

SVET VEDY

... a technického pokroku

ROČNÍK III. ČÍSLO 12/2005 38 Kč

www.svetvedy.cz

Éra tokamaků je za dveřmi

Musíte si PŘEČÍST!



Hluk
Zákeřný
nepřítel
bez zábran



Václav Pačes
Interview
s předsedou
Akademie
věd



**Kosmické
záření**
Lov
exotických
částic



ISSN:
1214-9365

Tokamak v obrazech minulých i současných

Český letec Vladimír Remek 2. března 1978 opustil většinu zemské přitažlivosti a vydal se ke hvězdám. A propos, co jsou to hvězdy? Koule žhavého plazmatu, v nichž se v kadlubu nesmírně horké hmoty rodí nové prvky a přitom se v souladu se známým Einsteinovým vzorcem (slavicím letos stoleté narozeniny) $E = \Delta m \cdot c^2$ uvolňuje obrovské množství energie.

Text: Milan Řípa, PhD. Foto: autor a archiv

Dr. Jérôme Paméla, ředitel EFDA JET Support Unit, a Ing. Vladimír Remek, Evropský parlament, před vlajkami států pracujících na tokamaku JET.



Vladimír Remek navštívil 20. října 2005 na pozvání ředitele EFDA JET Close Support Unit Jérôme Pamélyho experimentální zařízení tokamak JET (Joint European Torus) ve Velké Británii. JET ve svých útrobách dokáže napodobit procesy probíhající i ve hvězdě nám nejbližší a nejdůležitější – ve Slunci.

Z kabiny až do politiky

Ing. Vladimír Remek se v roce 1995 po skončení vojenské kariéry, během níž byl stíhacím pilotem a stal se prvním kosmonautem na světě, jenž neměl pas jedné ze dvou supervelmocí SSSR nebo USA, vydal na dráhu manažera. Vedl společný podnik ČZ Strakonice a Turbogaz Nižnyj Novgorod. Od roku 2002 pracoval jako obchodní rada velvyslanectví ČR v Moskvě. V roce 2004 byl zvolen v prvních „eurovolbách“ v České republice do Evropského parlamentu za KSČM. V Euro-parlamentu se účastní práce Výboru pro průmysl, výzkum a energetiku. Jeho návštěva

Culham Science Centre nedaleko Oxfordu v Anglii byla nejen těsnou součástí práce v Evropském parlamentu, ale i volným pokračováním vesmírné mise před 27 roky. A připomněla nám mnoho věcí.

Historie EFDA JET

Koncem čtyřicátých let byl ve Spojeném království supertájný výzkum řízeného termojaderného slučování rozptýlen do třech míst: Imperial College v Londýně (později z důvodů utajení z velké části přesunut do AEI – Atomic Electrical Industries v Aldermastonu), Clarendon Laboratory v Oxfordu (později AERE – Atomic Energy Research Establishment v Harwellu, kde výzkum kulminoval legendárním zařízením ZETA) a konečně AWRE – Atomic Weapons Research Establishment také v Aldermastonu (nezávisle na AEI).

V roce 1960 byl civilní výzkum termojaderné fúze soustředěn do blízkosti Culhamu, kde se na ploše bývalého letiště Fleet Air Arm Airfield postavila nová Culham Laboratory, dnes součástí Culham Science Centre, o jejíž věhlas se

zasloužilo termojaderné zařízení JET. Jeho základní kámen byl položen 18. května 1979. Culham Laboratory dnes patří k UKAEA – United Kingdom Atomic Energy Authority – zabývající se „recyklací“ štěpných atomových elektrárn a odpovídající za britský příspěvek k evropskému fúznímu programu.

Kam s ním?

Stejně jako o čtvrt století později nebylo jasné, kde se postaví mezinárodní tokamak ITER (stavba začne na jaře ve francouzském Cadarache), nebylo dlouho rozhodnuto o tom, kde se začne budovat JET. Toto zařízení je největším fungujícím tokamakem na světě.

Na počátku sedmdesátých let byly nejvýkonnějšími tokamaky francouzský TFR a ruský T4 s maximálními proudy kolem 400 000 ampérů. Američané stavěli jednomegaampérový tokamak známý jako PLT (Princeton Large Torus), který byl spuštěn v roce 1975. Evropa se rozhodla k odvážnému kroku a v roce 1973 zahájila práce na návrhu třímegaampérového tokamaku JET.

Vladimír Remek fandí pozemskému plazmatu



Provokace

Rozhodnutí Evropy postavit velký tokamak vyprovokovalo Američany (a nejen je) k velkému činu. S projektovými pracemi svého TFTR (Tokamak Fusion Test Reactor) začali o trochu později než JET, ale o to rychleji rozhodli o místě stavby – Princeton University. S kruhovým průřezem, o něco málo menšími rozměry, ale se silnějším magnetickým polem než JET byl TFTR navržen pro proud v plazmatu 2.5 MA.

Také Sovětský svaz ohlásil předběžný záměr stavby velkého tokamaku nazvaného T-20, ale nakonec se postavila menší varianta T-15.

Japonci se rozhodli pro velký tokamak JT-60 s proudem 2.7 MA. JT-60 byl posledním z velkých tokamaků, který byl uveden do provozu. Stalo se tak v dubnu 1985. Po velkých úpravách o několik let později (pod novým názvem JT-60U) začal dosahovat výkonů srovnatelných s tokamakem JET. Soutěž tří nadšených týmů byla velmi stimulující, ale nikdy nebyla na úkor úzké spolupráce a výměny nápadů či informací.

JET je nejslavnější

Proč je vlastně tokamak JET tak slavný? Od počátku se totiž předpokládalo, že bude moci pracovat se směsí deuteria a tritia (DT), těžkých izotopů vodíku. Jinými slovy, že bude moci řídit termojadernou reakci!

Proto se mohl rok 1991 nesmazatelně zapsat do historie fúzního výzkumu, neboť na tokamaku JET poprvé použili jako palivo směs DT a zaznamenali významný fúzní výkon 2 MW. Není na škodu, když vzpomeneš na dva dny vzdálené od sebe téměř padesát let, nicméně intenzitou vzrušení velmi blízké:

Tokamak Compass D, na který čeká Ústav fyziky plazmatu AV ČR (s laskavým svolením EFDA JET).

Příliš velký a příliš drahý pro jedinou laboratoř, stal se JET společným podnikem placeným převážně Evropským společenstvím. Projektové práce rychle pokračovaly, ale politici je úspěšně brzdili. Stavět chtěly jak Spojené království, tak Německo. Podporování svými ministry, Anthony Wedgewoodem Bennem a Hansem Matthöferem, nechťeli šéfové dvou evropských velmocí ustoupit.

Až přišel teror...

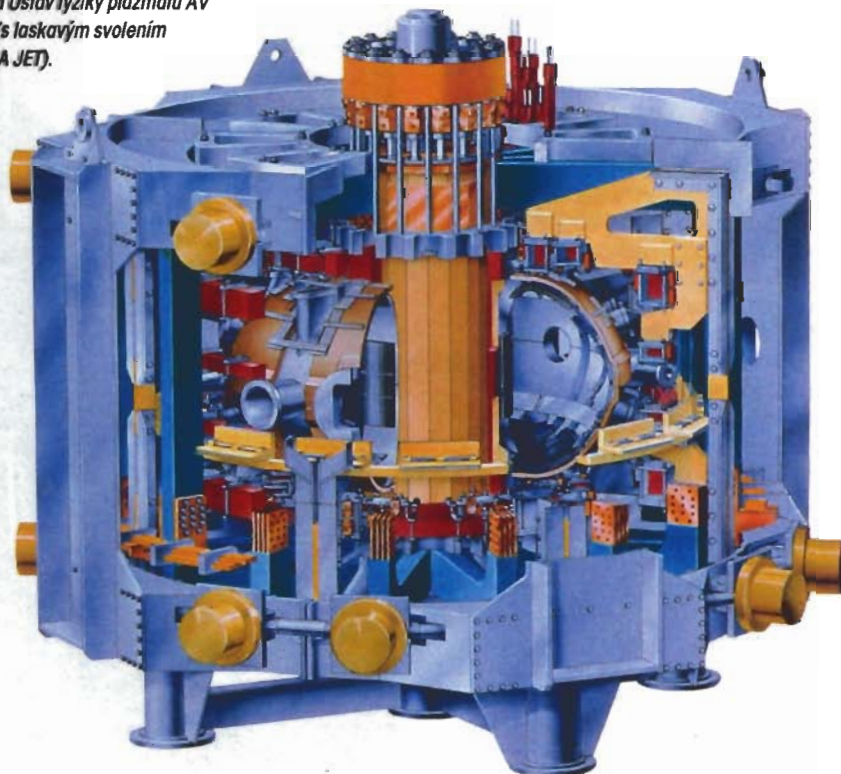
V říjnu 1977 přišla krize a projektantský tým se začal rozpadat. A tu náhle přišlo jako blesk z čistého nebe rozuzlení. 13. října unesl gang německých Rudých brigád Baader-Meinhoffová letadlo Lufthansy do somálského Mogadisha. Spojené království dodalo speciální granáty, které teroristé zneškodnily. Zdá se, že v euforii po záchraně letadla se kancléř Helmut Schmidt a premiér James Callagan dohodli. JET se postaví v Culhamu, jihovýchodně nedaleko Oxfordu ve Spojeném království. 25. října ministři pro výzkum Evropského společenství dohodu Schmidt & Callagan schválili.

Kryté fotbalové hřiště pod západní tribunou Stag Field, University of Chicago, USA, 2. prosince 1942: „Začni, George!“ zavlel Fermi a Georg Weil vytahuje poslední kadmiou tyč. Čítače cvakaly čím dál tím rychleji, pero se sunulo čím dál tím výš. Už se nezastavovalo. Stále a stále stoupalo. V reaktoru probíhala řetězová reakce! [Fermi L.: Atomy v rodině, 1975]

Culham Science Center, Culham, Spojené království, 9. listopadu 1991: A bylo to v listopadu 1991, kdy JET poprvé použil v experimentu směs deuterium – tritium. Většina týmu náležící k JET s napětím očekávala v ovládací místnosti s očima přilepenými na ztemnělé monitory první data ze vzrušujícího pokusu. Nejprve se vyzkoušela funkčnost diagnostických systémů se směsí pouhého 1 % tritia v deuteriu. Jakmile koncentrace tritia dosáhla 10 %, pík výkonu vyrostl nepatrně přes 1 milion watů (1 MW). Na obrazovce se zavlínil rozžhavený had divertoru. Skupina diváků vydechla. A najednou tu byla jasná demonstrace řízené termojaderné reakce produkující významné množství fúzního výkonu – dostatečného k ohřátí stovek domácností ač pouze po dobu jedné sekundy nebo tak nějak [volně podle McCracken G., Sott P.: Fusion – The Energy of the Universe, 2005].

Rekord je 16 MW

V roce 1994 se Američanům podařilo výsledek JET zopakovat a při DT směsi 1:1 překročit – 10 MW fúzního výkonu. V roce 1997 byl tokamak TFTR rozebrán, a tak jediným tokamakem schopným pracovat se směsí DT je evropský tokamak JET. Svoji exkluzivitu JET





Dr. Martin Valovič, UKAEA,
a Ing. Vladimír Remek,
Evropský parlament, před
maketou tokamaku Compass D.

náležitě zhodnotil v roce 1997 krátkodobým fúzním výkonem 16 MW! Pochopitelně to je doposud nepřekonaný světový rekord!

Vědecký program JET koordinuje EFDA (European Fusion Development Agreement), což je dohoda o fúzním výzkumu mezi EURATOM a organizacemi 24 evropských států včetně České republiky.

Předpokládá se, že tokamak JET bude fungovat do roku 2010, možná i do roku 2012. Bude svým programem, tak jako doposud, podporovat pozdější činnost mezinárodního tokamaku ITER, který se bude stavět ve francouzském Cadarache ve spolupráci Evropské unie, USA, Ruska, Japonska, Číny, Jižní Koreje a nováčka Indie.

Češi vstoupili do EU s tokamakem

V současné době funguje na světě přes třicet tokamaků nejrůznějších parametrů a nejrůznějšího určení. Česká republika může být právem pyšná, že při rozšiřování Evropské unie v roce 2004 vstoupil s deseti státy do Unie pouze jeden tokamak. A to tokamak CASTOR (Czech Academy of Science Torus), který vlastní Ústav fyziky plazmatu AV ČR v Praze.

CASTOR, ještě pod vlastním jménem TM1-MH, byl v roce 1958 postaven v Kurčatovově institutu v Moskvě jako jeden z prvních tokamaků vůbec. V roce 1985 kompletně přestavěn přijal dnešní název CASTOR. Nejstarší fungující tokamak na světě CASTOR nejspíš brzy zamíří do důchodu.

V roce 2005 přijal totiž Ústav fyziky plazmatu AV ČR nabídku UKAEA a převezme modernější tokamak COMPASS-D. Dvakrát větší proud plazmatem, ohřev vysokofrekvenčním elektromagnetickým polem o výkonu 300 kW, 50 otvorů pro diagnostiku, divertor (zařízení pro odvod nečistot a kontrola výkonu) a moderní D-tvar průřezu vakuové komory. Zkrátka a dobře – Praha může mít svůj ITER, i když desetkrát menší než ten, který se bude stavět ve francouzském Cadarache. V okamžiku, kdy díky stavbě ITER v Evropě vzroste poptávka po vědeckém a inženýrském dorostu zabývající se fúzí, bude pro Českou republiku a její okolí tokamak kategorie COMPASS-D neocenitelným přínosem. Vláda jeho převzetí schválila.

Vzácná návštěva byla přijata i ředitelem UKAEA Culham Division, vedoucím Asociace EURATOM-UKAEA a předsedou CCE-FU (Konzultační výbor Evropské komise pro výzkum fúze v rámci EURATOM) Sirem Chrisem Llewellynem Smithem.

Stejný původ

Návštěva nabídla ještě jednu asociaci. Do vesmíru Vladimíra Remka vynesla raketa Sojuz 28 vyrobená v bývalém SSSR, odkud pochází i tokamak. První funkční zařízení se totiž podařilo zkonstruovat a postavit v tajné pobočce moskevského Kurčatovova institutu ve městě Sarov, kde se vyvíjela sovětská vodíková bomba v letech 1950-56. U zrodu tokamaku a vodíkové bomby byli pozdější známý disident Andrej Sacharov, Jakov Zeldovič a David Frank-Kameněckij (ovšem existují i jiné verze vzniku tokamaku v SSSR).

Na exkurzi v Culham Science Centrum navázal v pondělí 24. října 2005 Vladimír Remek účastí na semináři Energie pro 21. století, který v budově AV ČR v Praze ve spolupráci s Tiskovým odborem AV ČR pořádal Ústav fyziky plazmatu AV ČR a kde se jednalo i o využití termojaderné fúze.

Říjnová návštěva tokamaku JET přispěla k tomu, že fúze má v osobě Vladimíra Remka v Evropském parlamentu přinejmenším jednoho zapáleného fandou. Fandou nad jiné erudovaného...

JET až po večeři

Hlavním cílem návštěvy europoslance pana Remka v Culham Science Center byl pochopitelně gigant JET, nicméně exkurzi zahájil právě u tokamaku COMPASS D, kolem něhož ho doprovázel bývalý pracovník ÚFP AV ČR Martin Valovič. Tokamak JET přišel na řadu až po večeři, neboť nezvyklý začátek setkání kosmonauta a tokamaku ve 23:30 h (22:30 místního času) byl dán měřicím režimem. K tokamaku JET pana Remka doprovodili pan Jérôme Pamela, ředitel EFDA JET Close Support Unit, dále Robert Pearce, vedoucí experimentu, a také Jan Mlynář odpovědný za styk s veřejností.

Největší tokamak na světě – JET (Joint European Torus), Culham, Anglie. Vpravo je zdroj osmi svazků rychlých neutrálních částic pro dodatečný ohřev plazmatu a vlevo je infračervený interferometr pro měření hustoty (s laskavým svolením EFDA JET).

