

FPTF

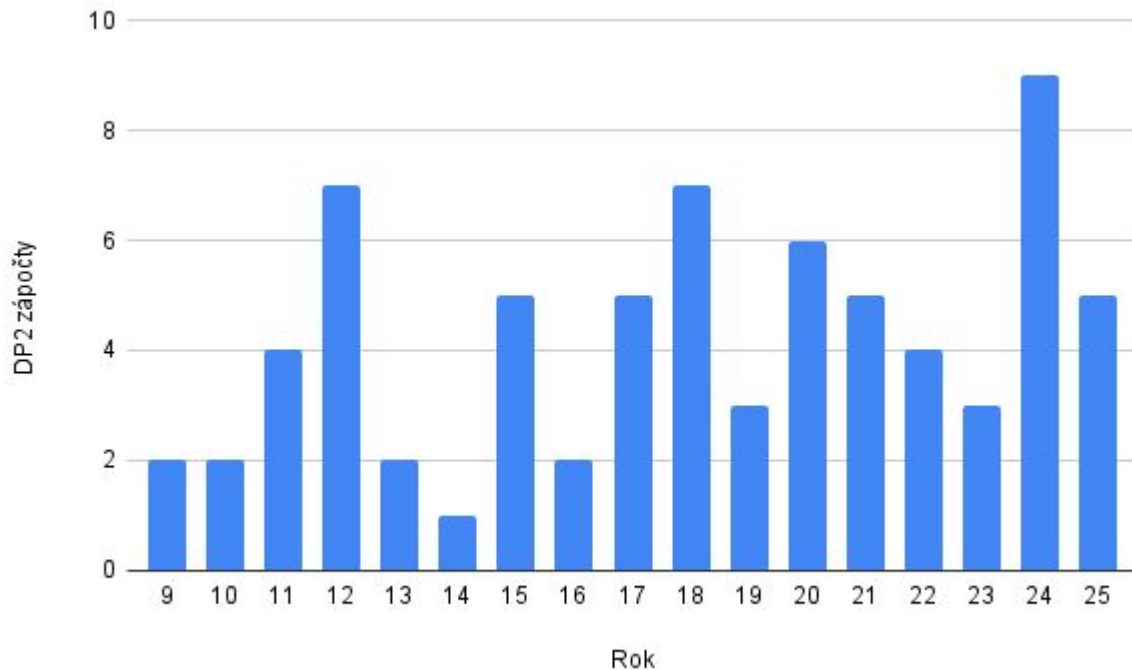
Inventura a výhledy

Status

- **Odešel Honza M.: velká rána**
- Pomalu se chystáme na akreditace #3
- Doufáme v překlenutí konce 2. akreditace v garanci prof. Jexe
- Personální a doc/prof krize

Dosavadní vzdělávací “výkon” specializace

(Uděleno DP2 zápočtů dle KOS + projekce 24 a 25)



Celkem 72

Vybraní absolventi

• **Ondřej Kudláček** – Feedback control pro ITER (IPP Garching, DE) • **Michal Kazda** – CEO MIFRE Energy (obnovitelné zdroje, jaderná energetika) • **Michal Odstrčil** – XUV litografie AMSL/Zeiss, DE • **Tomáš Odstrčil** - tokamak DIII-D, USA • **Michal Šmíd** – laserové plasma Helmholtz Zentrum Dresden, DE • **Martina Žáková** – medicínské aplikace v ELI Beamlines • **Ondřej Grover** – tokamak ASDEX-Upgrade (DE), Bernard Bigot grant • **Jaroslav Krbec, Pavel Háček, Martin Imříšek, Tomáš Markovič, Petr Vondráček, ...** – design COMPASS-U (ÚFP) • **Jan Prokůpek** – fúzní projekty v CV Řež • **Ondřej Ficker** – koordinátor experimentů s disrupcemi a RE v Evropě (JET, AUG, TCV) • **Jakub Veverka** - materiály • Další absolventi se uplatnili v oborech jako: Elektronová mikroskopie, Autonomní řízení automobilů, Poradenství v oblasti systémového inženýrství ve Francii, Outdoorový magazín/web,

Highlights: Tokamak GOLEM 2009-2024 (Vojtěch Svoboda)

- **Studentské práce:** 10x diplomová práce, 16x bakalářská práce, 13x SOČ
- **Zimní letní školy:** ASPNF Thajsko, Erasmus mundus training course, ukrajinští studenti, FUMTRAIC Francie, GOMTRAIC Česko, IWSSP Bulharsko, MPFuS Tunis, PLASAPAR Vietnam
- **Remote trénink na Univerzitách:** BUTE Budapešť, KNU Charkov, MEPhI Moskva, PSU New York, PUC Santiago de Chile, TU Eindhoven, TU Kodaň, UNI Bělehrad, UNI Padova, PSU Thajsko, UNI Torino, UNI Ulm
- **FJFI:** PRA02, EXF2, FS, JACH2, PRPL, SFP, UPP, URF2, ZJT, Týden vědy, stovky exkurzí

Highlights: PlasmaLab@CTU (Jan Mlynář, Jana Brotánková)

- **Bakalářské práce**
 - Ondřej Bareš – Magnetický stend
 - Laura Thonová – Plasma MiniJET (spolupráce s VŠCHT)
 - Daniel Švorc – Rezonanční dutina
- **Diplomové práce**
 - Federico Coto Vilchez – Langmuirova sonda – Fusion EP
 - v naději (červen 2024)
 - Vojtěch Juráš – měření intenzity fúzních protonů z pinčů (spolupráce s FEL)
 - v naději
 - plasma focus PF 1000, IFPiLM , Warsaw, Poland
 - plasma focus MAIZE, University of Michigan, USA
 - plasma focus PFZ 200, CTU, Prague, Czech Republic
- **Disertační práce**
 - Daniil Kirhetov – měření vzorků wolframu pro první stěnu Compass Upgrade – Joint Degree
 - spolupráce s ÚFP
 - v naději

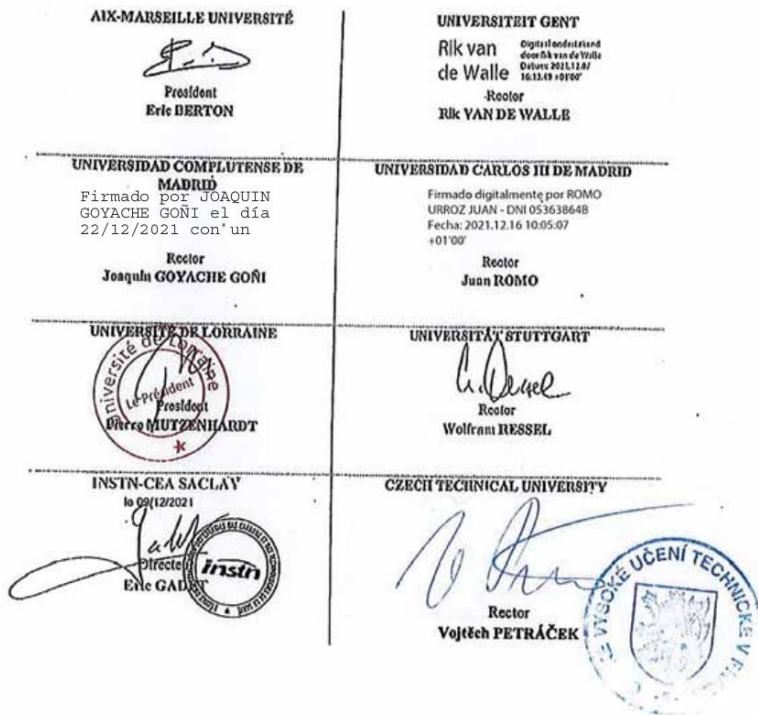
Highlights: PlasmaLab@CTU (Jan Mlynář, Jana Brotánková)

- Studentské projekty:
 - Kalea Wen, Global Talent Mentoring projekt - 2021 - 2022
- Výuka:
 - PRPL (Praktika fyziky plazmatu), MSc, 2 semestry, od 2019 (5. ročník)
 - UPP (Úvodní praktikum plazmatu), Bc, 1 semestr, od 2021 (3. ročník)
 - SFP (Seminář fyziky plazmatu), Bc, 1 semestr, - mikroprojekty, od 2021 (4. ročník)
- Zimní letní školy:
 - Miniworkshop for Ukrainian students, leden 2024
 - Zimní škola pro studenty z Kharkova, Golem + nová část PlasmaLabu
- Publikace:
 - J. Brotankova et. al., Resonance cavity as an education tool in PlasmaLab@CTU, **Fusion Engineering and Design**, 2023
 - J. Brotankova, et. al., PLASMALAB@CTU – NEW FACILITIES IN SUPPORT OF FUSION EDUCATION, **Článek do sborníku** 20. Konference slovenských a českých fyziků, 2020
 - J. Brotankova et.al., Progress of the PlasmaLab@CTU, **Článek do sborníku** konference 49th Conference on Plasma Physics, 2023.
 - Mikroskop:
 - M. Komm et.al., On the applicability of three and four parameter fits for analysis of swept embedded Langmuir probes in magnetized plasma, **Nuclear Fusion**, 2022
 - J. Čaloud et.al., Calorimetry probe for runaway electron heat load measurements at COMPASS, **Review of Scientific Instruments**, 2022
 - Kalibrace kamer pro tomografii na Golem - Jakub Chlum
 - S. Abbasi et. al., Plasma diagnostics using fast cameras at the GOLEM tokamak, **Fusion Engineering and Design**, 2023
 - Plasma MiniJet:
 - A. Machkova et. al., Tentative title: Comparative bioapplication study of various non-thermal plasma generating devices using reference protocol - v procesu, spolupráce s VŠCHT

Highlights: PhD joint degree (Jan Mlynář, Jana Brotánková)

- Název spolupracující instituce: **Ghent University**
- Název studijního programu: **Fyzika vysokoteplotního plazmatu a termojaderné fúze**
- Datum schválení žádosti: **22.10.2019** (VR ČVUT)
- Podpůrná struktura: **PlasmaLab@CTU**
- **7 studentů**
- Výstupy:
 - Akreditační spisy
 - Knihy:
 - Guido Van Oost: Fundamentals of Magnetic Fusion Technology
 - Slavomír Entler et. al.: Budoucnost energetiky: jaderná fúze
 - Slavomír Entler et. al.: Lawsonovo kritérium
 - Slavomír Entler et. al.: Výzkum termojaderného plazmatu na tokamaku COMPASS
 - Prezentace na konferencích:
 - Jana Brotánková et.al., PLASMALAB@CTU - NEW FACILITIES IN SUPPORT OF FUSION EDUCATION, Prezentace na 20. Konferenci slovenských a českých fyziků, 7-10 září 2020.
 - Jana Brotánková et.al., PlasmaLab@CTU – new facilities for diagnostics training, Prezentace na konferenci PhDiaFusion, 20-24 září 2021, Niepolomice Royal Castle, Polsko.
 - Jana Brotánková et.al., Resonance cavity as an education tool in PlasmaLab@CTU, Poster na konferenci 32nd Symposium on Fusion Technology, 18 - 23 září 2022, Dubrovnik, Chorvatsko.
 - Jana Brotánková et.al., Progress of the PlasmaLab@CTU, Poster na konferenci 49th Conference on Plasma Physics, 3-7 červen, 2023.
 - Články:
 - J Oliveira et.al., An accessible microwave cavity experiment for plasma density determination, Článek v časopisu Eur. J. Phys. 42 (2021).
 - Přednášky:
 - prof. J. Mlynář: Termojaderná fúze: principy, problémy a novinky, Fyzikální čtvrtek, FEL ČVUT
 - dr. S. Entler: Pokroky ve výzkumu energetického využití jaderné fúze, Fyzikální čtvrtek, FEL ČVUT

Highlights: Fusion - EP (Jan Mlynář, Ondřej Ficker)



- Evropský magisterský program, podpořený Erasmus +
- 7 univerzit + 2 výzkumné ústavy, řada přidružených partnerů
- ČVUT zapojeno do výuky 2. ročníku a do vedení diplomových prací od 2021
- Zimní škola EMTRAIC na ÚFP AV ČR již od roku 2012
- 20 studentů/rok
 - 2022/2023 - 3 studenti na ČVUT
 - 2023/2024 - 2 studenti na ČVUT
- Generuje zahraniční zájemce o PhD na ČVUT

Situace v oboru

- **COMPASS-U ve fázi výstavby - bude patřit mezi 3-4 nejdůležitější evropská zařízení**
- Ředitel UFP na vysoké pozici v rámci Evropské koordinace výzkumu
- **ITER v pokročilé fázi výstavby**
- JT-60SA v Japonsku spouštěno ve spolupráci s Evropou
- Výzkum inerciální fúze nakopnut nedávnými rekordy v NIF
- Vstup soukromého kapitálu a mnoha start-upů na scénu
- **Hlad po špičkových inženýrech narůstá, hlad po špičkových fyzicích je setrvalý**
- Jiné aplikace plazmatu - medicína, materiály, atd. - taktéž na vzestupu
- **Náš obor na FJFI je známý v EU i USA jako úspěšný a unikátní příklad kompletního fúzního VŠ vzdělávání (např. Německo nic podobného nemá)**

Personální zajištění

- Vojtěch Svoboda 1.0 2006 - doted'. Vedení, produkce, tokamak GOLEM, Euratom, EUROfusion, IAEA
- David Břeň 1.0 2007 - doted'. Produkce, akreditace, SGS, astroplasma.
- (prof) Jan Mlynář 1.0 ?? - 2023. Vedení, garant, UFP, JET, ITER spojka.
- Jana Brotánková 1.0 2020 - doted' (<1.0 od 2017). Vedení, produkce, PlasmaLab, PhD Joint degree, FuseNet, ČFS v JČMF.
- (prof) Petr Kulháněk <0.5 2024. Výuka Teorie plazmatu.
- Ondřej Ficker. 0.5 2023-doted' (0.1 od 2017). Vedení, produkce, UFP, JET, ITER? spojka, Fusion-EP , Koordinátor Runaway electron studies @ EU

Problémy

- Hrstka lidí zajišťuje “jaksedá” specializaci **dodavatelským způsobem.**
 - KF FEL: prof. Kubeš/Ing. Řezáč (diagnostika plazmatu), prof. Kulhánek (Teorie plazmatu), prof. Klír (Pinče)
 - KFE FJFI: prof. Limpouch (základy fyziky plazmatu), doc. Klimo (Inerciální fúze), Ing. Švejkar (Vakuová fyzika), doc Šiňor (Elektrodynamika), doc Kuchařík (Počítačová fyzika)
 - FS: doc. Entler (Technika termojaderných zařízení),
 - KMAT FJFI: prof. Haušild (materiály)
 - UFP AV: Ing. Ďuran (ITER), dr. Horáček (Fyzika fúzních reaktorů), Ing. Jiří Matějčík (materiály)

Hlavní problém

Posílení specializace interními lidmi
“v hlavním úvazku”

Kontakty na horizontu:

- Gergo Pokol (BME, Budapest), zahájení profesury ASAP
- Ondřej Grover, cca 2 roky zpět do Prahy
- Doc. Entler, FS CVUT, 0.2?
- Jan Horáček?
- Doc. Ondra Klimó??

Velké horizonty (současní PhDs)

- Petr Mácha (sondy), Miroslav Šos, Jakub Svoboda, Jaroslav Čeřovský, Lukáš Lobko

Možné mise: pomoci s tGOLEM, PlasmaLabem, materiály, spojky na světová zařízení

Vize pro vědu ve FPTF na fakultě

- Rozvoj několika směrů v diagnostice plazmatu jako podpora COMPASS-U a dalších evropských zařízení - zapojení Golem a PlasmaLab
- Nalezení vhodného teoretického směru, který není pokryt UFP
- Ideálně zapojení studentů do některých WP Eurofusion - experimenty na tokamacích, advanced computing, etc.
- Golem - fyzika ubíhajících elektronů, sondy, plasma-wall interaction, automatizace, AI v analýze dat a řízení, ...
- PlasmaLab - kalibrace a testy diagnostických přístrojů, charakterizace nízkoteplotního plazmatu, atd.
- Spolupráce napříč katedrami: KFE (laserové plasma), KMAT (materiály pro fúzní reaktory), KDAIZ (detektory neutronů, iontů, HXR), KM (Data science, Neural networks, zpracování signálu)

Ideální personální výhledy - mise nových lidí

- člověk do PlasmaLabu (místo Daniela Mazura)
- potenciální následovník
produkčního/SW/HW/IT/DAS/vakuáře/fundrisera/průvodce/manažera/učitele/vizionáře (Svoboda) na tokamaku GOLEM
- Diagnostické systémy na tokamaku COMPASS-U
- Runaway fyzika a diagnostika
- Fyzika a diagnostika okrajového plazmatu
- Odborník na nízkoteplotní plazma
- Odborník na AI, neural networks, learning systems
- Vhodný teoretický či fyzikální, anebo technologický směr, který není pokryt UFP (medicína? ekologie?)
- Vzrůst administrativy (+ mezinárodní magisterský + mezinárodní doktorský obor -> icebreakers...) - výpomoc (?)

Co bychom rádi z UFP

- Kvalitní nabídku bakalářských, magisterských a diplomových prací (i mimo fúzi).
- Úvazky pro “starší” osvědčené studenty
- Podpora při organizování výuky: Ředitel na SFP, exkurze na SFP, atp.
- ?Tolerance?, jemné uvolnění úvazku a podpora lidí, kteří by na FJFI rádi učili a podíleli se na produkci: Horáček FFR, Duran ITER ...
- Zapojení lidí z FPTF do projektů UFP (spolupráce a šance na zvýšení vědeckého hodnocení tady)
- Společné projekty laboratoří tokamaku GOLEM a PLasmaLabu s lidmi z UFP (krásný příklad J. Čeřovský: scintilační sondy @GOLEM, COMPASS, TCV)

Shrnutí

- Obor se vzpamatovává z odchodu “Otce zakladatele” prof. Mlynáře
- 2 zásadní laboratoře s různorodým využitím: tokamak Golem, PlasmaLab
- Všechny aplikace na vzestupu se zářnou budoucností
- Velký zájem studentů o obor + mnoho úspěšných absolventů

=> Musíme vyvinout maximální snahu o udržení všech stupňů - Bc./Ing./Ph.D.

- Aktuální tým -> co nejdříve směřovat k habilitaci (reálný horizont 2-3 roky?)
- Potenciál pro rozvoj týmu
 - Vědecká i pedagogická pracovní náplň - mnoho možností
 - Kvalitní zájemci jsou, ale ne na velký úvazek
 - O jakém ppy/obor(skupinu) můžeme reálně uvažovat?

Přílohy - studijní plány, etc.

Předmět	kód	učitel	zim. sem.	let. sem.	kr	kr
Předměty povinné:						
Rovnice matematické fyziky ⁽¹⁾	01RMAF	Klika, Tušek	4+2 z, zk	-	7	-
Základy fyziky pevných látek	11ZFPLA	Kalvoda, Mihóková	2+0 zk	-	2	-
Bakalářská práce 1, 2	02BPTF12	Mlynář	0+5 z	0+10 z	5	10
Seminář k bakalářské práci	11BSEM	Kalvoda, Havlíková	-	0+2 z	-	1
Pravděpodobnost a statistika	01PRST	Hobza	3+1 z, zk	-	4	-
Kvantová fyzika	02KF	Jizba, Petrásek	2+1 z, zk	-	3	-
Vakuová technika	12VKT	Petráček, Švejkar	2+2 kz	-	4	-
Základy elektrodynamiky	12ZELD	Šiňor	1+1 z, zk	-	2	-
Základy jaderné fyziky	02ZJFY	Wagner	3+2 z, zk	-	5	-
Úvod do počítačové fyziky 1	12UPF1	Kuchařík, Liska	1+1 z, zk	-	2	-
Úvod do termojaderné fúze	02UFU	Mlynář, Brotánková, Ficker	-	2+2 z, zk	-	4
Základy fyziky plazmatu	12ZFP	Limpouch, Jirka	-	3+1 z, zk	-	4
Energetika	17ENER	Tichý	-	2+0 zk	-	2
Výuka jazyků ⁽²⁾	04..	KHVJ	-	-	-	-
Předměty volitelné:						
Úvod do křivek a ploch 2	02UKP2	Hlavatý	1+1 z	-	2	-
Transportní jevy/Nerovnovážné systémy	02TJNS	Jex	-	2+0 kz	-	2
Atomová a molekulová spektroskopie	02AMS	Civiš	2+2 z, zk	-	4	-
Základní praktikum z optiky	12ZPOP	Jančárek	-	0+4 kz	-	6
Základní praktikum z laserové techniky ⁽³⁾	12ZPLT	Blažej	-	0+4 kz	-	6
Zpracování měření a dat	12ZMDT	Blažej, Procházka	1+1 z, zk	-	2	-
Technická mechanika	14TEM	Kunz	2+2 z, zk	-	4	-
Základy metrologie	16MEZB	Čechák, Novotný P.	2+1 z, zk	-	4	-
ionizujícího záření						
Základy dozimetrie 1, 2	16ZDOZ12	Trojek	2+2 z, zk	2+0 zk	4	2
Základy elektroniky	17ZEL	Kropík	2+2 kz	-	3	-
Molekulová fyzika	12MOF	Michl, Proška	-	2+0 zk	-	2
Tělesná výchova 3, 4	TV-34	ČVUT	- z	- z	1	1

(1) Zkoušku z předmětu 01RMAF lze skládat až po složení všech zkoušek z Matematické analýzy a Lineární algebry.

(2) Zápis jazykových předmětů se provádí dle zvláštních pokynů.

(3) Zápis předmětu 12ZPLT je možný až po absolvování předmětu 12ULTB.

Fyzika plazmatu a termojaderné fúze

1. ročník

Předmět	kód	učitel	zim. sem.	let. sem.	kr	kr
Předměty povinné:						
Teorie plazmatu 1, 2	02TPLA12	Kulhánek	2+2 z, zk	3+1 z, zk	5	5
Diagnostika plazmatu	02DPLA	Řezáč	-	2+1 z, zk	-	3
Počítačová fyzika 1	12PFTF1	Klimo, Kuchařík	-	1+1 z, zk	-	2
Technika termojaderných zařízení	02TTJZ	Entler	-	3+0 zk	-	3
Fyzika inerciální fúze	12FIF	Klimo, Limpouch	3+1 z, zk	-	4	-
Fyzika tokamaků	02FT	Mlynář, Břeň	3+1 z, zk	-	4	-
Atomová a molekulová fyzika	02AMF	Břeň	2+2 z, zk	-	4	-
Nauka o materiálu	14NAMA	Čech, Haušild	2+1 kz	-	3	-
Nauka o materiálech pro reaktory	14NMR	Haušild	-	2+0 zk	-	2
Praktika fyziky plazmatu 1, 2	02PRPL12	Brotánková, Svoboda	0+2 z	0+2 kz	2	2
Výzkumný úkol 1, 2	02VUTF12	Mlynář	0+6 z	0+8 kz	6	8
Předměty volitelné:						
Vybrané partie z fyziky MCF	02PMCF	Mlynář	-	0+2 kz	-	2
Supravodivost a fyzika nízkých teplot	11SUPR	Janů, Ledinský	4+0 zk	-	4	-
Nízkoteplotní plazma a výboje	12NIPL	Nejdl	4+0 z, zk	-	4	-
Diferenciální rovnice na počítači	12DRP	Liska	2+2 z, zk	-	5	-
Počítačové řízení experimentu	12POEX	Čech, Vyhliďal	-	2+0 z	-	2
Optické spektroskopie	12OSP	Michl	-	2+0 kz	-	2
Zařízení jaderné techniky	16ZJT	Augsten, Čechák	2+0 zk	-	2	-
Zimní (letní) škola fyziky plazmatu a termojaderné fúze 1, 2 ⁽¹⁾	02ZLSTF12	Svoboda	1 týden z	1 týden z	1	1
Počítačové modelování plazmatu	02PMPL	Plašil	-	2+1 z, zk	-	3

(1) Předmět je určen pouze pro studenty programu FPTF.

Fyzika plazmatu a termojaderné fúze

2. ročník

Předmět	kód	učitel	zim. sem.	let. sem.	kr	kr
<i>Předměty povinné:</i>						
Počítačová fyzika 2	12PFTF2	Klimo,	2+0 z, zk	-	2	-
Seminář FPTF 1, 2	02STFU12	Kuchařík				
		Čeřovský,	0+2 z	0+2 z	2	2
		Mlynář				
ITER a doprovodný program	02ITERA	Mlynář	-	2+0 zk	-	2
Pinče	02PINCE	Klír	2+0 zk	-	2	-
Termojaderná fúze a společnost	02TFS	Svoboda	-	2+0 z	-	2
Diplomová práce 1, 2	02DPTF12	Mlynář	0+10 z	0+20 z	10	20
<i>Předměty volitelné:</i>						
Matematické modelování nelineárních systémů	01MMNS	Beneš	1+1 zk	-	3	-
Laserové plazma jako zdroj záření a částic	12LPZ	Nejdl	2+0 zk	-	2	-
Počítačové simulace ve fyzice mnoha částic 1, 2	12SFMC12	Předota,	3+1 z, zk	2+0 zk	4	2
		Houdek				
Dozimetrie neutronů	16DNEU	Ploc	2+0 zk	-	2	-
Úvod do životního prostředí	16ZIVO	Průšová	2+0 kz	-	2	-
Radiační efekty v látce	16REL	Pilařová	2+0 zk	-	2	-
Startupový projekt	01SUP	Rubeš	2+0 kz	-	2	-