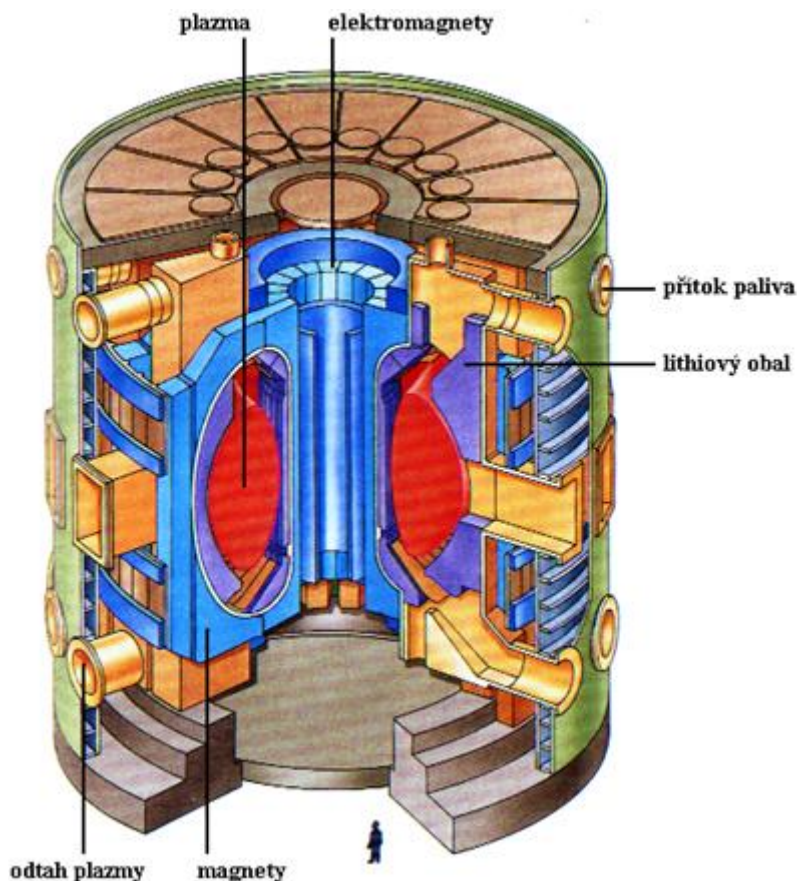


## TOKAMAK

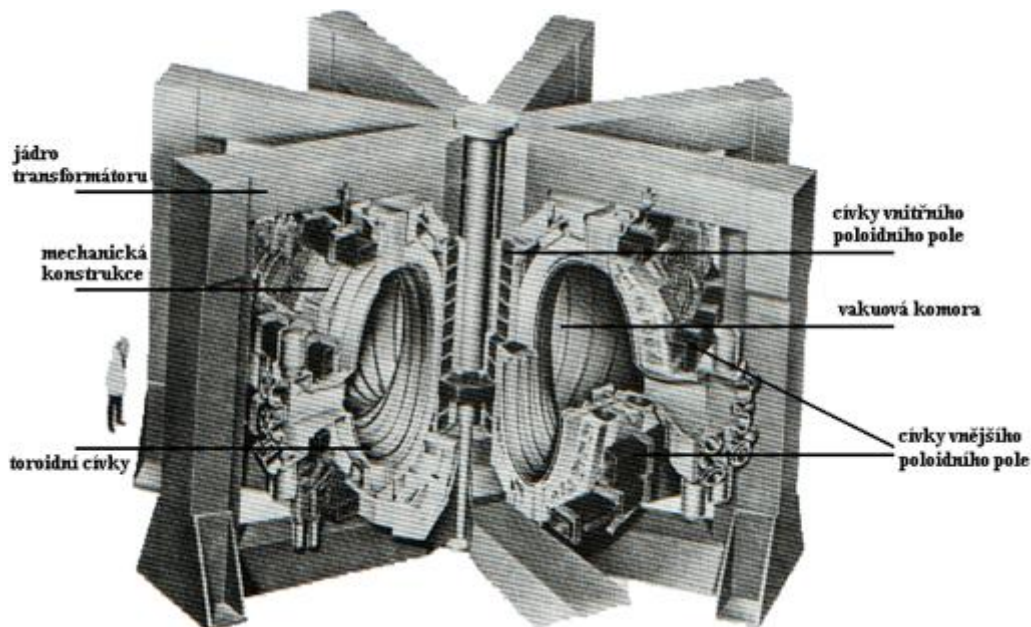
TOKAMAK (*toroidalnaja kamera s magnetnymi katuskami*) je v podstatě [transformátor](#), jehož [sekundární cívka](#) má 1 [závit](#) ve tvaru toroidní trubice (celkové schéma je na obr. 125, detaily důležité pro termojadernou fúzi pak na obr. 127).

Plazma z [deuteria](#) a [tritia](#) se nachází uvnitř toroidního dutého vakuového prstence (detail 1 na obr. 127). [Elektrický proud](#) primárního obvodu transformátoru indukuje [elektromotorické napětí](#) v sekundárním obvodu. V plynu v toroidní trubici vznikne [výboj](#), plyn se ionizuje (detail 2) a [indukovaný proud](#) jej zahřívá na vysokou [teplotu](#). [Magnetické pole](#) tohoto proudu udrží vzniklé plazma v ose [toroidu](#) (detail 3), takže se nedotýká stěn komory. Díky magnetickému poli se tepelné zatížení stěn sníží na technologicky zvládnutelnou hodnotu, a tak se předpokládá chlazení stěn na teploty v rozmezí  $\{1000;1300\}^{\circ}\text{C}$ . Rozměry [reaktoru](#) a jeho [výkon](#) závisí na vlastnostech materiálů, které tvoří plášť reaktoru, nikoli na vlastnostech plazmatu. [Elektrický výkon](#) těchto reaktorů se bude pohybovat v intervalu zhruba  $\{2,3\}$  GW.

[Poměr paliva](#) k rozměrům TOKAMAKu: představíme-li si nádobu TOKAMAKu jako pneumatiku o průměru 4 m a výšce 3 m, pak palivo má objem jako ulomený kousek tuhy do mikrotužky.



Obr. 125



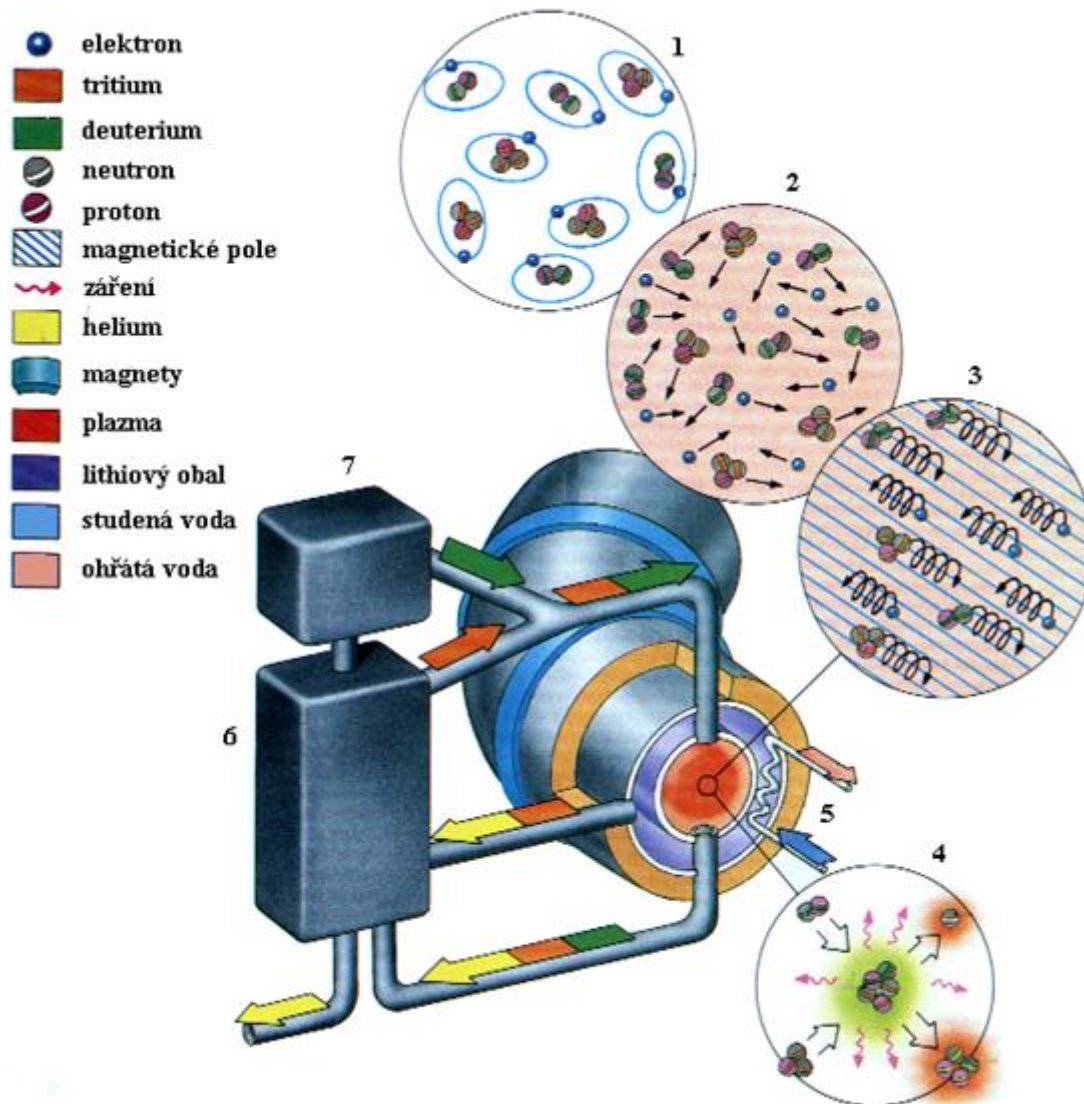
Obr. 126

Po zahřátí na uvedené teploty dochází k termojaderné fúzi (detail 4), při níž se uvolňuje [energie](#). Tu odnáší [neutrony](#) (vznikající při [jaderné reakci](#)) a ohřívají [chladiivo](#), kterým je většinou voda (5). Tento [primární okruh](#) vody proudí do výměníku [tepla](#), kde se ohřívá voda [sekundárního okruhu](#) a vzniklá pára, která se vede k [parní turbíně](#). Ta pohání [generátor střídavého proudu](#). (Celkové schéma elektrárny je totožné jako u [jaderné elektrárny](#) využívající štěpné [reakce](#).) [Produkty jaderné reakce](#) v plazmě a obklopujícím prostředí se přečišťují v kryodestilační aparatuře (6). Odtud se zpět do toroidu s plazmou vrací tritium, zatímco vzniklé helium je odváděno mimo toroid. Současně je do toroidu doplňováno deuterium (7).

TOKAMAK pracuje v pulzním režimu. Do vyčerpané prstencové vakuové nádoby se napustí pracovní plyn s hustotou [částic](#)  $10^{18} - 10^{21} \text{ m}^{-3}$ . Proudem řádově  $10^3 - 10^6 \text{ A}$  se plyn zahřeje na teplotu  $11,6 \cdot 10^6 \text{ K}$  (tj. dodá se mu energie 1 eV - 2 eV). K dosažení potřebné energie okolo 10 keV je potřeba použít doplňkový ohřev.

Tímto doplňkovým ohřevem může být např. ohřev [absorpcí](#) elektromagnetické iontové cyklotronové vlny ionty, ohřev cyklotronní elektronovou rezonancí, vstřikováním neutrálního svazku,

...



Obr. 127

Největší z TOKAMAKŮ, označovaný jako JET (*Joint European Torus*), v britském Culhamu (viz obr. 126), je společným zařízením západoevropských [zemí](#). Má průměr prstence 6 m a protéká jím proud  $5 \cdot 10^6$  A a podařilo se na něm dosáhnout teploty  $200 \cdot 10^6$  K po dobu téměř jedné [sekundy](#). V TOKAMAKU je magnetické pole indukováno proudovým impulsem a prsteneц plazmatu vytváří sekundární závit obrovitého transformátoru.

© Encyklopedie Fyziky (<http://fyzika.jreichl.com>); Jaroslav Reichl, Martin Všeticka

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.