

Mezinárodní centrum pro vnitřní prostředí a energii DTU, Lyngby, Dánsko – z pohledu studenta

International Centre for Indoor Environment and Energy
DTU, Lyngby, Denmark – as seen by a student



Ing. Luboš FOREJT,
doktorand, ČVUT v Praze, Fakulta
strojní, Ústav techniky prostředí

Autor podává stručnou charakteristiku významného evropského výzkumného pracoviště, na kterém, jako jeden ze skupiny studentů Ústavu techniky prostředí, po dobu jednoho roku studoval, řešil a obhájil diplomovou práci na téma „Personalized Ventilation in Combination with Total Volume Ventilation“ (Osobní větrání kombinované s celkovým větráním).
Klíčová slova: výzkumné centrum, vnitřní prostředí, studium

Recenzent
Prof. Ing. František Drkal, CSc.

The author brings a brief characteristic of leading European research establishment, at which he as one of the group of Institute of environment engineering students had been studying for a time of one year and after elaboration he defended the degree work on the subject of “Personalised Ventilation in Combination with Total Volume Ventilation”.

Key words: research centre, indoor environment, study

Dánsko je jednou ze zemí na světě, která se může pochlubit vysokou úrovní dobře dotovaného výzkumu. Není tedy náhodou, že v městečku Lyngby na severu Kodaně se v rozsáhlém kampusu Dánské technické university (Technical University of Denmark – DTU) nachází jedno z předních světových výzkumných pracovišť v oblasti vnitřního prostředí: Mezinárodní centrum pro vnitřní prostředí a energii (International Centre for Indoor Environment and Energy – ICIEE).

ICIEE bylo založeno v roce 1998 na DTU, za podpory štedrého grantu 9 mil. EU Dánské technické výzkumné rady s kontraktem na 10 let. Toto nové výzkumné centrum bylo vybráno ze 30ti návrhů reprezentujících všechny inženýrské obory v Dánsku. Spolupráce představuje největší rozmach dánskému výzkumu v oblastech vnitřního prostředí a fyzikálního chování budov. ICIEE je začleněno do Ústavu energetiky DTU jako skupina Vnitřního prostředí a energie. Je zde uskutečňován výzkum společně s vědeckými pracovníky z Ústavu budov a energetiky a Ústavu energetického inženýrství mechaniky tekutin ve spolupráci s univerzitou v Aalborgu (Dánsko).

Výzkumným záměrem je studium vlivu kvality vzduchu a tepelného prostředí na pohodu, zdraví a produktivitu osob. Významnými součástmi výzkumu je modelování přestupu vlhkosti ve stavebních prvcích, spotřeba energie budov a distribuce vzduchu v prostorech. Účelem je vytvořit praktické nástroje pro následné využití v oborech vytápění, větrání a klimatizace a ve stavebním průmyslu. V této oblasti výzkumu má DTU dlouholetou tradici. Vznikem ICIEE má být zaručen další rozvoj, upevnění této činnosti a její pokračování do příštích let.

Centrum bylo až do letošního roku úspěšně vedeno jedním z nejuznávanějších vědců v oboru vnitřního prostředí Prof. P. Ole Fangerem, D.Sc., Hon.D.Sc. Mezi jeho dosavadní přínos vědě a odborné veřejnosti zmiňme alespoň modely (např. pro určení tepelné pohody a kvality vzduchu), které jsou dnes již součástí mnoha mezinárodních i národních technických norem, jednotky tepelné pohody PMV/PPD, či v neposlední řadě jeho doktorská práce „Thermal Comfort“ (z roku 1970, která byla vydána knižně v objemu přes 13 000 kusů a několikrát opětovně vytištěna).

Komplexní výzkumný záměr ICIEE logicky vyústil v sestavení špičkového vědeckého týmu, jak s jednostranným zaměřením na strojní inženýrství, tak s mezioborovým zaměřením (strojní inženýr + chemik či strojní inženýr + lé-

kař). Někteří z nich zde působí po celý rok, jiní přijíždějí jen na krátká období. Tito vědci zpravidla vedou několik výzkumných týmů po světě, a při svých návštěvách prezentují nejnovější poznatky formou seminářů a diskusí. Vedle již zmíněné propojenosti Centra s ostatními ústavu DTU, je zde patrná další spolupráce s výzkumnými centry a univerzitami z Evropy, Ameriky i Asie, dále také s dánskými konzultačními a softwarovými firmami či s průmyslovými koncerny.

ICIEE má k dispozici rozsáhlá zařízení k výzkumu vlivu vnitřního prostředí na pohodu, zdraví a produktivitu lidí. Jedná se především o sedm plně kontrolovatelných klimatických komor a laboratoře simulující reálné pracovní prostředí. Jedna z komor je navržena primárně pro experimenty na tepelnou pohodu; dvě identické nerezové vzájemně propojené komory pro experimenty na vnímání kvality vzduchu lidmi; tři další, téměř identické klimatické komory spojují vlastnosti tradiční klimatické komory s opticky reálným prostředím (slouží zejména ke studování kombinovaného vlivu znečištění, vlhkosti, teploty a rychlosti vzduchu, hluku, osvětlení či typu větracího systému) na pohodu, zdraví a produktivitu osob; sedmá komora je využívána k výzkumu distribuce vzduchu a škodlivin v místnosti s variabilními rozměry podlahy a výšky stropu.

Při studování reakcí lidí na různé vlivy a změny parametrů vnitřního prostředí je vždy usilováno o maximální přiblížení laboratorního (uměle vytvořeného) prostředí reálným podmínkám na pracovišti. Proto jsou zde k dispozici i učebny přestavěné v laboratoře simulující realističtější běžné pracovní prostředí. Kromě laboratorních studií vnitřního prostředí, jsou v programu Centra rozsáhlá měření v komerčních budovách a veřejných prostorech (např. hodnocení kvality vzduchu, intenzity a účinnosti větrání či tepelné pohody). Výzkum však není zaměřen pouze na budovy, ale



Obr. 1 – Laser Doppler Anemometer při měření proudění v mezní vrstvě okolo dýchající figuríny s kontrolovanou teplotou povrchu

také na vnitřní prostředí v autech, vlacích, letadlech či v kabině jeřábu, kde je rovněž podrobně studována kvalita vzduchu a tepelná pohoda.

Mezi nejdůležitější a nejzajímavější měřicí instrumenty, které má Centrum k dispozici, patří dvě tepelné dýchající figuríny. Ty jsou úspěšně používány při proměřování tepelné pohody. Figuríny jsou rozděleny; jedna na 16 a druhá na 23 dílů, s individuálně řízenou teplotou povrchu. Tím může být zaznamenávána tepelná ztráta a povrchová teplota, jak pro každý segment zvlášť, tak i pro skupinu segmentů nebo pro celou figurínu. Obvykle se s nimi měří v experimentálních podmínkách podobných těm, kterým bude vystaven člověk. Figurína je navíc vybavena dýchacím zařízením, vyrobeným studenty ICIEE, které umožňuje blíže studovat kvalitu vdechovaného vzduchu či ovlivňovat okolní prostředí vydechovaným proudem vzduchu či škodlivinami. Mezi další měřicí přístroje patří např. Laser Doppler Anemometer pro přesné měření nízkých rychlostí, foto-akustické multi-plynnové monitorovací zařízení k měření účinnosti větrání v místnostech, průtoky ve ventilačních systémech či pro měření specifických chemických sloučenin ve vzduchu.

Pracovní prostředí, stejně jako pracovní nasazení, je na vysoké úrovni. Jak již bylo zmíněno, působí zde přední světoví experti např. ze Skandinávie, Anglie, USA, Japonska, kteří jsou úzce spjati s celosvětovým výzkumem čímž mají studenti, ať už se jedná o doktorandy, diplomanty či řadové studenty inženýrského studia, jedinečnou příležitost být školeni těmi z nejlepších v oboru. Výzkumníci i studenti jsou pravidelnými účastníky světových konferencí, např. Indoor Air, Healthy Buildings, Roomvent a autory nespočtu článků v časopisech (např. Indoor Air, Energy and Buildings).

Slovo „mezinárodní“ v názvu Centra dává tušit velké zapojení zahraničních subjektů do probíhajícího dění. Setkávají se zde studenti a vědci ze všech koutů světa (Evropané, Američané, Asiaté, Afričané, atd.) a hlavním komunikačním jazykem je pochopitelně angličtina. Centrum od prvního pohledu působí jako provázaný celek, kde panuje velmi přátelská atmosféra, která prostupuje jednáním se zaměstnanci Centra na všech úrovních tj. při plánování a realizaci projektů i v mimoprofesionálních záležitostech. Nejen díky této dobré komunikaci se zde studenti více zajímají o práce svých spolupracovníků a profesorů a neustále tak rozšiřují své znalosti a prohlubují kontakty na mezinárodní úrovni. Tradicí jsou např. páteční společné snídaně, kde se všichni, jinak během týdne plně zabraní do své práce, mohou sejít a podiskutovat. Nejsou výjimkou ani oficiální společenské akce, na které jsou zpravidla studenti srdečně zváni, či studenty pořádané neoficiální večírky, kterých se profesorský sbor rád zúčastňuje. O to je poté snadnější komunikace při hledání řešení ve výzkumné činnosti a v profesním vzdělávání.

Studenti ICIEE mají nejen špičkové technické zázemí (laboratoře a měřicí přístroje), kde jim je vždy k ruce odborný technik s plně vybavenou dílnou a obráběcími stroji, ale i velmi štedré administrativní zázemí. Každý má své vlastní pracovní místo s počítačem, přístup ke kopírce, tiskárnám, či jinému kancelářskému vybavení. Součástí Centra je rovněž aktualizovaná knihovna s publikacemi v několika světových jazycích. Není zde neobvyklé, že studenti pracují dlouho do nočních hodin a často i o víkendech, proto mají volný přístup do většiny prostor Centra a mohou tak pracovat kdykoliv potřebují.

Kromě tradičních oborových předmětů, se kterými se lze setkat na většině z technických univerzit, je zde vyučováno během roku několik zajímavých kurzů a přednášek vystihujících poslání ICIEE. Jedná se především o předmět Indoor Climate orientovaný na kvalitu ve vnitřním prostředí, zdroje a důsledky škodlivin v budovách, jejich měření a hodnocení. Dalším z pořádaných kurzů je např. Ventilation and Climatic Systems, jehož cílem je kompletní návrh klimatizace pobytových prostorů. Úkoly se řeší velmi komplexně. Obsahuje výpočtovou část (zátěže škodlivinami, tepelné zátěže), návrh klimatizační jednotky a rozvodné sítě, regulace, simulace rychlostních, koncentračních a teplotních polí v místnosti počítačovým modelem, měření a ověření navrže-

ného systému v plně vybavené laboratoři, celková energetická bilance budovy, prezentace a obhajoba před oponenty a celou třídou. Úlohy jsou vypracovávány ve dvou- či vícečlenných skupinách. Jelikož zadání je dosti obsáhlé a zasahuje do mnoha oblastí, jsou pozváni experti pro pomoc studentům při řešení specifické problematiky, tj. buď profesori přímo z Centra či externí spolupracovníci z jiných univerzit, konzultačních firem, průmyslu nebo z oboru počítačových simulací. Přednášky jsou vždy v angličtině, prezentovány v Powerpointu a studenti mají k dispozici kopie poznámek přednášejícího. Tím může posluchač intenzivněji vnímat a reagovat na přednášenou látku a studium je tak efektivnější. Vždy je kladen důraz na schopnost písemně shrnout nastudované a proměřené poznatky, na procvičení prezentace včetně obhájení své práce a na komunikaci s vyučujícími. Na konci semestru vždy probíhá hodnocení daného předmětu studenty, čímž může být kurz v následujícím roce vždy o něco lepší a zajímavější. Během studia panuje přátelská a otevřená atmosféra mezi studenty a vyučujícími, kteří jsou vždy otevření ke konfrontaci názorů, nápadů a dotazů studenta.

Centrum spolupracuje formou výměnných studijních pobytů s mnoha univerzitami na světě. Již několik let trvá i spolupráce ICIEE s Ústavem techniky prostředí Fakulty strojní ČVUT v Praze, díky níž naši diplomanti vyjíždějí ven za novými zkušenostmi. Diplomová práce se vypracovává po dobu dvou semestrů, čímž je dán velký prostor k vyřešení zajímavého projektu. Jelikož je Centrum na špičce současného vývoje techniky prostředí v oblasti vnitřního prostředí a jeho vlivu na tepelnou pohodu, kvalitu vzduchu a produktivitu osob a má dlouhodobý výzkumný záměr, do kterého jsou zapojeni i diplomanti, jsou témata prací vždy velice zajímavá a především velmi aktuální. Proto první měsíce jsou věnovány intenzivnímu studiu literatury a probíhají diskuse s odborníky i spolužáky. Student je se školitelem neustále v kontaktu a detailně plánuje řešení projektu a jeho zpracování. Není zde neobvyklé, že diplomant pracuje na projektu zasahujícího do uceleného dlouhodobého projektu některého z doktorandů. Tím může vzniknout provázanější spolupráce v týmu školitel-doktorand-diplomant, a student má tak větší představu o širší celé problematice. Díky grantu a především dobré provázanosti Centra s průmyslovým sektorem, jsou k dispozici prostředky na materiál i měřicí zařízení potřebné k úspěšnému vyřešení projektu. Studenti si sami po zaučení ocejchují měřicí přístroje, kompletně připraví měřicí prostory a ve spolupráci s odborným technikem vyrobí potřebné díly a pomůcky.

Přibližně v polovině projektu probíhá prezentace dosavadního postupu, výsledků a dalšího pokračování před profesorským sborem a spolužáky. Tím si lze ověřit správnost postupu a doplnit či vyřadit dílčí části projektu. Další fáze probíhají podle běžného scénáře: měření, analýza dat, hledání optimálního způsobu vyjádření naměřených hodnot, sepsání diplomové práce a obhajoba před expertem z dané problematiky z praxe. Prezentace je v Powerpointu a trvá přibližně půl hodiny. Poté následuje patnáct až dvacet minut obhajoba, kde otázky klade nejprve oponent a poté i další přítomní výzkumníci zajímaví se o dané téma. V případě obhajoby dánského studenta často bývají přítomni i rodiče, kteří hned po oznámení výsledků mají připravenou oslavu. Jsou jí přítomni přátelé, školitel, spolužáci, popřípadě i členové profesorského sboru.

Přínos Centra je obrovský. Profesori a celý sbor aktivně a nepřetržitě přispívají do celosvětového výzkumu a jsou členy významných světových vědeckých asociací. Jsou studentům a mladým vědcům vzorem a dávají jim skvělou příležitost k profesnímu i osobnímu růstu. Tvoří se zde myšlenky pro lepší navrhování budov a technických systémů takovým způsobem, aby především plnily požadavky lidí obývajících budovy, tedy aby byli lidé spokojeni s prostředím, zdraví a jejich práce byla efektivnější.

V článku bylo použito informací z oficiálních internetových stránek ICIEE (www.ie.dtu.dk) a poznatků autora z jednoletého studijního pobytu v tomto výzkumném Centru ve školním roce 2003/2004. ■