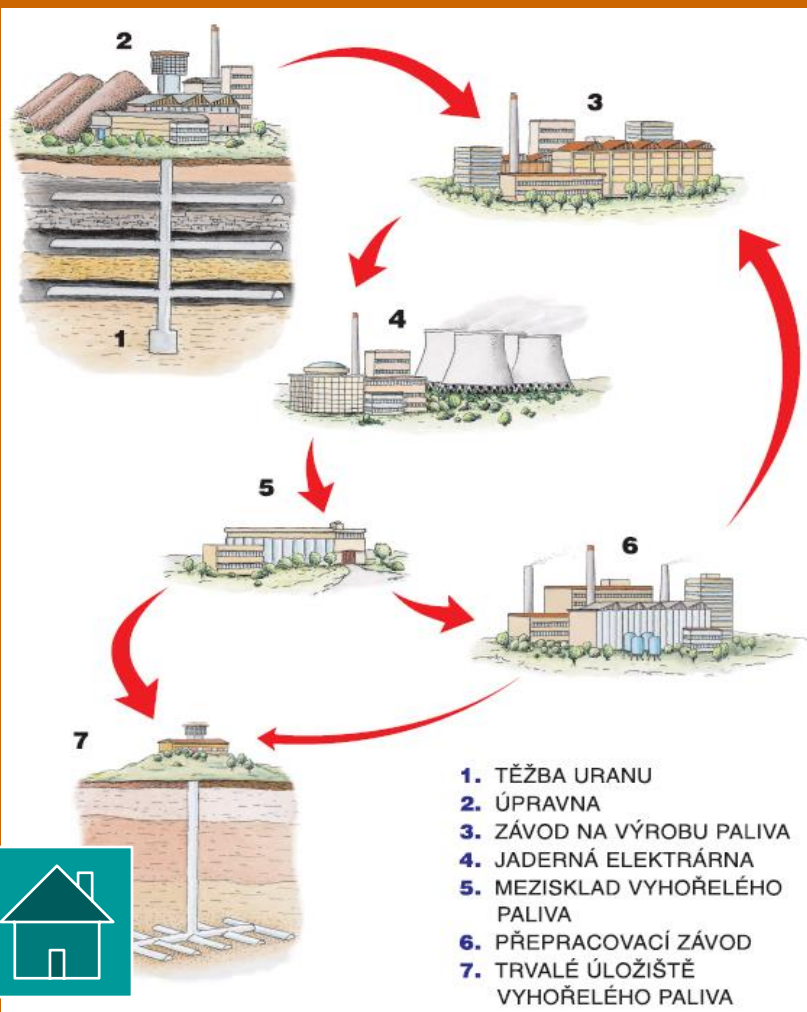


Bezpečnostné bariéry

- **Prvú bariéru** tvorí pevná keramická forma jadrového paliva - palivové tablety, ktorá je schopná viazať produkty štiepenia.
- **Druhú bariéru** tvorí hermeticky uzatvorená kovová tenkostenná rúrka, ktorá tvorí obálku jadrového paliva.
- **Tretiu bariéru** vytvára hermeticky uzatvorený tlakový systém primárneho okruhu, do ktorého patrí i tlaková nádoba reaktora.
- **Štvrtou bariérou** je hermetická zóna alebo obálka – kontejnment, zadržiavajúca rádioaktívne látky, ktoré uniknú cez prípadné porušenie prvej alebo druhej bariéry. Okolo tlakovej nádoby reaktora je teda ešte oceľovo-betónový plášť chrániaci človeka pred priamym rádioaktívnym žiarením.



Palivový cyklus



Bazén vyhoreného paliva

- Vyhorené jadrové palivo obsahuje ešte zhruba 1% ^{235}U a 1% ^{239}Pu , ktoré je možné využiť.
- Po odstavení, vychladení a otvorení reaktora sú pomocou zavážacieho stroja z reaktora premiestnené palivové články do skladovacieho bazéna. Všetky manipulácie s vyhoreným palivom sa musia robiť pod 3 až 6 m vrstvou vody.
- Bazén vyhoreného paliva je spojený so šachtou reaktora cez transportný kanál. V bazéne sú rošty, do ktorých sa ukladajú vyhorené palivové kazety na dobu min. 3 roky. Chladiace zariadenia udržiavajú teplotu vody v bazéne medzi 40 až 50°C.



Medzisklad

- Po uplynutí potrebnej doby skladovania v bazéne pri reaktore sa vyhorené palivo preváža v transportných kontajneroch do medziskladu vyhoretého paliva.
- Medzisklad sa nachádza mimo budovy reaktora. Slúži na dlhodobé skladovanie paliva pri otvorenom palivovom cykle na obdobie 50 rokov a pri zatvorenom 3 až 10 rokov.
- **V mokrých medziskladoch** sa palivové články skladujú v bazénoch naplnených vodou v roštoch, resp. v puzdrách transportných kontajnerov. Takýto sklad má spoločnosť JAVYS v Jaslovských Bohuniciach.
- **V suchých medziskladoch** vyhoretého paliva sa palivové články ukladajú do oceľových alebo betónových kontajnerov chladených vzduchom.



JE MOCHOVCE



http://servizi.enel.it/visitacentrali/mochovce/index_sk.asp



POUŽITÁ LITERATÚRA

- Obrázky – prospekty JE Mochovce
- http://servizi.enel.it/visitacentrali/mochovce/index_sk.asp
- http://www.seas.sk/_img/SEAS/schema_jadrova.swf
- http://www.seas.sk/_img/SEAS/SE%20Documents/Publikácie/Brozury_zavodov/SEandEnel_EMOfacts_SK.pdf
- <http://www.seas.sk/sk/spolocnost/onas/slovenske-elektrarne/jadrova-bezpecnost/bezpecnostne-bariery>
- <http://www.seas.sk/sk/spolocnost/onas/slovenske-elektrarne/jadrova-bezpecnost/bezpecnostne-systemy>
- <http://www.seas.sk/sk/spolocnost/o-nas/slovenske-elektrarne/jadrova-bezpecnost/zadna-cast-palivoveho-cyklu>
- <http://www.platforma.ekofond.sk/moderne-vyucovanie/zdroje-energie/energia-z-uranu-jadrova-energia>



