



## TISKOVÁ ZPRÁVA

Praha 26. července 2022

Akademie věd ČR  
Národní 1009/3, 110 00 Praha 1  
www.avcr.cz

## KDYŽ JE PLAZMA NESTABILNÍ: ČEŠTÍ FYZICI TESTOVALI NÁHLÉ KOLAPSY ENERGIE V TOKAMAKU

Rozsáhlou sérii pokusů provedli vědci Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a mezinárodního projektu ITER, jehož cílem je v příštích čtyřech letech spustit výrobu čisté a téměř nevyčerpatelné energie prostřednictvím tzv. tokamaku. Vědcům se podařilo poprvé předložit experimentální důkaz o fyzikálním limitu pro elektrické proudy tekoucí mezi plazmatem a první stěnou reaktoru v době, kdy je plazma nestabilní. Nové zjištění, publikované v časopise *Nuclear Fusion*, pomůže zdokonalit počítačové modely pro budoucí fúzní reaktory.

Jaderná fúze představuje slibnou cestu k nízkoemisní a bezpečné produkci elektrické energie. V rámci projektu ITER, který je největším vědeckým experimentem na světě, plánují vědci zprovoznit v jižní Francii roce 2026 stejnojmenný tokamak – první experimentální fúzní zařízení, ve kterém by horké plazma mělo vyrobit více energie, než kolik se do něj vloží. Dalším krokem bude postavení prototypu fúzní elektrárny DEMO.

*„Aby fúzní reaktory dokázaly zajistit kontinuální a spolehlivý provoz, musí se vypořádat s celou řadou výzev. Jednou z nich je i náhlé a neplánované předčasné ukončení plazmatického výboje formou tzv. disrupce plazmatu,“* shrnuje problematiku Radomír Pánek, ředitel Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a zároveň člen vedení evropské organizace Fusion for Energy a reprezentant Evropy ve vědecké radě ITER Organization.

K disrupcím přitom dochází, pokud plazma přestane být stabilní. *„Kromě narušení plynulosti provozu jsou tyto jevy významné i proto, že během nich může docházet k extrémnímu silovému namáhání jednotlivých komponent fúzních zařízení – jako například v aktuálně budovaném tokamaku ITER,“* říká Jiří Adámek z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, který stál v čele experimentujících vědců a je prvním autorem publikované studie.

Fyzikové soustředění v mezinárodní fúzní komunitě proto vyvíjejí značné úsilí, aby tyto procesy pochopili, naučili se je spolehlivě předvídat a vyvinuli techniky, které dokážou významně zmírnit jejich dopad na reaktor. *„Právě proto jsme s kolegy z projektu ITER přistoupili k sérii pokusů na našem*

Kontakt pro média:

**Markéta Růžičková**  
Divize vnějších vztahů AV ČR  
press@avcr.cz  
+420 777 970 812

**Lucie Krusová**  
Ústav fyziky plazmatu AV ČR  
krusova@ipp.cas.cz  
+420 777 303 526

pražském tokamaku COMPPASS, který již v minulosti poskytl řadu výsledků majících zásadní vliv na konstrukci a provoz tokamaku ITER,“ vysvětluje Jiří Adámek.

### Disrupce mohou tokamak i poškodit

Při disrupcích dochází v tokamacích k náhlým ztrátám tepelné a magnetické energie uložené v plazmatu. Na velkých zařízeních, jako je tokamak ITER, mohou vést k extrémním tokům energie a mechanickým silám, které působí na komponenty první stěny reaktoru. „Disrupce tak může ovlivnit opotřebení a celkovou životnost těchto komponent nebo je i poškodit,“ upozorňuje Jiří Adámek.

Hlavním zdrojem mechanického namáhání během disrupce jsou elektrické proudy, tzv. halo proudy cirkulující mezi plazmatem a první stěnou reaktoru, které v kombinaci se silným magnetickým polem v tokamaku vytvářejí obrovské síly.

### Důležitý fyzikální limit

Série experimentů na tokamaku COMPASS, kterou vědci uskutečnili v roce 2020 ještě před tím, než zařízení vloni ukončilo činnost, měla určit právě velikost a rozložení halo proudů během disrupcí.

„*Toto unikátní srovnávací měření poprvé prokázalo, že halo proudy jsou ve skutečnosti limitovány tokem iontů plazmatu, což představuje důležitý fyzikální limit*“

Hlavním výsledkem těchto systematických měření je porovnání halo proudů, respektive jejich hustot ( $J_{\text{halo}}$ ) s tokem iontů plazmatu ( $J_{\text{plasma}}$ ) pro různé hodnoty proudů protékajícího plazmatem ( $I_p$ ) před disrupcí.

„Toto unikátní srovnávací měření poprvé prokázalo, že halo proudy jsou ve skutečnosti limitovány tokem iontů plazmatu, což představuje důležitý fyzikální limit,“ uvádí Jiří Adámek. Experimenty na COMPASSu také podle něj potvrdily, že celková hodnota halo proudů vstupujících do první stěny tokamaku narůstá s elektrickým proudem protékajícím plazmatem před disrupcí.

Tato skutečnost spolu s nově zjištěným fyzikálním limitem vede k závěru, že celkový povrch, přes který procházejí halo proudy, se zvětšuje s celkovým proudem plazmatu. Výsledkem je, že tak dochází k většímu rozprostření halo proudů uvnitř komory tokamaku, a tím ke snížení lokálního namáhání komponent první stěny.

Více informací:

**doc. RNDr. Radomír Pánek, Ph.D.**  
ředitel Ústavu fyziky plazmatu AV ČR  
panek@ipp.cas.cz  
+420 604 563 098

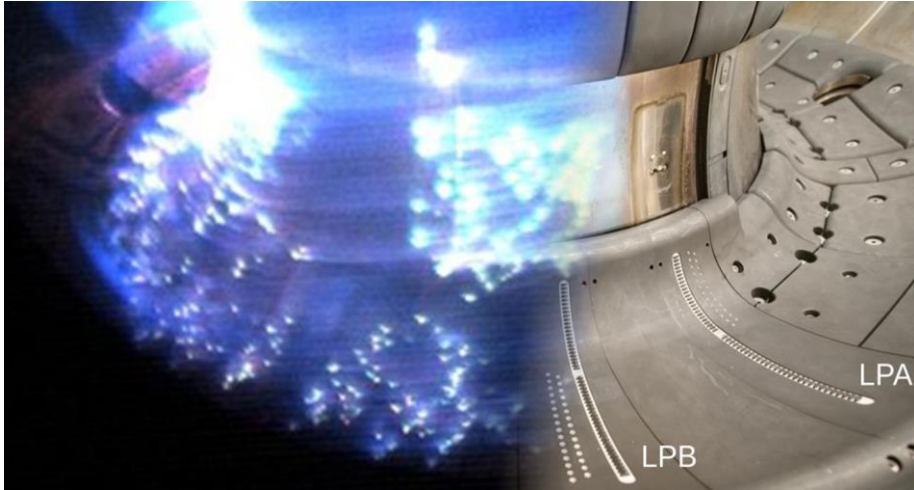
**Mgr. Jiří Adámek, Ph.D.**  
Ústav fyziky plazmatu AV ČR  
adamek@ipp.cas.cz  
+420 266 052 961

Odkaz na publikaci:

J. Adamek, F. J. Artola, A. Loarte, E. Matveeva, J. Cavalier, R. A. Pitts, R. Roccella, M. Lehnen, J. Havlicek, M. Hron et al. *Current density limitation during disruptions due to plasma-sheaths*. Nuclear Fusion 62, 086034 (2022).

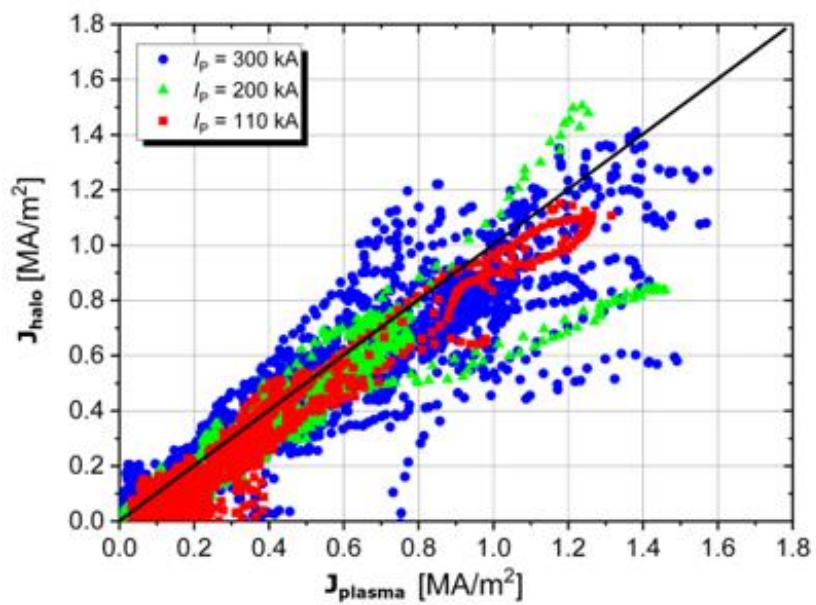
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/ac7656>

## Fotogalerie:



Disrupce pozorovaná viditelnou kamerou (modrá barva vlevo) překrývající obrázek s polem sond pro měření elektrických proudů (LPA a LPB) umístěnými v divertoru na tokamaku COMPASS.

Zdroj: Ústav fyziky plazmatu AV ČR



Lokální měření hustoty halo proudů a toku plazmatu během disrupce na COMPASSu pro různé hodnoty proudu plazmatem.

Zdroj: Ústav fyziky plazmatu AV ČR