

Tokamak Golem

Hvězda uprostřed hlavního města

Jednou z budoucností výroby elektřiny je fúzní reaktor. Třeba takový, jaký stojí v přízemí Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze.

Spouštíme jaderný reaktor. Je to napínavé! Červené světlo výstražně bliká a počítačový hlas nevzrušeně anglicky odpočítává od deseti k nule. Když dojde na konec číselné řady, zableskne se. Záblesk pochází z tokamakového plazmatu o teplotě stovek tisíc stupňů Celsia, které vzniklo ve fúzním reaktoru. Tento je známý pod označením Golem. Jednou se možná podobná technologie stane základem jaderné elektrárny úplně nové koncepce.

Štěpení a fúzování

Současné jaderné elektrárny, třeba ty v Dukovanech nebo v Temelíně, využívají štěpné jaderné reakce. To znamená, že během řízeného procesu jsou nestabilní jádra uranu štěpena za vyzařování velkého množství tepla, které ohřívá vodu a ta je využívána k výrobě elektřiny. Fúzní jaderná reakce umí to samé, avšak s jediným rozdílem: Jádra se neštěpí, ale slučují.

Hvězda na zemi

Ve vesmíru nejde o nikterak ojedinělý ani komplikovaný jev. Probíhá prakticky neustále uvnitř všech hvězd včetně našeho Slunce. Jeho důsledkem je energetické záření, bez kterého by na naší planetě nebyl život. Nasimulovat ty samé hvězdné podmínky ve specializovaném přístroji v pozemských podmínkách, to už je přeci jen složitější. Tokamak ale sílu hvězdy dokáže spoutat do jedné zatočené trubice. Peklo ve válci

Základ každého tokamaku tvoří dutý prstenec nazývaný toroid.

Vypadá trochu jako záchranný na kruh nebo dokola zatočená trubka. Jeho vnitřek je od okolního prostředí naprosto izolován, takže je z něj možné odčerpat vzduch. Do vakua jsou přivedeny izotopy vodíku: deuterium a tritium. Jeden jediný elektrický výboj jádra těchto izotopů ohromně zahřeje a ty se sloučí do nového prvku – helia. Při této reakci pak vzniká ionizovaný plyn neboli oli plazma dosahující teplot stovek milionů stupňů Celsia.

Plazma není sranda

I když je vnitřní plášť toroidu přibližně jeden milimetr silný a obklopuje ho sekundární opláštění, při kontaktu s plazmatem by se zachoval jako papír, když k němu přiblížíte sirku. Proto jsou na prstenec nasazeny v pravidelných vzdálenostech velice silné elektromagnety, jejichž magnetická pole plazma zatlačují doprostřed trubice. Udržují jej tak v bezpečné vzdálenosti od pláště. Rozpálený plyn uvnitř doslova levituje.

Nevydrží

Představa, že by fúzní reaktor dokázal vytvářet plazma dlouhé hodiny, dny a měsíce, je důvodem, proč se o tokamacích uvažuje jako o budoucnosti energetiky. Oproti štěpné reakci je fúze bezpečnější. Naopak poskytuje téměř zázračné možnosti. V jedné plastové láhvi o objemu 0,33 litru je tolik deuteria, že by to společně s malou lithiovou baterií (zdroj tritia) fúznímu reaktoru stačilo na pokrytí celoroční energetické spotřeby rodinného domu anebo na ujetí 30 000 kilometrů autem. Problém je, že v současnosti nejsou vědci a inženýři v tokamaku schopní udržet plazma o pořádných

parametrech blížících se budoucímu reaktoru déle než pět sekund. A to ještě pouze na specializovaném spojeném evropském tokamaku JET ve Velké Británii.

ÁBÍČKO A PLAZMA

Experiment popsany na začátku tohoto článku vyvolal v Golemovi plazma na 6,8 milisekundy. Jeho teplota byla kolem dvou set tisíc stupňů Celsia. Intenzitu elektrického výboje, množství plynu a sílu magnetického pole jsme nastavili v internetovém ovládní. Výsledky experimentu včetně fotografie plazmatu jsme hned po jeho ukončení našli v přehledné tabulce na internetu. (Jestli vás zajímá, podívejte se na adresu golem.fjfi.cvut.cz/shots/28581.) Studentský golem Právě internetové sdílení je hlavním účelem Golema. Připojují se k němu mladí vědci z celého světa a skrz zadávání parametrů pro uskutečnění fúzní reakce lépe pochopí, co se při ní děje. Pražského Golema již ovládali studenti z Thajska, Dánska, Francie nebo Německa a Itálie. Za posledních šest let tak proběhlo přes 2000 experimentů zpoza hranic České republiky. Vzdělávání v oblasti jaderné energetiky je důležité: Ze studentských hlav mohou přijít nápady, jak fúzní reakce optimalizovat natolik, aby dokázaly vydržet dlouhou dobu.

Fúzní den s ABC a ČVUT

Chtěli byste si na vlastní ruce vyzkoušet práci s fúzním reaktorem? Proč ne! Tokamak Golem lze totiž nastavit na dálku skrz mobilní telefon nebo počítač s internetovým připojením. 23. března 2019 proběhne Fúzní den s ABC a Jadernou fakultou ČVUT, během kterého dostanete možnost tokamak navštívit a vytvořit vlastní plazmatický výboj. Napište nám e-mail na adresu tokamak@abicko.cz. Na konci února vám zašleme podrobné informace.