

PlasmaLab@CTU – nová laboratoř na FJFI

Další krok na cestě k provozu první fúzní elektrárny na světě

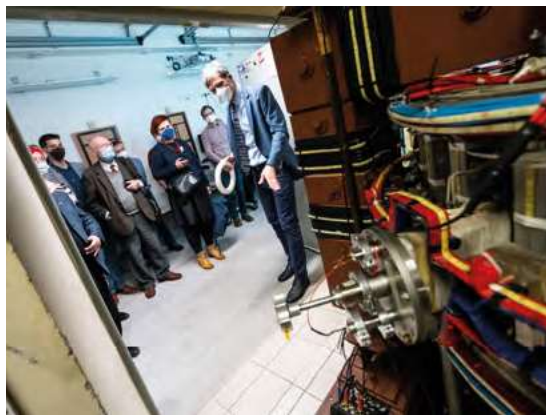
Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Slavnostní otevření laboratoře horkého plazmatu a fúzní techniky PlasmaLab@CTU proběhlo ve čtvrtek 17. února 2022 na FJFI. Při této příležitosti se zde sešly nejen přední osobnosti v oblasti fúze, ale také mladí vědci a studenti tohoto oboru, pro které byla laboratoř zbudována především. Kromě samotné prohlídky prostor PlasmaLab@CTU byly pro všechny návštěvníky připraveny zajímavé přednášky s ohlednutím do minulosti, ale i o budoucnosti termojaderné fúze v ČR i ve světě.

Po cestě rozvleklé a trnité nastal dlouho očekávaný den. Den, kdy byla slavnostně otevřena supermoderní laboratoř horkého plazmatu a fúzní techniky PlasmaLab@CTU. Na projektu PlasmaLabu se podílel – a můžeme říci, že o něj i tvrdě bojoval – tým FJFI ČVUT¹ pod vedením docenta Jana Mlynáře. Nová laboratoř vznikla díky podpoře 23 milionů korun z evropských investičních a strukturálních fondů a nyní tak výtečně doplňuje experimentální a výukové vybavení fakulty sloužící výzkumu termojaderné fúze. Slavnostního otevření PlasmaLab@CTU se zúčastnilo mnoho významných vědeckých osobností – mimo jiné i děkan FJFI doc. Ing. Václav Čuba, Ph.D., donedávna (do konce ledna) děkan FJFI prof. Ing. Igor Jex, DrSc.,

1 Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Českého vysokého učení technického v Praze.



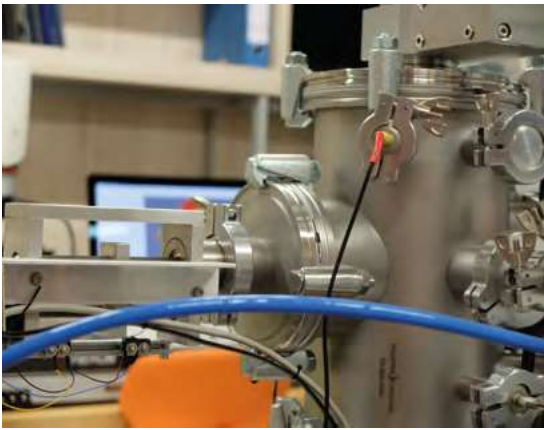
Obr. 1 Když FJFI před 15 lety přebírala od Ústavu fyziky plazmatu AV ČR do své péče tokamak GOLEM, měl jen málokdo tušení, kam až se tato vědecká aktivita rozvine. Foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT



Obr. 1 Nová laboratoř vznikla díky podpoře 23 milionů korun z evropských investičních a strukturálních fondů a nyní tak výtečně doplňuje experimentální a výukové vybavení fakulty sloužící výzkumu termojaderné fúze. Foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT

tajemnice fakulty Mgr. Alena Králová, proděkan pro vědu prof. Dr. Ing. Petr Haušild, administrátor projektu z MŠMT Mgr. Zdeněk Plocek, zástupce partnerské univerzity v Gentu prof. Guido van Oost, ředitel Ústavu fyziky plazmatu doc. RNDr. Radomír Pánek, Ph.D., jednatel společnosti MIFRE (dodavatel přístrojů PlasmaLab) Ing. František Vágner, ředitel společnosti OptiXs (také dodavatel přístrojů) Ing. Martin Klečka a mnoho dalších.

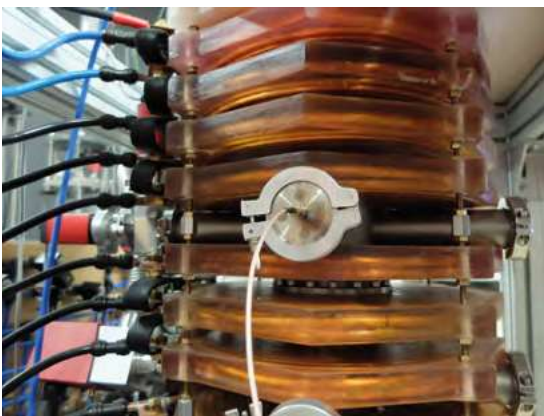
Úsilí, které do tohoto projektu vložil jeho duchovní otec Jan Mlynář, bylo skutečně heroické. Samozřejmě se předpokládalo, že půjde o náročný projekt, a Jan Mlynář k tomu při slavnostním otevření jmenované laboratoře uvedl: „Na vytvoření přihlášky a podání grantu padly celé letní prázdniny, kdy jsem plánoval svůj čas věnovat svým tehdy ještě malým dětem. Ale po vyčerpávajícím úsilí, a nakonec i díky zkušenostem profe-



Obr. 3 PlasmaLab@CTU nabídne studentům možnost získat zkušenosti v oblasti měření a diagnostiky plazmatu, jednom z klíčových oborů ve vývoji termojaderné elektrárny. Foto: Jana Žďárská

sionálních odborníků na evropské projekty, byly přece jen splněny všechny podmínky pro podání grantu, projekt byl zařazen mezi vítězné a mohlo se začít budovat. V tu chvíli pak nastalo náročné období vypisování výběrových řízení, kdy jsme se často obávali, zda se vůbec někdo o možnost dodávat tak specifická zařízení bude zajímat. Jsme všichni moc rádi, že to nakonec dobře dopadlo a to nejtěžší je už za námi. Teď už snad budeme zas hlavně učit.“

V době růstu cen energií je stále více potřeba hledat nové, čisté zdroje energie. Jedním z řešení hrozící energetické krize může být i termojaderná fúze. V současné



Obr. 4 PlasmaLab@CTU budou využívat především studenti FJFI v novém doktorském programu Fyzika vysokoteplotního plazmatu a termojaderné fúze, který byl založen společně s belgickou univerzitou v Gentu. Foto: Jana Žďárská

době vědci a konstruktéři již několik let budují na jihu Francie první termojaderný reaktor na světě a zastoupena je zde i Česká republika. Mezi zapojenými subjekty je mimo jiné též Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze, která provozuje momentálně jediný funkční tokamak (zařízení s dosud nejvýhodnější konfigurací magnetického pole pro zvládnutí jaderné fúze) v Česku a nyní i skvělou laboratoř PlasmaLab@CTU. Jan Mlynář doplňuje: „Když FIFI před 15 lety přebírala od Ústavu fyziky plazmatu AV ČR do své péče tokamak GOLEM, měl jen málokdo tušení, kam až se tato vědecká aktivita rozvine. Kromě vlastního zprovoznění fúzního zařízení a jeho otevření studentům se zde podařilo vybudovat mezinárodní centrum pro vědu, výzkum a vzdělávání v oboru termojaderné fúze, kam kromě ji-

ných zavítal i Dr. Bernard Bigot², ředitel mezinárodního projektu ITER. Díky jedinečnému systému pro řízení na dálku pomocí mobilního telefonu si výstřel na tokamaku vyzkoušel i monacký kníže Albert II. Kapacita tokamaku GOLEM však již nedostačuje požadavkům na vzdělávání studentů z ČR i ze zahraničí, a proto je tu další moderní pracoviště – Laboratoř horkého plazmatu a fúzní techniky PlasmaLab@CTU.“

Při pohledu do útrob laboratoře se návštěvníkovi doslova zatají dech. A studentům jistě i pořádně roztlučte srdce. Na experimentátory zde čeká soustava va-

2 O této své zkušenosti pak mluvil i v Hyde Parku Civilizace, odvysílaném v roce 2016 (přístupno online <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10441294653-hyde-park-civilizace/216411058090910/>)

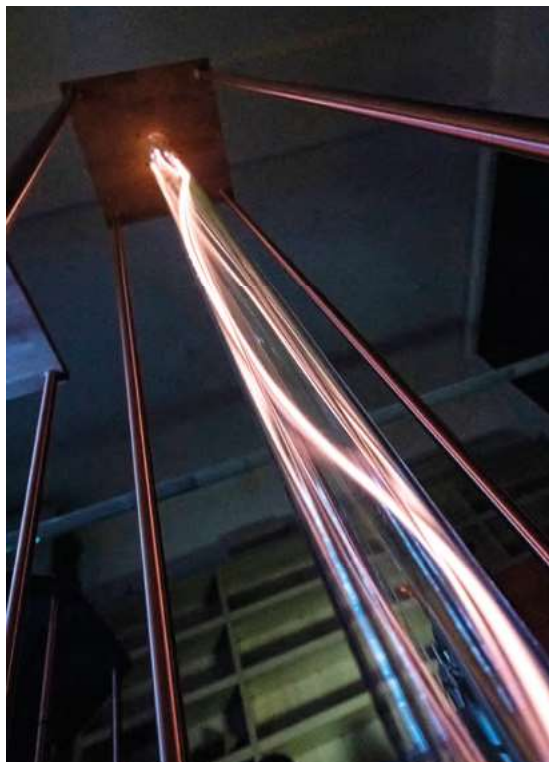


Obr. 5 Doc. Mlynář je dlouholetým předsedou České fyzikální společnosti a je mimo jiné i milovníkem vážné hudby, když sám hraje flétnové party. Foto: Jiří Rysawy, VIC ČVUT

kuových komor, v nichž mohou pracovat s pěti různými plyny. Pro náročné pokusy je připravena lineární magnetická past, rezonanční dutina či mikrovlnná interferometrie a řada špičkových přístrojů pro optická měření. „PlasmaLab@CTU nabídne studentům možnost získat zkušenosti v oblasti měření a diagnostiky plazmatu, jednoho z klíčových oborů ve vývoji termojaderné elektrárny,“ vysvětluje Dr. Jana Brotánková z katedry fyziky a doplňuje: „Abychom udrželi hořící palivo v reaktoru, musíme vědět, jak se chová. Do prostředí s teplotou několika set milionů stupňů Celsia nelze



Obr. 6 Jan Mlynář a Vojtěch Svoboda, špičkové duo nejen pro komorní vážnou hudbu, ale i perfektní manažerský tým – to když v roce 2006 společně získali akreditaci pro bakalářský a magisterský program v rámci oboru Fyzika plazmatu a termojaderné fúze. Foto: Jana Žďárská



Obr. 7 Někdy se i jednoduché plazmatické výboje chovají podivně. Například výboj v meziválci této nádoby setrvává celé dlouhé minuty v podobě spirály, která se během okamžiku vytvoří pomocí permanentního magnetu. Foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT

vložit obyčejný teploměr – to už vyžaduje sofistikované měřicí metody. Studenti zde budou pracovat například s elektrostatickými sondami a magnetickými senzory.“

Elektrostatické sondy měří výbojové plazma ve vakuovém recipientu. Aparatura slouží i jako „test bed“ neboli „kolébka“ pro případné inovativní nápady, navržené samotnými studenty. Úloha trénující práci s magnetickými senzory pěstuje zručnost při práci se zpětnou vazbou umožňující stabilizaci plazmatu, což je jeden z hlavních – ale obtížně dosažitelných – požadavků pro vlastní termojadernou elektrárnu.

Perlou PlasmaLabu@CTU je 3D mikroskop, nejvyšší třída optické mikroskopie, který se dostane až na samou hranici možného rozlišení ve viditelném světle. Mikroskop je určen zejména pro materiálový výzkum následků interakce plazmatu s povrchem nádoby. Pomůže tak při hledání cesty k dosažení jednoho z hlavních požadavků na funkčnost termojaderné elektrárny, a to zachování co nejdélejší životnosti reaktorové nádoby.



Foto: Jan Mlynář

Doc. RNDr. Jan Mlynář, Ph.D., se narodil roku 1966 a sleduje výzkum termojaderné fúze od svých středoškolských let. Vystudoval jadernou fyziku a postgraduálně i fyziku plazmatu, obojí na MFF UK. V rámci postdoc pobytu pracoval pět let na tokamaku TCV v Lausanne. Poté strávil čtyři roky na společném evropském toru JET ve Velké Británii. Řadu let se věnoval analýze dat z tokamaků v ÚFP AV ČR. Dnes se věnuje především vzdělávání příští generace fúzních badatelů na FJFI ČVUT v rámci oboru Fyzika plazmatu a termojaderné fúze. Pro bakalářský a magisterský program získal společně s Dr. Vojtěchem Svobodou první akreditaci již v roce 2006 (v roce 2007 pak Vojtěch Svoboda cílevědomým jednáním získal malý školní tokamak GOLEM; od roku 2019 je akreditace rozšířena i na další aplikace fyziky plazmatu díky značnému úsilí Dr. Davida Břeneš). Další akreditace byla získána na postgraduální (doktorské) studium v roce 2014, kde je od roku 2020 partnerem programu univerzita v Gentu (Belgie). Doc. Mlynář je dlouholetým předsedou České fyzikální společnosti. Volný čas tráví nejraději s rodinou (s manželkou Kateřinou má dvě dospělé, zcela nefyzikálně zaměřené děti) a s přáteli, se kterými hraje flétnové party komorní vážné hudby.

Jan Mlynář, který se termojadernou fúzí zabývá již od svých školních let, pracoval a sbíral zkušenosti mimo jiné i na tokamaku TCV v Lausanne či společném evropském toru JET ve Velké Británii. Skutečnost, že budou mít takto vybavenou laboratoř i studenti v České republice, považuje za svůj splněný úkol a dodává: „PlasmaLab@CTU budou využívat především studenti FJFI v novém doktorském programu Fyzika vysokoteplotního plazmatu a termojaderné fúze, který jsme založili společně s belgickou Gentskou univerzitou, ale je otevřen i pro naše pregraduální studenty, včetně studentů společného evropského magisterského programu FUSION-EP, nebo pro mezioborové bádání, například v oblasti optiky či materiálového inženýrství. Kromě toho budeme rádi, když o PlasmaLab@CTU, jehož součástí se stává i tokamak GOLEM vedený Dr. Vojtěchem Svobodou, budou mít i nadále zájem studenti jiných univerzit v ČR či v zahraničí. Věřím, že všichni tuto investici ocení podobně, jako oceňují tokamak GOLEM.“

Co říci závěrem? Určitě poděkovat – a to nejen za možnost osobně si prohlédnout špičková výzkumná pracoviště, tedy PlasmaLab@CTU i tokamak Golem. Protože to byl skutečně zážitek. Mně osobně se z laboratoře vůbec nechtělo a nejraději bych tam donekonečna prozkoumávala každíčký „knoflík“ za zaslě-



Obr. 8 „Podpora rodiny a výborné rodinné zázemí jsou pro vědce velmi důležité,“ říká Jan Mlynář, který svůj volný čas tráví nejraději s rodinou – tedy s manželkou Kateřinou a dvěma dospělými, zcela nefyzikálně zaměřenými dětmi. Foto: Jana Žďárská

ceného výkladu našich průvodců – dr. Jany Brotánkové a dr. Vojtěcha Svobody. Cestou domů nočním vlakem mi pak hlavou pluly představy, jak studenti právě v této laboratoři odhalí veškerá zbývající tajemství termojaderné fúze a napomohou tak k jejímu brzkému uvedení do praxe. A tomu za celou redakci Československého časopisu pro fyziku moc držíme palce. Ať se daří!