

Tanec mezi tokamaky

Nejen o jaderné fúzi s „ledoborcem“ Janem Mlynářem

Jan Mlynář¹, Jana Žďárská²

¹ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 78/7, 110 00 Praha 1; jan.mlynar@fjfi.cvut.cz

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

Otázka zajištění energetické soběstačnosti v souvislosti s náhradou fosilních paliv nabývá den ode dne větší důležitosti. Jsme si vědomi toho, že je potřeba co nejdříve najít nějaké alternativní řešení, které by dokázalo fosilní paliva zastoupit. A termojaderná fúze je jednou z možností, jak elektřinu vyrábět čistě.

Již mnoho let se hovoří o tom, že člověk brzy ovládne základní principy fúzní technologie. Přesto se vědcům dosud nepodařilo rozběhnout jadernou fúzi ani v laboratorních podmínkách. Nejen o této nadmíru důležité problematice jsme hovořili s prof. Janem Mlynářem, který připomíná: „Myslím si, že jaderná energie skutečně představuje podobně jako oheň historický mezník, ve kterém jde nakonec znovu o to, zda je rozum silnější než zákon džungle, nežli hrubá síla. Pokud budeme optimisty, otevře nám jaderná energie dveře k zatím netušeným horizontům, o kterých spekuluje ne jeden autor vědecko-fantastických knih....“

Jana Žďárská: Zdá se, že ke spuštění prvního skutečného prototypu fúzní elektrárny máme ještě drahý kus cesty. A i když asi většina našich čtenářů jistou představu o průběhu termonukleární fúze má, přesto bych vás požádala o vysvětlení, jak probíhá reakce, během které se vědci snaží přimět jádra izotopů vodíku, aby se spojo-

vala dohromady – proces běžný zatím pouze v centrech hvězd, třeba v našem Slunci. Jak tedy funguje takové „Slunce na Zemi“?

Jan Mlynář: Myslím, že se mi oblast mého fyzikálního zájmu podařilo docela dobře charakterizovat po časopis Pokroky MFA už roce 2012. Einsteinův vztah $E = mc^2$ je dnes nejen krásným a populárním symbolem moderní fyziky, ale velmi často slouží i jako jasná a stručná motivace pro zvládnutí řízené termojaderné fúze. Tento fundamentální vztah svazující hmotnost a energii sice platí vždy, třeba i při spalování uhlí, ale tam je množství uvolněné energie (vyjádřené jako úbytek klidové hmotnosti paliva) v poměru k celkové hmotnosti paliva doslova titěrné, v řádu 10^{-8} %. A je to právě termojaderná fúze, která mezi zvládnutelnými procesy nabízí v tomto smyslu nejlepší využití paliva – při nejsnáze dosažitelné reakci fúze deuteria a tritia na helium se uvolňuje energie odpovídající 0,37 % hmotnosti paliva (ve hvězdách, které zvolna slučují protony na helium, se využije „dokonce“ 0,71 % hmotnosti).

■ **JŽ:** Jde však opravdu o průmyslově zvládnutelný proces?

JM: Současný stav výzkumu vyslovuje opatrný souhlas – potřebný reaktor je na samotných hranicích našich technických schopností. Projekt prvního fúzního reaktoru – velkého, plně supravodivého tokamaku ITER – se pomalu, ale jistě stává skutečností. Tento reaktor o předpokládaném termojaderném výkonu kolem 500 MW je prvním termojaderným zařízením, které potřebuje jadernou licenci. Zároveň je s předpokládanou hodnotou investic až 50 miliard eur druhým



Obr. 1 „Už jako poměrně malé dítě jsem nesmírně toužil vědět, jak věci kolem mě fungují. Velmi živě si pamatuji na to, jak mě trápilo, že třeba nevím, jak funguje auto...“ říká Jan Mlynář při pohledu na svou fotografii z dětství.



Obr. 2 „Vždy mě to hodně táhlo ven, do přírody a především mezi lidi. To jsem naplno pocítil v dospělosti, kdy jsem těžce nesl osamělost vědeckého bádání,“ připomíná Jan Mlynář.

nejnákladnějším projektem mezinárodního výzkumu, a to hned po mezinárodní vesmírné stanici ISS. Na výstavbě ITER v jihofrancouzské Provinci se vedle Evropské unie přímo podílejí i Japonsko, Ruská federace, Spojené státy americké, Čína, Korejská republika a Indie. Provoz ITER bude nejspíš zahájen kolem roku 2030 s dosažením projektových parametrů okolo roku 2037. ITER bude především technickým experimentem, tj. zařízením určeným pro vývoj a výběr technických komponent pro budoucí termojaderné elektrárny. Jeho úspěšný provoz by měl záhy vést ke stavbě první termojaderné elektrárny DEMO, na jejímž projektu se právě začíná pracovat.

■ **JŽ:** ITER je velmi nákladný a zároveň náročný projekt. Jaké výsledky v této oblasti vědci očekávají?

JM: ITER, jehož plazma bude mít objem zhruba osm set krychlových metrů, je projektován tak, aby mu ke splnění kritéria chyběl faktor 1,5. Podle tohoto projektového cíle má ITER uvolňovat fúzními reakcemi desetkrát větší výkon, než jaký musí plazma absorbovat z vnějších zdrojů, aby nechladlo. ITER tak bude tzv. zesilovačem výkonu, při výkonu 500 MW bude muset být plazma ohříváno výkonem 50 MW, jinak bude jeho teplota klesat. Uvedené číselné hodnoty se očekávají na základě konzervativní extrapolace dat z menších tokamaků a řada odborníků věří, že ITER může s trochou štěstí dosáhnout i lepších výsledků. Vedle velikosti je hlavní příčinou vysokých nákladů na ITER skutečnost, že se v něm ke konfiguraci magnetického pole používají mohutné supravodivé cívky. K vytvoření potřebného magnetického pole v řádu několika tesel jsou totiž nutné velmi vysoké elektrické proudy. Klasické vodiče se při takových proudech během několika desítek sekund přehřívají a jejich ohřev jde navíc na úkor velmi vysoké vlastní spotřeby tokamaku. Od roku 2012 sice došlo k citelnému prodražení projektu a také k poměrně velkému skluzu v plnění harmonogramu projektu, ale v posledních letech je na stavbě opravdu živo – rozestavěnost projektu už překročila 90 % a sledování

pokroku na stavbě na stránkách iter.org nám přináší zpravidla radost.

■ **JŽ:** DEMO by vlastně měla být už „elektrárna“, která by dodávala energii přímo do sítě a tedy ke koncovým odběratelům, že?

JM: DEMO má být, na rozdíl od ITER, především spolehlivým a robustním zařízením, prokazujícím konkurenceschopnost tohoto nového energetického zdroje. ITER je zařízení typu tokamak. Je tomu tak proto, že tokamaky mají z hlediska dosažitelnosti Lawsonova kritéria pro užitečný termonukleární reaktor lepší výsledky než ostatní fúzní experimenty s magnetickým udržením. Lawsonovo kritérium se zapisuje ve formě nerovnosti $n\tau_E \geq f(T)$, podle které musí být součin hustoty paliva na doby udržení tepla τ_E vyšší nežli kritická mez, jejíž hodnota závisí na teplotě. V případě nejsnáze dosažitelné fúze deuteria a tritia má pravá strana této nerovnosti ploché minimum při teplotě 100–200 milionů stupňů. Při splnění Lawsonova kritéria dojde k tzv. zapálení, po kterém samotný výkon fúzních reakcí stačí k pokrytí energetických ztrát plazmatu, a tedy k udržování potřebné teploty pro termonukleární fúzi. U tokamaků dnes chybí ke splnění uvedené nerovnosti faktor přibližně šest, který dále umíme výrazněji snížit pouze zvětšením objemu vysokoteplotního plazmatu. Doba udržení tepla v plazmatu, která je z hlediska splnění kritéria klíčová, totiž roste přibližně se čtvercem lineárních rozměrů plazmatu. Časově se oficiálně uvažuje o začátku provozování jaderné fúze ve druhé polovině našeho století, ale já sám jsem spíše skeptik, protože vnímám výzkum fúze jako úlohu pro mnoho generací. Oheň lidé také neovládli v jedné generaci...

■ **JŽ:** Vy se celý svůj vědecký život zabýváte výzkumem a otázkami jaderné fúze. Tíhl jste k přírodním vědám už od malička? Čím jste toužil být jako malý kluk?

JM: Jestli se u mě projevoval nějaký talent a zájem o přírodní vědy, tak to byl takový ten neklid, že jsem už jako poměrně malé dítě jsem nesmírně toužil vědět, jak věci kolem mě fungují. Velmi živě si pamatuji na to, jak mě trápilo, že třeba nevím, jak funguje auto. Důlal jsem, jak se to stane, že když člověk otočí klíčkem, auto nastartuje, motor se roztočí a naskočí... Stejně tak mě fascinovala i elektřina. Proto mě tak bavilo od rána do večera ležet v knížkách a pátrat po souvislostech. Ale samozřejmě jako každý kluk jsem chtěl být také kosmonaut. Ovšem zrovna tato dětská touha pro mě byla víceméně nesplnitelná, protože já jsem jako dítě nebyl příliš sportovně zdatný. I moji spolužáci se mi



Obr. 3 Stužková – moje spolužačka byla právě zasažena pětikorunou, kterou mistrně hodil můj bratr Jára.



Obr. 4 Svatební obřad proběhl na zámku v Chlumci nad Cidlinou. Přesto manželství rozhodně nedopadlo „jako sedláci u Chlumce“.

hodně smáli, protože mě znali a věděli, že mnohem raději než na hřišti trávím svůj čas ponořen do naučných knih.

■ *JŽ: Narodil jste se v Praze a své dětství jste prožil na pražských Vinohradech. Jak vzpomínáte na svoje nejranější dětství a co vám z něj nejvíce utkvělo v paměti?*

JM: Z té doby si velmi dobře pamatuji především pocit jistoty a bezpečí domova. Když jsem byl úplně malíčký (nedokážu úplně říci, kolik mi tenkrát bylo let), chtěl jsem být hlavně u maminky, která to bezpečí v mých dětských očích představovala. Nejraději jsem jí seděl na klíně. I náš byt pro mě znamenal bezpečný prostor. Měl jsem třeba moc rád bouřku, rád jsem se na ni i díval, ale právě jenom v bezpečí toho bytu, z bezpečí domova.

■ *JŽ: Máte zhruba o deset let starší sourozence. Dalo by se říci, že jste byl takový rodinný benjamínek? A jaké jste měl dětství?*

JM: Musím říci, že jsem měl spokojené dětství a starší sourozenci byli moc fajn. Když se však na toto období dívám nyní s odstupem, tak si uvědomuji, že i když já jsem spokojené dětství měl, tak moji rodiče v té době tak spokojeni nebyli. V nechvalně proslulých 70. letech se nemohli pracovně realizovat a aby to hezké a spokojené dětství zajistili nám, často pracovali po večerech, aby si přivydělali a my se mohli mít dobře.

■ *JŽ: Zmiňoval jste maminku jako symbol bezpečí. Jaký byl váš vztah s tatínkem?*

JM: Tatínek byl moc rád, že se rád učím, že mě všechno zajímá. Byl moc spokojený, že jdu v jeho slépejkách, že jsem dobrý student a že mi škola jde. Vytvořil si ke mně takový hezký vztah právě přes učení. A snažil se mě vést. A také se mě dokázal i zastat. To bylo v době, kdy někteří lidé z mého blízkého okolí říkali, že

bych se měl raději věnovat nějaké užitečnější činnosti, než je učení.

■ *JŽ: Vaši rodiče vlastně prožili dva takové společenské zvraty – druhou světovou válku a poté okupaci Československa v roce 1968. Jak moc tyto situace do jejich života zasáhly?*

JM: Hlavně u tatínka to bylo poměrně dost. Byl ekonom, ale určitě by býval chtěl být biochemik či biolog, protože o tom dost často hovořil. Bohužel právě v době, kdy dostudoval gymnázium (a on byl opravdu vzorný student), tak Hitler zavřel vysoké školy a on měl s dalším studiem smůlu. A to se poté bohužel opakovalo i v roce 1968, kdy přišel o zajímavou práci a nemohl se pracovně realizovat. Maminka pocházela z vesnice v Podkrkonoší, vystudovala obchodní akademii a pracovala jako sekretářka.

■ *JŽ: Myslíte, že měl váš zájem o to, jak věci fungují – ta obrovská zvědavost a zaujatost tím, co vás obklopovalo –, vliv i na vaše další směřování k jaderné fúzi?*

JM: Už na střední škole mi podobným způsobem vrtalo hlavou, jak funguje třeba jaderná elektrárna. Jak funguje jaderná bomba? A fascinovalo mě, když jsem se to dozvěděl. A chtěl jsem vědět víc... A to je to, co mě na přírodních vědách zajímá a fascinuje dodnes – co dalšího se člověk může naučit, co dalšího se může dozvědět. Co je to elektřina, jsem se v podstatě dozvěděl až na vysoké škole, kdy jsem se smířil s tím, že elektřina je vlastně přírodní jev, vlastnost našeho světa stejně tak, jako je třeba jeho vlastností gravitace. Že elektřina je úkaz, který jsme my lidé pouze objevili a využili pro svůj prospěch. To není něco, co by šlo nějak vysvětlit. Je to součást našeho světa, do kterého jsme se narodili.

■ *JŽ: Vytrvale jste ležel v knížkách a snažil se přijít různým úkazům a věcem na kloub. Vzpomenete si, které předměty vás nejvíce zajímaly na základní škole a zdali vás nadchl nebo inspiroval některý z vašich učitelů?*

JM: Jako první mě na základní škole zaujala chemie. A fyzika. To když jsme se tehdy začali zabývat atomovou strukturou. Měl jsem velké štěstí, že jsme měli velmi mladého fyzikáře, který byl nadšený a ambiciózní a později se stal dokonce ředitelem této základní školy. Vzpomínám si na jeho slova, když říkal, že ten, kdo chce mít jedničku z fyziky, tak by měl zcela jistě dělat fyzikální olympiádu. A to byla velká motivace! Takže nyní po letech mohu s nadsázkou říci, že já jsem vlastně čistý produkt fyzikální olympiády :-). Díky tomu se totiž jasně ukázalo, že mě fyzika nejen velice baví, ale že mám pro ni i jistý talent.

■ *JŽ: Po této skvělé inspiraci jste se do fyziky ponořil zcela a snažil jste se jí co nejlépe porozumět. Dařilo se vám pronikat do jejích tajemství a nebylo to na škodu vaší školní výuce, když jste byl například ve fyzice o tolik dál?*

JM: Četl jsem si ve fyzikálních publikacích, věnoval jsem se různým školním akcím spojeným s fyzikou a setkával jsem se s ostatními „fyzikálními“ nadšenci z jiných škol. Zjistil jsem, že je nás poměrně hodně a že je nám spolu dobře. A tak jsme si mezi sebou zkoušeli nastavit trošičku i „laťky“, na co kdo má a na co třeba trošičku nemá. A tak jsem se tímto způsobem seznámil s řadou budoucích spolužáků.

■ *JŽ: Chystal jste se na střední školu. Přemýšlel jste o nějaké specializované – matematické například?*

JM: Nejprve jsem se zkoušel dostat na matematické gymnázium Wilhelma Piecka. Pro to, aby se mi to podařilo, bylo třeba složit talentové zkoušky z matematiky. Při zkouškách jsem si však uvědomil, že toto není vůbec moje krevní skupina. Potkával jsem tam jiný typ studentů, než byli ti, co se zajímali o fyziku. Šlo o vysoce talentované žáky, a tak jsem byl nakonec rád, že jsem talentové zkoušky neudělal a na školu se nedostal.

■ *JŽ: Rozhodl jste se tedy pro klasické gymnázium. Byla to dobrá volba – například z vašeho dnešního pohledu?*

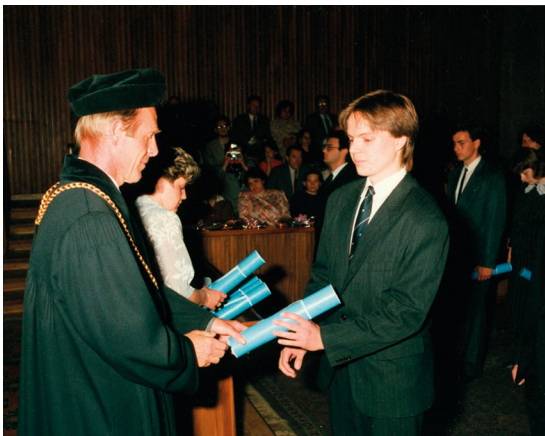
JM: Naopak. Jsem přesvědčen, že právě tady jsem udělal jednu ze svých nejzávažnějších chyb – když jsem se nakonec rozhodl stejně jako většina mých spolužáků pro studium na stejném gymnáziu. Měl jsem sice možnost jít na jiné přírodovědné gymnázium, ale tu jsem nevyužil. To proto, že se mi nechťelo jít do nového – cizího – kolektivu. Zpětně toho hodně lituji.

■ *JŽ: Zažil jste na střední škole pedagoga, o kterém by se dalo říci, že byl právě tím „učitelem na svém místě“?*

JM: Takovou klíčovou osobností na gymnáziu byla profesorka matematiky Boschková. Byla výborná pedagožka a později se stala i zástupkyní ředitele. Já osobně na ni vzpomínám velmi rád a též jsem jí za mnoho vděčný. Ona totiž matematiku brala skutečně jako řemeslo – a tak k ní přistupovala. A navíc s velkou vážností. Záleželo jí na tom, aby nás opravdu něco naučila. Mně šla matematika dobře, ale pamatuji si, že jednou i ke mně měla určitou výtku, když jsem se zrovna díval z okna. Vytkla mi to a připomínala mi, že nemám hřešit na to, že mi matematika jde, a mám pěkně pracovat... To člověku navždy utkví v paměti. Hlavně díky ní jsem se matematiku naučil také jako řemeslo, což mi následně velmi pomohlo na vysoké škole. A navíc jsem také nadmíru oceňoval, že dokázala podpořit a povzbudit ve studiu i slabší žáky.

■ *JŽ: Když jste se rozhodoval o vašem dalším směřování, byla pro vás Matematicko-fyzikální fakulta UK první volbou, nebo jste uvažoval i o jiných možnostech?*

JM: Srovnával jsem možnosti studia na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské (FJFI) a Matematicko-fyzikální fakultě (Matfyz). Vzhledem k tomu, že na FJFI bylo a je studium více prakticky zaměřeno a já jsem



Obr. 5 Předání vysokoškolského diplomu – červený diplom mi utekl o jedinou zkoušku.



Obr. 6 Jedno z prvních společných manželských vítězství – dobytí Ben Nevis (1 344 m n. m., Skotsko) – i když díky husté mlze nebylo vidět na krok.

měl raději knížky, měl jsem poměrně jasno. Více mě totiž oslovil teoretický přístup a otázky vědecké metody.

■ *JŽ: A jak viděli vaše studium rodiče? Nepřáli si pro vás jinou budoucnost, nebo byli právě oni těmi, kdo vás nasměroval?*

JM: Rodiče mi v zásadě fandili. Maminka věděla, že je nejlepší nechat mě, ať se věnuji tomu, co mě zajímá, a tatínek, ten byl potěšen, že se rád učím a že mě baví škola jako taková. Ale třeba prarodiče, ti úplně nechápali, k čemu mi studium jednou v životě bude. Zajímavý byl tehdy i přístup výchovné poradkyně, když zjišťovala, co bych rád studoval. Když jsem jí vysvětlil, že bych se rád věnoval studiu fyziky, pochválila mě za výběr s tím, že tam bych se dostat mohl, ale třeba na filosofii nebo na práva bych se prý se svým rodinným politickým „škrálopem“ hlásit nemohl.

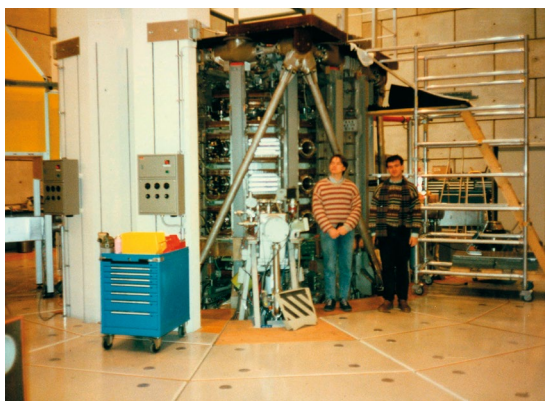
■ *JŽ: Ve hře ale bylo i studium geofyziky, které vám navrhoval tatínek, že?*

JM: Ano, to je pravda. Dokonce mi koupil i poměrně zajímavou publikaci o geofyzikálním výzkumu. Tatínek byl totiž přesvědčen o tom, že jako geofyzik budu mít za tehdejšího režimu větší možnost cestovat do zahraničí. Nicméně tomu jsem odolal a upřednostnil jsem studium jaderné fyziky. A bylo to dobré rozhodnutí – a to i z toho hlediska cestování, protože režim se změnil a já jsem na tom byl s cestováním po světě nakonec lépe než ti, kteří si vybrali geofyziku.

■ *JŽ: Studium na Matematicko-fyzikální fakultě je jedno z nejnáročnějších. Traduje se, že je třeba mu věnovat veškerý svůj volný čas – i ten, který student ani nemá. Když se ohlédnete na období svého vysokoškolského studia – jak byste ho z dnešního pohledu posuzoval?*

JM: Pro mě to byla obrovská radost, protože konečně bylo mou povinností od rána do večera dělat to, co mě baví. Bylo to skutečně krásné. Už tenkrát jsem si také uvědomoval, jak moc je důležitá pokora i to, jak podstatné je znát hranice svých možností. Takže v okamžiku, kdy jsem poznal, že matematika a kvantová fyzika mi nejdou samy od sebe, že je to prostě na hranici mých schopností, tak jsem to uznal a při výběru zaměření jsem si vybral jiný, méně teoretický obor než ten, který jsem původně uvažoval.

■ *JŽ: Na Matfyzu je v současné době možno studovat bakalářský a navazující magisterský studijní program. Jak probíhalo studium v době, kdy jste si tuto vysokou školu vybral vy, a jak jste se popasoval s obrovskou náloží učiva?*



Obr. 7 Postdok na tokamaku TCV, École polytechnique fédérale de Lausanne ve Švýcarsku. Hlavní vědeckou náplní byla instalace injektoru diagnostického svazku neutrálních částic.

JM: Matfyz je svou náročností vyhlášený. Mně hodně ve studiu pomohla skutečnost, že jsem se o fyziku a matematiku značně zajímal už dříve. Ještě v průběhu studia na gymnáziu jsem navštěvoval večerní univerzitu Matematicko-fyzikální fakulty a jezdil jsem i na podobné zaměřené letní tábory. Díky tomu jsem byl na ten pověstný dril již mírně adaptovaný. Pokud bych měl konkrétně popsat, co bylo nejnáročnější, rozhodně bych zvolil vypracování protokolu z laboratorních prací, protože tehdy ještě nebyly počítače ani tiskárny a vše se psalo rukou.

■ JŽ: Zmiňujete, že jste byl na náročnost studia na Matfyzu již adaptován. Našlo se přesto něco, co i vás překvapilo?

JM: Musím přiznat, že jsem si poměrně naivně myslel, že mi na Matfyzu půjde i nadále všechno skoro samo, jak tomu bylo doposud. Že mi například matematika půjde tak, jak mi do jisté míry šla už na střední škole. Těšil jsem se, že se budu věnovat například fyzikální teorii atomového jádra nebo podobné problematice. Ovšem poměrně záhy jsem poznal, že mi to samo nejde. A především s matematikou jsem bojoval opravdu těžce. Matematika mi ve srovnání s některými mými spolužáky vzala mnohem více času. Někteří z nich si večer sedli a spočítali si, co je bavilo. Ale já jsem se nakonec musel matematiku učit nazpaměť.

■ JŽ: Myslela jsem si, že matematice musí člověk hlavně rozumět, a moc si nedovedu představit, že by bylo možné se ji učit nazpaměť tak, jako jsme se třeba my na lékařské fakultě učili nazpaměť různé anatomické struktury a výrazy.

JM: Bohužel, já jsem k matematice nakonec musel přistupovat přesně takovým lékařským způsobem, jak uvádíte. Jinak to prostě nešlo. Při přednáškách a seminářích jsem se snažil látku co nejlépe pochopit a víkendy jsem pak trávil tím, že jsem se snažil si učivo z minulých přednášek osvojit. Takže se mi dařilo porozumět učivu z přednášky na přednášku. Pochopit, o čem je vlastně řeč a jak to funguje. A zkouškové období jsem měl na to, abych se to pak celé naučil nazpaměť. Bylo to hodně náročné. Ale mě Matfyz velice bavil, a tak jsem tomu rád dával ten čas. A pak jsem byl opravdu velice šťastný, že jsem i já dokázal zkoušky z matematiky udělat, a navíc s výbornými výsledky. To z toho důvodu, že jsem samozřejmě viděl i spolužáky, kteří to také moc chtěli udělat, ale hlava jim na to prostě nestačila. A rád bych připomněl, že oproti současné době, kdy studenti

ve třetím ročníku bakalářského studia věnují spoustu času přípravě bakalářské práce, jsme my tenkrát trávili jeden den v týdnu na vojenské katedře, což byl ve skutečnosti také dosti tvrdý výcvik.

■ JŽ: Zmiňoval jste, že jste si Matfyz vybral především kvůli možnosti studovat teorii přírodních věd – tedy matematiky a fyziky. Jak jste si vybíral specializaci, když jste zjistil, že teoretická matematika to tedy nebude?

JM: Pochopil jsem, že teoretickou fyziku studovat by opravdu nemělo valný užitek. Naštěstí tím, jak mě již na střední škole velmi zajímaly nové projekty jaderné fyziky, vrhnul jsem se na tuto oblast výzkumu. Tím, že jsem se zajímal o otázky týkající se termojaderné fúze a budoucí fúzní reaktory, rozhodl jsem se právě pro tuto specializaci, u které jsem vnímal i určitý lidský rozměr.

■ JŽ: V té době jste už uvažoval i nad tématem své diplomové práce. Přemýšlel jste nad teoretickým tématem, nebo jste chtěl provádět nějaký konkrétní výzkum?

JM: Máte asi na mysli výzkum na tokamaku, že? To jsem opravdu chtěl. Už dříve jsem četl knihu *Atom skrývá naději*¹, kde byl moc hezky popsán i tokamak CAS-TOR² v Ústavu fyziky plazmatu. Při této příležitosti bych velmi rád vzpomenu docenta Petra Otčenáška, se kterým jsem téma své diplomové práce konzultoval. Vysvětloval jsem mu, že bych rád dělal diplomovou práci na tokamaku a aby se dotýkala jaderné fúze. A to se neobešlo bez drobné zábavné historky. Docent Otčenášek mě vzal s sebou do Ústavu fyziky plazmatu, abychom se tam zeptali, zdali by se tam pro mě našlo téma na diplomovou práci. Tehdejšími vedoucími tokamaku byl Ing. František Žáček, který když nás vyslechl, nadšeně zvolal: „Konečně nám sem někoho poslali...!“ Na tomto tokamaku jsem pak v rámci své diplomové práce měřil rentgenové záření. Z té doby mám také jednu historku, ale ta už není zdaleka tak úsměvná. Za tehdejšího režimu jsme měli poměrně neoblíbeného vedoucího katedry jaderné fyziky, který se nás dotazoval, zda bychom v rámci našich diplomových prací neměli někoho, kdo by mohl pro naši katedru udělat zajímavý seminář. Já jsem se hned nadšeně nabídl zajistit seminář o tokamaku a on mi poměrně neuctivě a před ostatními spolužáky řekl: „Prosím vás, koho zajímají tokamak...“

■ JŽ: Po ukončení studia na Matfyzu a úspěšném obhájení titulu RNDr. jste zde pokračoval i doktorand-

- 1 K. Sedláček, J. Tůma: *Atom skrývá naději*. Naše vojsko, 1987.
- 2 Jedná se o tokamak, který nyní na FJFI funguje jako výukový tokamak pod jménem GOLEM.



Obr. 8 Pobyt na společném evropském tokamaku JET v anglickém Culhamu – najdete mě podle vlajky.

ským studiem fyziky plazmatu. V úvodu do studia plazmatu stojí kouzelná větička: „Zastavíte-li na ulici člověka a zeptáte-li se ho, co se mu vybaví v souvislosti se slovem plazma, ve většině případů je odpovědí krev, medicína a jiné příbuzné asociace. Jen málokdo si tento pojem spojuje s fyzikou.“ Čím zaujalo plazma vás?

JM: O jadernou fyziku jsem se zajímal dlouhodobě a tento můj zájem následně podpořil profesor Jozef Kvasnica, na kterého velmi rád vzpomínám. To byla obdivuhodná osobnost... Fyziku a matematiku měl v malíčku a dokázal i skvěle vyprávět o životě. A měl obrovský talent. Já jsem studoval opravdu s nadšením a také jsem za svoje studijní výsledky získal tzv. rektorské stipendium. A představte si, že ten dopis od rektora je datován 17. listopadu 1989. Já tomu říkám „labutí píseň“ pana rektora...

■ JŽ: Rektorské stipendium na Matfyzu – to jste byl jeden z vyvolených. Jaký to byl pro vás pocit, získat takové ocenění, když kolem vás někteří ze studentů postupně „odpadali“?

JM: V tomhle byl kouzelný profesor Kvasnica. Nejsem že byl vynikající znalec fyziky a znamenitý profesor, byl pro nás také skvělou morální autoritou. Jiní profesori nám s oblibou říkali: „No, podívejte se kolem sebe – na pravou stranu a na levou stranu – a až přijde další zkouškové období, tak někdo z těch kolem vás prostě zmizí...“ Ale profesor Kvasnica byl jiný. Hovořil o tom, že se samozřejmě může ukázat, že tak náročné studium někdo z nás nezvládne. A to z různých důvodů, třeba z nedostatku trpělivosti nebo nadání. Ale takový student může přitom studovat s obrovským úspěchem na nějaké jiné škole. A že to zcela jistě neznamená, že jde o méně kvalitní osobnost. Vzpomínám, jak nám kladl na srdce, abychom nikdy nepodlehli přesvědčení, že ten, komu zrovna jde učení, je zákonitě i kvalitní člověk. Právě profesor Kvasnica nám světoval i příklady slavných vědeckých jmen, která měla ne vždy dobrý charakter.

■ JŽ: Tím se přiblížil i k tomu, co říkával váš tatínek, že?

JM: Ano, to jsou zhruba i jeho slova. Já jsem to měl v této oblasti dobré. Měl jsem morální autoritu jak na Matfyzu v profesoru Kvasnicovi, tak i ve svém tatínkovi. A tak bych rád vzkázal studentům – a já jim to i říkávám na svých přednáškách – že pokud mají chuť fyziku vystudovat, ať počítají s tím, že to nebude snadné a vyžádá si to mnoho jejich času. Ať s tím počítají a ať se o to poperou. A pokud jim někdo říká, že toto studium náročné nebylo, tak si myslím, že takový člověk neříká pravdu a chce se spíš předvádět.

■ JŽ: Kdybychom ještě zůstali u vašich studijních let – vy jste nyní také pedagog. Jak přistupujete ke svým studentům a přemýšlíte někdy nad tím, jak vyučovat tak, aby to bylo efektivní a přitom i přátelské a lidské? A aby ti, které učíte, na vás ve svém dalším vědeckém životě s úctou vzpomínali?

JM: To je dobrá otázka. Chtěl bych zmínit, že jak na vysoké škole, tak i v průběhu doktorského studia jsem vždycky velmi rád učil. Mohu říci, že to je přesně to, co mě opravdu vedle vědy baví. Já si dokonce dovedu představit, že bych místo vědeckého bádání učil například fyziku na některé střední škole. Práce s lidmi – to přesně odpovídá mé povaze.



Jan Mlynář se narodil v roce 1966, kouzlu fyziky a jaderné energie podlehli již na střední škole. Po absolvování MFF UK krátce pracoval v ČEZ, v roce 1997 odcestoval se svou ženou Kateřinou jako postdoc na tokamak TCV v Lausanne. Po pěti letech se již i s malou Barunkou přestěhovali ke společnému evropskému tokamaku JET do Anglie. Roku 2008 se s dětmi Barborou a Tomášem definitivně vrátili do vlasti. Zde se Jan Mlynář v Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a na FJFI ČVUT věnuje výzkumu a výuce jaderné fúze. Úsilí o zvládnutí fúze stále považuje za jeden z nejzajímavějších úkolů moderní aplikované fyziky a snaží se přispět k rozvoji výzkumu a výuky v této vědecké oblasti.

■ JŽ: A byl byste se svým přístupem jistě dobrý učitel. Ale co jaderná fúze? Přemýšlel jste snad nad tím – že byste ji opustil?

JM: V průběhu doktorského studia jsem si začal uvědomovat, že možná ta velká věda, ta věda na vysoké úrovni, ta soutěživá věda je prostě jen pro některé lidské povahy. To proto, že je to hodně osamocená práce. A je to logické. Když chce být člověk špičkovým vědcem, tak velkou část pracovní doby tráví o samotě u svého počítače a psacího stolu. Zpracovává výsledky výzkumu, píše články a vypilovává je k takové dokonalosti, aby byly konkurenceschopné na světové úrovni. Hodně jsem nad tím přemýšlel. A začal jsem se obávat, že to není práce pro mě, protože já jsem se cítil dobře především mezi lidmi.

■ JŽ: To, že jste si shodou okolností vybral jako svůj obor tokamaky, bylo tedy vlastně nakonec dobře, protože to je vysloveně kolektivní experiment, že?

JM: Ano, byla to dobrá volba z hlediska mé povahy. A musím říci, že toto je právě jedna z věcí, kterou tak trochu univerzitu vyčítám. To, že nám to jaksi zapomněli říci. Ocenil bych, kdyby se o tom v rámci studia hovořilo – že také záleží na povaze člověka, když se rozhoduje pro určité povolání, pro obor a svoje budoucí směřování. Právě já jsem si v době svého doktorského studia připadal dost často osamělý a skutečně jsem zvažoval, jestli je to pro mě to pravé. A už tenkrát jsem se to snažil kompenzovat tím, že jsem chodil učit matematiku a fyziku například na Fakultu architektury ČVUT, na Matfyz či na Elektro fakultu ČVUT.

■ JŽ: To je velmi zajímavá situace. Sám coby student jste vyučoval další studenty, a navíc i na fakultě, kterou jste sám studoval. Jaká to pro vás byla zkušenost?

» Milovat mě znamená se mnou spolu-pracovat. «

Citadela,
kap. LV

JM: Bylo to velmi zajímavé. Asi nejlépe jsem si připadal na katedře architektury. Tam jsem byl za hvězdu a pokaždé tam bylo alespoň pět dívek, které mě po semináři obklopile a až nemístně obdivovaly. Co více si student může přát... Navíc jsem se na tyto přednášky nemusel nijak zvlášť připravovat, protože se jednalo převážně o základní matematické záležitosti, já jsem si vystačil víceméně s tím, co jsem dobře uměl. Jiné to však bylo na Matfyzu, tam byli samozřejmě někteří studenti velice, velice chytrí. Často se stalo, že jim některý mnou zadaný výpočet nevyšel a já jsem poté třeba celou noc pátral po chybě či chybách, které ve výpočtu „spáchali“, abych jim látku mohl řádně vysvětlit.

■ JŽ: *Doktorské studium jste ukončil v době, kdy se ve vědě a především v jejím financování vše zásadně měnilo. Najednou ve vědě chyběly nejprve peníze a potom i lidé. Mnoho vědců odešlo pracovat do zahraničí, jiní upřednostnili dobrý výdělek v jiných pracovních oborech. Jak jste vnímal tuto novou situaci?*

JM: Po doktorandském studiu to skutečně nebylo nejslavnější, a to zásluhou našeho tehdejšího premiéra, který razil názor, že pokud nejsme spokojeni se svou mzdou ve vědě a výzkumu, tak je tu přece svobodná ruka trhu a můžeme jít vydělávat někde jinde a že tak je to správné. Mě osobně se ale poněkud dotklo, že po doktorském studiu mi zaměstnavatel nabídl nižší mzdou, než jaký jsem měl příjem jako doktorand. Pochopil jsem, že takto bych se tedy neuživil a hledal jsem si jinou práci.

■ JŽ: *Připojil jste se tedy ke svým kolegům a pátral po možnostech uplatnění mimo vědeckou oblast?*

JM: Ano, a praktikovalo to tak mnoho tehdejších vědců. Kdo mohl, vyrazil pracovat do zahraničí. Kdo ne, zkoušel štěstí jinde – poněkud více v IT oblasti. I já jsem zkoušel různé nabídky například u konzultačních firem, protože mě těšila práce s lidmi. Ovšem zvláštní bylo, že mi to v těchto firmách rozmlouvali s tím, že to není práce pro mě a že i když tam budu vydělávat hodně peněz, nebudu tam šťastný.

■ JŽ: *Vy jste se ale nakonec vědecké práci až tak moc nezdálil. To z toho důvodu, že jste narazil na nabídku, ušitou vám doslova přímo na tělo. Sice jste v té době nemohl jadernou energii zkoumat, ale mohl jste ji vysvětlovat lidem. O jakou práci se jednalo?*



Obr. 9 ITER – v posledních letech je na stavbě opravdu živo, rozestavěnost projektu už překročila 90 % a sledování pokroku na stavbě na stránkách iter.org přináší radost.

JM: Byla to nabídka společnosti ČEZ a místo bylo v oddělení vztahů s veřejností. To jsem zaplesal... ČEZ byl tenkrát velmi mladá firma a toto oddělení tam vlastně teprve vznikalo. Stalo se tak na popud vynikající vize tehdejšího předsedy představenstva pana Karase, který správně pochopil, že taková firma jmenované oddělení zákonitě potřebuje. Správně pochopil, že je to jediná cesta, jak dosáhnout toho, aby ČEZ o sobě podával veřejnosti pozitivní obraz. V ČEZ i na různých školeních a výjezdech do zahraničí jsem se tehdy naučil opravdu hodně. A mohu s klidným srdcem říci, že jsem se od své milované jaderné fyziky až tolik neodchýlil, protože jsem pracoval na tom, jak správně vysvětlovat jadernou energii lidem. Byla to zajímavá doba a hodně mi dala.

■ JŽ: *Po dvou letech jste však byl opět na „startovací čáře“ a hledal znovu nějaké rozumné pracovní uplatnění. Práce v ČEZ už vás nenaplnovala?*

JM: To nikoliv, ale v ČEZ se vyměnilo vedení a najednou tam nastala velmi tíživá a nepříjemná atmosféra. Většina mých kolegů z oddělení odešla a já též. Přemýšlel jsem, co dál. Podotýkám, že to, že jsem místo vědecké práce zakotvil v PR oddělení, mi moji profesori dosti vyčítali. Často jsem o této situaci ve vědě hovořil s Ing. Žáčkem a svěřil jsem se mu, že bych moc rád zažil, jak se dělá jaderná fyzika v zahraničí. Že bych tam rád jel. A díky jeho pomoci se mi později ozvali ze Švýcarska z tokamaku TCV v Lausanne a nabídli mi zde postdoktorský pobyt.

■ JŽ: *Jednalo se o projekt na tokamaku TCV, École polytechnique fédérale de Lausanne ve Švýcarsku, kde jste pracoval na instalaci injektoru diagnostického svazku neutrálních částic. Mohl jste se tedy vrátit ke svému oboru, kterým byla a je jaderná fúze?*

JM: Rád bych podotkl, že právě zde lze dohledat původ slova „ledoborec“, které vám tak utkvělo v paměti. Já používám slovo ledoborec pro toho, kdo jde vyzkoušet něco nového a je jeden z prvních ve svém oboru. A to jsem v tomto případě byl já. Dostal jsem úžasnou a poměrně neočekávanou možnost zabývat se diagnostikou vysokoteplotního plazmatu na tokamaku světové úrovně. Ale tehdy to bylo opravdu úplně jiné než třeba dnes. Česká republika ještě nebyla v organizaci Euroatom. Nebyli jsme dokonce ani součástí žádných struktur pro výzkum jaderné fúze. Ve výsledku jsem na tento postdok cestoval jako soukromá osoba – bez podpory univerzity či Akademie věd.

■ JŽ: *Tehdy už jste byl ženatý a vaše žena měla poměrně hezké zaměstnání ve výstavní agentuře. Bylo to těžké rozhodování – odjet na tolik let do zahraničí?*

JM: Nejprve jsem dostal kontrakt na tři roky, ale ve výsledku z toho bylo nakonec pět let. Pro nás to nakonec bylo poměrně těžké rozhodování. Hlavně pro manželku, která měla velmi dobrou práci. Ale nakonec jsme se k tomu rozhodli také z toho důvodu, že jsme vlastně oba vyrůstali v poměrech východní země a chtěli jsme se podívat, jak to vlastně opravdu chodí na tom opěvovaném Západě.

■ JŽ: *Režim postdoktorských projektů je často poměrně složitý a přísný. Jak byl váš pobyt financován?*

JM: Řekl bych, že postdoktorský projekt ve Švýcarsku byl ještě přísnější. Tak například tam bylo jasné řečeno, kolik člověk musí vydělávat, aby mohl mít s sebou svého partnera v zahraničí a aby partner dostal povo-



Obr. 10 ITER by měl podle projektového cíle uvolňovat fúzními reakcemi desetkrát větší výkon, než jaký musí plazma absorbovat z vnějších zdrojů, aby nechladlo.

lení k pobytu. Proto kupříkladu doktorandi povolení pro své manželky nedostávali, protože jim na to jejich stipendium nestačilo. Moje stipendium vlastně stačilo jen tak tak na to, aby nám dovolili žít spolu. Manželka ve Švýcarsku chodila na univerzitu a věnovala se jazykům. Mimo to ale také pomáhala při různých pracích – třeba i uklízela. Já jsem z této situace moc radost neměl, ale protože náš finanční rozpočet ve Švýcarsku nebyl úplně lehký, hodně nám to pomáhalo.

JŽ: Tušíte, proč si Švýchaři vybrali na tento projekt právě vás – odborníka Východu, jak se tehdy nehezký říkalo?

JM: Ten důvod byl víc než prozaický. Byla to moje ruština. Oni totiž čekali velkou dodávku injektoru diagnostického svazku neutrálních částic. Jedná se o zařízení, jehož pomocí se měří zejména iontová teplota plazmatu. Zařízení putovalo z Novosibirsku a Švýchaři měli poměrně zásadní problém, jak se s ruskými techniky domluvit. A protože byli informováni o tom, že v Česku byla druhým povinným jazykem na vysokých školách ruština, představoval jsem pro ně optimálního pracovníka. Byli nadšeni, že jsem uměl nejen rusky hovořit, ale také číst azbuku.

JŽ: Přesto však byla jazyková spolupráce poněkud kostrbatá, když jste musel ruské výrazy překládat do angličtiny a poté ještě do jazyka francouzského?

JM: Bylo to až úsměvné. Pracovním jazykem vědců na tokamaku TCV byla sice angličtina, ale technici v dílně mluvili francouzsky a ruští technici zase rusky. A já poletoval mezi nimi... To by vydalo na tisíc vtípných příběhů. Prakticky to probíhalo tak, že ruští technici mi rusky řekli, co zrovna potřebují. A protože jsem jim úplně všechno nerozuměl a internet tehdy také ještě nebyl tak rozšířený, musel jsem chtít nechtít hledat ve slovníku. Když jsem daný výraz našel (anglicky) tak jsem pospíchal ke švýcarským technikům, aby mi v jejich dílně došlo – že to musím ještě přeložit do francouzštiny. Takže jsem se zase poslušně vrátil ke slovníku a hledal a hledal... Byla to opravdu zajímavá zkušenost.

JŽ: Pracoval jste na tokamaku TCV také na nějakých vědeckých úkolech?

JM: Vrátil jsem se k tomu, čemu jsem se věnoval předtím v Praze v rámci doktorského studia, tj. k řešení tzv. špatně podmíněných úloh při analýze dat. Šlo konkrétně o tomografii plazmatu a o dekonvoluci neutronových spektrů ze scintilačních detektorů.

JŽ: O Švýcarech se říká, že jsou poměrně chladní, co se přátelství a komunikace týče. Bylo tomu skutečně tak, nebo jste měl jinou zkušenost?

JM: Je to bohužel pravda, narážel jsem na to velmi často, hlavně u švýcarského vedení. Naštěstí se mnou byla moje velmi přátelská manželka, která tam poměrně záhy našla příjemnou komunitu. Bylo to dáno i tím, že jsme žili ve francouzském kantonu, kde bylo mnoho cizinců. Ale ty ledy v komunikaci se Švýchaři dokázala opravdu prolomit jen moje žena, já nikoliv.

JŽ: A nepátrali jste po tom – co za tím jejich pověstným citovým chladem je?

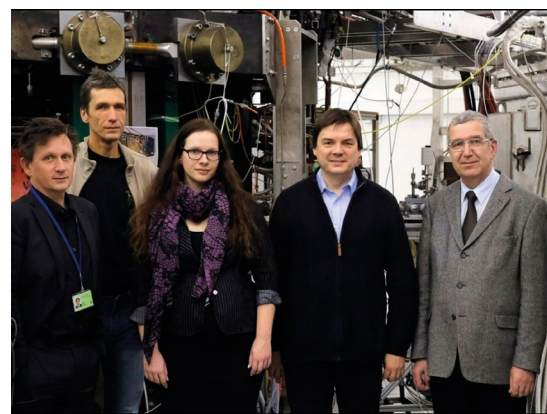
JM: Ono to k nim prý tak nějak patří už historicky. Ta situace má svůj počátek v minulosti, kdy byla společnost rozdělena na kantony a ty proti sobě válčily a nikdo nedůvěřoval nikomu. Dozvěděli jsme se, že mnozí obyvatelé tohoto svého přístupu i litují. A je zajímavé, že i když je Švýcarsko krásná a bohatá země, tak prý je tam přesto v přepočtu na počet obyvatel nejvyšší míra sebevražd. A ten důvod je nasnadě. Lidé se tu příliš nepřátelí a v okamžiku, když se cokoliv stane, tak svoje trápení a starosti nemají s kým sdílet.

JŽ: V roce 2002 jste začal pracovat na společném evropském tokamaku JET v anglickém Culhamu. V té době se již stala Česká republika součástí Euroatomu. Jak se díky tomu změnila možnost vědeckých stáží v zahraničí?

JM: Byl to dr. Jan Stöckel, který se zasloužil o to, že se Česká republika stala součástí Euroatomu i součástí evropského jaderného výzkumu. Těsně před koncem mého projektu na tokamaku TCV jsem se na jednom z workshopů s dr. Stöckelem setkal a hovořili jsme mimo jiné i o mých obavách, jestli se pro mě práce na tokamaku CASTOR v Ústavu fyziky plazmatu vůbec hodí. A dr. Stöckel mi řekl nádhernou větu, která se moc dobře poslouchala. Tím, že jsme vstoupili do Euroatomu, mohl jsem být vyslán do zahraničí na větší zařízení fúzního výzkumu.

JŽ: Jaké oblasti výzkumu jste se na JET věnoval?

JM: Původně jsem si myslel, že tam budu pokračovat ve výzkumu, který jsem dělal ve Švýcarsku, tedy odborné vědecké práci. Ale nakonec jsem tam nastoupil na pozici odborníka na vztahy s veřejností. Tato zajímavá nabídka jako by tam na mě čekala, protože když jsem do Anglie dorazil, bylo již dávno po termínu k při-



Obr. 11 Zástupci institucí, které se v naší zemi věnují výzkumu fúze u tokamaku COMPASS: CV Řež, FJFI ČVUT, ÚJF AV ČR, ÚFP AV ČR, MFF UK.



Obr. 13 V rámci Fyzikálních čtvrtků na FEL ČVUT jsme jednou také „vařili“ kometu.

hlašování do výběrového řízení na tuto pozici. Přesto jsem se ještě do výběru dostal a prošel několika náročnými selektivními koly včetně klasického pohovoru. A následně na toto místo i nastoupil. Protože Česká republika ještě nebyla v Evropské unii, byl jsem asi jediný nový zaměstnanec JET, který potřeboval pracovní vízum. Na vyslanectví v Praze mi ale práci v Anglii rozmlouvali s tím, že vízum bude velmi drahé. A zde jsem se stal podruhé ve svém životě ledoborcem – to když jsem oznámil na JET své problémy s vízem a oni celou situaci na vyslanectví zaurogovali. To se najednou jako mávnutím kouzelného proutku všechno změnilo a ti samí úředníci náhle v poskytnutí víza neviděli žádný problém.

JŽ: V té době jste už měl teprve několikaměsíční dcerku. Netoužil jste se s ní raději vrátit do vlasti?

JM: Přiznávám, že se jednalo o nabídku, která se prakticky nedala odmítnout. A také vůbec nepřipadalo v úvahu, že bychom se s manželkou rozdělili. Já jsem měl z narození dcery obrovskou radost. Úplně to změnilo můj život. Já jsem totiž do té doby trpěl takovým nějakým zvláštním pocitem, že pořádně nedokážu uchopit „čas“. Až s dětmi jsem konečně začal mít pocit, že mi život neprotéká mezi prsty a ten pocit unikajícího času úplně vymizel.

JŽ: Na pracovišti společného evropského tokamaku JET jste reprezentoval tento projekt z hlediska vztahů s veřejností. Jak vaše práce vypadala?

JM: Byla to pro mě opět, tak jako v ČEZ, práce snů. Vybral jsem si opravdu dobře. V rámci tohoto obrovského experimentu jsem měl díky své pracovní pozici povolen vstup do všech prostor, takže jsem se ty tři roky, které nakonec byly prodlouženy na čtyři, dozvěděl každý detail z celého pracoviště. Měl jsem na starosti public relations, péči o webové stránky projektu, vydávání bulletinu a také jsem po tomto zařízení prováděl veřejnost. Navíc jsme se v rámci této činnosti snažili provázat naši propagaci s ostatními evropskými středisky pro fúzní výzkum, díky čemuž vznikl i velmi hezký kalendář k Mezinárodnímu roku fyziky 2005.

JŽ: Zmiňoval jste, že jste měl v rámci své profese možnost vstoupit do všech prostor JET. Jedinou výjimkou bylo IT pracoviště, že? Co se tam dělo tak tajného, že vám tam byl vstup odepřen?

JM: To byla opravdu výjimka. IT pracovník byl jediný, se kterým jsem se na spolupráci nebyl schopen domluvit a to jsem to zkoušel mnoha různými způsoby. Pro veřejnost bylo tehdy velmi důležité vědět, jak takový výpočetní systém na jaderném zařízení funguje. Ale tohoto pracovníka jsem prostě obměkčit nedokázal. Mnohokrát mi sice sliboval, že mi pro veřejnost připraví shrnující a srozumitelný článek, ale za dobu mého pobytu se to nikdy nestalo. Přitom by stačilo, kdybychom si někde sedli na kávu a on mi to nejdůležitější řekl. Takto to pro mě zůstalo jako uzavřená tajná komnata, ke které jsem postrádal ten tolik pověstný klíč.

JŽ: Jaké byly vaše dojmy z tohoto obrovského vědeckého centra? Přeci jen jste se v úvodu rozhovoru zmiňoval o osamocené práci vědců. Zde jste samotou nepociťoval?

JM: Zde samota opravdu nebyla – pohybovalo se tu velké množství lidí a mnoho kolegů z různých evropských zemí, takže to bylo velmi pestré prostředí, stále bylo třeba něco dojednat a řešit. To je myslím všeobecná vlastnost těchto velkých vědeckých středisek. Navíc jsem považoval za velký dar možnost pohybovat se na úplné špičce vědy, protože když se člověk dostane na špičkové mezinárodní pracoviště, může se vézt na té úplně první vlně poznání a to je nepopsatelný zážitek. Těší mě, že i v České republice máme taková světově proslulá špičková pracoviště se špičkovými vědci.

JŽ: V Anglii se vám narodil syn. Jak jste se v Anglii cítil a jak tam probíhal váš rodinný život? A co Angličané – byli k vám přátelští?

JM: Narozením syna bylo moje rodinné štěstí završeno. A také prostředí v Anglii bylo milé a hodně odlišné od chladného přijetí ve Švýcarsku. Vzhledem k mé pracovní pozici a domu, který jsme měli pronajatý, jsme se rázem etablovali do střední třídy. Byla to nádherná zkušenost, byl to doslova balzám na duši, protože ti lidé kolem nás k nám byli velmi přátelští. Já jsem měl původně trochu obavy, zdali o nás neztratí zájem, až si povšimnou české značky na automobilu nebo naší lámané angličtiny. Ale nestalo se tak. Byly to překrásné čtyři roky v přátelské zemi.

JŽ: Přesto se blížil čas návratu. Měl jste představu, jaké vědecké práci se budete v České republice věnovat?

JM: To ano. V té době už jsem věděl, že se termojaderné fúzi budu věnovat i nadále a pokusím se zúročit své zkušenosti z obou mých zahraničních projektů. Po příjezdu z Anglie jsem se vrátil do Ústavu fyziky plazmatu. V té době se tady v Čechách začaly v oblasti výzkumu jaderné fúze dít opravdu zajímavé věci. Vracel jsem se totiž přesně v té době, když se u nás začal instalovat tokamak COMPASS – tedy první větší tokamak v Čechách. Já jsem jej zastihl ještě v Anglii a mohl jsem být tedy při tom, když se odvážel do Česka. Veřejnost se o tento tokamak velmi zajímala, a tak když byl nainstalován v Láví, pomáhal jsem o něm informovat a například jsem připravoval i jeho slavnostní inauguraci. Ale už tenkrát mě to čím dál více táhlo na školu.

■ *JŽ: Tehdy u nás došlo k takové zajímavé rošádě tokamaků. COMPASS se převezl do Ústavu fyziky plazmatu a CASTOR odcestoval na FJFI, kde začal sloužit jako výukový tokamak pod jménem GOLEM. Jak jste vnímal tuto situaci?*

JM: Velmi jsem se na ni těšil! Na jedné z konferencí jsem se totiž ještě v Anglii setkal s Vojtou Svobodou³. Bylo to právě v době, kdy bylo rozhodnuto o stavbě ITER v Evropě. A tím se roztočilo kolo změn. Bylo rozhodnuto, že se COMPASS převezde do Prahy a pražský tokamak CASTOR, na kterém jsem dělal svou diplomovou práci, půjde na FJFI. A že se budeme moci zapojit do té hlavní vlny výzkumu jaderné fúze.

■ *JŽ: Tehdy jste se s Vojtou Svobodou dohodli, že na FJFI založíte magisterský studijní obor, týkající se jaderné fúze. Jak se jmenoval a co všechno bylo potřeba pro jeho akreditaci udělat?*

JM: Vojta rád připomíná větu, kterou jsem tehdy řekl: „Fouká vítr, je potřeba napnout plachty...“ A přesně tak jsem to i cítil. Ona tehdy celkově nazrála doba, kdy se přestalo hrát jen na výzkumné projekty a poprvé v historii se začalo hovořit i o tom, jak je důležité také vzdělávání. Náš návrh podpořila i fakulta FJFI, a tak se zrodil magisterský obor s názvem *Fyzika a technika termojaderné fúze*.

■ *JŽ: Je akreditace nového výukového oboru složitý proces?*

JM: Nově akreditovaný obor musí mít především svého garanta. Podle zákona ten, kdo chce garantovat magisterský nebo doktorský obor, musí mít zároveň úvazek na vysoké škole, což mě inspirovalo k rozhodnutí habilitovat se jako docent. To jsem úspěšně zvládl. Měli jsme také velké štěstí, že do té doby byl ochoten dělat garanta našemu novému oboru budoucí děkan FJFI prof. Igor Jex. On to považoval za velmi dobrý nápad především v souvislosti se stavbou ITER ve Francii. Líbilo se mu, že budeme v centru dění hned od samého počátku a pěkně naskočíme do rozjíždějícího se vlaku výzkumu jaderné fúze. To se ukázalo jako velmi dobré rozhodnutí.

■ *JŽ: Získal jste titul docent a mohl jste tedy být nejen garantem nových studijních oborů, ale také zajišťovat*

³ J. Žďárská, V. Svoboda: Rozprava s GOLEMEM. Čs. čas. fyz. 67, 312–318 (2017).



Obr. 12 „Přestože jsem již pracoval v Čechách, 50. narozeniny jsem strávil ve službě na velínu JET. A moje gesto? Měla to být hádanka, která se ale příliš nezdařila. Moji potomci mě posléze upozornili, že v seriálu *Big Bang Theory* se velké L používá pro výraz „lůžr“...“ vysvětluje gesto na fotografii Jan Mlynář.



Obr. 14 Každá prezentace vědy a výzkumu mě zajímá (zde orbitální modul MIR v zábavním Europaparku v Německu).

přiliv nových studentů na tokamaky COMPASS a GOLEM, že?

JM: Já jsem předtím vůbec netušil, jak je titul docent důležitý pro některé činnosti, a to nejen jako garant nových studijních oborů. Že existuje řada odborných činností, o kterých se předpokládá, že je bude dělat profesor nebo docent – konkrétně účast v komisích, školení doktorandů apod. Mně se takhle otevřely nové možnosti a díky tomu jsem mohl začít opět učit. A za to jsem byl velmi rád.

■ *JŽ: Které předměty jste vyučoval a jaký je vlastně váš vztah k učení?*

JM: Vyučoval jsem *Úvod do termojaderné fúze*, *Fyziku tokamaku* a *ITER*. Tyto předměty jsem si musel nejen sám vymyslet, ale i napsat. Můj vztah k učení bych přirovnal k tomu, jak učení popisuje Richard Feynman. Podle něj má učení mnoho výhod. Jednou z nich je neutuchající úsilí neustále se snažit dozvídat nové věci ve svém oboru, aby je pak člověk mohl předávat studentům. A Feynman také poukazoval na to, že když zrovna vědec nemá vědecké výsledky z odborné části své práce, tak má alespoň dobrý pocit z toho, že učí a předává své vědomosti nové generaci.

■ *JŽ: Jaké oblasti vědecké práce se věnujete na FJFI?*

JM: Asi nejvíce se zabývám rozvojem nově ustaveného studijního oboru, přípravě přednášek, spolupráci se školiteli, návaznosti na práce v laboratoři, účasti na projektech atp. Když už zbude čas na výzkum, snažím se do něj zatáhnout doktorandy. V posledních letech jde převážně o systematický výzkum ubíhajícího elektronů na tokamacích, i když mám i řadu mladších kolegů, kteří se nadále se mnou věnují i tomografii plazmatu.

■ *JŽ: Jakého svého dosavadního vědeckého výsledku si nejvíce ceníte a proč?*

JM: Jsou to vlastně dva vědecké výsledky, ze kterých mám upřímnou radost. Jedná se o diagnostickou metodu, týkající se fyziky prostorového rozložení neutronů. Na tomto výzkumném úkolu jsem pracoval na tokamaku JET, který je schopen toto prostorové rozložení měřit. Tyto neutrony jsou produkty jaderných fúzních reakcí ve vysokoteplotním plazmatu při uvolňování energie. Velmi mě těší, že dnes už se svými studenty řešíme podobné zadání pro projekt ITER. Druhý výsledek se týká prostorového rozložení zdrojů záření, nazývaného tomografie plazmatu. Má to jistou spojitost s poměrně známou lékařskou tomografií, kdy se snaží-



Obr. 15 Radost z cestování máme v rodině. Zde s maminkou ve Švýcarsku.

me zjistit, jak by to vypadalo a co bychom se dozvěděli, kdyby se v plazmatu udělal řez. Pátráme především po tom, odkud vlastně přichází signál. Na tokamaku COMPASS se jednalo především o studium ubíhající elektronů – tedy o druh nestability plazmatu, kdy tokamak začne fungovat jako urychlovač. Na přání evropské koordinace výzkumu jaderné fúze jsme tyto situace začali studovat experimentálně. Jedná se o výzkum z hlediska fyziky plazmatu a je to velmi důležité pro budoucí provozování fúzních reaktorů. Pokud bychom neznali zákonitosti těchto dějů, mohlo by tato nestabilita výrazně komplikovat provoz velkých reaktorů⁴.

■ *JŽ: Rozhodnutí o stavbě ITER vyvolalo velkou potávku po vzdělávání budoucích odborníků z oblasti fyziky plazmatu a fúzních technologií. Jak jste tuto situaci vnímal vy osobně – duší vědec i pedagog zároveň?*

JM: Především jsem z toho měl velkou radost. Mohu konstatovat, že první přednášky, které jsem o ITER dělal, byly připravovány převážně na základě technických výkresů. A nyní? Je velmi příjemné pro pedagoga moci ukazovat přímo fotografie a videa.

■ *JŽ: Vnímáte nějaké problémy v současné vědě? Je něco, co byste například rád změnil?*

JM: Obecně bych si vědce představoval trochu jako detektiva. A ten, kdo je v dobré detektivce profík, který musí vědět, co se má dělat, a co ne, je právě sám detektiv, nikoli nějaká jemu nadřazená složka. Rád bych, aby naši studenti pochopili, že to je jejich vlastní zodpovědnost, jestli budou dělat vědu pořádně, nikoli zodpovědnost jejich vedení nebo dokonce nějaké vládní administrativy.

■ *JŽ: Jakým činností se rád věnujete ve volném čase a jak nejraději odpočíváte?*

JM: No, to hodně záleží, jestli jsem při síle. Když ano, nejraději se věnuji hudbě s přáteli nebo alespoň sám. Když ne, tak je mi nejlépe doma mezi svými, ale moc toho pak neudělám :-).

■ *JŽ: Pokud byste měl možnost setkat se s některým vědcem z historie – který by to byl a na co byste se ho zeptal?*

JM: Já z oboru experimentální fyziky nejvíce obdivuji Ernsta Rutherforda, kterému se doslova sypal jeden převratný objev za druhým. Zajímalo by mě, co říká dnešní experimentální fyzice, zda by se jí chtěl opět věnovat, nebo by si raději dnes vybral jiný vědec-

ký obor. Proslul totiž mimo jiné výrokem, že pokud potřebujeme k experimentu statistiku, tak jsme měli vymyslet lepší experiment, což je zcela určitě mimo dnešní možnosti fyzikálního bádání.

■ *JŽ: Kolik článků jste dosud publikoval a jaký je váš citační index?*

JM: Přímo (nějakým prokazatelným způsobem) jsem se podílel asi na sedmdesáti článcích. Prvním autorem jsem jen asi u dvanácti. Citační index je v poslední době vysoký, protože nám začali počítat podobně jako v částicové fyzice i aktivní účast na společných evropských projektech, takže naposledy, když jsem se díval, jsem měl H-index už 36. Je samozřejmě sporné, zda je to fér, ale většinou skutečně něco navíc pro společná zařízení děláme a pak je trochu smutné vidět, jak naše administrativy nachází čas vymýšlet své vlastní metody, jak naši práci v zahraničí kvantifikovat po svém...

■ *JŽ: Jako vědec i pedagog se věnujete také psaní učebnic a knih. Můžete nám je více přiblížit?*

JM: Psal jsem kapitoly do monografie o jaderné energii. S dr. Milanem Řípou jsme přeložili knížku *Termojaderná fúze* z angličtiny a webové články, které jsem připravoval pro evropské pracoviště JET, jsem posléze vydal knižně. V současné době připravuji populárně-vědeckou publikaci ve spolupráci s prof. Petrem Kulhánkem a Dr. Věrou Krajčovou. Je to spousta náročné práce – ale je to práce, na kterou se vždy velmi těším.

■ *JŽ: Věnujete se popularizaci vědy? Jak myslíte, že je v současné době důležitá a co může lidem přinést?*

JM: Já se popularizaci vědy věnuji moc rád, vysloveně mě to těší. Myslím, že z hlediska dospělých občanů je důležité, aby měli možnost seznámit se na zajímavých příkladech s vědeckými metodami, aby co nejvíc lidí správně vědělo, jak poznáváme svět, a jak se ve světě přeplněném informacemi dá rozumně vyznat. Ještě raději ale vyprávím o naší práci mladým, třeba na středních školách, protože tam můžeme potkat a našťastí stále potkáváme nové talenty.

■ *JŽ: Co byste vzkázal čtenářům Československého časopisu pro fyziku?*

JM: Poprosil bych je, aby se zamysleli, zda určitě nemají v hlavě nějaký zajímavý příběh ze svého oboru, a pokud ano, ať ho časopisu určitě nabídnou.

■ *JŽ: Děkuji vám za rozhovor.*



Obr. 16 Narození dětí úplně změnilo můj život. Do té doby jsem totiž trpěl takovým zvláštním pocitem, že pořádně nedokážu „uchopit čas“. Až s dětmi jsem konečně začal vnímat, že mi život neprotéká mezi prsty...

⁴ J. Mlynář a kol.: Ubíhající elektrony v tokamacích. *Čs. čas. fyz.* **70**, 392–400 (2020).