

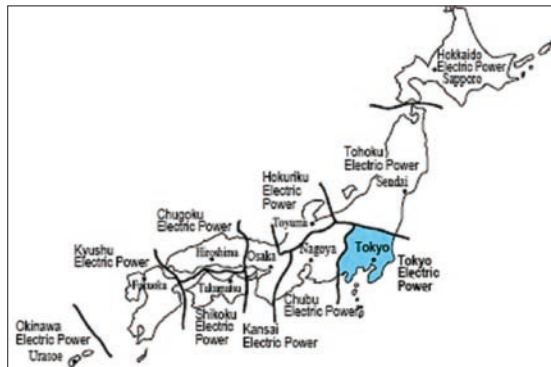
# Japonská elektroenergetika – výroba elektrické energie

Ing. Jaroslav Bárta, ÚJV Řež, a. s., divize Energoprojekt Praha

## Úvod

Technická vyspělost japonského průmyslu je všeobecně známa. V mnoha oborech (telekomunikace, robotika, automobilový průmysl) zaujímá Japonsko čelnou pozici ve světovém měřítku. Japonsko je třetí největší spotřebitel elektrické energie ve světě. Jak je tomu ve výrobě elektrické energie a speciálně ve výrobě z jádra? Měl jsem koncem roku 2007 možnost v rámci zasedání IEC TC 8 navštívit Tokio a seznámit se s výsledky jedné z největších energetických společností Japonska Tokio Electric Power Company TEPCO. V článku se zaměřím zejména na výrobu elektrické energie.

- vodních elektrárnách 19,6 TW-h,
- tepelných elektrárnách 176 TW-h,
- jaderných elektrárnách 119 TW-h,
- geotermálních elektrárnách 5 TW-h,
- obnovitelné zdroje (vítr + slunce + biomasa) 4,5 TW-h.

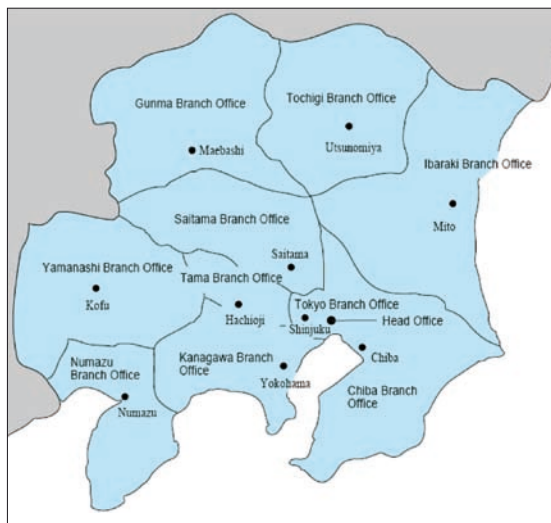


Obr. 1. Energetické společnosti Japonska

## Základní údaje

V rámci Japonska podniká celkem deset energetických společností (obr. 1). Celkové údaje o populaci, výrobě elektrické energie a ekonomice Japonska a společnosti TEPCO jsou uvedeny v tab. Z uvedených tabulek vyplývá, že společnost TEPCO pokrývá asi 1/3 energetického trhu Japonska.

Porovnáme-li energetickou velikost TEPCO (obr. 2) se známými světovými společnostmi, dosahuje v prodeji elektřiny 57 % EDF, 71,9 % E.ON a 111 % ENEL. Z pohledu ČR je energetická velikost TEPCO přibližně 3,25krát větší.



Obr. 2. Oblasti společnosti TEPCO

## Výroba elektrické energie

Přestože jsou zásoby fosilních paliv v Japonsku zanedbatelné, díky promyšlené strategii je elektrická energie vyráběna z poloviny v tepelných elektrárnách na bázi plynu a topných olejů, z jedné dvanáctiny ve vodních elektrárnách (zejména v přečerpávacích) a z jedné třetiny v jaderných elektrárnách. Poměrně malé procento tvoří výroba z obnovitelných zdrojů (asi 1 %), i když se usilovně vyvíjejí nové systémy. Drtivé množství paliva pro elektrárny dováží Japonsko po moři (z Austrálie – uhlí a uran, Střední východ – zkapalněný zemní plyn a ropa, Čína – uhlí).

Z celkové výroby 314,6 TW-h se vyro- bí ve:



Obr. 3. Vodní elektrárna TEPCO

## Vodní elektrárny

Společnost TEPCO vlastní 160 vodních elektráren (obr. 3), převážně přečerpávacích, o celkovém výkonu 8 250 MW a podíl výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách činí 7 %. Přečerpávací vodní elektrárny se významně podílejí na vyrovnání denního diagramu zatížení.

## Tepelné elektrárny

Tepelné elektrárny pokrývají 50 % denního diagramu zatížení a tvoří hlavní část výroby elektrické energie. Tepelné elektrárny se dělí na tyto základní typy:

- parní elektrárny klasické,
- parní elektrárny s kombinovaným cyklem,
- parní elektrárny se zdokonaleným kombinovaným cyklem (s plynovými turbínami s teplotou plynu 1 300 °C),
- parní elektrárny se zdokonaleným kombinovaným cyklem (s plynovými turbínami s teplotou plynu 1 450 °C).

Tabulka celkových údajů

Položka	Všechny energetické společnosti v Japonsku	TEPCO	Podíl TEPCO (%)
počet obyvatel	127,8 mil.	43,9 mil.	34,3
rozloha	377 923 km <sup>2</sup>	39 490 km <sup>2</sup>	10,4
hustota osídlení	338,1 osob/km <sup>2</sup>	1 110 osob/km <sup>2</sup>	328,4
prodej elektřiny	889,4 TW-h	287,6 TW-h	32,3
maximální výkon	174,98 GW	64,3 GW	35,2
základní majetek	2 656 bilionů jenů	676,4 bilionů jenů	25,4
celkový majetek	39 021 bilionů jenů	12 924 bilionů jenů	33,1
tržby	15 206 bilionů jenů	5 058 bilionů jenů	33,3
počet zákazníků	83 000 000	28 090 000	23,2

Pozn.: 1 bilion jenů = 160 miliard Kč

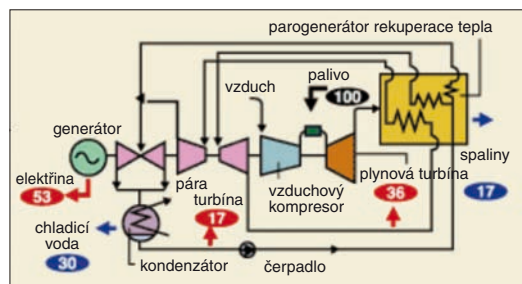
Klasické parní elektrárny spalují převážně plyn, který se dováží z Malajsie, Bruneje a Aljašky ve kapalném stavu (obr. 4) při teplotě  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$  a výhřevnosti 13 000 kcal (asi 54 428 kJ) a pracují s teplotou páry  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Parní elektrárny s kombinovaným cyklem využívají plyn ve vysokoteplotní sekci plynové turbíny o teplotě  $1\ 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  a recyklací energie výfukových plynů dosahují účinnosti 43 %. Tento typ elektrárny provozuje TEPCO od roku 1986 s celkovým výkonem 2 000 MW<sub>e</sub>.

Parní elektrárny se zdokonaleným kombinovaným cyklem (s plynovými turbínami s teplotou plynu  $1\ 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  a většími tlaky) se používají od roku 1996 v elektrárnách Yokoha-



Obr. 4. Palivové nádrže tepelné elektrárny Sodegaura



Obr. 5. Schéma parní elektrárny se zdokonaleným kombinovaným cyklem

ma, Chiba, Futtsu blok 3 a Shinagawa. Účinnost těchto elektráren dosahuje až 50 %.

Parní elektrárny se zdokonaleným kombinovaným cyklem (s plynovými turbínami s teplotou plynu  $1\ 450\text{ }^{\circ}\text{C}$  a většími tlaky – obr. 5) a vyššími nároky na tepelnou odolnost materiálů se uvažují použít v blízké budoucnosti v elektrárnách Kawasaki a Futtsu blok 4. Účinnost těchto elektráren může být až 53 %. Tento typ elektráren bude hrát v budoucnosti velkou roli při obnově tepelných elektráren.

### Jaderná energetika

Jaderná energetika hraje v Japonsku nezastupitelnou roli zejména v programu snižování skleníkových plynů a CO<sub>2</sub>. Celkově je v Japonsku v provozu 55 reaktorů o výkonu 49 580 MW a staví se dva reaktory s výkonem 2 285 MW. Společnost TEPCO je největším provozovatelem jaderných elektráren (JE) v Japonsku se sedmnácti reaktory a výkonem 17 308 MW.

Jaderné palivo (obohacený uran) se získává z vytěžené uranové rudy různými způsoby. V Japonsku funguje technicky vyspělý uzavřený palivový cyklus, který využívá recyklované palivo.

### Jaderné elektrárny společnosti TEPCO

Společnost TEPCO provozuje 17 bloků o výkonu 17 308 MW, z toho je:

- 10 bloků v JE Fukushima,
- 7 bloků v JE Niigata Kashiwazaki Kariwa.

JE jsou považovány za základní zdroj elektrické energie a pokrývají zhruba 40 % výkonu.

JE Fukushima Daiichi (obr. 6) zahájila provoz v roce 1971 a má šest lehkodvodních varných reaktorů o výkonu 4,696 MW, z toho čtyři reaktory o výkonu 784 MW, jeden reaktor o výkonu 460 MW a jeden reaktor o výkonu 1 100 MW. Tato JE je umístěna asi 250 km severně od Tokia ve městech Futaba a Ohkuma na břehu Tichého oceánu. Zaujímá rozlohu přibližně 3,5 km<sup>2</sup> a je vybudována na pevné skále.

JE Fukushima Daini (obr. 7) v Hamadori zahájila provoz v roce 1982 a má celkový výkon 4 400 MW, je osazena čtyřmi lehkodvodními varnými reaktory o výkonu 1 100 MW. Zaujímá plochu 1,55 km<sup>2</sup> a má vlastní úpravnu mořské vody pro chlazení a přístav pro nakládku vyhořelého paliva a tankování topného oleje.

JE Kashiwazaki (obr. 8) zahájila provoz v roce 1985 a má celkem sedm lehkodvodních varných reaktorů, z toho pět reaktorů o výkonu 1 100 MW a dva reaktory o výkonu 1 356 MW. V současné době je největší JE na světě s výkonem 8 212 MW. Zaujímá plochu 4,2 km<sup>2</sup>. Je umístěna asi 220 km severozápadně od Tokia na břehu moře.

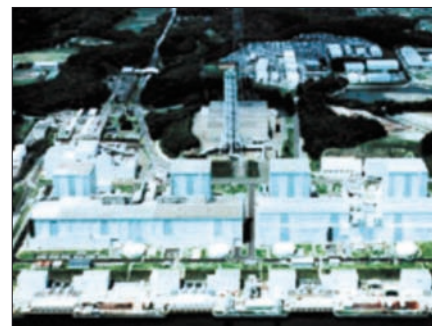
Vodík pro palivové články se získává rozkladem zemního plynu, ropy a dalších paliv za přítomnosti kyslíku.

Dále se využívá k výrobě elektrické energie spalování biomasy (odpad z rýže, papíren, dehet, dřevo) a k výrobě bioplynu (odpady, trus zvířat apod.).

Celkově se podílejí obnovitelné zdroje zhruba jedním procentem na výrobě elektrické energie a plánuje se zvýšení podílu na pět procent.



Obr. 6. JE Fukushima Daiichi



Obr. 7. JE Fukushima Daini



Obr. 8. JE Kashiwazaki Kariwa

### Obnovitelné zdroje

Ve společnosti TEPCO se na výrobu elektrické energie využívají následující obnovitelné zdroje:

- energie slunce (solární),
- energie větru (větrné),
- energie zemského jádra (geotermální),
- energie palivových článků.

Ve srovnání s EU jsou energie slunce a větru využívány podstatně méně (např. největší větrná elektrárna má výkon 500 kW) a kladě se důraz na geotermální energii a palivové články. TEPCO také rozvíjí program zelené energie, který je zaměřen na využití netradičních druhů energie u zákazníků.

Větší využití energie slunce a větru naráží na omezenou rozlohu a malou koncentraci výkonu. Odlišná je situace u geotermální energie. Japonsko je oblast s vysokou vulkanickou činností, a proto se geotermální energie využívá v klasickém výrobním cyklu s turbogenerátory.

### Závěr

Japonsko je velmi vyspělý průmyslový stát a také jeho elektroenergetika tomu odpovídá. Na poměrně malém území s mizivými surovinovými zdroji byla vybudována velmi moderní soustava elektráren, zejména jaderných a tepelných na spalování zemního plynu. Právě Japonsko by se mohlo stát inspirací i pro některé evropské státy bez významných palivových zdrojů, jakým směrem by se měla ubírat moderní výroba elektrické energie. ☒