

Základní údaje

Soutěžní obor: **P3913 - Aplikace přírodních věd**Kategorie: **3T**Navrhovatel: **Břeň David RNDr. Ph.D.**Pracoviště: **FJFI - 14102**Název česky: **Výzkum udržení plazmatu magnetickým polem v tokamaku**Název anglicky: **Research of the Magnetic Field Confinement in Tokamak**

Anotace česky:

Projekt věnovaný výzkumu problematiky magnetického udržení plazmatu na tokamaku FJFI GOLEM s ohledem na studium stability plazmatického svazku v tomto zařízení.

Anotace anglicky:

Research project devoted to the problems of magnetic confinement in tokamak FNSPE Golem with a regard to the study of the stability of plasma volume in this device.

Řešitelský tým v roce 2023

Jméno	Zařazení	Studijní obor	Pracoviště	Stipendium - odměna
Břeň David RNDr. Ph.D.	odborný asistent		14102	30
Svoboda Vojtěch Ing. CSc.	odborný asistent		14102	30
Čeřovský Jaroslav Ing.	doktorand	3901V016	14102	20
Farník Michal Ing.	doktorand	3901V016	14102	10
Ficker Ondřej Ing. Ph.D.	doktorand	3901V016	14102	20
Mácha Petr Ing.	doktorand	3901V016	14102	40
Svoboda Jakub Ing.	doktorand	3901V016	14102	20
Šos Miroslav Ing.	doktorand	3901V016	14102	10
Švihra Peter Ing. Ph.D.	doktorand	3901V016	14102	10
Čečrdle Jan Ing.	doktorand		14102	10
Bareš Ondřej Bc.	student mag. programu		FJFI	5
Hečko Jan Ing.	doktorand		14102	20
Ivánek Matěj Ing.	student mag. programu		FJFI	10
Vedl Kubincová Adéla Bc.	student mag. programu		FJFI	10
Malec Štěpán Ing.	student mag. programu	3901T062	FJFI	20
Malinák Jiří Bc.	student mag. programu		FJFI	15
Papoušek Filip Ing.	student mag. programu	3901T062	FJFI	20
Procházka Daniel Ing.	student mag. programu	3901T062	FJFI	5
Thonová Laura Bc.	student mag. programu		FJFI	8
Juráš Vojtěch Bc.	student mag. programu		FJFI	5
Pokorný Petr Bc.	student mag. programu		FJFI	5

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

Jméno	Zařazení	Studijní obor	Pracoviště	Stipendium - odměna
Švorc Daniel Bc.	student mag. programu		FJFI	5
Benhart Viktor BSc.	student mag. programu		FJFI	5
Bulička Jakub Bc.	student mag. programu		FJFI	10
Chlum Jakub Bc.	student mag. programu		FJFI	10
Lobko Lukáš Ing.	doktorand		14102	15
Lukeš Samuel Ing.	doktorand		14102	20
Tunkl Marek Ing.	doktorand		14102	20
Křivková Anna Ing.	doktorand	3901V016	14102	0
Malec Štěpán Ing.	doktorand	3901V016	14102	0
Hromasová Kateřina Ing.	doktorand	3901V016	14102	0
Bogdanov Aleksandr Bc.	student mag. programu		FJFI	0
Buryanec Jan Bc.	student mag. programu		FJFI	0
Čáp Dominik Bc.	student mag. programu		FJFI	0
Kropáčková Daniela Bc.	student mag. programu		FJFI	0
Mašek Tomáš Bc.	student mag. programu		FJFI	0
Odložilík Michal Bc.	student mag. programu		FJFI	0
Celkem stipendia:				348
Celkem mzdové náklady:				60

Charakteristiky členů týmu**Jméno: Břeň David RNDr. Ph.D.**

Od r. 1994 odborný asistent, Katedra fyziky, Fakulta elektrotechnická

Výuka: přednášky a cvičení Fyzika I a II, Astrofyzika, Matematická analýza

Od r. 2007 odborný asistent na Katedře fyziky FJFI ČVUT v Praze

Výuka: přednášky Mechanika, Atomová a molekulová fyzika, cvičení Fyzika tokamaků, Elektřina a magnetismus

Vědecký výzkum: numerické simulace energetických ztrát v plazmatu, studium vyzařování plazmatu různými energetickými kanály

Účast na grantu č. 1581/2009/A/a FRVŠ Metodické centrum termojaderné fúze,

na grantového projektu: Simulační výpočty DD fúzní reakce č. IAA101210801 GAAV

Vybrané publikace:

Autor a spoluautor více než dvaceti publikací ve vědeckých časopisech a sbornících mezinárodních konferencí.

Výběr několika důležitých:

1. Břeň, D. , Kulhánek, P: Modeling of plasma fibers with radiative processes, Czechoslovak Journal of Physics, 56: B500-B505 Part 3 Suppl. B 2006
2. Kulhánek, P. - Břeň, D. - Žáček, M. - Rozehnal, J.: Numerical Simulation of Beam - Target Plasma Interaction, in: Book of abstracts: 21st International Conf. on Numerical Simulation of Plasmas 2009. Lisbon: Instituto Superior Técnico/Instituto de Telecomunicações Portugal, 2009, p. 1.
3. Program package RADIATION, přibližně 10 let vývoje 3D programového balíku pro simulace energetických ztrát v plazmatu.
4. Kulhánek, P. - Břeň, D. - Bohata M.: Generalized Buneman Dispersion Relation in the Longitudinally

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

- Dominated Magnetic Field, ISRN Condensed Matter Physics, 2011, 1
5. Břeň, D.: Základní rovnice rovnováhy plazmatu v tokamacích, PMFA, 2012, 2
6. Kulhánek, P.; Břeň, D.
Electron Acceleration in the Field of the Low Frequency magnetospheric R-Wave Packets: 17th International Congress on Plasma Physics - Book of Abstracts. Lisboa: Instituto Superior Técnico Av. Rovisco Pais, 2014, 1. ISBN 978-989-20-4912-0. Available from: http://www.ipfn.ist.utl.pt/ICPP2014/ficheiros_auxiliares/book_of_abstracts_ICPP2014.zip
7. Delong, V.; Beňo, R.; Břeň, D.; Kulhánek, P.: Notes on the relativistic movement of runaway electrons in parallel electric and magnetic fields
PHYSICS OF PLASMAS. 2016, 23 094504-1-094504-4. ISSN 1070-664X. Available from: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/pop/23/9/10.1063/1.4962687>
8. Mlynář, J.; Ficker, O.; Macúšová, E.; Markovic, T.; Břeň, D.; Čerovský, J.; Farník, M.; Kulhánek, P. et al.: Runaway electron experiments at COMPASS in support of the EUROfusion ITER physics research, Plasma Physics and Controlled Fusion. 2019, 61(1), ISSN 0741-3335.
9. Ficker, O.; MacUsova, E.; Mlynář, J.; Břeň, D.; Čerovský, J.; Farník, M.; Grover, O.; Krbec, J. et al.: Runaway electron beam stability and decay in COMPASS, Nuclear Fusion. 2019, 59(9), ISSN 0029-5515.
10. Břeň, D.; Kulhánek, P.: Záření ubíhajících elektronů v tokamacích, Pokroky matematiky, fyziky a astronomie. 2020, 65(3), 149-156. ISSN 0032-2423.

Jméno: Svoboda Vojtěch Ing. CSc.

- 1991 - : Výuka v základním kursu fyziky: Fyzikální praktika na KF FJFI ČVUT.
- 1998 - : Fyzikální seminář (<http://fyzsem.fjfi.cvut.cz>).
- 2005 - : Garant nového zaměření Fyzika a technika termojaderné fúze na FJFI ČVUT (<http://fttf.fjfi.cvut.cz>).
- 2006 - : Reinstalace tokamaku GOLEM jako evropského vzdělávacího centra experimentální výuky v oblasti termojaderné fúze na půdě FJFI ČVUT.
- 1993 - : Badatelská činnost ve spolupráci s Ústavem fyziky plazmatu AV ČR (projekty poslední doby):
- 1999-2009 : Numerické modelování anomální difúze částic plazmatu v časově proměnných elektro-magnetických polích.
- 2007-2009 : Zpracování neutronových dat z tokamaku JET metodou inverzní analýzy (dekonvoluce spekter a tomografie prostorového rozložení zdrojů).
- Grantová činnost posledních let:
- 2005-2007 : GAAV, spoluřešitel: IAA100430502 Vliv turbulence v okrajovém plazmatu tokamaku na transport částic.
- 2004 - : Rozvojový projekt MŠMT: Univerzita třetího věku na FJFI ČVUT (kurs Fyzika přátelsky <http://fyzu3v.fjfi.cvut.cz> a Počítače pro starší a pokročilé <http://pcu3v.fjfi.cvut.cz>).
- 2007 - : Člen VZ MŠMT MSM6840770039: Matematické, počítačové a experimentální metody ve fyzice.
- 2004 - 2009 : Rozvojový projekt MŠMT: Moderní informační technologie ve výuce.
- 2006 - : Rozvojový projekt MŠMT na podporu rozvoje a inovace studijních programů: Příprava nového studijního zaměření na FJFI Fyzika a technika termojaderné fúze".
- 2008 - : FUSENET - (European Fusion Education Network), v rámci EURATOM Coordination and Support Activity (CSA) pro fúzní vzdělávání v Evropě.
- 2009 : FRVŠ - Metodické centrum termojaderné fúze.
- 2010 - 2012 : The GOLEM tokamak (dodatečný grant v rámci FUSENET).
- Ocenění
- 1988 Stipendium 17. listopadu děkana FJFI za vynikající studijní výsledky a aktivní činnost na VŠ.
- 1988 Uznání Československé vědeckotechnické společnosti za práci týkající se CCD detektorů
- 2000 Uznání rektora ČVUT za mimořádné pracovní výsledky.

Významnější publikační a presentační činnost poslední doby:

Reference:

Markovič, T.; Gryaznevich, M.; Ďuran, I.; Svoboda, V.; Vondrášek, G. Evaluation of applicability of 2D iron core model for two-limb configuration of GOLEM tokamak; Fusion Engineering and Design. 2013, 8 8 8 3 5 - 8 3 8 . I S S N 0 9 2 0 - 3 7 9 6 . A v a i l a b l e f r o m : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920379613002573>

Svoboda, V.; Kocman, J.; Grover, O.; Krbec, J.; Stöckel, J. Remote operation of the vertical plasma stabilization @ the GOLEM tokamak for the plasma physics education; Fusion Engineering and Design. 2015, 96-97 974-979. I S S N 0 9 2 0 - 3 7 9 6 . A v a i l a b l e f r o m : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920379615300740>

Svoboda, V.; Gryaznevich, M.; Oost, G.; Stöckel, J.; Kamendje, R.; Kuteev, BN; Melnikov, A.; Popov, T. Contribution to fusion research from IAEA coordinated research projects and joint experiments; Nuclear Fusion. 2015, 55(10), I S S N 0 0 2 9 - 5 5 1 5 . A v a i l a b l e f r o m : <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0029-5515/55/10/104019>

Svoboda, V.; Markovič, T.; Gryaznevich, M.; Duran, I.; Panek, R. Development of 3D ferromagnetic model of tokamak core with strong toroidal asymmetry; Fusion Engineering and Design. 2015, 96-97 302-305. I S S N 0 9 2 0 - 3 7 9 6 . A v a i l a b l e f r o m : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920379615002100>

Svoboda, V.; Gryaznevich, M.; Oost, G.; Stöckel, J.; Kamendje, R.; Kuteev, BN; Melnikov, A.; Popov, T. Contribution to fusion research from IAEA coordinated research projects and joint experiments Nuclear Fusion. 2015, 55(10), I S S N 0 0 2 9 - 5 5 1 5 .

Svoboda, V.; Markovič, T.; Gryaznevich, M.; Duran, I.; Panek, R.

Development of 3D ferromagnetic model of tokamak core with strong toroidal asymmetry

Fusion Engineering and Design. 2015, 96-97 302-305. I S S N 0 9 2 0 - 3 7 9 6 .

Svoboda, V.; Dvornova, A.; Dejarnac, R.; Prochazka, M. et al.

Remote operation of the GOLEM tokamak with hydrogen and helium plasmas

In: Journal of Physics: Conference Series. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2016. Journal of Physics: Conference Series. vol. 768. I S S N 1 7 4 2 - 6 5 8 8 .

Jméno: Čeřovský Jaroslav Ing.

Bakalářské studium ukončil v září roku 2016. Vedoucím BP byl doc. RNDr. Jan Mlynář, Ph.D. a bakalářská práce nese název Ubíhající elektrony v tokamacích. V bakalářské práci se zejména zabýval hledáním souvislostí mezi výskytem MHD nestabilit a ztrátami ubíhajících elektronů. Na toto téma navázal studii trajektorií relativistických elektronů.

Výzkumný úkol: Role Čerenkovova detektoru při měření ubíhajících elektronů na tokamaku COMPASS

Diplomová práce: Studies of trajectories of relativistic electrons in the magnetic field of a tokamak, obhájena 2018

Pokračuje studiem PhD, aktuální téma: Studium scénářů útlumu ubíhajících elektronů v tokamacích pomocí interakce s příměsemi, vedoucím práce je doc. RNDr. Jan Mlynář, Ph.D.

Jeho práce bude věnována studiu interakce ubíhajících elektronů jak s plynými příměsemi, tak i interakci ubíhajících elektronů s pevnými materiály. Bude studován vliv vstřikování příměsí do plazmatu na vznik ubíhajících elektronů, ale i vliv příměsí na potlačení ubíhajících elektronů.

Nyní se zabývá hledáním souvislostí mezi výskytem MHD nestabilit a ztrátami ubíhajících elektronů. Je spoluautorem několika publikací.

Jméno: Farník Michal Ing.

Ukončil bakalářské studium v roce 2016. Nastoupil ihned na navazující magisterské studium.

Bakalářská práce nese název "Elektronové cyklotronové vlny v tokamaku COMPASS" (vedoucí práce byl

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

Ing. J. Urban), která se soustředila na možnost měření elektronové teploty pomocí diagnostiky EC emise (ECE) radiometrem.

Jeho aktuální práce využívá ECE také, ale pokouší se pomocí ní měřit distribuční funkci suprathermálních ubíhajících elektronů tím, že bude ECE zkoumat ve vertikálním směru.

Výzkumný úkol: Diagnostika ubíhajících elektronů na tokamaku COMPASS pomocí EC emise

V roce 2018 ukončil magisterské studium, obhájil DP na téma Suprathermal electron diagnostics for the COMPASS tokamak using EC emission, vedoucím byl Ing. Jakub Urban, Ph.D.

Nyní pokračuje v doktorském studiu na téma Využití EC vln na tokamaku COMPASS-U pod školitelem Mgr. Michaelem Kommem, Ph.D.

Jeho výzkum je zaměřený na možnosti a návrh budoucích vlnových diagnostik a elektronového cyklotronového ohřevu na COMPASS-U.

Jméno: Ficker Ondřej Ing. Ph.D.

Bakalářská práce: Dekonvoluce dat z aktivační sondy jako metoda ke stanovení energií ionizujícího záření

Diplomová práce: Generace, ztráty a diagnostika ubíhajících elektronů v tokamacích.

Aktuální téma: Metody zpracování dat v diagnostice energetických částic na tokamacích

Vedoucí: RNDr. Jan Mlynář, Ph.D.

Ing. Ondřej Ficker ukončil s výbornými výsledky magisterském studiu a ve výzkumu pokračuje nadále při doktorandském studiu.

Pracuje na analýze dat z měření energetických částic (elektronů, neutronů, či fotonů) na několika různých evropských tokamacích pokročilými metodami jako je například tomografie. Tato měření slouží například ke stanovení fúzního výkonu nebo k vývoji metod kterými se budoucí fúzní zařízení vyhnou nebezpečným scénářům a událostem - například vzniku svazku ubíhajících elektronů při disrupci. Zabývá se ubíhajícími elektrony na tokamacích COMPASS a GOLEM. Je vedoucím bakalářské práce několika studentů a je spoluautorem řady publikací.

Jméno: Mácha Petr Ing.

Bakalářská práce: Měření parametru okrajového plazmatu pomocí kombinované ball-pen a Langmuirovy sondy na tokamaku GOLEM. pod vedením Ing. Vojtěcha Svobody, CSc., obhájena 2018

Výzkumný úkol: Rychlé měření elektronové teploty na tokamaku GOLEM pomocí Tunelové sondy. (Ing. Vojtěch Svoboda, CSc.)

V rámci své práce se zabývá simulací elektronových proudů a měřením elektronové teploty. S vynikajícími výsledky ukončil magisterské studium a pokračuje jako člen týmu v doktorském studiu.

V rámci své práce se zabývá simulací elektronových proudů a měřením elektronové teploty. Výsledky své práce využívá na tokamaku GOLEM. Je hlavním autorem několika publikací.

Jméno: Svoboda Jakub Ing.

Bakalářské studium ukončil 7.9.2016 složením státní závěrečné zkoušky. V bakalářské práci se zabýval tomografií na tokamacích, její název je Dekonvoluce dat z maticových kamer v diagnostice tokamaků. Vedoucím byl doc. RNDr. Jan Mlynář Ph.D.

Výzkumný úkol: Vývoj a aplikace geometrické matice pro rychlou kameru v tomografii na tokamaku COMPASS

Navazujícím magisterském studiu ukončil v r. 2018.

Diplomová práce: Vývoj a aplikace geometrické matice pro rychlou kameru v tomografii na tokamaku COMPASS, vedoucím byl doc. RNDr. Jan Mlynář, Ph.D., který je také vedoucím práce v postgraduálním studiu na téma Aktuální téma: Tomografie měkkého rentgenového záření na tokamaku COMPASS-U

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

Věnuje se návrhu nového systému kamer měkkého rentgenového záření, pomocí kterého bude počítat tomografie na budoucím tokamaku COMPASS-U. Také je v plánu že dále bude vyvíjet kód, kterým se tomografické rekonstrukce počítají a pokusí se implementovat nové metody analýzy výsledků tomografie. Pokračuje ve výzkumu využití tomografie při diagnostice fúzníku plazmatu. Konkrétně pracuje na vývoji geometrické matice pro rychlou maticovou kameru. Je vedoucím několika současných bakalářských a diplomových prací.

Jméno: Šos Miroslav Ing.

Bakalářská práce: Diagnostika tokamakového plazmatu pomocí Thomsonova rozptylu - kalibrace
Vedoucí: Ing. Petr Böhml Ph.D.

Obhájeno: 2.9.2015

Výzkumný úkol: Optimalizace provozu a zpracování dat diagnostiky tokamakového plazmatu pomocí Thomsonova rozptylu.

Diplomovou práci na téma Diplomová práce: Optimalizace provozu a zpracování dat diagnostiky tokamakového plazmatu pomocí Thomsonova rozptylu obhájil v roce 2018.

Pokračuje doktorským studiem na téma Aktuální téma: Měření a zpracování profilů elektronové teploty a hustoty plazmatu v tokamacích, vedoucím je Mgr. Michael Komm, Ph.D.

Ing. Miroslav Šos se bude podílet především na vývoji diagnostiky tokamakového plazmatu. Měření elektronové hustoty a teplotních profilů jsou důležitá pro výzkum fúze magnetického udržení realizovaných na tokamakách. Jednou z oblastí výzkumu, která tato měření pomáhají pochopit, je fyzikální formování bariéry transportní hrany, která je spojena s plazmovým výkonem. Získané údaje o tokamaku COMPASS budou v tomto ohledu analyzovány a porovnány s výsledky jiných tokamaků. Navrhování diagnostického systému pro budoucí tokamaky (např. COMPASS-U, ITER) otevírá spoustu spíše technických témat, které vyžadují hlubokou znalost fyzikálního základu a souvisejících výsledků výzkumu.

Je vedoucím několika současných bakalářských prací.

Jméno: Švihra Peter Ing. Ph.D.

Bakalářská práce: Study of thermonuclear plasma using semiconductor detectors

Vedoucí: Ing. Michal Marčišovský

Obhájeno: 2.9.2015

Výzkumný úkol: Application of semiconductor detectors in fusion experiments

V roce 2018 ukončil magisterské studium, obhájil diplomovou práci na téma Application of semiconductor detectors in fusion experiments pod vedením Ing. Michala Marčišovského, Ph.D.

Nyní pokračuje v doktorském studiu na téma Simulations of interaction of high energy particles in tokamak pod vedením Ing. Michala Marčišovského, Ph.D.

Ing. Peter Švihra se specializuje na detekci ubíhajících elektronů (RE).

Jeho práce se týká interpretací a měření ubíhajících elektronů v tokamacích. Pro správné vyhodnocení naměřených dat je nutno porozumět signálu který je zaznamenán různými diagnostikami. Z důvodu komplexní konstrukce tokamaku je velká šance detekce sekundárního záření vytvořeného primárními částicemi s materiálem. Pro tyto účely je vyvíjen 3D model zařízení, ve kterém budou sledovány interakce a propagace částic. Simulace může také sloužit k analýze radiačních profilů a tedy i lepšímu porozumění bezpečnosti na pracovišti.

Jméno: Čečrdle Jan Ing.

Bakalářskou práci na téma První experiment s tekutým lithiem na divertoru tokamaku COMPASS obhájil 5.9.2019. Vedoucí: Jan Horáček

Na podobné téma pokračoval dále při výzkumném úkolu Experiment s tekutým lithiem a cínem na divertoru tokamaku COMPASS.

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

Po letošním (2021) úspěšném ukončení magisterského studia se věnuje stále tématům okolo problémů s tekutými kovy a jejich použití na divertorech tokamaků.

Jméno: Bareš Ondřej Bc.

Bakalářská práce: PlasmaLab at CTU - Magnetická diagnostika

Vedoucí BP: RNDr. Jana Brotánková, Ph.D.

Výzkumný úkol dělá tento rok, náplní práce je magnetická diagnostika na Golemu (kombinace několika senzorů na různých místech).

Jméno: Hečko Jan Ing.

Bakalářskou práci na téma Analýza chyb měření diagnostiky plazmatu pomocí Thomsonova rozptylu na tokamaku COMPASS obhájil 5.9.2019. Vedoucí: Ing. Miroslav Šos.

Dále pokračoval na podobné téma při výzkumném úkolu Optimalizace zpracování dat z diagnostiky Thomsonova rozptylu na tokamaku COMPASS s využitím Bayesovských metod.

Po úspěšném obhájení diplomové práce a ukončení magisterského studia pokračuje prací na téma Characterisation of heat fluxes in edge plasma of the COMPASS tokamak in H-mode discharges.

Jméno: Ivánek Matěj Ing.

Bakalářskou práci "Vlastnosti teplotně a radiačně odolných Halloových senzorů pro fúzní elektrárny" obhájil v září 2020. Vedoucím byl Ing. Slavomír Entler, Ph.D. V rámci výzkumného úkolu navazuje na bakalářskou práci. Vedoucím bude Ing. Ivan Ďuran, Ph.D. Ve VÚ bude experimentálně kombinovat měření magnetického pole na GOLEMu pomocí cívek a Halloových senzorů.

Jméno: Vedl Kubincová Adéla Bc.

Bakalářskou práci "Pokročilá rekonstrukce vertikální polohy na tokamaku Golem" dělala pod vedením Ing. Ondřeje Kudláčka Phd. Výzkumný úkol "Zpětnovazební řízení kinetických a proudových profilů na ASDEX Upgrade" vypracovává rovněž u Ing. Ondřeje Kudláčka Phd.

Jméno: Malec Štěpán Ing.

Bakalářské studium ukončil v únoru 2020 a obhajobou práce na téma Charakterizace rentgenového záření produkovaného ubíhajícími elektrony na tokamaku Golem. Vedoucím práce byl Ing. Vladimír Linhart, Ph.D., který nadále zůstává jeho vedoucím a ve výzkumném úkolu pokračuje v tom, co začal ve své BP. V rámci své práce se zabývá teplotní stabilizací pixelových detektorů timepix3 a jejich následnou implementací na tokamaku Golem.

Jméno: Malinák Jiří Bc.

Bakalářskou práci dělal u Mgr. Jiřího Adámka, Ph.D. na téma Měření elektronové teploty pomocí kolejničové sondy na tokamaku GOLEM. Nyní pracuje na výzkumném úkolu u doc. RNDr. Jana Mlynáře, Ph.D. na téma Tomografie na tokamaku JET. Zároveň v rámci praktika fyziky plazmatu budu měří RE na tokamaku GOLEM.

Jméno: Papoušek Filip Ing.

Bakalářskou práci na téma Vliv rozmítaného nabíjení potenciálu okraje plazmatu na turbulenci v tokamacích, vedoucí: Ing. Ondřej Grover obhájil 5.9.2019

Nyní pokračuje dále na téma při výzkumném úkolu Systematické studium vlivu rozmítaného nabíjení potenciálu okraje plazmatu na turbulenci v tokamacích.

Jméno: Procházka Daniel Ing.

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

Bakalářskou práci na téma Elektromagnetické vlastnosti měsíců a planet, vedoucí: Dr. Pavel Trávníček, ÚFA obhájil 5.9.2019

Nyní pokračuje dále na téma při výzkumném úkolu studiem interakce Měsíce se slunečním větrem simulovanou užitím hybridního kódu.

Jméno: Thonová Laura Bc.

Tématem bakalářské práce bylo Studium záporného korónového výboje a plazmové trysky pro medicínské účely pod vedením Ing. Anny Machkové. Obhájila 1.2.2022.

V návaznosti na tuto práci se rozhodla dále se zabývat diagnostikou použitého korónového výboje. Ve své diplomové práci by pak chtěla na základě této diagnostiky navrhnout a experimentálně otestovat možné modifikace tohoto typu výboje v souvislosti s baktericidními účinky netermálního plazmatu jím generovaného. Bc. Laura Thonová začala pracovat na tokamaku Golem již v prvních letech svého bakalářského studia.

Jméno: Juráš Vojtěch Bc.

V srpnu 2022 úspěšně složil státní závěrečnou zkoušku na FJFI ČVUT z oboru FTTF a obhájil svou bakalářskou práci na téma Experimentální výzkum fúzních reakcí v pinčovém plazmatu. Na tuto práci navazuje i ve svém výzkumném úkolu zaměřeném na výzkum energetického spektra a anizotropie emise fúzních protonů produkovaných na plazmatických fókusech pfz-200 umístěném na FEL ČVUT a pfz-1000 nacházejícím v Institutu plazmové fyziky a laserové mikrofúze ve Varšavě.

Svou bakalářskou práci i výzkumný úkol píše pod vedením prof. Ing. Daniela Klíra, Ph.D.

Jméno: Pokorný Petr Bc.

V bakalářské práci se zabýval energetickými ztrátami nabitých částic v plazmatu a warm dense matter. Především se zabýval konstrukcí diagnostiky pro měření. Ve výzkumném úkolu se zabývá stejným tématem s tím, že se zaměřuje na samotné měření energetických ztrat.

Práci dělá na PALSu pod Ing. Miroslavem Krúsem, Ph.D.

Jméno: Švorc Daniel Bc.

Bakalářskou práci zpracoval na téma PlasmaLab - Rezonanční dutina s vedoucím RNDr. Janou Brotánkovou, Ph.D.

Výsledky naměřené v rámci BP se také objevily na SOFTu ve formě posteru prezentovaného Dr. Brotánkovou. Článek k tomuto posteru bude již brzy dokončený:

Brotánková, J., Švorc, D., Fernandes, H., Mlynář, J., Farník, M., Hecko, J., Mazur, D., & Pfeifer, M. Resonance cavity as an education tool in PlasmaLab@CTU.

Zadání výzkumného úkolu se bude pravděpodobně týkat lineární magnetické pasti a šíření vlnění v plazmatu znovu u Dr. Brotánkové.

Jméno: Benhart Viktor BSc.

Po dobu posledního studijního roku (21/22) z osobních důvodů přerušil studium. Nyní pokračuje ve studiu. Bakalářská práce na univerzitě v Manchesteru byla na téma supravodivost v grafenu. Nyní si vybírá výzkumný úkol na tento studijní rok.

Jméno: Bulička Jakub Bc.

Bakalářská práce byla zaměřena na studium současného účinku ionizujícího a neionizujícího záření na různé materiály (PMMA, a-C, molekulární jod), se zvláštní pozorností věnované materiálům pro vnitřní stěny ICF reaktorů (zejména wolfram). V experimentální části byly proměřeny emise z kapilárního výbojového XUV laseru pro ověření možnosti jeho využití v budoucích experimentech zaměřených na studium současného

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

účinku dlouhovlnného a krátkovlnného záření. Výzkumný úkol navazuje na BP a bude v něm prostudována interakce fokusovaného svazku XUV kapilárního výbojového laseru s pevnou látkou.

BP i VU dělá na FZU AV ČR u pana doktora Libora Juhy.

Jméno: Chlum Jakub Bc.

Věnuje se převážně tomografii viditelného záření na tokamaku GOLEM. Na toto téma také pod vedením Ing. Jakuba Svobody obhájil bakalářskou práci Implementace tomografické inverze na tokamak GOLEM. Tomuto tématu se plánuje věnovat i v rámci výzkumného úkolu. Zároveň se tomografií zabývá ve spolupráci se Sarou Abbasi, Ph.D.

Jméno: Lobko Lukáš Ing.

V rámci své diplomové práce se zabýval měřením toků neutronů na tokamacích. Studuje neutronové toky z hlediska geometrie jejich zdrojů a rovněž jejich energií. Úspěšně ukončil magisterské studium a pokračuje v týmu jako doktorand.

Jméno: Lukeš Samuel Ing.

Student ukončil magisterské studium a pokračuje v týmu dále jako doktorand. Využívá vířivých proudů ve vodičích k usměrnění toku magnetických siločár. V rámci své práce navrhuje manipulátory při přestavbě tokamaku COMPASS. Je spoluautorem jedné publikace.

Jméno: Tunkl Marek Ing.

Student ukončil magisterské studium a pokračuje v týmu dále jako doktorand. Vyvíjí novou diagnostiku ubíhající elektronů na bázi křemíkových stripových detektorů (Development of a new runaway electron diagnostics method based on strip semiconductor detectors).

Jméno: Křivková Anna Ing.

V současné době se zaměřuje na emisní spektroskopii, převážně na spektroskopii laserem indukovaného průrazu, a její využití ve výzkumu meziplanetární hmoty. Dizertační práce nese název "Concepts of space-based spectroscopic observation of meteor events" a jejím cílem je představení a vývoj spektrální kamery pro CubeSat mise určené ke spektroskopické observaci a analýze ablačního plazmatu meteorů z nízké zemské orbity, přičemž důraz je kladen na UV oblast, kterou nelze zaznamenat pomocí pozemních pozorování díky absorpci těchto vlnových délek zemskou atmosférou.

Emisní spektroskopie je také jednou ze základních metod diagnostiky plazmatu u tokamků a na Golemu se plánuje využití této spektroskopie.

Jméno: Malec Štěpán Ing.

Ing. Štěpán Malec úspěšně ukončil magisterské studium a nadále pracuje v týmu jako doktorand.

Jméno: Hromasová Kateřina Ing.

Věnuje se transportu v tokamakové SOL, vedoucí práce: Mgr. Michael Komm, Ph.D.

Jedním ze tří hlavních kanálů odvodu tepla z fúzního reaktoru je transport tepla a částic v okrajovém plazmatu na divertor a první stěnu. Fyzikou tohoto transportu se zabývá její práce, kde budou experimentální data z tokamaku COMPASS analyzována společně se simulacemi pomocí kódu SOLPS-ITER.

Je spoluautorkou několika publikací.

Věnuje se studiu turbulentních jevů a fluktuací okrajového plazmatu tokamaku. Tyto jevy způsobují nestability vedoucí k přerušení výboje.

V roce 2021 přerušila studium z důvodu mateřské dovolené a nyní se již vrací zpět k aktivní činnosti v rámci týmu.

Jméno: Bogdanov Aleksandr Bc.

V září ukončil bakalářské studium obhajobou práce na téma "Aplikace strojového učení při nelokálním hydrodynamickém modelování termojaderné fúze" pod vedením Ing. Milana Holce, Ph.D. Ve své práci se snažil určit hodnoty tepelného toku v plazmatu, v němž se vyskytuje kinetický efekt nelokálního transportu. Poslední je zodpovědný za to, že vzorec pro tepelný tok, jenž byl odvozen Spitzerem a Härmem je nepřesný pro zkoumanou situaci. Zároveň počítání tepelného toku pomocí kinetických simulací je výpočetně velmi náročné a zdoluhavé. Navrženým řešením je implementovat neuronovou síť natrénovanou na výsledcích kinetických simulací (nakonec se použil jenom jeden výsledek). Nyní pokračuje výzkumným úkolem opět na téma strojového učení pod vedením Mgr. Jakuba Seidla, Ph.D. Na základě dat z rychlostní kamery a dalších diagnostik tokamaku COMPASS se bude snažit určovat aktuální stav plazmatu (poloha, hustota, H-mode/L-mode) v "real-time" s použitím variačního autoenkodéru. Cílem taky je prozkoumat latentní prostor proměnných autoenkodéru, tedy zjistit na základě jakých patternů ve vstupních datech autoenkodér rozhoduje o stavu plazmatu.

Jméno: Buryanec Jan Bc.

V září zakončil bakalářské studium obhajobou práce Stabilizace proudu plazmatem na tokamaku GOLEM po vedením: Ing. Vojtěch Svoboda, CSc. a na podobné téma u stejného vedoucího pokračuje i ve výzkumném úkolu. Hlavním cílem je navázat na rozpracovanou práci v rámci BP. Tedy doladit indukčnost a odpor přídavného primárního vinutí, které má zajišťovat ovlivnění magnetického indukčního toku (v současné době generované pomocí vybití kondenzátorové baterie, která se nekontrolovaně vybíjí) v transformátorovém jádře tokamaku GOLEM potřebného pro indukování proudu v plazmatu. Také bude zapotřebí spočítat alespoň orientačně potřebný výkon pro zesilovače, který bude použit už v režimu s plazmatem.

Jméno: Čáp Dominik Bc.

Letos na podzim ukončil bakalářské studium obhajobou práce na téma "Generace impulzů tvrdého rentgenového záření z relativistické interakce laseru s plazmatem" u J. Nejdla, Ph. D. (ELI beamlines, KFE), kde se zabýval generací RTG záření při urychlování elektronů laserem buzenou brázdovou vlnou (LWFA) a návrhem plazmového zrcadla pro fokusaci intenzivní laserového pulzu. Při VÚ se bude věnovat PIC simulacím LWFA.

Jméno: Kropáčková Daniela Bc.

Letos na podzim dokončila bakalářské studium obhajobou práce, která se týkala návrhu metody na Vyhodnocování efektivity napouštění plynu v reálném čase pro zpětnovazební řízení hustoty plazmatu, a to konkrétně pro případ tokamaku ASDEX Upgrade, přičemž pracovala se simulačními nástroji RAPDENS (primárně sloužící k vyhodnocování profilu elektronové hustoty v reálném čase) a Fenix (letecký simulátor). Originální název práce: Real time evaluation of gas fueling efficiency for density feedback control V rámci výzkumného úkolu plánuje navázat na svou bakalářskou práci a pokračovat s vývojem kódu RAPDENS.

Obě dvě práce jsou pod vedením Ing. Ondřeje Kudláčka, Ph.D. (IPP Garching).

Jméno: Mašek Tomáš Bc.

V září ukončil bakalářské studium obhajobou práce "Studium interakce nízkoteplotního plazmatu s tenkou vrstvou cínu". Vedoucím byl prof. RNDr. Milan Tichý, DrSc. (MFF-UK). Při použití cínového liquid-metal divertoru se vypařený cín může nanášet na okolní komponenty, cílem BP bylo zjistit, jak tyto nanosené tenké vrstvy odstranit z vodivých substrátů (nerozová ocel).

Téma výzkumného úkolu bude podobné jako BP, ale ve VÚ budou experimenty na nevodivých substrátech (sklo) a na wolframovém substrátu a bude pracovat se stejným vedoucím jako na bakalářské práci.

Jméno: Odložilík Michal Bc.

Na podzim ukončil bakalářské studium obhajobou bakalářská práce "Tomografická inverze viditelného záření detekovaného kamerami s vysokou snímkovací frekvencí pro studium detachmentu v tokamaku COMPASS". Obsah: aplikace tomografie, pomocí rychlých kamer, na detachment na tokamaku COMPASS.

Vedoucí práce: Dr. Jordan Cavalier (Ústav fyziky plazmatu AV ČR)

Výzkumný úkol bude probíhat pod vedením Ing. Martina Imříška (Ústav fyziky plazmatu AV ČR) s názvem: "Interakce pilové nestability s nestabilitou typu ELM"

Na tokamaku COMPASS lze pozorovat, že výskyt obou nestabilit se může vzájemně ovlivňovat. Hlavním úkolem práce je statistická analýza vzájemného výskytu těchto nestabilit a případně interpretace jejich vzájemného vlivu.

Finance

Finanční prostředky v tis. Kč	2022	2023	2024	celkem
Neinvestiční náklady (NEI)	565	570	570	1705
Investiční náklady (INV)	0	0	0	0
Celkové náklady	565	570	570	1705

Finanční položky pro rok 2023 podrobně

Položka: **1. věcné náklady**

Částka: **140 tisíc Kč**

Položka: **1.1. drobný hmotný a nehmotný majetek a materiál**

Částka: **70 tisíc Kč**

Nákup odborné literatury a kancelářských potřeb: papíry a media pro kopírování a tisk. Dále také nákup materiálu pro sestavení a upgrade sond a výrobu detekčních přístrojů potřebných pro experimenty prováděnými studenty na tokamaku GOLEM.

Na rok 2023 je plánována celá řada experimentů a vylepšení stávajících přístrojů (viz. Upřesnění cílů pro druhý rok řešení)

Položka: **1.2. práce, služby, poplatky**

Částka: **0 tisíc Kč**

Položka: **1.3. jízdní a pobytové výdaje**

Částka: **70 tisíc Kč**

Na rok 2023 plánujeme vyslání Adély Vedl Kubicnové na cca dvoutýdenní kurz otrolních systémů na EFPL

https://www.epfl.ch/research/domains/swiss-plasma-center/education/education_doctoralschool/doctoral-courses/control-course/

Dále počítáme s cestou Jana Čečrdleho na experimenty na fúzním zařízení v Madridu a samozřejmě s vysláním studentů na každoroční konferenci 49. EPS European Conference on Plasma Physics v Bordeaux, kde budou prezentovat poslední výsledky na tokamaku GOLEM.

Položka: **2. osobní náklady**

Částka: **429 tisíc Kč**

Položka: **2.1. stipendia studentů**

Částka: **348 tisíc Kč**

Položka: **2.2. mzdové prostředky zaměstnanců**

Částka: **60 tisíc Kč**

Položka: **2.3. dohody o pracovní činnosti (DPČ)**

Částka: **0 tisíc Kč**

Položka: **2.4. dohody o provedení práce (DPP)**

Částka: **0 tisíc Kč**

Položka: **2.5. odvody ze mzdových prostředků a DPČ**

Částka: **21 tisíc Kč**

Položka: **3. režijní náklady**

Částka: **114 tisíc Kč**

Dvacetiprocentní režijní náklady dle propozic, tj. dvacet procent neinvestičních nákladů.

Položka: **4. investiční náklady**

Částka: **0 tisíc Kč**

Položka: **celkové náklady**

Částka: **683 tisíc Kč**

Zdůvodnění přihlášky

1 - Vědecká závažnost a aktuálnost:

V současné době se jeví, že magnetické udržení plazmatu je jednou z velmi mála cest, jak v příštích letech dospět k uskutečnění fúzní reakce. Udržení fúzní reakce je stále otevřené aktuální téma, jehož vyřešení povede k získání levných a relativně nezávadných energetických zdrojů.

2 - Současný stav řešeného problému:

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská patří k jedněm z velmi mála vzdělávacím institucím na celém světě, které disponují vlastním tokamakem, zařízením umožňující magnetické udržení plazmatu. Tokamak, umístěný původně na Ústavu fyziky plazmatu byl před dvanácti lety přestěhován na FJFI. Zařízení je v provozu a od roku 2009 produkuje plazma. Zařízení je po dobu své existence vylepšováno nezbytnou hardwareovou a softwaerovou statickou a zpětnovazební stabilizaci polohy plazmatu v komoře tokamaku, která pomáhá řádově zlepšit parametry plazmatických výbojů. Tento úkol je sám o sobě velmi náročný a zahrnuje v celkovém řešení mnoho teoretické, experimentální a technologické práce. Nyní je možné vyhodnocovat aktuální polohu plazmatu a v reálném čase řídit silové napájení cívek pro horizontální stabilizaci polohy plazmatu. Podařilo se také nahradit dvě měděné cívky cívkami z vysokoteplotního supravodivého materiálu (Re)BCO což významně snižuje provozní náklady. Navíc na rozdíl od velkých tokamaků používající heliem chlazené supravodiče, tyto jsou chlazené kapalným dusíkem. Stejně jako v minulých letech, je stále

nevyřešeným problémem udržení plazmatu únik energie tzv. ubíhajícími elektrony (runaway electrons - RE). Studiu těchto RE se na tokamaku GOLEM věnuje několik členů týmu jak v rovině teoretické, tak i experimentální.

3 - Původnost navrhovaného řešení:

Tokamak GOLEM je stále inovován a veškeré technologické práce na něm nyní odrážejí současné možnosti technologií a svým způsobem představují originální přístup k řešení problematiky zpětnovazebního řízení polohy na tomto tokamaku.

Studenti zaměření Fyzika plazmatu a termojaderné fúze na FJFI mají jedinečnou možnost studia problematiky magnetického udržení plazmatu, při které navíc mohou měnit parametry fakultního tokamaku GOLEM mnohem flexibilněji než na ostatních "velkých" tokamacích. Na tomto zařízení je možné realizovat měření na dálku přes internet doslova z celého světa a naši studenti, kteří budou s měřeními pomáhat se tak pravidelně takřka denně setkají s nápady a způsoby řešení, se kterými by se seznámili na mezinárodních konferencích.

4 - Koncepte, způsob a metodika řešení:

Studenti přispívají ke zprovoznění diagnostických metod vedoucích k identifikaci časového vývoje polohy plazmatu prostřednictvím magnetických diagnostik a dále z vyzařovacích charakteristik v oblasti spektra viditelného, ultrafialového a měkkých rentgenů. Na základě vyhodnocení budou připravovat technologie a ladit algoritmy jednak k pasivní a jednak zpětnovazebné stabilizaci polohy plazmatu v ose komory tokamaku, což by mělo vést ke stálému zlepšování parametrů plazmatických výbojů na tokamaku GOLEM. Jedním z mnoha v současnosti nevyřešených problémů fyziky tokamaků je problematika ubíhajících elektronů. Ubíhajícími elektrony nazýváme elektrony, které jsou urychlovány elektrickým polem tokamaku až k relativistickým rychlostem. V příštích letech budou na tokamaku Golem provedeny experimenty, které si budou klást za cíl charakterizaci ubíhajících elektronů vznikajících na tokamaku Golem za různých experimentálních podmínek. Dalším cílem experimentů s ubíhajícími elektrony na tokamaku GOLEM bude odhad maximálních energií vznikajících elektronů a korelace ztrát s ostatními ději odehrávající se v plazmatu. Vývod výkonu z budoucích fúzních reaktorů je jedním z problémů, které jsou předmětem intenzivního výzkumu na tokamacích po celém světě, včetně tokamaku ITER. Jedním z kanálů vývodu tepla je transport částic z udržení do okrajového plazmatu a následně na stěnu reaktoru. Klíčovým mechanismem tohoto transportu je turbulence, která vzniká v blízkosti posledního uzavřeného povrchu a následně se šíří okrajovým plazmatem. Ideální diagnostikou turbulentních struktur v plazmatu s nízkými parametry jako u tokamaku GOLEM jsou elektrické sondy, např. Langmuirova, ball-pen nebo Machova sonda. Hlavice nesoucí tyto sondy jsou na GOLEMu instalovány a kdykoli k dispozici.

Unikátním přínosem sondových měření na tokamaku GOLEM mohou být studie izotopového efektu díky možnosti provádět výboje ve vodíku i v heliu. V jeho důsledku se mění charakter turbulence, jenž je možno určit z měření dvojité hřebínkové sondy Langmuirových pinů v režimu iontově nasyceného proudu. Intenzitu turbulentního transportu ukazuje rovněž profil elektronové teploty a hustoty, které lze na GOLEMu změřit kombinací ball-pen a Langmuirových sond s vysokým časovým rozlišením. Poloidální rozložení rychlosti transportu podél siločar pak lze změřit pomocí kruhu Machových sond.

Kromě vědeckého přínosu k porozumění transportu tepla v okrajovém plazmatu nabízí sondová měření i ideální příležitost k zapojení studentů do experimentu. Používání sond je totiž přímočaré v porovnání s jinými diagnostikami (např. diagnostikou Thomsonova rozptylu) a přitom poskytuje hluboký vhled do fyziky okrajového plazmatu.

5 - Cíle řešení projektu:

Hlavním faktorem, který může ohrozit přední postavení EU ve výzkumu fúze, se stává nedostatek kvalifikovaného personálu jak ve výzkumu, tak i ve špičkovém průmyslu. Situace z hlediska národní účasti České republiky je obdobná. Na tuto situaci reaguje FJFI ČVUT specializovaným zaměřením Fyzika plazmatu

a termojaderné fúze. Uvedením tokamaku do provozu se tak fakulta stala jedinečným světovým pedagogickým pracovištěm, kde studenti tohoto oboru mají možnost okamžitě ověřit své teoretické poznatky na vlastním experimentálním zařízení a po ukončení studia se stát členy týmu s již svými osobními zkušenostmi. Hlavními cíli projektu nyní jsou ve třech oblastech souvisejících s řízením a diagnostikou vysokoteplotního plazmatu v magnetickém udržení v reaktorech typu tokamak:

Technologické záležitosti:

- * Zpětnovazební řízení polohy plazmatu v reálném čase.
- * Předdefinované řízení proudu plazmatu do tzv. flat-top módu.

Diagnostické:

- * Magnetohydrodynamické studie pomocí poloidálního ringu mirnovových cívek.
- * Diagnostika tvrdých rentgenů pomocí celého spektra sond: scintilačních, Timepix, Medipix a Strip detektorů.
- * Diagnostika ubíhajících elektronů pomocí kalorimetrické hlavice.

Fyzikální:

- * Chování ubíhajících elektronů v režimech s různými pracovními plyny (H, He, Ar, D), tzv. izotopické studie.
- * Studie charakteristik okrajového plazmatu s pomocí různých pokročilých elektrostatických sond ve vysokém časovém rozlišení: Rail, Tunnel, Mach, Double rake a Ball-pen, včetně modelování v 2D3V cylindrical Particle in cell kódu.
- * Modelování a měření průniku magnetického pole skrze měděnou primární část komory tokamaku jako nezbytný vstup pro vývoj stabilizační technologie.

6 - Předpokládané výstupy řešení:

Každý nový poznatek týkající se jak ztrát energie jakýmkoliv kanálem, tak i vznik a příčina nestabilit v plazmatu bude podstatný pro dobu jeho udržení. Všechny výstupy budou diskutovány a prezentovány na mezinárodních konferencích.

7 - Předpokládaná prezentace výsledků:

Studenti budou své výsledky pravidelně prezentovat na mezinárodních konferencích, workshopech a školách fyziky plazmatu.

8 - Charakteristika týmu:

Tým sestává ze dvou akademických pracovníků, devíti studentů v doktorském a jedenácti studentů v magisterském studijním programu.

Všichni studenti prezentují výsledky na mezinárodních konferencích a jsou rovněž členy týmu autorů publikací.

V týmu rovněž pracuje řada studentů bakalářského studia, kteří sice nemohou být zahrnuti do seznamu řešitelského týmu v letošním roce, ale kteří se jimi stanou nepochybně v letech následujících.

9 - Upřesnění cílů pro druhý rok řešení:

Studenti budou nadále spolupracovat ve třech oblastech souvisejících s řízením a diagnostikou vysokoteplotního plazmatu v magnetickém udržení v reaktorech typu tokamak:

Technologické záležitosti:

- * Zpětnovazební řízení polohy plazmatu v reálném čase.
- * Předdefinované řízení proudu plazmatu do tzv. flat-top módu.

Diagnostické:

- * Magnetohydrodynamické studie pomocí poloidálního ringu mirnovových cívek.
- * Diagnostika tvrdých rentgenů pomocí celého spektra sond: scintilačních, Timepix, Medipix a Strip detektorů.
- * Charakterizace scintilačních detektorů na tokamaku GOLEM pro studium ubíhajících elektronů.

* Implementace tomografické inverze na tokamak GOLEM.

Fyzikální:

* Chování ubíhajících elektronů v režimech s různými pracovními plyny (H, He, Ar, D), tzv. izotopické studie.

* Studie charakteristik okrajového plazmatu s pomocí různých pokročilých elektrostatických sond ve vysokém časovém rozlišení: Rail, Tunnel, Mach, Double rake a Ball-pen, včetně modelování v 2D3V cylindrical Particle in cell kódu.

* Vyhodnocení účinnosti vstřikování plynu v reálném čase pro zpětnovazební řízení hustoty tokamakového plazmatu.

* Rekonstrukce celkové topologie magnetického pole na tokamaku GOLEMu, včetně polohy LCFS.

10 - Upřesnění cílů pro třetí rok řešení:

Studenti budou nadále spolupracovat v oblastech souvisejících s řízením a diagnostikou vysokoteplotního plazmatu v magnetickém udržení v reaktorech typu tokamak:

* Předdefinované řízení proudu plazmatu do tzv. flat-top módu.

* Příprava alternativní předionizace plazmatického výboje pomocí elektron cyklotronové rezonance radiofrekvenčními vlnami.

* Magnetohydrodynamické studie pomocí poloidálního ringu mirnovových cívek. Výpočet diamagnetické energie tokamakového plazmatického výboje.

* Diagnostika tvrdých rentgenů pomocí celého spektra sond: scintilačních, Timepix, Medipix, ECE Radiometru a Strip detektorů.

* Charakterizace scintilačních detektorů na tokamaku GOLEM pro studium ubíhajících elektronů.

* Implementace tomografické inverze na tokamak GOLEM pomocí vysokorychlostních kamer

* Chování ubíhajících elektronů v režimech s různými pracovními plyny (H, He, Ar, D), tzv. izotopické studie.

* Studie charakteristik okrajového plazmatu s pomocí různých pokročilých elektrostatických sond ve vysokém časovém rozlišení: Rail, Tunnel, Mach, Double rake a Ball-pen, včetně modelování v 2D3V cylindrical Particle in cell kódu.

* Vyhodnocení účinnosti vstřikování plynu v reálném čase pro zpětnovazební řízení hustoty tokamakového plazmatu.

* Numerická rekonstrukce celkové topologie magnetického pole na tokamaku GOLEMu, včetně polohy LCFS za pomoci kódu NICE.

* Detailní změření celkové topologie magnetického pole na tokamaku GOLEMu s pomocí specializované Hallovy sondy.

Vyjádření školitele

Školitel (je-li navrhovatel studentem):

Slovní vyjádření:

Vyjádření vedoucího pracoviště

Vedoucí pracoviště:

doc. Ing. Martin Štefaňák, Ph.D.

Registrační číslo: **OHK4-014/22**

- Soulad řešeného projektu s celkovou koncepcí a zaměřením pracoviště: **ano**
- Zajištění podmínek pro řešení projektu na pracovišti: **v plném rozsahu**
- Vyjádření k řešitelskému týmu: **schopen projekt úspěšně řešit**

Případné slovní vyjádření:

Projekt je zaměřen na podporu studentů a doktorandů fyziky plazmatu a termojaderné fúze, kteří pracují na tokamaku GOLEM. Projekt je plně v souladu s koncepcí katedry a rozvoje výzkumu v této oblasti. Podmínky pro úspěšné řešení projektu jsou díky průběžné modernizaci tokamaku GOLEM zajištěny. Řešitelský tým se skládá ze dvou zkušených mentorů a 20 studentů a doktorandů, kteří již v předchozím studiu prokázali svoje schopnosti. Lze očekávat, že během práce na projektu dosáhnou řadu původních výsledků a cíle projektu budou splněny. Projekt rozhodně podporuji a doporučuji jeho schválení a financování.

Vyjádření děkana (ředitele ústavu)

Děkan (ředitel ústavu):

prof. Ing. Igor Jex, DrSc.

- Soulad projektu se záměry fakulty - součástí: **ano**
- Finanční podpora projektu: **ano (v plném rozsahu, projekt podpořit)**

Případné slovní vyjádření: