

# Historie uranového hornictví a jaderné energetiky v ČR

**doc. PhDr. Tomáš Vlček, Ph.D.**

tomas.vlcek@mail.muni.cz

# Obsah

- Historické a strukturální předpoklady
- Dějiny těžby uranu v Česku
- Dějiny jaderné energetiky v ČR

# Historické a strukturální předpoklady

- 22.6.1919 – Zákon o vzniku všeužitečných elektrárenských společností
  - vznik 25 tzv. všeužitečných elektrárenských společností (nejméně 60% státní účast)
  - rozvoj poválečného hospodářství - vliv na další hospodářská odětví s vysokou spotřebou
  - nutnost připojení elektráren k síti
  - rozvoj infrastruktury (750 km vedení 110 kV v letech 1919-1939)
- po WWII znárodnění roztržštěného elektroenergetického sektoru na základě dekretu prezidenta republiky č. 100/1945 (v roce 1937 byl instalovaný výkon 513 MWe, v roce 1950 už 1625 Mwe)
- trend směřující k centralizaci výroby – sjednocování sítí, napětí a kmitočtů
- výstavba jednotné elektrizační soustavy

# Historické a strukturální předpoklady

- 50. a 60. léta 20. století
  - intenzivní výstavba liniových vedení a propojování lokálních soustav
  - vystavěna přenosová soustava 220 kV sítí a začalo se s výstavbou 400 kV sítí
  - 19.12.1957 - Zákon o výrobě, rozvodu a spotřebě elektřiny
  - výstavba elektráren Hodonín, Poříčí, Opatovice, Vltavská kaskáda (Lipno, Orlík apod.)
  - 1958 byla zahájena výstavba první jaderné elektrárny v Jaslovských Bohunicích
  - zřízen trust Československé energetické závody, který se na konci šedesátých let rozdělil na České a Slovenské energetické závody
  - nedostatek paliv a energie kvůli investičním zpožděním v odvětví paliv a energetiky za tempem růstu hospodářství - odpojování domácností

# Historické a strukturální předpoklady



# Historické a strukturální předpoklady

- 70. a 80. léta 20. století
  - výstavba a rozvoje elektrických výroben
  - kromě uhelných bloků dochází k intenzivnímu rozvoji jaderné energetiky
  - 1978 byl do provozu uveden první blok JE Jaslovské Bohunice VVER 440
  - 1987 začala také výstavba JE Temelín
- struktura výroby elektřiny v roce 1980:
  - 87,2 % Tepelné elektrárny
  - 6,6 % Vodní elektrárny
  - 6,2 % Jaderné elektrárny

# Historické a strukturální předpoklady

## Tradice

- Páteř české elektroenergetiky je dlouhodobě postavena na trojici PE, JE a VE (PVE)
- => historická tradice české energetiky



# Dějiny

- Bohatá historie těžby uranu spojená s Jáchymovem
  - 1843 Jáchymov
  - 1892/1902 Polonium/Radium
  - 1910 Státní továrna
  - 1912 Světový monopol
  - 1918 Znárodnění
  - 1930s Ztráta primátu
  - 1938 Mnichov





# Dějiny

- 23. 11. 1945 Dohoda mezi vládou SSSR a vládou ČSR o rozšíření těžby rud a koncentrátů obsahujících radium a jiné radioaktivní prvky a jejich následných dodávek do SSSR
- Po roce 1948 v provozu 19 dolů.
- Nedostatek pracovních sil.
- Zákon číslo 247 o vytvoření táborů
- Nucených prací schválilo Národní
- Shromáždění 25. října 1948.
- TNP (Jáchymov, Příbram)
- Definitivní legislativní tečku za existencí lágrů udělal v prosinci 1953 zákon číslo 102.



# Dějiny



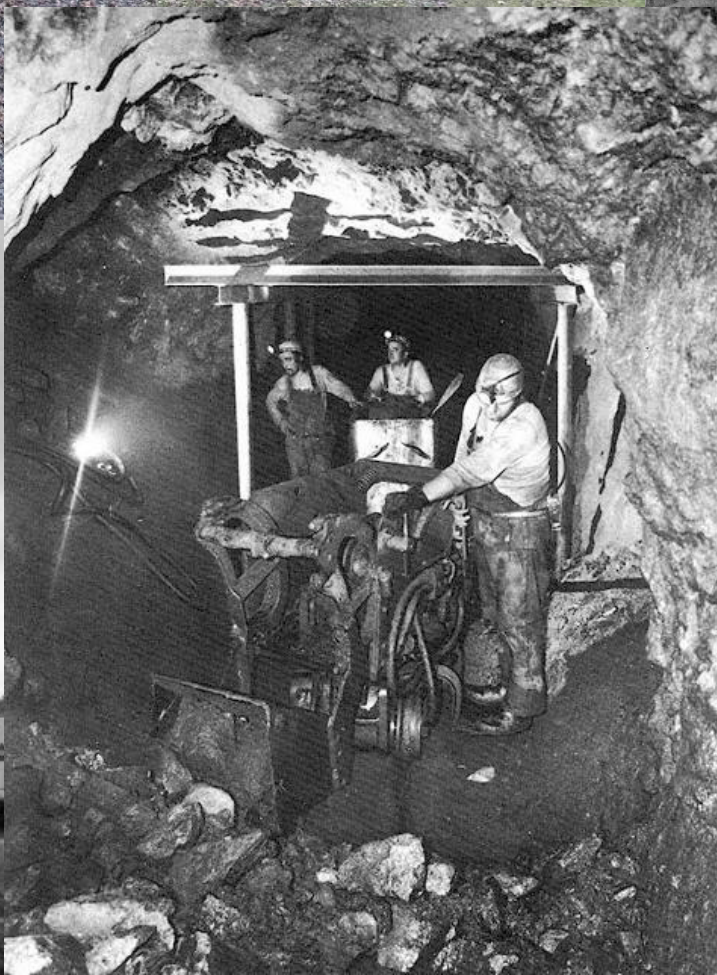
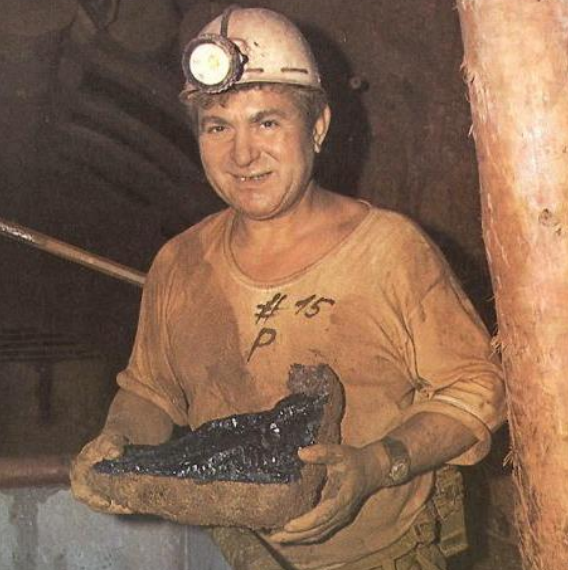
- 1953
- Hlavní revíry až do konce století: Jáchymov, Horní Slavkov, Příbram, Českolipsko
- Dále Krušné hory, Tachovsko, Železné hory, Krkonoše, Rychlebské hory, Českomoravská vysočina
  
- Na území České republiky bylo nalezeno a prozkoumáno 164 ložisek a rudních výskytů uranu, z nichž 66 bylo těženo, mj.: Příbram, Rožná, Stráž, Hamr, Jáchymov, Zadní Chodov, Vítkov II, Olší, Horní Slavkov, Okrouhlá Radouň
  
- Celková produkce ve formě uranového koncentrátu a tříděných uranových rud za období 1946-2000 činila 107 080 tun uranu, čímž se Česká republika řadila za dané období na 6. místo mezi největší producentské státy za USA, Kanadu, Německo a další.

# Dějiny

- 1989 útlumový program, krátce poté těženy už jen dvě ložiska ze 16 udržovaných (Stráž pod Ralskem, Dolní Rožínka)
- 1995 ukončena těžba na hlubinném dole Hamr I (Stráž pod Ralskem, 13.2 mt)
- 1995 ukončena těžba In-Situ Leaching (Ralsko, 15.6 mt)
- 2007 vláda schválila pokračování těžby a úpravy uranu na ložisku Rožná po dobu ekonomické výhodnosti těžby
- 2017 těžba na Rožné ukončena 27. dubna, šlo o poslední uranový důl v Evropě

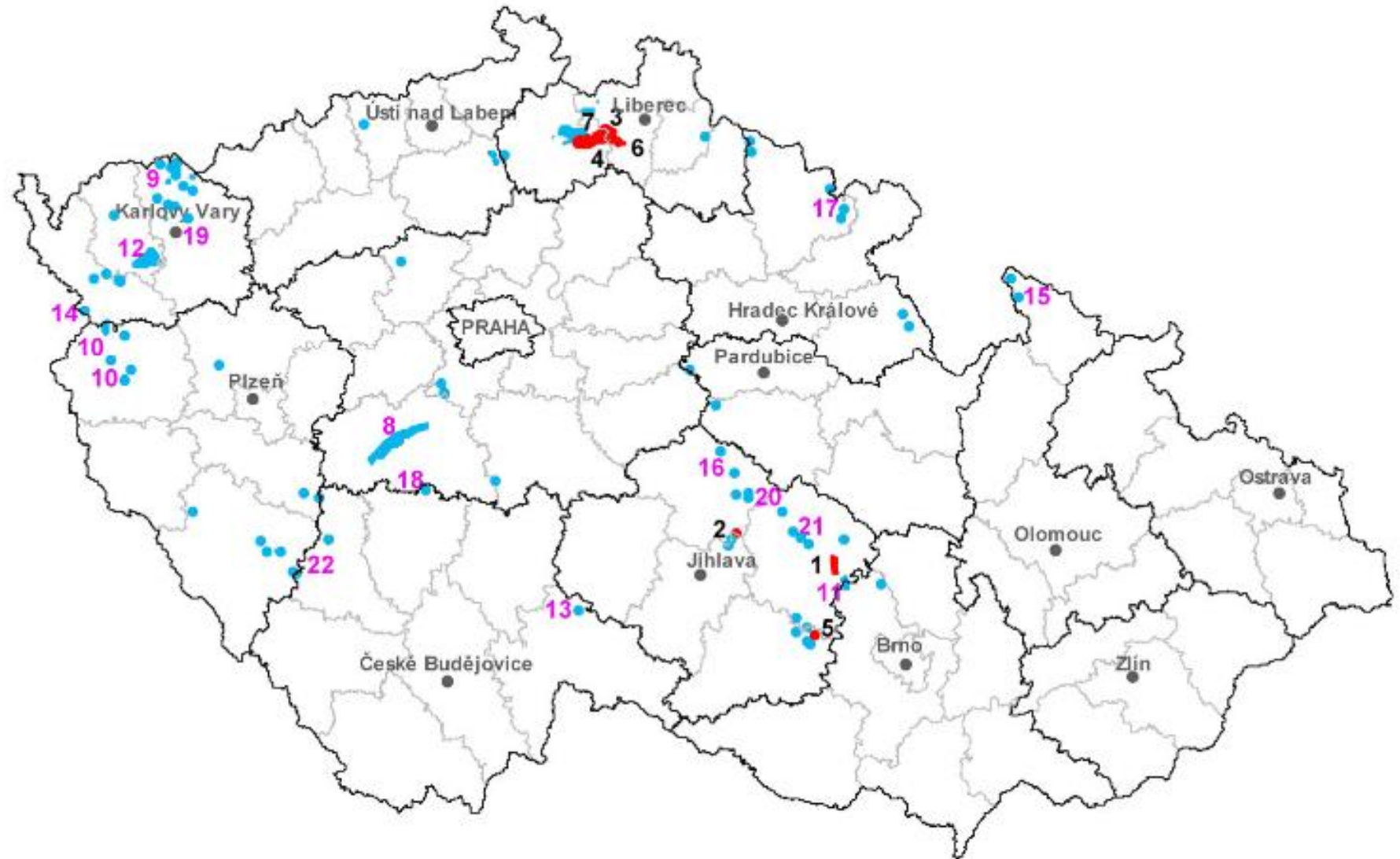
Etapy českého uranového hornictví po druhé světové válce		
	Období	Charakteristika
1	1946 – 1950s	Obnova starých dolů v jáchymovském revíru, provádění revizních prací v tradičních rudných revírech, objevení ložisek v Horním Slavkově a v Příbrami
2	1950s – 1965	Intenzivní vyhledávací práce
3	1965 – 1975	Usilovné dobývání ve vyhledaných lokalitách z předchozí etapy, tedy v Krušných horách, na Tachovsku, v oblasti Železných hor, v Krkonoších, v Rychlebských horách, na Českomoravské vysočině a na Českolipsku
4	1976 – 1988	Další uranový průzkum a otvírky nových dolů, hlavní těžební práce na Českolipsku
5	od 1989	Závěrečná útlumová fáze uranového hornictví

Zdroj: Majer, 2004, s. 229; Loucká, 2004, s. 227, 330.



# Uran

- Těžba 232 t v roce 2013
- Těžba 128 t v roce 2016
- Těžba 56 t v roce 2017
- Těžba 34 t v roce 2018
- DIAMO, s. p.
- Těžba 59.5 kt ve světě v roce 2017



Zdroj: Česká geologická služba

# ISL

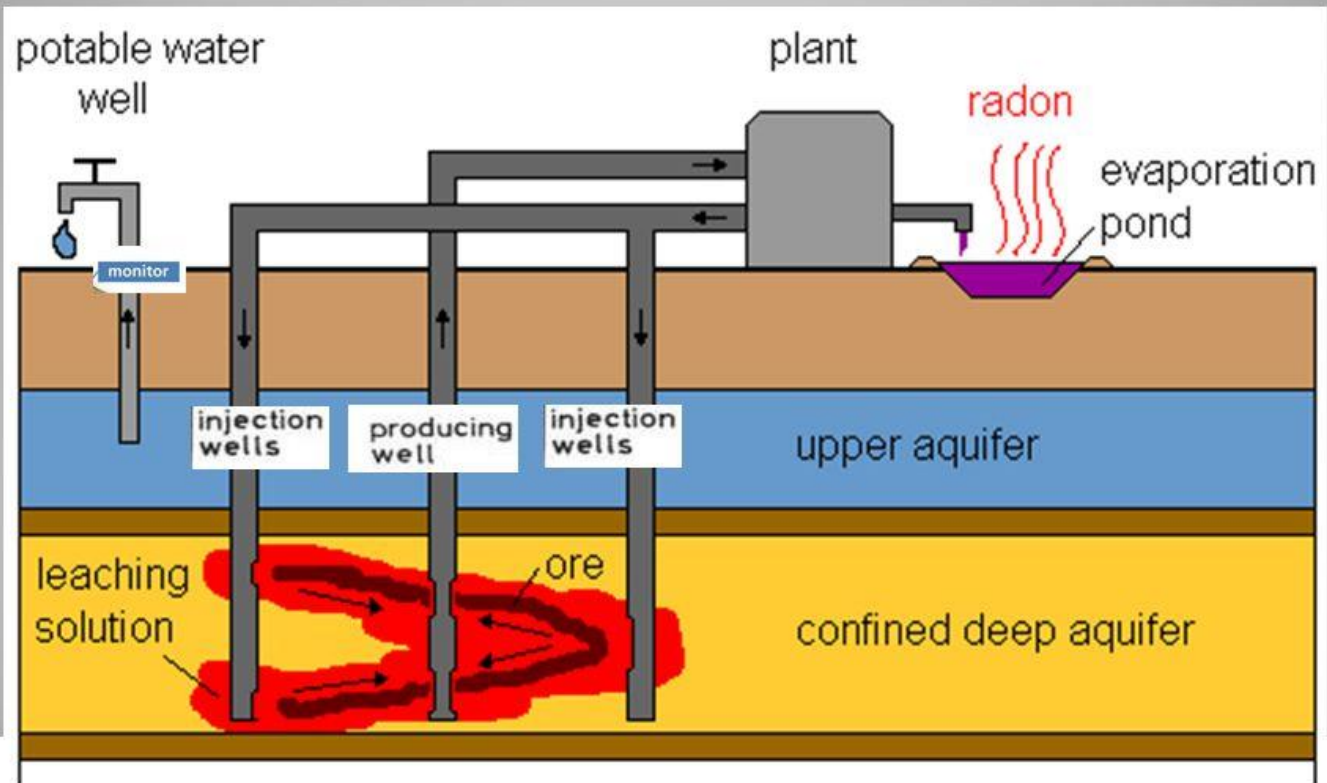
In situ leaching (ISL) spočívá v ponechání rudy v zemi a získávání minerálů z ní rozpuštěním a čerpáním roztoku na povrch.

Dopad na podzemní vody v lokalitě Stráž pod Ralskem v České republice: v loužící zóně je obsaženo 28,7 milionu m<sup>3</sup> kontaminované kapaliny o rozloze 5,74 km<sup>2</sup>. Tato zóna obsahuje celkem 1,5 milionu tun síranů, 37 500 tun čpavku a další. Kromě chemikálií potřebných k loužící operaci (včetně mj. 3,7 milionu tun kyseliny sírové) bylo vstřikováno 100 000 tun čpavku; šlo o odpadní produkt vznikající při regeneraci uranu z loužící kapaliny.

Kromě toho se kontaminovaná kapalina rozšířila horizontálně i vertikálně za loužící zónu, čímž kontaminovala další oblast o rozloze 28 km<sup>2</sup> a dalších 235 milionů m<sup>3</sup> podzemní vody.

# ISL

## In Situ Leaching



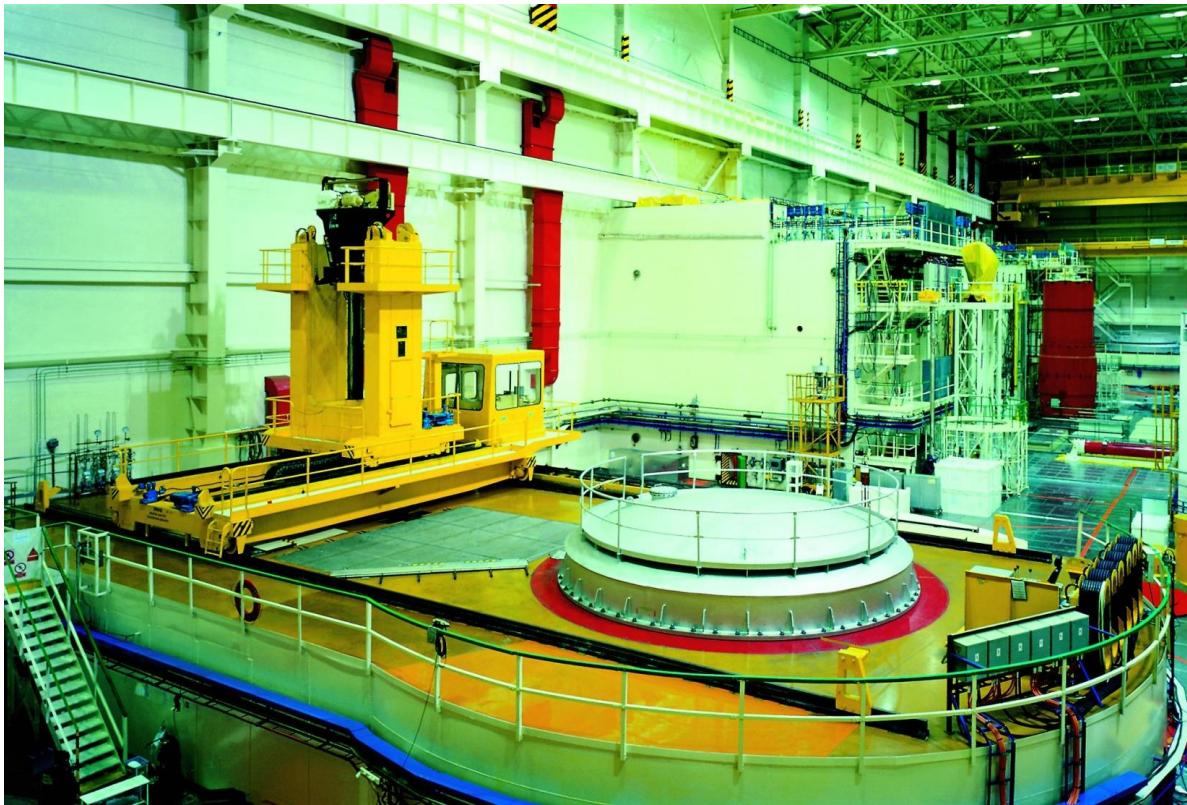
# Státní energetická politika

- Dotěžit ložisko Rožná do roku 2017
- Vytipovat nejvhodnější náhradní lokalitu, zpracovat pro ni předběžnou studii proveditelnosti, studii ekonomické vytěžitelnosti a hodnocení dopadů na životní prostředí a zvážit účelnost provedení geologického průzkumu takto vybraného ložiska
- Získaný časový prostor (cca 25 až 30 let) využít pro vědecký výzkum báňských a úpravárenských technologií, které by umožnily v budoucnu komplexně využít neopominutelné zásoby uranové rudy v oblasti severočeské křídly způsobem, který by nevratně nepoškodil životní prostředí, s cílem získat vědecky podloženou odpověď na otázku, zda budou tyto zásoby v budoucnu vůbec využitelné či nikoliv
- Ložiska Brzkov a Věžnice nedaleko, průzkum v letech 1976–1990, předpoklad 3100 tun kovu (1992), důl Brzkov byl v rámci útlumového programu po desetiletém průzkumu a přípravě těžby zlikvidován a zasypán. Znovuzavedení této lokality do těžby by si tak vyžádalo miliardovou investici.
- Přípravné práce u Brzkova by trvaly šest až sedm let. Následná těžba by pak prý zajistila práci horníkům zhruba na 16 let. V DIAMU pracuje 900 osob.
- Sobotka na konci března 2014 záměr firmy podpořil a plánuje jej přednést na vládě.
- V usnesení Vláda č. 1086 z prosince 2014 se ukládá:
  - zahájit prostřednictvím podniku DIAMO, státní podnik, schvalovací proces umožňující přístup státu k exploataci ložiska uranu ložiska Brzkov - Horní Věžnice,
  - a předložit vládě do 31. prosince 2017 informaci o průběhu dotěžení zásob uranu na ložisku Rožná a stavu administrativní přípravy k otvírce ložiska Brzkov - Horní Věžnice.
  - DIAMO ale není schopno doložit, že je na ložisku uran, MŽP opakovaně prodloužilo deadline na dodání podkladů, nyní polovina 2020



# Dějiny jaderné energetiky v ČR

Kolik je v ČR jaderných reaktorů v provozu?



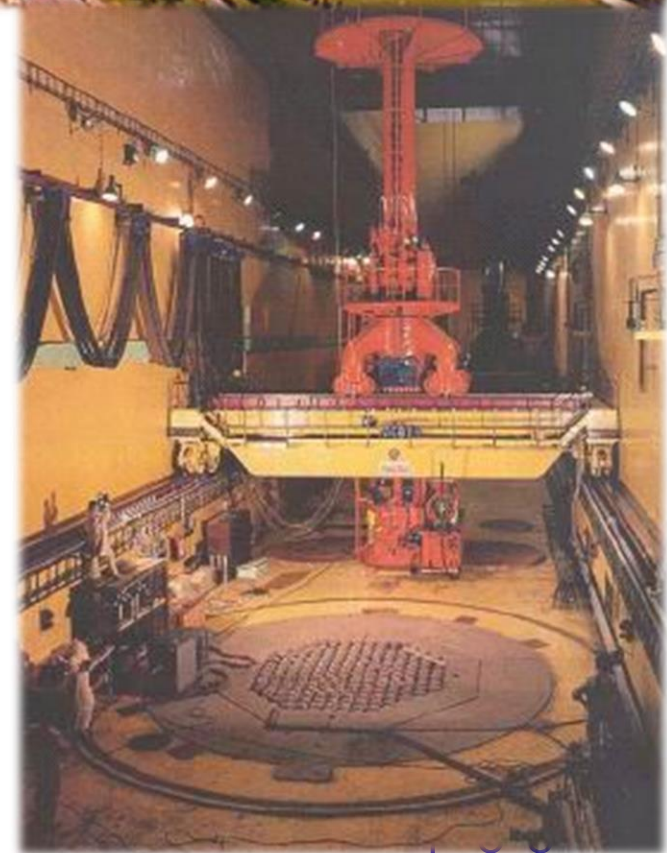
# Dějiny jaderné energetiky v ČR

Locality	Blocks marked as	Installed capacity (MWe)	Type of reactor	Total installed capacity (MWe)	Total installed capacity (MWt)	Start up	Distribution company	Voltage (kV)	Distribution point
Dukovany Nuclear Power Plant	1	510	VVER 440, V 213 type	2,040	5,776	1985 – 1988	ČEPS	400	Slavětice
	2	510	VVER 440, V 213 type						
	3	510	VVER 440, V 213 type						
	4	510	VVER 440, V 213 type						
Temelín Nuclear Power Plant	1	1,082	VVER 1000, V320 type	2,164	6,240	2000-2002	ČEPS	400	Kočín
	2	1,082	VVER 1000, V320 type						
ÚJV Řež	LR-0 (TR-0)	5 kWt	VVER 440/1000-	-	-	1972	-	-	-
	LVR-15 (VVR-S)	10 MWt	LVR	-	-	1957	-	-	-
FJFI ČVUT Praha	VR-1 Vrabec	100 Wt	-	-	-	1990	-	-	-



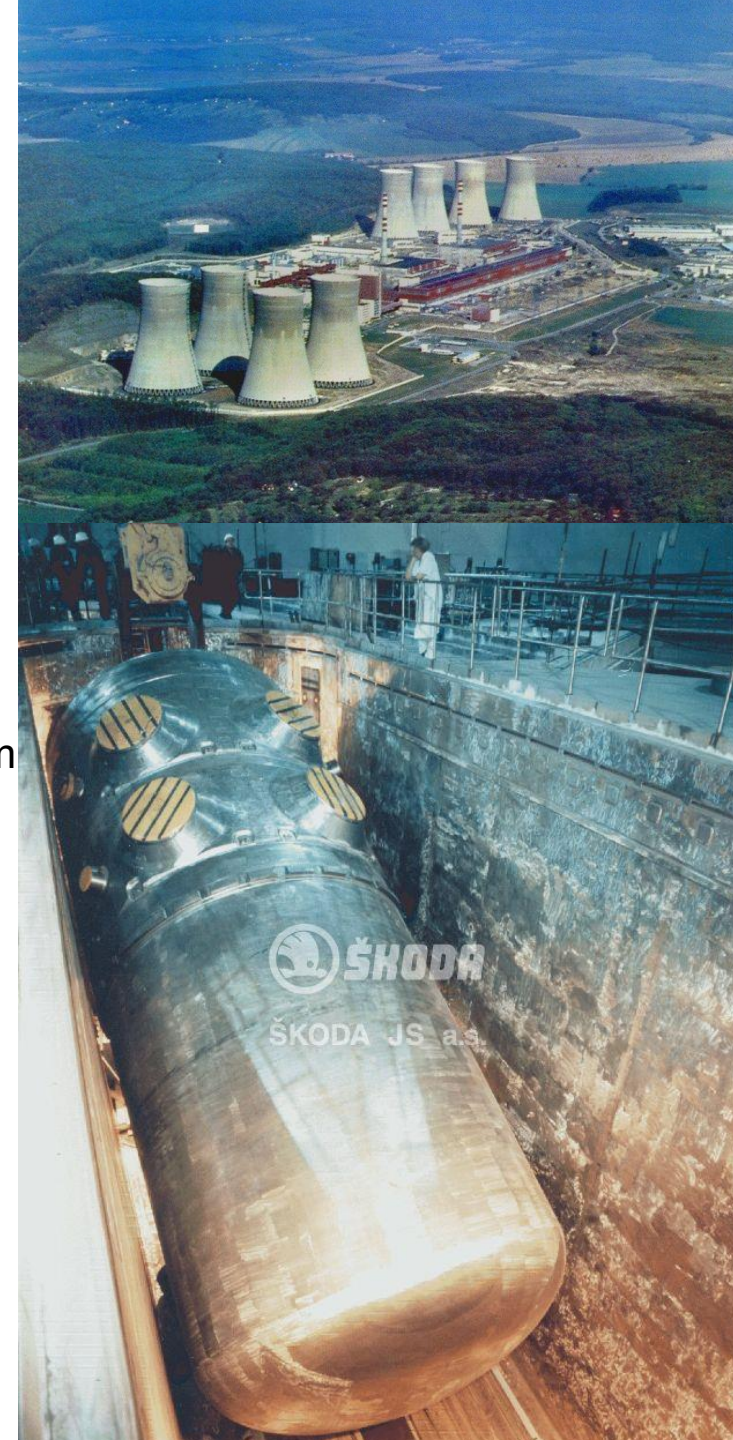
# Dějiny

- 1945 Dohoda o dodávkách uranu mezi ČSSR a SSSR
- 1955 Dohoda o pomoci s výstavbou ÚJV Řež
- 1956 ČSSR-SSSR dohoda o sovětské pomoci při stavbě A1
- 1958 Stavba A1 v Jaslovských Bohunicích začala
- 1972 Provoz zahájen
- 1972 První nehoda
- 1977 Druhá nehoda
- 1970 ČSSR-SSSR dohoda o spolupráci při výstavbě 2 NPPs (Voroněž VVER 440 typ V 230 440 MWe v Bohunicích V-1 a Dukovanech V-2)
- 1975 V-2 přesunuta do EBO, EDU se 4 bloky typu V-213



# Dějiny

- 1978 EBO V1 připojena do sítě
- 1984 EBO V2 připojena do sítě
- 1982-1999 Na základě dalších dohod vystavěny Mochovce
- 1998-1999 připojeny pouze 2 bloky, díky nedostatku financí začala stavba bloků 3 a 4 až v roce 2008
- blok 4 z cca 90 % (původně 2013 vs. 2022/2024, z původních 2,78 miliardy eur zatím cena narostla na 5,67 miliardy eur, 12/2019)
- 12. září 2022 zavezeno palivo do třetího bloku, spuštění letos
- 1978 Rozhodnutí o stavbě elektrárny Temelín (4x 1,000 Mwe VVER 1000 typ 320)
- Výstavba začala 1986, přehodnocena v roce 1989
- 1990 analýza IAEA



# Dějiny

- Při analýze z roku 1990, kterou provedla IAEA, se zjistily závady v projektu VVER 1000 typu 320 a byly doporučeny změny, například výměna téměř celého systému kontroly a řízení. V březnu 1993 ČEZ, a.s. přidělil tento kontrakt firmě Westinghouse.
- 1990s rakouský odpor se stupňoval
- 12. 12. 2000 **Dohoda z Melku**
  - ČR souhlasila s rozšířením hodnocení dopadu na životní prostředí (EIA) podle západních standardů
  - ČR souhlasila s přímým informačním systémem, který bude včas informovat o všech událostech na JE Temelín
  - ČR souhlasila, aby Rakousko zřídilo monitorovací stanici v blízkosti JE
  - Byla dohodnuta těsnější spolupráce mezi oběma zeměmi při energetickém výzkumu, efektivním zdokonalování a systémech pro obnovitelnou energii
  - Obě země se dohodly na dodržování pravidel volného pohybu osob a zboží
  - Obě země souhlasily s podporou rozšíření EU
- 29. listopadu 2001 **Bruselský protokol**
  - „každý stát má svrchované právo na vlastní energetickou politiku“

# Dějiny



# Státní energetická politika a Akční plán rozvoje JE v ČR

- důraz na EDU (max 1x 1,200 MWe, nebo 2x 1,200-1,400 s ukončení provozu EDU)
- investiční model (srpen 2019), 100% dcera ČEZu (Dukovany II Power Plant) a kontrakt se státem (ČEZ tím získá přístup k půjčce za stejně výhodných podmínek jako stát; stát bude garantovat stabilitu legislativního prostředí); 70 % financí by mělo být hrazeno státem
- model je nutno prodiskutovat s Evropskou komisí s ohledem na pravidla fungování vnitřního trhu EU
- Dokončení do roku 2036, cena 140-160 miliard CZK na blok
- 2019 EIA
- 2021 povolení k umístění dvou jaderných bloků od SÚJB
- 2021 žádost o územní rozhodnutí u Stavebního úřadu v Třebíči



# Státní energetická politika a Akční plán rozvoje JE v ČR

- Spuštění tenderu se očekává v roce 2022
- během ledna až února 2017 MPO vedlo konzultace se šesti potenciálními dodavateli
  - Rosatom (Rusko) VVER 1200
  - EdF (Francie) EPR 1650 MWe
  - Westinghouse (USA/Kanada) AP1000
  - KHNP (Jižní Korea) APR1400
  - China General Nuclear Power (Čína) Hualong 1 1080 MWe (kombinace CPR-1000 and ACP1000)
  - Areva + Mitsubishi (Francie, Japonsko) Atmea 1 1100 MWe
- podle plánu z 2019 měl být dodavatel vybrán 2022, stavba začít 2029 a skončit 2036; cena 300 miliard CZK za 2 bloky
- v roce 2020 ČEZ oznámil investice ve výši 55 miliard CZK na provoz EDU po 25-27 let
- 2021 nová diskuse o financování (100% státem)
- 3/2021 – Čína vyloučena, rozhodnutí o tzv. bezpečnostním dotazníku pro ostatní dodavatelé (informace mají dodat do konce listopadu)
- 4/2021 – Rusko vyloučeno po Vrběticích

# Zkušenost s rozvojem jaderné flotily

- srpen 2009 - květen 2014 první zkušenost (Temelín, start-up 2024, cena CZK 200-300 miliard za 2 bloky)
- více, než 6,000 stran a 11,000 kritérií
- každý potenciální dodavatel dodal dokumentaci překračující 10,000 stran
- Westinghouse, Areva, ruské konsorcium (Škoda JS, ASE, Hidropress)
  
- zrušeno, neboť vláda nebyla ochotná poskytnout záruky na cenu elektřiny
- cena elektřiny v letech 2009-2014 klesla o 60% (4/2014 - € 34/MWh, historické minimum, dnes cca 60)
- CO<sub>2</sub> povolenky za cca 113 CZK (€ 4.2), plán byl nejméně 15-20 (dnes cca 50)
- provoz EDU začal být větší problém

# Jaderná flotila ČR

- Všechny reaktory postaveny firmou Škoda JS
- Servis a údržbu provádějí domácí firmy

## Nuclear Power Plants in Czech Republic

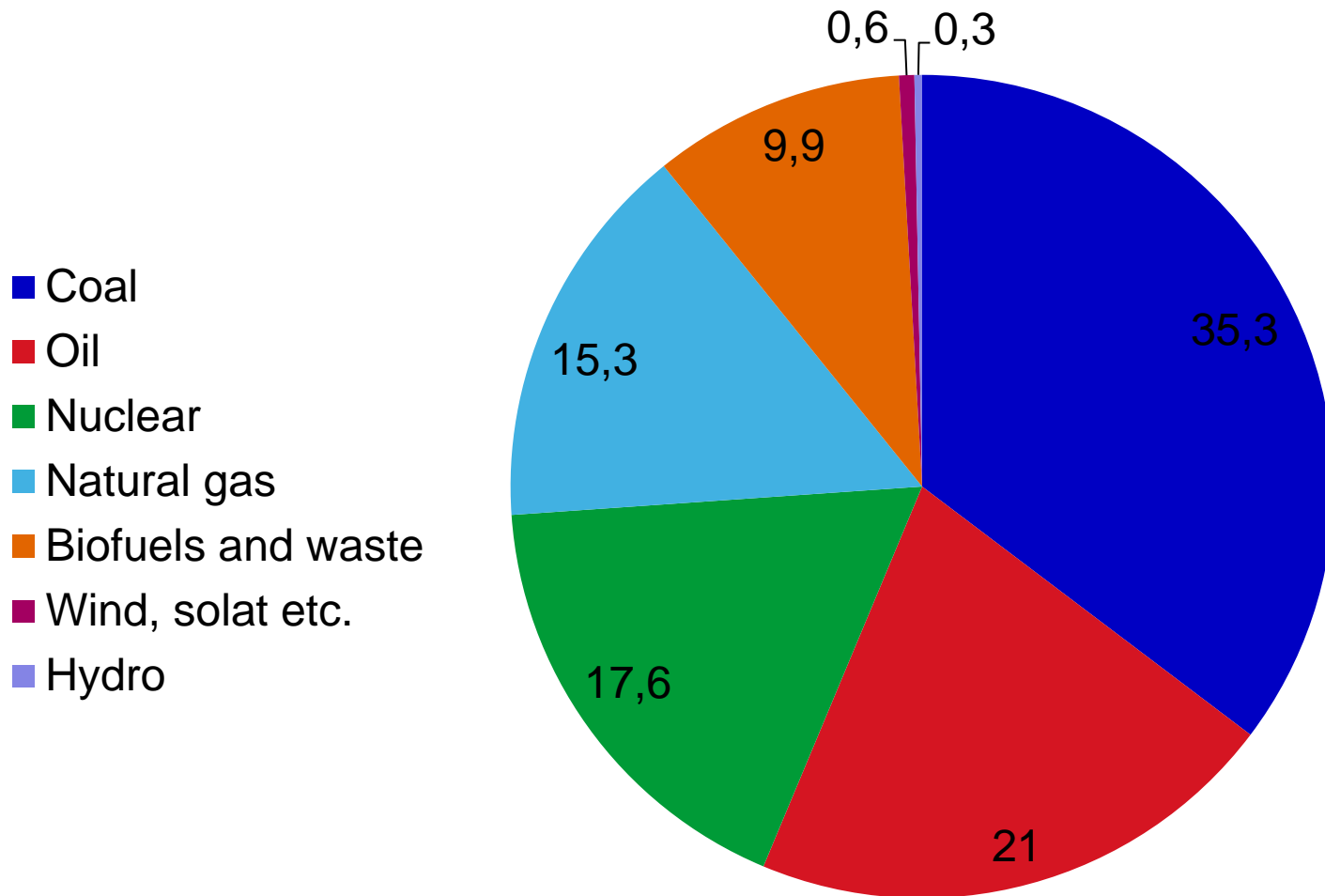


Source: World Nuclear Association

# Elektroenergetika

Instalovaný výkon a hrubá výroba elektřiny v české přenosové síti (31.12.2020)				
Typ elektrárny	Instalovaný výkon (MWe)	(%)	Výroba elektřiny (GWh)	(%)
Tepelná	10,058.3	47.1	35,197.6	43.2
Paroplynová	1,363.5	6.4	6,041.3	7.4
Plynová	962.2	4.5	3,790,1	4.7
Vodní	1,093.9	5.1	2,143.9	2.6
Přečerpávací	1,171.5	5.5	1,293.1	1.6
Jaderná	4,290.0	20.1	30,043.3	36.9
Větrná	339.4	1.6	699.1	0.9
Fotovoltaická	2,071.3	9.7	2,235.1	2.7
Geotermální	0	0	0	0
Celkem	21,350.3	100	81,443.4 (hrubá) 76,126.2 (čistá)	100 93.5
Zdroj: Energetický regulační úřad				

# Total Primary Energy Supply 2018



Indicative Corridors for Czech Republic's Energy Sector in 2040			
Structure of Brutto Electricity Generation		Structure of Energy Mix	
Nuclear	46 – 58 %	Nuclear	25 – 33 %
RES and secondary sources	18 – 25 %	RES and secondary sources	17 – 22 %
Natural Gas	5 – 15 %	Gaseous fuels	18 – 25 %
Coal	11 – 21 %	Solid fuels	11 – 17 %
		Liquid fuels	14 – 17 %

Source: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014, p. 44

# Okénko do historie

Kdy a kde proběhla první štěpná řetězová reakce na světě?

Kdy a kde byl připojen první jaderný reaktor do elektrické sítě?

Kdy a kde byl spuštěn první komerční reaktor?

# Okénko do historie

Kdy a kde proběhla první štěpná řetězová reakce na světě?

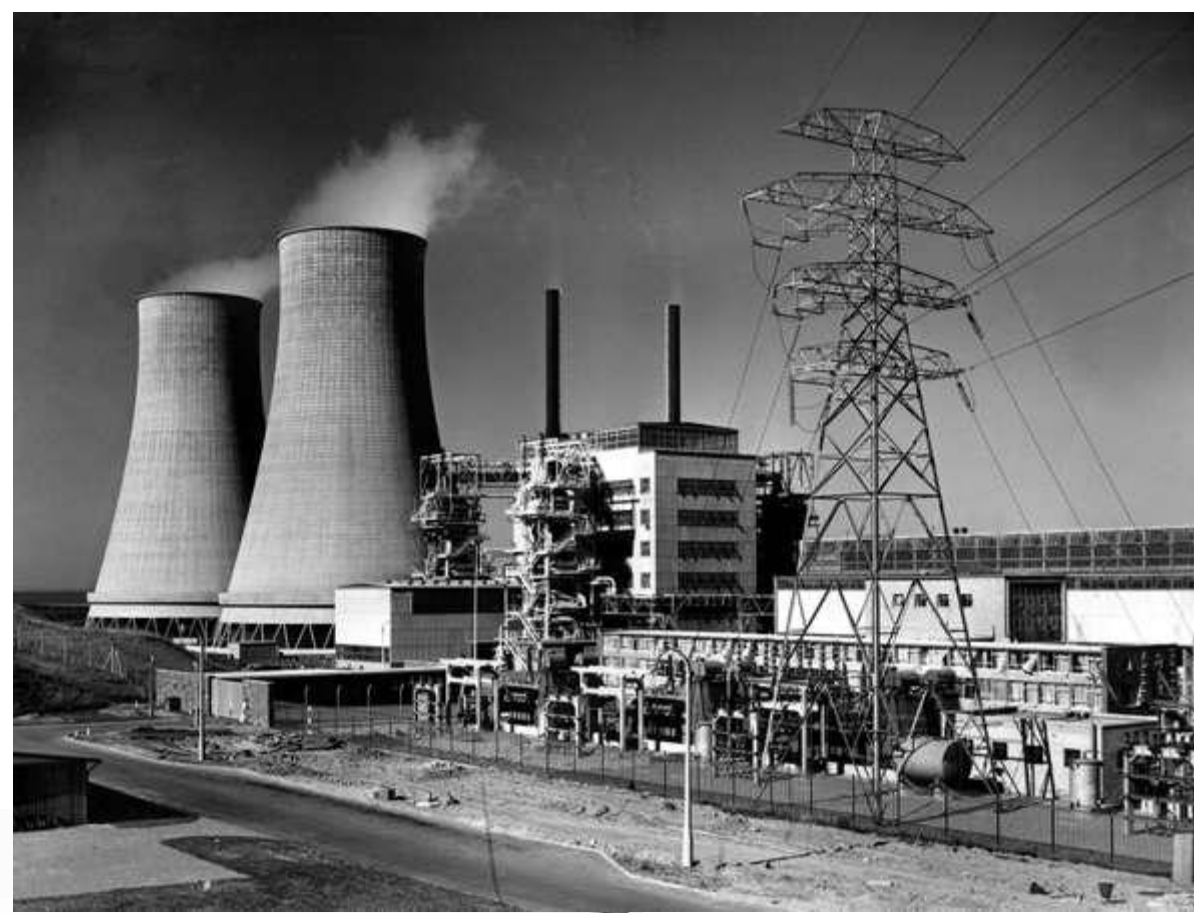
- **20. prosince 1951; Experimental Breeder Reactor EBR-I, Arco, Idaho, USA (0.2 MWe, 14% účinnost)**

Kdy a kde byl připojen první jaderný reaktor do elektrické sítě?

- **26. 6. 1954; Obninsk, SSSR, APS-1 (5 MWe, 17% účinnost)**

Kdy a kde byl spuštěn první komerční reaktor?

- **17. října 1956; Calder Hall, Sellafield, UK (46 MWe, 23% účinnost)**





## Why I think Nuclear Power Plants are Evil.

Děkuji za pozornost.

