

Renaissance nebo útlum jaderné energie?

Ing. Jan Toufar



World Energy Council

CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE
Energy Committee of the Czech Republic

ENERGETICKÝ KOMITÉT ČR

Renesance nebo útlum jaderné energie?

Problematice jaderné energie byla na Kongresu věnována velká pozornost.

V současnosti jadernou energetiku rozvíjejí zejména asijské země (Čína, Indie, Írán), ale o návratu k rozvoji jaderné energetiky uvažují i země, které rozvoj od 80. let minulého století zastavily (USA, Kanada). K rozvoji jaderné energetiky se začínají připravovat i země dosud bezjaderné (Polsko).

Celkově na Kongresu vládlo přesvědčení, že vstupujeme do období obnovení globálního zájmu o jadernou energii.

Zemětřesení v Japonsku 11. března 2011 s následnou vlnou tsunami, která zničila jadernou elektrárnu Fukušima, posiluje odpor veřejnosti proti jaderným elektrárnám v mnoha zemích.

Nicméně lze očekávat, že po objektivním vyhodnocení situace zůstanou jaderné elektrárny nadějným zdrojem elektřiny do budoucna.



Renaissance nebo útlum jaderné energie?

Diskuse o úloze jaderné energie ve světové energetice vyžaduje odpověď na několik otázek:

- Jaké jsou aktivity a možnosti lidstva v boji proti globálnímu oteplování?
- Jaký je podíl jaderné energie na energetickém mixu rozvojových i rozvinutých zemí?
- Jaký pokrok byl dosažen od doby, kdy byla uvedena do provozu první jaderná elektrárna?
- Jak se v průběhu vývoje změnily požadavky a možnosti jaderného palivového cyklu?

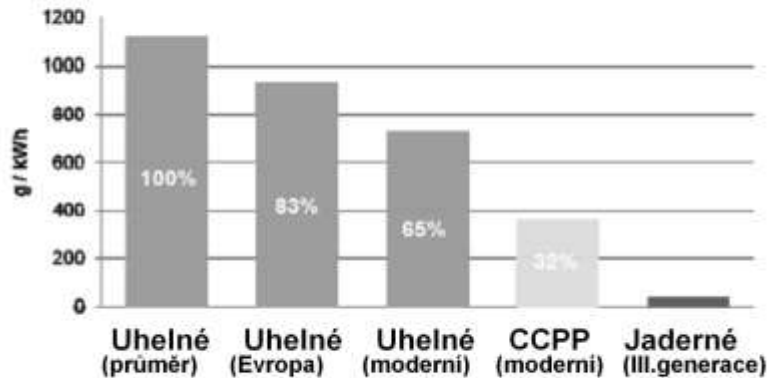


Renesance nebo útlum jaderné energie?

POROVNÁNÍ EMISÍ CO₂ Z VÝROBY ELEKTŘINY

Emise CO₂ konvenčních technologií

Comparison between conventional technologies regarding specific CO₂-Emission



Source: Argus Power Europe / BCG 2004

- Všeobecnou modernizací konvenčních elektráren lze dosáhnout snížení emisí CO₂ o jednu třetinu

U jaderných elektráren jsou emise mimořádně nízké, ale jejich negativní stránkou může být jaderný odpad a související rizika.

Poznámka: CCPP = Combined Cycle Power Plant – paroplynová elektrárna s kombinovaným cyklem.



World Energy Council
CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE
Energy Committee of the Czech Republic
ENERGETICKÝ KOMITÉT ČR

Renesance nebo útlum jaderné energie?

PODÍL PRIMÁRNÍCH ZDROJŮ ENERGIE NA SVĚTOVÉ VÝROBĚ ELEKTŘINY



World Energy Council
CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE
Energy Committee of the Czech Republic
ENERGETICKÝ KOMITÉT ČR

Renesance nebo útlum jaderné energie?

Pro ilustraci situace lze připomenout hlavní fakta o světové jaderné energii:

- První jaderné elektrárny byly uvedeny do provozu v 50. letech minulého století.
- K dnešnímu dni se ve světě provozuje 441 jaderných reaktorů pro výrobu elektřiny ve 30 zemích světa, s celkovým instalovaným výkonem 372 GW_e.
- JE dodávají cca 15 % světové spotřeby elektřiny jako spolehlivý, nepřetržitý a efektivní zdroj.



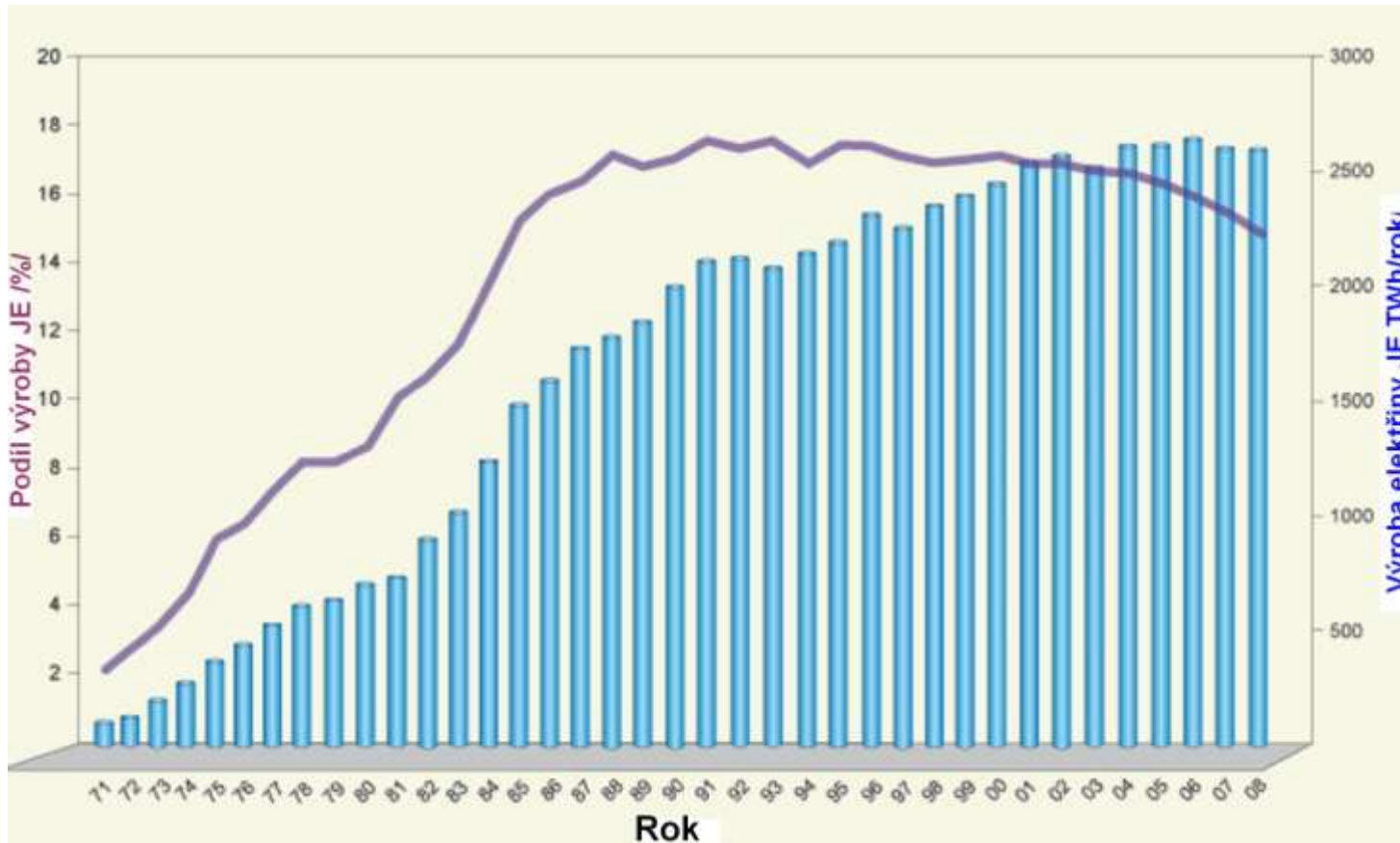
Renesance nebo útlum jaderné energie?

- V 56 zemích se provozuje na 250 výzkumných reaktorů, dalších 220 reaktorů pohání lodě a ponorky.
- Dalších 30 reaktorů je ve výstavbě a 90 nových se připravuje k výstavbě.
- Dnešní výroba elektřiny z JE odpovídá celkové výrobě elektřiny roku 1960. Zkušenosti jaderné energetiky jsou značné a obnášejí 13 000 reaktor-roků.



Renesance nebo útlum jaderné energie?

VÝROBA JADERNÝCH ELEKTRÁREN A JEJICH PODÍL NA CELKOVÉ VÝROBĚ ELEKTŘINY



Renesance nebo útlum jaderné energie?

JADERNÉ ELEKTRÁRNY V KOMERČNÍM PROVOZU

Typ reaktoru	Hlavní země	Počet reaktorů	Instalovaný výkon [GW]	Palivo	Chladivo	Moderátor
Tlakovodní (PWR, VVER)	USA, Francie, Japonsko, Rusko, Čína	265	251.60	obohacený UO ₂	voda	voda
Varný (BWR)	USA, Japonsko, Švédsko	94	86.40	obohacený UO ₂	voda	voda
S tlakovou těžkou vodou (PHWR, CANDU)	Kanada	44	24.30	přírodní UO ₂	těžká voda	těžká voda
Plynem chlazený (AGR, Magnox)	Velká Británie	18	10.80	přírodní U, obohacený UO ₂	CO ₂	grafit
Lehkovodní grafitový (RBMK)	Rusko	12	12.30	obohacený UO ₂	voda	grafit
S rychlými neutrony (FBR)	Japonsko, Francie, Rusko	4	1.00	PuO ₂ a UO ₂	tekutý sodík	žádný
Jiné	Rusko	4	0.05	obohacený UO ₂	voda	grafit
CELKEM		441	386.45			



Renesance nebo útlum jaderné energie?

Stávající třetí generace reaktorů má následující vlastnosti:

- standardizované provedení, které by mělo umožnit urychlení povolovacího procesu i vlastní výstavby a vést k nižším nákladům,
- jednodušší a robustnější provedení, zaručující bezpečnější provoz a nižší zranitelnost,
- vyšší pohotovost a delší životnost,
- extrémně nízká pravděpodobnost poruch, vedoucích k roztavení jádra reaktoru,
- vyšší odolnost proti důsledkům leteckého nebo teroristického napadení,
- vyšší vyhoření paliva, nižší nároky na palivo a méně jaderného odpadu,
- spalitelné absorbenty, které prodlužují životnost paliva.



Renesance nebo útlum jaderné energie?

PŘEHLED PŘIPRAVOVANÝCH REAKTORŮ 4. GENERACE

Technologie	Neutronové spektrum	Chladivo	Teplota [°C]	Tlak	Palivo	Palivový cyklus	Velikost	Použití
Plyněm chlazené rychlé reaktory	rychlé	helium	850	vysoký	U238+	uzavřený v lokalitě	1200	elektřina vodík
Olovem chlazené rychlé reaktory	rychlé	olovo nebo Pb-Bi	480-800	nízký	U238+	regionálně uzavřený	20-180 300-1200 600-1000	elektřina vodík
Rychlé reaktory chlazené roztavenými solemi	rychlé	fluoridové soli	700-800	nízký	UF-sůl	uzavřený	1000	elektřina vodík
Pokročilé vysokoteplotní reaktory s roztavenými solemi	termální	fluoridové soli	750-1000	nízký	UO ₂	otevřený	1000-1500	vodík
Rychlé reaktory chlazené sodíkem	rychlé	sodík	550	nízký	U238 a MOX	uzavřený	30-150 300-1500 1000-2000	elektřina
Nadkritické reaktory chlazené vodou	rychlé nebo termální	voda	510-625	velmi vysoký	UO ₂	otevřený (termální) uzavřený (rychlé)	300-700 1000-1500	elektřina
Ultra vysokoteplotní reaktory chlazené plynem	termální	helium	900-1000	vysoký	UO ₂	otevřený	250-300	vodík elektřina



Renesance nebo útlum jaderné energie?

Světová spotřeba elektřiny se do roku 2035 může téměř zdvojnásobit.

Vyplývá to mj. ze skutečnosti, že počet obyvatel se v nejbližších 20 letech pravděpodobně zvýší o 25 % a tento růst se odehraje převážně v nově se rozvíjejících ekonomikách.

Růst spotřeby elektřiny ve světě by měl být zabezpečen technologiemi bez emisí CO₂. Je několik cest, jak toho dosáhnout, z nichž nejdůležitější jsou:

- úspory energie a energetická efektivnost;
- použití vyváženého portfolia “čistých” energetických technologií.



Renesance nebo útlum jaderné energie?

Východiskem mohou být nízkouhlíkové technologie výroby elektřiny včetně jaderná energie.

Využití jaderné energie odpovídá cílům omezení emisí skleníkových plynů. Je to stabilní zdroj, odolný vůči výrazné fluktuaci cen paliva. Má ověřenou bezpečnost, vykazuje vysokou spolehlivost a vysoké využití.

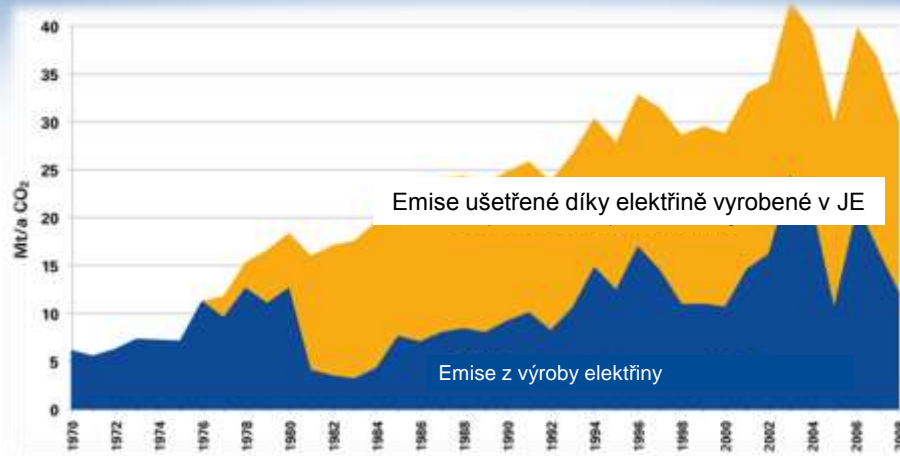
Pro harmonický rozvoj jaderné energetiky je mimořádně důležitý pružný schvalovací proces jaderných elektráren podporovaný vládou a parlamentem, ale i dostupnost zkušených odborníků ze všech potřebných oborů činnosti.



Renesance nebo útlum jaderné energie?

VLIV JADERNÝCH ELEKTRÁREN NA EMISE CO₂ VE FINSKU

Emise CO₂ z finské výroby elektřiny

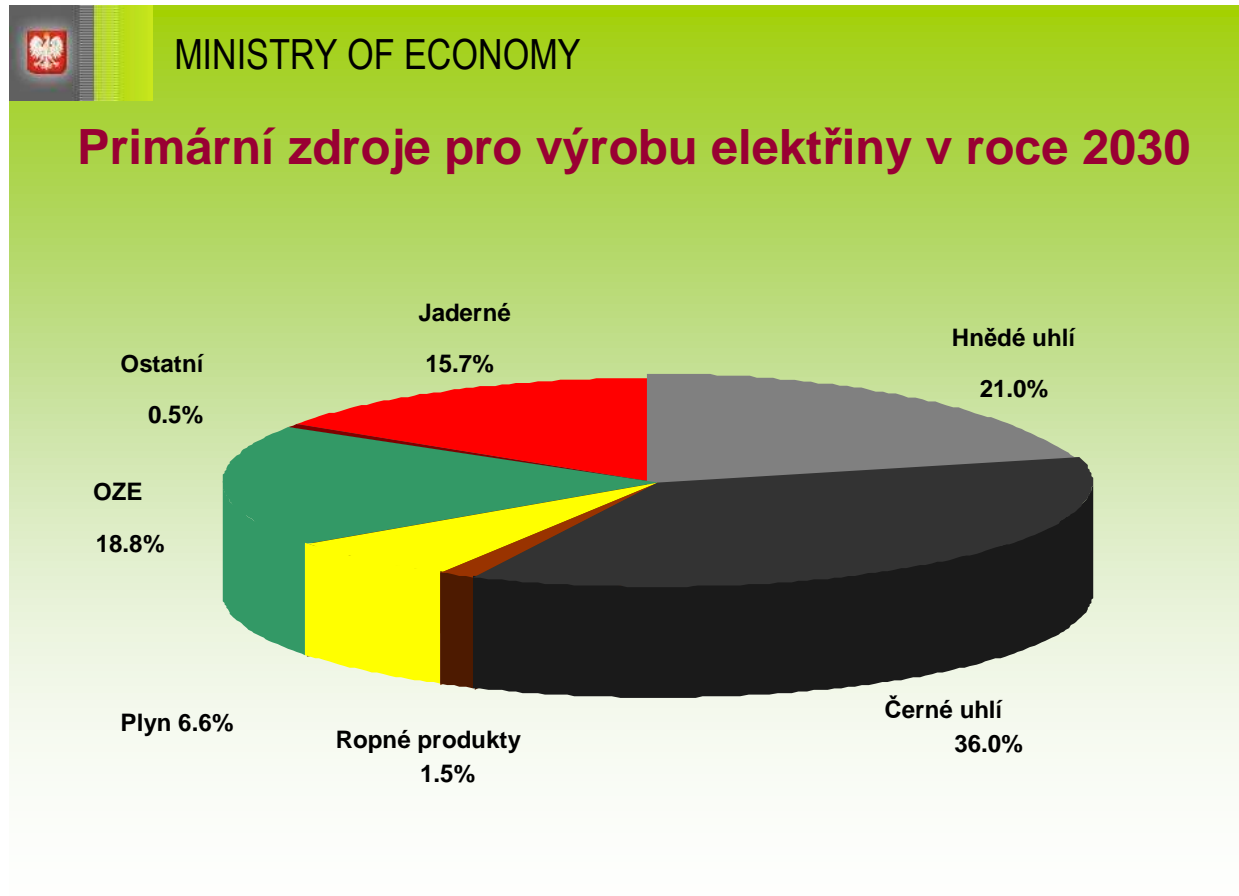


Finský jaderný program můžeme pokládat za mimořádně úspěšný.

Na možný rozvoj jaderné energetiky se připravuje i Polsko

Renesance nebo útlum jaderné energie?

OČEKÁVANÁ STRUKTURA PRIMÁRNÍCH ZDROJŮ PRO VÝROBU ELEKTŘINY V POLSKU V ROCE 2030



Source: Energy Market Agency, 2009



World Energy Council
CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE
Energy Committee of the Czech Republic
ENERGETICKÝ KOMITÉT ČR

Renesance nebo útlum jaderné energie?

Závěrem lze konstatovat:

- Na Kongresu panovala všeobecná shoda, že dochází k globální obnově zájmu o výstavbu nových jaderných elektráren. Po havárii elektrárny Fukušima se však situace mění a přístup některých zemí k jaderné energii bude opět spíše opatrný nebo dokonce zcela odmítavý.
- Nicméně jaderné elektrárny představují zdroj, který má nízké palivové náklady, je odolný proti výkyvům ceny paliva na světovém trhu a v provozu neemituje prakticky žádné emise škodlivin a skleníkových plynů.
- Problém jaderného odpadu existuje, ale není neřešitelný.
- Výhodnost JE ještě stoupne po dosažení komerční dostupnosti reaktorů 4. generace.

Děkuji za pozornost...

