

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Libor Pátý

Vývoj výuky a výchovy odborníků ve vakuové fyzice a technologii v našem státě

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 17 (1972), No. 4, 194--198

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138954>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1972

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

VÝVOJ VÝUKY A VÝCHOVY ODBORNÍKŮ VE VAKUOVÉ FYZICE A TECHNOLOGII V NAŠEM STÁTĚ

LIBOR PÁTÝ, Praha

Vakuová technika a technologie v našem státě má své počátky v období mezi dvěma světovými válkami. Továrny na žárovky a výroby elektronek pracovaly v té době převážně jako filiálky zahraničních firem a tyto firmy si školily potřebné odborníky pro továrny v Československu ve svých hlavních závodech (např. žárovkárna Philips, nyní Tovos, n. p.). První samostatné kroky učinila československá vakuová technika při výrobě vývěv (fy. Fysma a Kment) a při výrobě vysokonapěťových usměrňovacích diod a rentgenek (Meta-Vinopal) ve třicátých letech. V té době se začal zabývat prof. dr. V. DOLEJŠEK (Spektroskopický ústav přírodovědecké fakulty University Karlovy) vakuovou technikou a fyzikou jako nezbytným prostředkem pro zdokonalení metody rentgenové spektroskopie. Prof. Dolejšek sám, jak známo, věnoval pozornost difúzním vývěvám (konstrukce parafínové difúzní vývěvy), jeho spolupracovníci zdokonalili měřicí metody (manometry) a vypracovali další originální prvky vakuových aparatur. O výbojích v plynech, a tím i o některých problémech vakuové fyziky začal – pravděpodobně jako první v našich zemích – přednášet v r. 1937 tehdy habilitovaný docent V. KUNZL.

Pracovníci z průmyslu nalézali na Dolejškově ústavu možnost k zasvěceným konzultacím a v interakci tohoto universitního pracoviště s průmyslem lze spatřovat počátek výchovy odborníků ve vakuové fyzice, technice a technologii. Druhá světová válka přerušila práci Dolejškovy školy. Během války vystoupil do popředí význam vakuové techniky, a to jak v rozmachu výroby elektronek, zejména speciálních vysokofrekvenčních, tak i v rozvoji vakuové metalurgie.

Po 2. světové válce zůstaly u nás zbytky německého průmyslu, převážně válečného. Nikoliv nevýznamná jeho část využívala vakuové techniky jako výrobní metody; zůstalo u nás nejen výrobní zařízení, ale i zaškolené pracovní síly. Bylo proto využito těchto možností a postupně byly zakládány a po znárodnění nově organizovány závody a podniky vakuové techniky – např. Tesla Elektronik, Tesla Rožnov, Tesla Holešovice. Velmi brzy vyvstal problém nedostatku odborníků ve vakuové technice na všech úrovních vzdělání. Znárodnění továren zahraničních koncernů (Philips, Osram) mělo za následek ztrátu licencí, technické spolupráce a dodávek některých speciálních a technicky i technologicky náročných materiálů a polotovarů (wolframové spirály, getry, katody). To vyžadovalo rychlý vývoj a osvojení si výrobních technologických procesů, které by zajistily náhradu.

Průmysl si v počátcích vychovával potřebné odborníky sám přímo v provozech a laboratořích. V roce 1950–1951 na elektrotechnické fakultě ČVUT v Praze byla zavedena přednáška z vakuové techniky a později studijní směr elektrovakuové tech-

nologie. Na jeho přípravě se významně podílel prof. inž. dr. J. B. SLAVÍK; podobně i v Brně na Vysokém technickém učení (prof. inž. A. BLÁHA) byl zřízen v roce 1954 studijní směr vakuové elektrotechniky. Jako vysokoškolští učitelé spolupůsobili též pracovníci z průmyslu, kteří tak od počátku přispívali k úzkému kontaktu vysoké školy s praxí (např. zemřelý prof. dr. W. ESPE, inž. P. HIX). Náplní přednášek byl především přehled konstrukce elektronek a ostatních systémů, dále vlastnosti i druhy vývěv a manometrů a konečně též materiálová technologie. V té době se postupně zřizovaly výzkumné ústavy se zaměřením na elektrotechniku, elektroniku, sdělovací techniku, telekomunikace a další obory, v nichž je vakuová technika velmi důležitá*). Výzkumné a vývojové práce z oboru vakuové fyziky a techniky v těchto ústavech se ujmali absolventi technických škol. Zjevně chyběli odborníci s fyzikálním vzděláním. Z popudu státního výboru při ministerstvu školství a kultury bylo na matematicko-fyzikální fakultě University Karlovy v roce 1953 zřízeno oddělení vysoké frekvence a vakuové techniky, které ještě v témže roce bylo přeměněno v katedru. Vedoucím katedry byl jmenován prof. dr. V. KUNZL, bývalý žák a spolupracovník prof. Dolejka. Zřízením katedry se sledoval cíl postarat se o výchovu fyziků specializovaných v oboru vakuové a vysokofrekvenční techniky a současně vytvářet i podmínky k vědeckovýzkumné práci v tomto oboru.

Katedra vypracovala studijní plán, který přebíral přednášky z fyziky v prvních třech letech čtyřletého studia a v posledním roce zaváděl přednášky z výbojů v plynech, z vysokofrekvenční elektroniky, z kinetické teorie a vakuové technologie. V letech 1954–1956 bylo na MFF KU prvně zavedeno pětileté studium fyziky, bylo zřízeno vakuové praktikum, které obsahovalo základní úlohy vakuové metodiky (kalibrace manometrů, měření čerpacích rychlostí, měření sondových charakteristik, příprava konstrukce kompresního manometru). K přednáškám z kinetické teorie a vakuové technologie přistoupila výběrová přednáška „vybrané partie z vakuové fyziky“. Vakuovou technologii přednášel dr. W. Espe a jeho přednášky sloužily v dalších letech jako vzor i pro další přednášející. Výchova fyziků specializovaných v oboru vakuové fyziky byla dále doplňována diplomovou prací posluchače v posledních třech semestrech studia. Podobně jako v ostatních studijních specializacích, i v tomto oboru diplomová práce doplňuje znalosti posluchače studiem literatury týkající se určitého problému a zejména mu dává příležitost vlastní samostatné experimentální práce. Diplomové práce z oboru vakuové fyziky byly a jsou zaměřeny na řešení některého otevřeného problému, a to tak, aby si posluchač osvojil hlavní vakuové metody.

V letech 1955–56 se výchova techniků na ČVUT specializovaných v oboru elektrovakuovém přesunula z Prahy do Bratislavy na Slovenskou vysokou školu technickou.

*) Výzkumný ústav pro vakuovou elektrotechniku, Praha, dříve Výzkumný ústav pro vakuovou elektroniku a technologii součástek, který se vyvinul z n.p. Tesla-Elektronik

Výzkumný ústav pro sdělovací techniku A. S. Popova, Praha

Výzkumný ústav pro elektrotechnickou fyziku, Praha

Výzkumný ústav silnoproudé elektrotechniky, Běchovice

Na katedře radiotechnologie SVŠT, kterou vedl až do své smrti prof. ROZSYPAL, se rozšířily studijní plány ve prospěch vakuové techniky a vakuové technologie. Vakuovou technologii na SVŠT pěstoval soustavně od roku 1955 až do své smrti (1970) prof. Espe se svými žáky, především s doc. HARMANEM.

O výchovu fyziků na mimopražských univerzitách bylo postaráno v padesátých letech též v Brně, kde byla zřízena v roce 1959 katedra elektroniky a vakuové fyziky na přírodovědecké fakultě UJEP (pod vedením prof. V. TRUNEČKA) se studijním programem analogickým jako na katedře téhož jména v Praze. I v Bratislavě byla postupně věnována pozornost výchově vakuových fyziků, a to na katedře experimentální fyziky Komenského university (vedoucí prof. dr. ŠT. VEIS). Studijní plán specializace aplikované a experimentální fyziky obsahuje přednášky z vakuové fyziky, techniky a technologie i praktika v rozsahu blízcím se rozsahu studijních plánů specializace na pražské a brněnské universitě.

Růst elektrovakuového průmyslu – zejména Tesly Rožnov – a počínající se aplikace vakuové metodiky ve výrobě nevakuových elektronických prvků, zejména polovodičů, a aplikace v dalších oborech techniky si vyžádaly zřízení odborné školy směru vakuové elektrotechniky v Rožnově p. Radhoštěm, v jejíchž osnovách je vakuová technika zastoupena v 3. ročníku vyučovacím předmětem a cvičením v rozsahu 6 hodin týdně.

Na fakultě technické a jaderné fyziky ČVUT (nyní FJFI ČVUT) byla zavedena přednáška a vakuové praktikum (inž. ZD. ČEŠPÍRO) s možností vypracovat diplomovou práci z oboru vakuové fyziky (zejména z problematiky měřicích metod). Na fakultách elektrotechnických v Praze a v Brně jsou v studijních plánech přednášky z vakuové techniky. Na Vysoké škole báňské v Ostravě se přednáší vakuová metalurgie.

Studijní plány specializace vysoké frekvence a vakuové techniky v Praze a v Brně byly v průběhu let doplňovány a zdokonalovány. Zejména se přetvářely v směru fyziky plazmatu a fyzikální elektroniky, jak odpovídalo rozvoji těchto vědních disciplín. Výrazem těchto přeměn byla i změna názvů specializací a i kateder na „elektronika a vakuová fyzika“. Aktualizace sylabů přednášek byla prováděna rok od roku a byly v ní využívány i informace o studijních plánech na zahraničních univerzitách. Zřízení Čs. národního komitétu pro vakuovou fyziku, techniku a aplikace v roce 1964 umožnilo styk s Mezinárodní unií IUFTAV, jejíž jedna z komisí se stará o výchovu dorostu v oboru vakuových věd. Z výměny informací s pedagogy ze zahraničních vakuových společností vyplynulo, že v našem státě je studium vakuové fyziky, techniky a technologie široce založeno a že má velmi dobrou úroveň. V zahraničí je speciální studium vakuové fyziky a techniky široce organizováno jen v Sovětském svazu, specializace je též v Polsku a v Maďarsku. V západních státech je pouze v Holandsku katedra vakuové fyziky (Groningen). V NSR se plánuje zřízení ústavu, který by se ze značné části věnoval vakuové fyzice a výchově odborníků na postgraduální úrovni. V ostatních západních státech se výchova odborníků provádí téměř výhradně v rámci práce na disertačních pracích odpovídajících různým akademickým stupňům, a má proto

ráz téměř výlučně individuální. Komise IUFTAV (předseda dr. DEGRAS, Saclay) se v současné době zabývá otázkou optimálního studijního plánu v těchto oborech.

V současné době je u nás výuka vysokoškolsky vzdělaných odborníků ve vakuové fyzice, technice a technologii*) charakterizována dvěma směry. První je universitního typu a je zaměřen na hlubší poznání fyzikálních problémů a experimentálních metod s cílem vychovat absolventy pro výzkumně vědeckou práci. Na Universitě Karlově v současné době má studium tento průběh: Po studiu základů fyziky, uzavřeném soubornou zkouškou, studuje posluchač specializace v 5. – 7. semestru přednášky z vakuové fyziky a z vakuové technologie v rozsahu 2. semestrálních hodin (dr. L. PÁTÝ). Přednášky seznamují posluchače s fyzikou plynů, kinetickou teorií, objemovými a povrchovými procesy ve vakuových systémech, dále s metodami získávání a měření nízkých tlaků a konečně s prvky vakuových aparatur, jakož i s přehledem technologie hmot pro konstrukci vakuových systémů i aparatur. Sled přednášek je provázen praktikem sklářských prací a praktikem, v němž se posluchači seznamují se základními úlohami vakuové metodiky (práce s vakuovou aparaturou, kalibrací manometrů a s metodami hledání netěsností). V sedmém semestru přistupuje speciální praktikum, v němž posluchač pracuje na určitém experimentálním nebo teoretickém problému a uzavírá jej písemnou zprávou a ústním referátem. V témže semestru absolvuje speciální seminář, v němž se učí pracovat s cizojazyčnou literaturou a referovat o jednotlivých literárních pracích. Součástí semináře je i praktické početní cvičení, které doplňuje přednášky. Zbylé tři semestry jsou věnovány diplomové práci a absolvování výběrových přednášek, jež jsou však povinné pro posluchače, kteří se věnují vakuové fyzice. Jsou to přednášky z adsorpce plynů na pevných látkách, ultravakuové fyziky a konstrukce vakuových aparatur. Posluchač ve sledu přednášek, praktik a seminářů získává takový stupeň vědomostí a experimentální dovednosti, že v diplomové práci je bezprostředně schopen samostatně pracovat na daném problému. Diplomová práce obvykle řeší některý nepříliš rozsáhlý problém oboru; určitý počet těchto prací se publikuje. Posluchač specializace spolu s tímto programem absolvuje přednášky, semináře a praktika z fyz. elektroniky a fyziky plazmatu a díky tomu získává znalosti z oborů vakuové fyzice nejbližších. Na přírodovědecké fakultě UJEP v Brně je studijní plán obdobný, liší se jen menším rozsahem výběrových přednášek.

Druhý směr je technického a technologického typu a je reprezentován studiem na SVŠT v Bratislavě. Posluchači specializace absolvují přednášky z vakuové techniky (7. a 8. semestr) v rozsahu dvou semestrálních hodin a praktikum z vakuové techniky, zaměřené zejména na vlastnosti vývěv (prof. A. Bláha). Studijní plán kromě toho obsahuje přednášku „Fyzika a technologie materiálů“ a praktikum vakuové technologie. V posledním roce studia posluchači vypracovávají semestrální diplomovou práci; mezi tématy jsou problémy z vakuové techniky a technologie.

*) Přehled přednášek a cvičení je spolu se sylaby uveden v brožuře: R. HARMAN, *Výučba a výchova v oblasti vakuové fyziky* (vydal Čs. nár. komitét pro vakuovou fyziku, techniku a aplikace v roce 1968).

Univerzitní studium umožňuje pokračování ve vzdělávání na postgraduální úrovni. Jde jednak o práci disertační a studium k rigorózním zkouškám. V posledních letech se stává téměř pravidlem, že zvláště schopní absolventi pracují dále na stáži na experimentálním nebo teoretickém problému, nejčastěji problému své diplomové práce a předkládají doktorskou disertační práci, u níž je vždy požadavek zralosti pro publikaci. Část rigorózní zkoušky obsahuje molekulovou nebo statistickou fyziku.

Dalším stupněm vzdělání je aspirantura, která je možná jak na universitě, tak na vysoké škole technické. Aspirantura umožňuje nejvyšší stupeň vzdělání v oborech vakuové fyziky, techniky a technologie.

Vedle popsaných vysokoškolských studií, která je možno absolvovat buď v denním, nebo dálkovém studiu, existují i mimořádné formy získání informací v oboru vakuové fyziky a techniky. Jsou to zejména kursy, semináře a letní školy pořádané různými institucemi (býv. Soc. akademie, Jednota čs. matematiků a fyziků), které proběhly např. v letech 1963 a 1964 a jichž se zúčastnilo mnoho pracovníků z praxe.

Absolventi univerzitního směru se uplatňují v ústavech Akademie, v resortních výzkumných ústavech, na vysokých školách a v laboratořích podniků. Dosud se takto umístilo několik desítek absolventů. Lze říci, že velmi dobře pracují v různých oborech výzkumu. Je to zejména proto, že vakuová metodika je velmi častou pracovní pomůckou v nejrůznějších oborech.

Absolventi technického a technologického směru se pracovně zařazují hlavně v průmyslu, a to jednak ve vývoji a laboratořích, jednak přímo ve výrobě. Tak se uplatnilo přes 100 absolventů.

Na závěr předloženého přehledu lze říci, že je v našem státě po stránce struktury studijních plánů a organizace výuky o vzdělání v oborech vakuové fyziky, techniky a technologie postaráno dobře, jak to také zasluhuje obor, který má velmi těsnou souvislost s průmyslovou aplikací. Je ovšem nezbytné sledovat vývoj oboru a rychle mu přizpůsobovat i formy výuky a domýšlet všechny souvislosti mezi výchovou v příbuzných oborech.

Konečně je nutno poznamenat, že úroveň výuky je funkcí nejen promyšlenosti plánu a poctivého úsilí učitelů, ale též hmotného vybavení laboratoří. V tomto směru úroveň výuky u nás bohužel zaostává za zahraniční.

Autor děkuje inž. Zd. Češpírovi, dr. M. Rozsivalovi a prof. dr. V. Trunečkovi za cenné připomínky k rukopisu a článek doplňuje přehledem některých skript, učebnic a monografií z oboru vakuové fyziky:

- [1] ZOBAC L.: *Základy vakuové techniky*, Praha, SNTL, 1954.
- [2] PÁTÝ L. A KOL.: *Fyzika nízkých tlaků a vakuová technika*, skripta ze semináře Soc. akademie, Praha, 1964.
- [3] BLÁHA A.: *Vákuové merania*, SVTL/SNTL, Bratislava, 1960.
- [4] ESPE W.: *Technológia hmot vakuovej techniky*, 3. díly, NČSAV,
- [5] HIX P.: *Základy vakuové technologie*, skripta ČVUT, SPN, Praha, 1958.
- [6] ZÁVIŠKA FR.: *Kinetická teorie plynů*, Věd. vydav., Praha, 1951.
- [7] PÁTÝ L.: *Fyzika nízkých tlaků*, Academia, Praha, 1968.
- [8] ČEŠPIRO ZD.: *Vakuová technika*, skripta ČVUT, Praha, SNTL, 1965.