

**Iceland**  
**Liechtenstein**  
**Norway grants**



**Ministerstvo financí  
České republiky**

**TÉMA: Jaderná elektrárna Dukovany**  
**JMÉNO: Kryštof Olšovský**

**PROJEKT: Porovnání energetického potenciálu Islandu a  
České republiky**

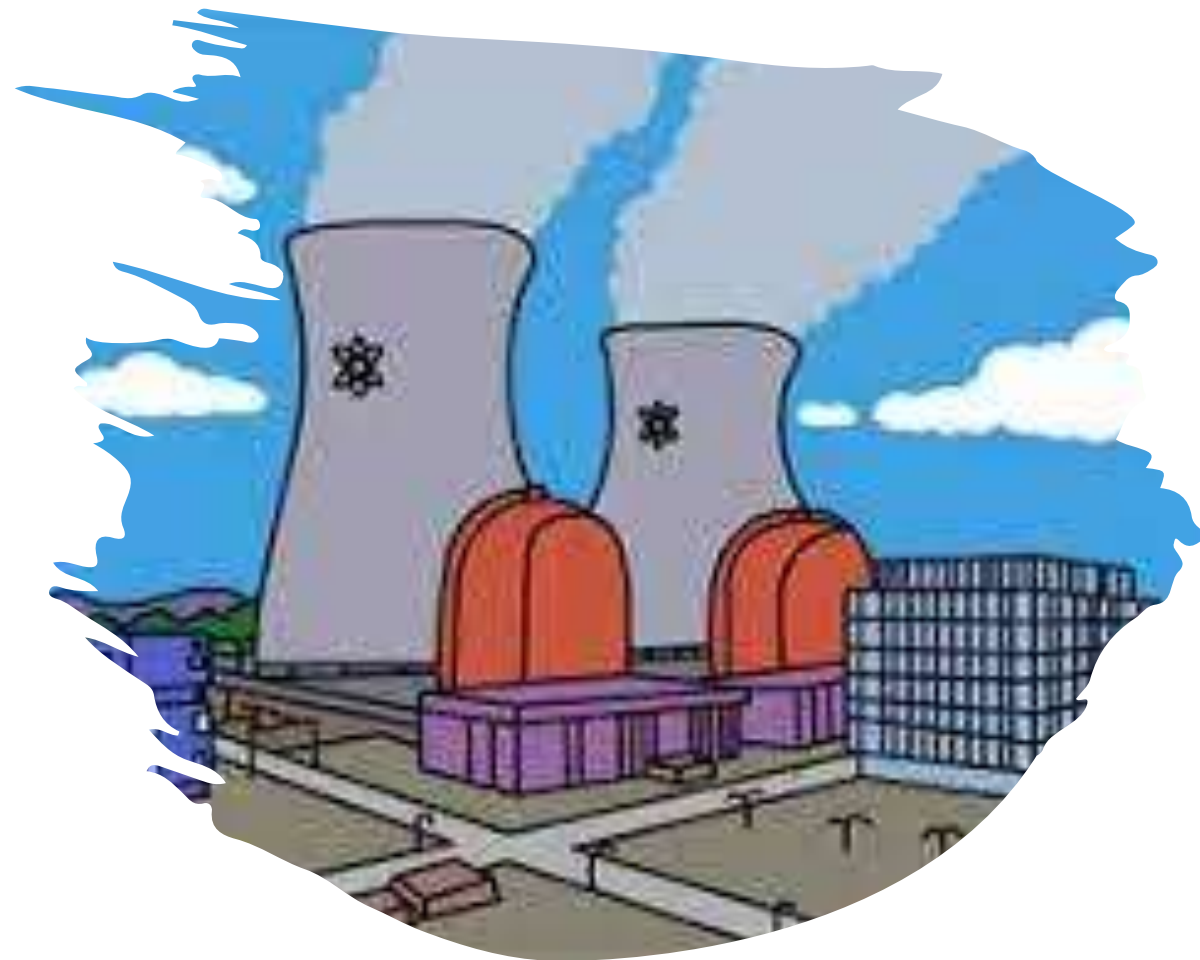
**TERMÍN: 1. 8. 2021 – 31. 8. 2022**

An aerial photograph of the Dukovany Nuclear Power Plant. The image shows several large, white, conical cooling towers arranged in two rows. The plant's main buildings and infrastructure are visible in the center. The surrounding landscape consists of green fields, some yellow fields, and a dense forest in the foreground. The sky is overcast.

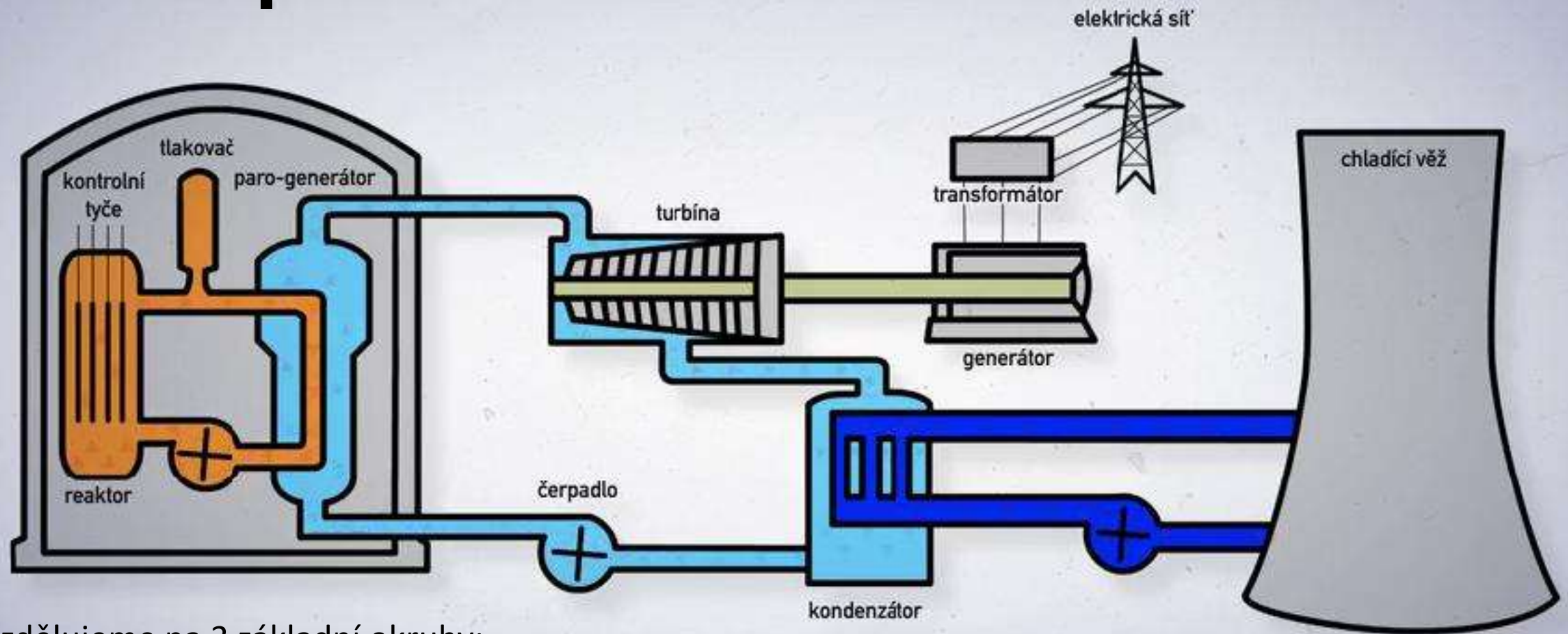
Jaderná elektrárna  
**Dukovany**

# Co to je jaderná elektrárna ?

- Jaderná elektrárna je výrobní elektrické energie respektive technologické zařízení, sloužící k přeměně vazebné energie jader těžkých prvků na elektrickou energii.
- Zjednodušeně můžeme říci, že jaderná elektrárna je tepelná elektrárna a od klasické tepelné elektrárny se liší v podstatě jen zdrojem tepla potřebného ke vzniku páry.
- Skládá se obvykle z jaderného reaktoru, parní turbíny s alternátorem a z mnoha dalších přístrojů.
- Teplo vzniká štěpením obohaceného uranu  $U^{235}$  v jaderném reaktoru.
- Vzniklá pára pohání parní turbínu a vyrábí elektrickou energii v turboalternátoru.
- Důležitou zmínkou je že tento zdroj el. energie je zcela bezuhlíkový a proto v roce 2022 EU uznalo tento zdroj el. energie jako *zelený*



# Princip JE

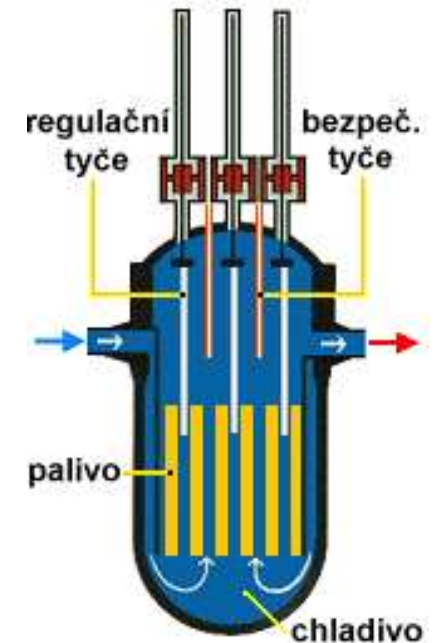


JE rozdělujeme na 3 základní okruhy:

- 1) Primární okruh (žlutá) – zde probíhá řízená jaderná reakce, která vytváří páru (okruh je radioaktivní a je hermeticky uzavřen)
  - 2) Sekundární okruh (světlemodrá) – zde probíhá přeměna tepelné energie na energii mechanickou (turbína)
  - 3) Terciální okruh (tmavěmodrá) – zde probíhá ochlazování vody v chladicí věži
- Přeměna mech energie na elektrickou (béžová) + transformace na vyšší napěti (400Kv)

# Primární okruh

- V primárním okruhu se jaderná energie mění na energii tepelnou.
- Celý primární okruh je neprodyšně oddělen od okolního prostředí v hermetických boxech z důvodu radioaktivity uvolňované při štěpení.
- Srdcem primárního okruhu je jaderný reaktor.
- Do jaderného reaktoru se umísťuje palivo.
- Palivo (obohacený uran ve formě oxidu uraničitého  $\text{UO}_2$ ) je obvykle vložených do palivových proutků o průměru cca 9 mm.
- Ty jsou seskupeny do svazků tvořících palivové kazety.
- Konstrukce kazety zabezpečuje, aby se proutky paliva mezi sebou nedotýkaly a současně byly dobře chlazeny chladícím médiem.
- Jako moderátor ke zpomalení uvolněných neutronů se nejčastěji používá chemicky upravená voda.
- Současně tato voda slouží jako chladící médium pro účinné odvádění tepla z paliva.
- Chladící voda se ohřívá na teplotu cca 300 °C
- S narůstající teplotou vody se zvyšuje její schopnost zpomalovat neutrony, a tak přirozeně brzdí neomezený rozběh řetězové štěpné reakce v reaktoru.

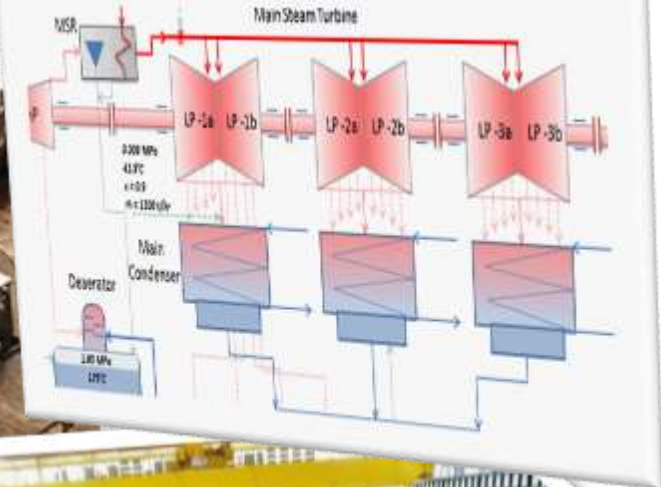
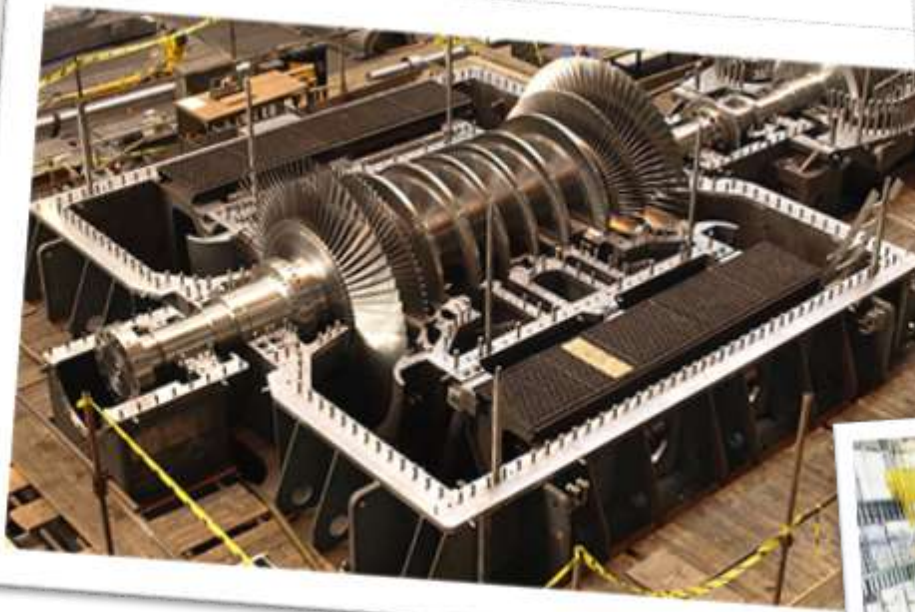


# Primární okruh

- V případě nutnosti okamžitě zastavit reaktor jsou připraveny havarijní tyče.
- Havarijní tyče jsou v normálním stavu vysunuty nahoru nad aktivní zónu, kde drží pomocí elektromagnetů a v případě potřeby signál vypne elektromagnety a tyče spadnou volným pádem do aktivní zóny, čímž štěpnou reakci zastaví.
- Celá aktivní zóna reaktoru, která je obklopena reflektorem a vrstvou materiálu plnící funkci biologické ochrany.
- Úkolem tohoto materiálu je zpomalit a zachytit neutrony a absorbovat záření gama.
- Ohřátá voda z reaktoru se odvádí do tepelného výměníku – parogenerátoru.
- Tady se předává teplo z primárního okruhu do okruhu sekundárního.
- Horká chladicí voda proudí tenkými trubičkami, které jsou uvnitř parogenerátoru ponořeny do vody sekundárního okruhu a ohřívají na bod varu.
- Přitom se z vroucí vody sekundárního okruhu vyvíjí velké množství páry.
- Z parogenerátoru se chladicí voda vrací zpět do reaktoru přes cirkulační čerpadlo, které udržuje oběh vody v primárním okruhu.
- Voda cirkuluje mezi reaktorem a parogenerátorem v uzavřené smyčce.



# Sekundární okruh



- Sekundární okruh pracuje stejně jako u tepelné elektrárny.
- Jeho hlavní částí je parní turbína - její lopatky roztáčí přehřátá pára.
- Turbína se dělí na vysokotlakou část a nízkotlakou, které jsou spojeny společnou hřídelí spolu s turboalternátorem.
- Po výstupu z turbín se svádí do kondenzátorů, kde se ochladí a kondenzuje na vodu.
- Tuto vodu je možné opět ohřát, přeměnit v páru nebo využít například ve vytápění.
- Celý proces se opakuje.
- Kondenzátor je ovšem nutné neustále chladit proudící vodou, aby kondenzační proces správně probíhal.
- Dále chladící voda proudí do tzv. chladicím okruhu.



# Terciální (chladicí) okruh

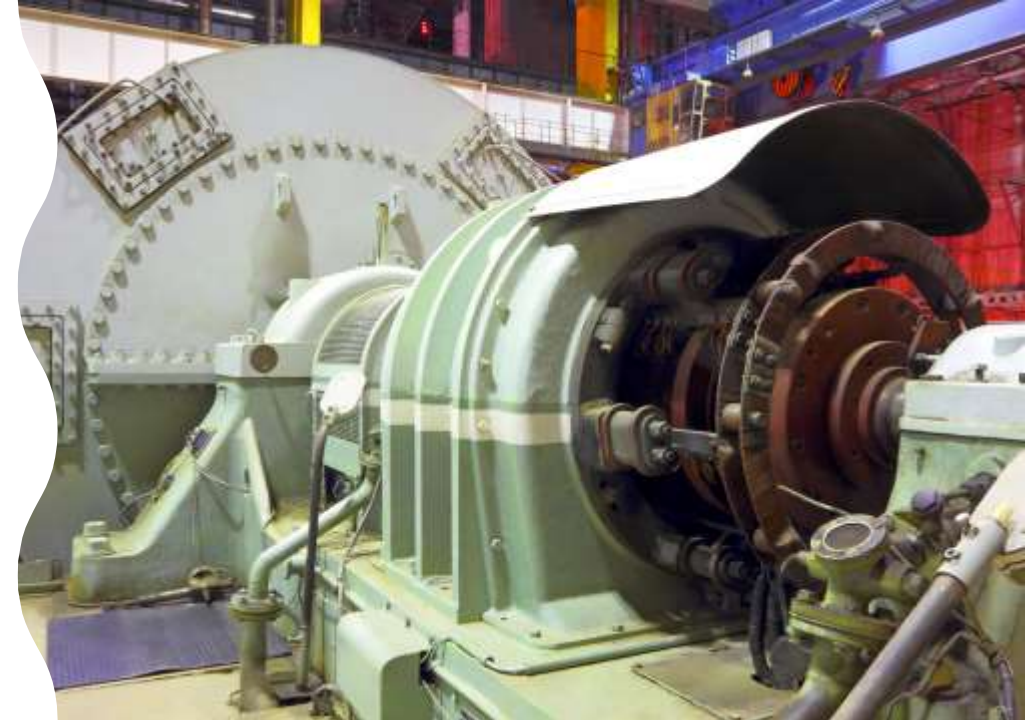
- Jaderné elektrárny už z velké dálky poznáme podle mohutných betonových chladících věží, nad kterými se neustále vznášejí bílá oblaka.
- Jejich úkolem je zajistit dostatek chladné vody, která je potřebná ke zkapalnění páry po jejím průchodu parní turbínou.
- Když pára v turbíně odevzdá svou energii přichází do kondenzátoru.
- Pára dotykem s chladnými trubkami zkapalní, uvolní se tzv. kondenzační teplo a voda v trubkách se ohřívá.
- Ohřátá voda z kondenzátoru odchází do chladicí věže (až 150m vysoký).
- Zde se sprchovými hlavicemi rozstříkuje z výšky 10 m až 20 m, v kapkách padá dolů a ochlazuje se proudícím vzduchem.
- Část padající vody se přitom odpaří do vzduchu.
- Ochlazená voda se shromažďuje v bazénu pod věží a čerpadla ji vrací zpět do kondenzátoru, kde je připravena opět odebírat teplo páře v kondenzátoru.





# Turboalternátor transformátor +

- Elektrický generátor je nejčastěji používaný točivý elektromechanický stroj, sloužící k výrobě elektrické energie.
- Pro optimální přenos krouticího momentu z turbíny je elektrický generátor umístěn na společném rotoru a spolu s turbínou tvoří jeden celek – turbogenerátor.
- Elektrický generátor pracuje na principu elektromagnetické indukce – otáčivé magnetické pole tvořené cívkami rotoru generuje v pevných cívkách statoru střídavé elektrické napětí.
- V současných energetických soustavách se používá třífázové vedení elektrické energie.
- Poté energie putuje kabely do transformátoru (1 fázový nebo 3 fázový), kde se transformuje na vyšší napětí (většinou 400kV).
- Dále v elektrárně najdeme záložní zdroje, protože elektrárna spotřebovává asi 20% vyrobené energie na svůj chod.

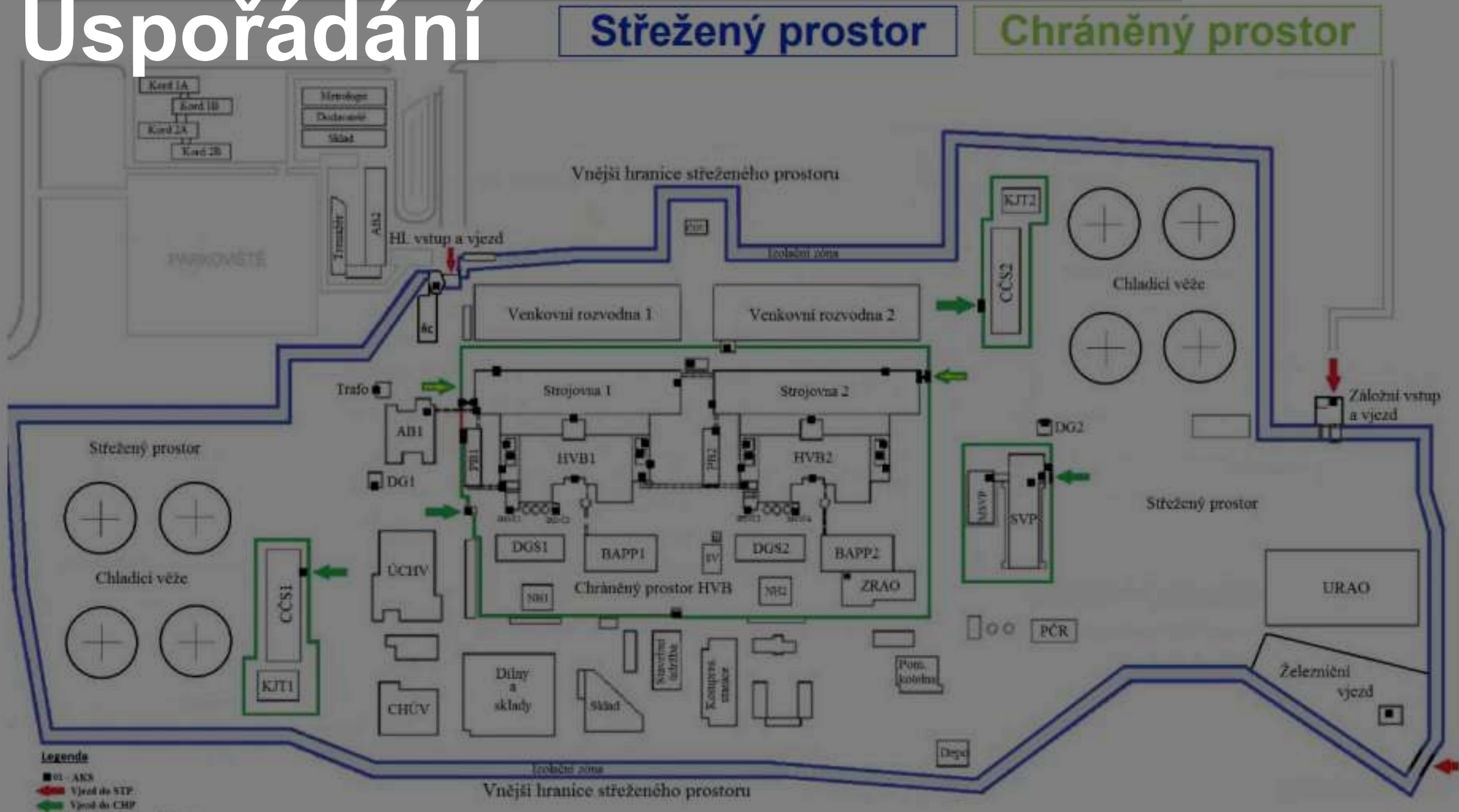


# Dukovany a historie

- Jaderná elektrárna Dukovany (EDU) nachází se poblíž obce Dukovany (okresu Třebíč), na hranici Kraje Vysočina a Jihomoravského kraje.
- Jednalo se o druhou jadernou elektrárnu v tehdeším Československu
- Leží asi 25 kilometrů jihovýchodně od Třebíče v trojúhelníku, který je vymezen obcemi Dukovany, Slavětice a Rouchovany, poblíž PVE Dalešice, jejíž dolní nádrž (Vodní nádrž Mohelno) slouží jako zdroj chladičí vody.
- Elektrárna Dukovany se začala stavět v roce 1978, první blok byl uveden do provozu v roce 1985, poslední, čtvrtý v roce 1987

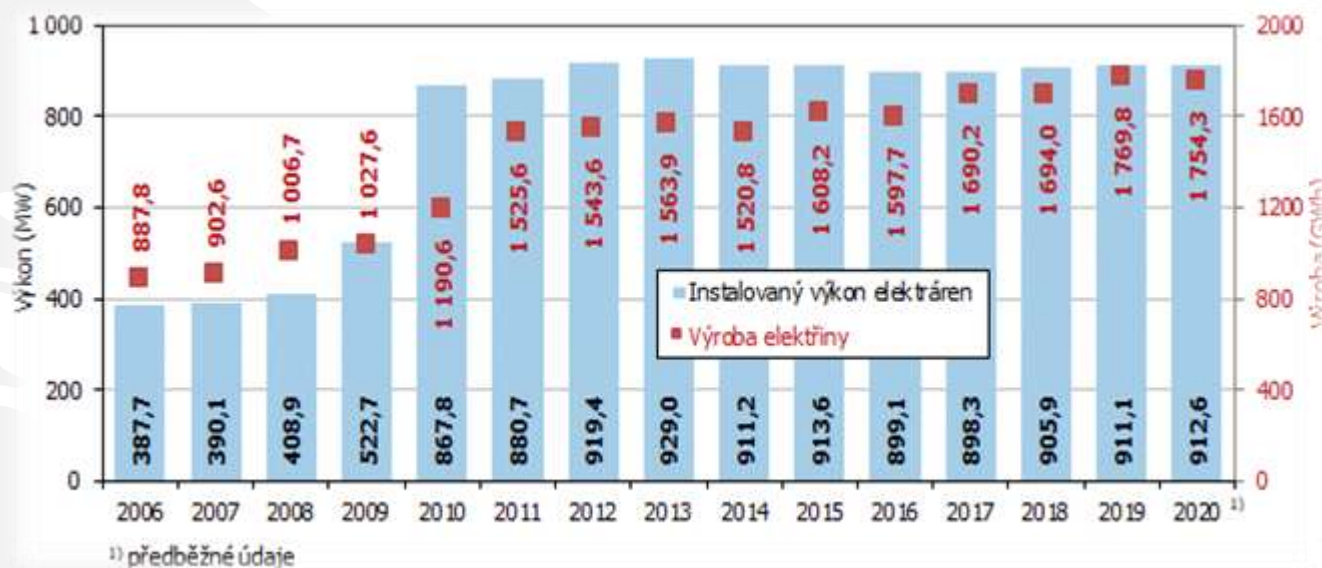
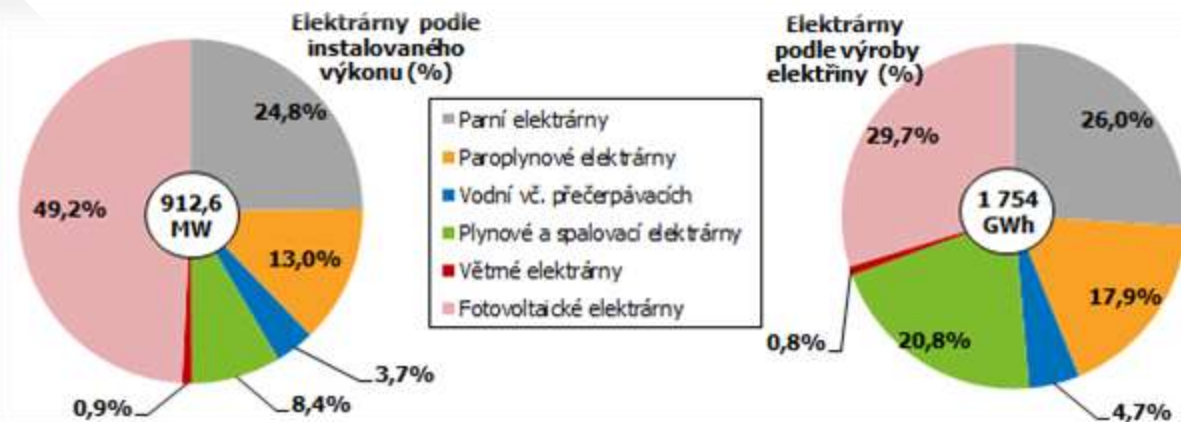


# Uspořádání



# Parametry jaderné elektrárny

- Jad. Elektrárna dlouhodobě pokrývá asi 20 % z celkové spotřeby elektřiny v České republice
- V rámci zvyšování účinnosti a využití výkonových rezerv došlo v průběhu provozu elektrárny k modernizaci zařízení a zvýšení instalovaného výkonu z původních 4 x 440 MW na současných 4 x 510 MW.
- Celkový instalovaný výkon elektrárny je 2040 MW.
- Předpokládaný provoz stávajících bloků je do roku 2045-47.
- Přímo v elektrárně pracují tři tisíce zaměstnanců Skupiny ČEZ
- Elektrárna má 8 chladících věží vysokých 125 m
- Náklady na výstavbu byly asi 25 miliard Kč



# Uložiště vyhořelého paliva

- Použité jaderné palivo je nejprve třeba vyměnit za nové a nechat jej v bazéně a pote přemístit do dočasného uložení.
- U nás se předpokládá, že pokud nebude využito jinak, bude po několika letech uložení trvale uloženo do hlubinného konečného úložiště.
- Zahájení provozu první části hlubinného úložiště, kam bude použité palivo ze skladů v jaderných elektrárnách převezeno, je plánováno na rok 2065
- Protože máme nejenom vyhořelé palivo, které je třeba skladovat tak je v areálu umístěn sklad pro radioaktivní předměty (overaly, přístroje,...)



# Výstavba dalších bloků

- Stěžejní otázkou dalšího rozvoje jaderné elektrárny Dukovany je výstavba pátého a šestého bloku elektrárny.
- Ta je v souladu s aktualizovanou státní energetickou koncepcí, která v souvislosti s postupným utlumování výroby v uhelných elektrárnách počítá s nárůstem výroby z obnovitelných a jaderných zdrojů, přechodně doplněných plynovými zdroji.
- Nový blok by měl nahradit část současného výkonu elektrárny, jejíž provoz by měl po roce 2035 pomalu končit.
- V březnu roku 2020 pak elektrárna získala povolení ke stavbě dalších dvou jaderných bloků.
- V březnu roku 2021 bylo oznámeno, že rozhodnutí o tendru dostavby
- V březnu roku 2022 obdržela společnost ČEZ dopis se žádostí o zahájení tendru na výstavbu nového bloku.

# Zdroje:

- <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/atomy-castice/jaderna-elektrarna>
- [https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1\\_elektr%C3%A1rna](https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna)
- <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/jaderne-elektrarny/jaderna-elektrarna-podrobne>
- <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/edu>
- <https://www.google.cz/imghp?hl=cs>