

## Simulace budov – stav techniky a uloha IBPSA<sup>\*)</sup>

### Building simulation: state-of-the-art and the role of IBPSA<sup>1)</sup>

J. L. M. HENSEN,  
J. A. CLARKE  
ESRU, University of Strathclyde,  
75 Montrose Street,  
Glasgow G1 1XJ, Skotsko<sup>2)</sup>

Recenzent  
prof. Ing. František Drkal, CSc.

*Příspěvek ukazuje v hlavních rysech současný stav techniky v oblasti integrované simulace budov a zařízení techniky prostředí. Na příkladu simulačního prostředí ESP-r je objasněn současný stav a budoucí směry vývoje. Je pojednáno o důležitosti vzájemné součinnosti v oblasti proudění vzduchu, vícerozměrného vedení tepla, osvětlení, CFD (počítačové mechaniky tekutin) a modelování toků energie. Jsou uvedeny argumenty dokládající, že má-li simulační technika proniknout do praxe v blízké budoucnosti, je třeba rozvinout aktivní činnost v oblasti vzdělávání a kvalifikovaného přenosu technologií.*

**Klíčová slova:** počítačové modelování, simulace, budovy, stavební fyzika, zařízení techniky prostředí, vytápění, větrání, klimatizace, osvětlení

*This paper outlines the current state-of-the-art in integrated building simulation. The ESP-r system is used as an example where integrated simulation is a core philosophy behind the development. The current state and future developments are illustrated with examples. The importance of the interoperability is discussed in the area of airflow, multi-dimensional conduction, lighting, CFD, and power flow modelling. It is argued that for building simulation to penetrate the profession in the near future, there is a need for appropriate training and professional technology transfer initiatives.*  
**Key words:** computer modelling, simulation, buildings, building physics, HVAC systems, heating, ventilation, air-conditioning, lighting

### DOSAVADNÍ STAV TECHNIKY

V současné době se staví nebo rekonstruuje mnoho budov bez ohledu na strategii šetření energií, ačkoliv v řadě případů by mohla být tato strategie součástí finančně efektivních metod výstavby. Odhaduje se, že téměř 80 % nových obchodních budov, stavebných každoročně ve Spojených státech, má velikost asi 2000 m<sup>2</sup> nebo menší. Tyto budovy, stejně tak jako obytné budovy pro jednu nebo více rodin, všeobecně projektují a realizují stavitelé nebo stavební podnikatelé podle předaného projektu bez výhodných úspor, které by přinesla počítačově zpracovaná analýza energetických potřeb budovy a správné dimenzování zařízení techniky prostředí (vytápění, větrání, klimatizace, osvětlení).

Aby mohlo dojít k podstatnému snížení spotřeby energie a ke zvýšení úrovně komfortu je třeba považovat budovy s jejich jednotlivými subsystémy za komplexně optimalizovatelné subjekty a nikoliv za souhrn určitého počtu nezávisle vyprojektovaných a nezávisle optimalizovaných komponent. Pro charakteristiku a dimenzování navrhovaného nového zařízení a představu o integraci systému, pro pomoc při identifikaci takových představ, jsou potřebné nástroje výpočetní techniky.

Ačkoliv byla vypracována v minulých letech řada počítačových programů s vysokým stupněm využití posledních technických vymožeností, jsou tyto programy typicky využívány vědeckými pracovníky, inženýry, kteří se zabývají projektováním velmi rozsáhlých budov a tím, jak přitom vyhovět zákonným předpisům (příčemž programy jsou obvykle převedeny do jednodušší počítačové formy nebo plánovacích listů).

Je paradoxní, že praxe architektů a projektantů u velkých firem se posunula k počítačovým programům pro projektování fyzikálních prvků staveb a systémů technických zařízení budov (teplovodní potrubí, vzduchovody, atd.); společenství projektantů však vyvinulo málo úsilí, aby se naučili zpracovávat a používat energetickou analýzu jako standardní součást procesu projektování. Ta se všeobecně přenechává specialistům z poraden-

ských firem z oblasti vytápění, větrání a klimatizace potom, až již byla budova definována.

Přitom existují reálné možnosti jak ovlivnit spotřebu energie změnou polohy budovy, změnou její orientace, prostorového řešení a konfigurace pláště stavby. Vyčkávání, až vše bude kompletně hotovo, a snad i určeny systémy vytápění, větrání a klimatizace i jiné systémy, může mít za následek promeškání příležitosti k dosažení úspor energie. Ačkoliv většina praktiků je si vědoma toho, že se objevují technologie simulace budov, jen málo z nich potvrdí, že má znalosti o jejich používání. Situace je zralá pro změnu, ke které dojde s nástupem:

- norem založených na provozní výkonnosti;
- činnosti společností, které se věnují efektivnímu rozvoji simulací – jako je např. společnost IBPSA;
- příslušného školení a dalšího vzdělávání;
- a rozvojem firem malého až středního rozsahu, přinášejících služby založené na simulaci.

Je zřejmé, že jakmile se simulační technologie začne používat ve větším rozsahu, vzrostou požadavky na simulační programy. Ačkoliv z hlediska vývoje spotřeby paliv to můžeme uvítat, uplatnění přináší problémy, neboť úkoly s tím spojené jsou velmi komplexní. Současné programy jsou schopny poskytnout řadu působivých ohodnocení provozní výkonnosti, je však mnoho zábran v jejich rutinní aplikaci v praxi (Clarke 1995), k nimž patří zejména naprostý nedostatek modelů standardních stavebních výrobků a jakýchkoliv prostředků pro přenos mezi programy. Na základě současného stavu techniky shrnuje dále uvedený text schopnosti jednoho ze systémů modelování: ESP-r.

### ESP-r SYSTÉM – PŘÍKLAD SOUČASNÉHO STAVU TECHNIKY

ESP-r systém (Clarke 1985) se trvale vyvíjí od roku 1974. Cílem je imitovat provozní výkonnost budovy způsobem, který:

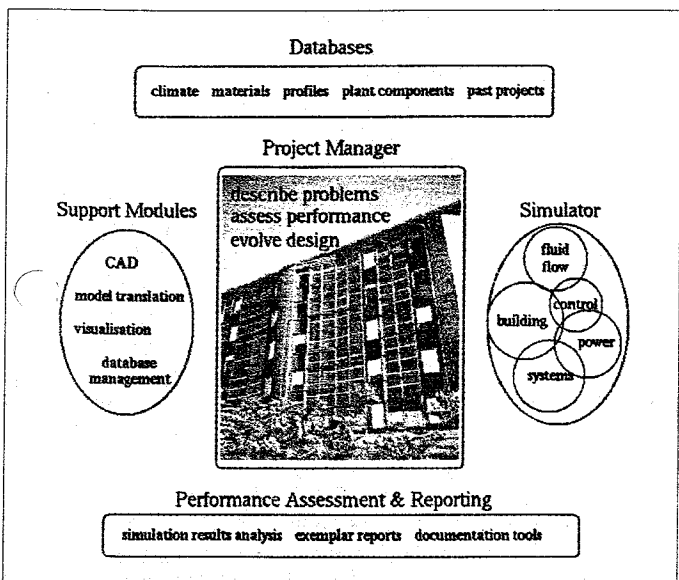
- a) odpovídá realitě;
- b) umožňuje použití od úvodního až do prováděcího projektového stadia;
- c) poskytuje integrované hodnocení provozní výkonnosti,

<sup>\*)</sup> IBPSA: International Building Performance Simulation Association – <http://www.ibpsa.org>

<sup>2)</sup> <http://www.strath.ac.uk/Departments/ESRU/>

přičemž žádný jednotlivý úkol není nadměrně upřednostněn. ESP-r je možno získat jako licenci pro výzkum (bezplatně) nebo licenci pro obchodní využití (za malé náklady) od University of Strathclyde. V obou případech je dán k dispozici zdrojový kód.

ESP-r se skládá z ústřední řídicí jednotky – Project Manager (PM), kolem níž jsou uspořádány podpůrné databáze, simulátor, nástroje pro stanovení provozní výkonnosti, řada podpůrných aplikací pro CAD, vizualizaci, zpracování zpráv, atd. (obr. 1). Funkcí PM je koordinovat definici problému



Obr. 1 Architektura programu ESP-r zobrazující ústřední řídicí jednotku a její podpůrné nástroje

Databases – databáze; climate – klima; materials – materiály; profiles – profily; plant components – součásti zařízení; past projects – minulé projekty;

Project Manager – řídicí jednotka; describe problems – popis problémů; asses performance – stanovení provozní výkonnosti; evolve design – vývoj projektu

Support Modules – podpůrné moduly; CAD (Computer Aid Design) – počítačová grafika; model translation – překlad modelu; visualisation – vizualizace; database management – řízení databáze

Simulator – simulátor; fluid flow – proudění tekutiny; building – budova; control – řízení; power – energie; systems – systémy

Performance Assessment Reporting – stanovení provozní výkonnosti a zpracování zprávy; simulation results analysis – analýza výsledků simulace; exemplar report – vzorová zpráva; documentation tools – nástroje pro dokumentaci

a zadat (přijmout) model dat do(z) podpůrných aplikací. Nejdůležitější je, že PM podporuje přírůstkový vývoj návrhu, tak jak ho požaduje podstata procesu projektování.

Typickým počátkem prací na novém projektu je podrobná prohlídka a příprava podpůrných databází. Ty zahrnují tepelné, vlhkostní a optické vlastnosti stavebních prvků a konstrukcí, typickou skladbu osob, dále soubory tlakových součinitelů využívaných při modelování proudění vzduchu, prvky pro modelování systémů vytápění, větrání a klimatizace, data o druzích plísni využívaná při předpovídání místních povrchových podmínek k hodnocení nebezpečí vzniku plísni, soubor klimatických dat reprezentujících různé místní (zeměpisné) polohy. ESP-r poskytuje možnost vytvořit nové databáze pro případy, kdy je nutno přidávat nové informace.

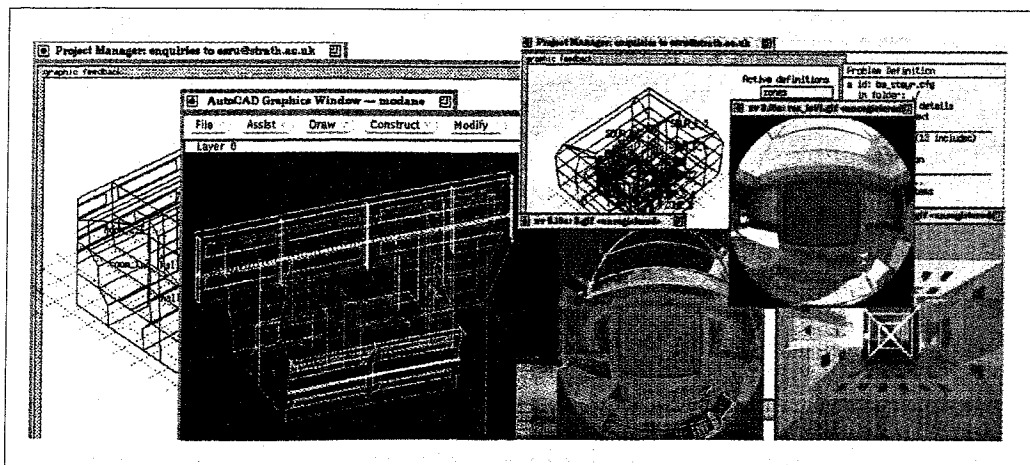
Ačkoliv postup při definování problému záleží do značné míry na osobních preferencích, není neobvyklé zahájit práce specifikací geometrie budovy použitím nástroje CAD. ESP-r je kompatibilní s programy AutoCad (Autodesk 1989) a XZIP (Stearn 1993), z nichž každý může být použit pro znázornění libovolně složité budovy (obr. 2).

Po zavedení geometrie budovy do řídicí jednotky (PM) následuje výběr výrobků (např. konstrukcí stěn), definice subjektů (např. skladby obyvatel) z podpůrných databází a jejich spojení s povrchy a prostory, kterých se týká definovaný problém. Tím je dosaženo stavební a provozní funkčnosti objektu. Dobře pojatá abstrakce problému, kterou se dosáhne přiměřeného vyřešení úkolu při minimalizaci počtu zón, jimž je třeba přisuzovat určité vlastnosti, je oceňována zvláště začátečníky v používání simulací.

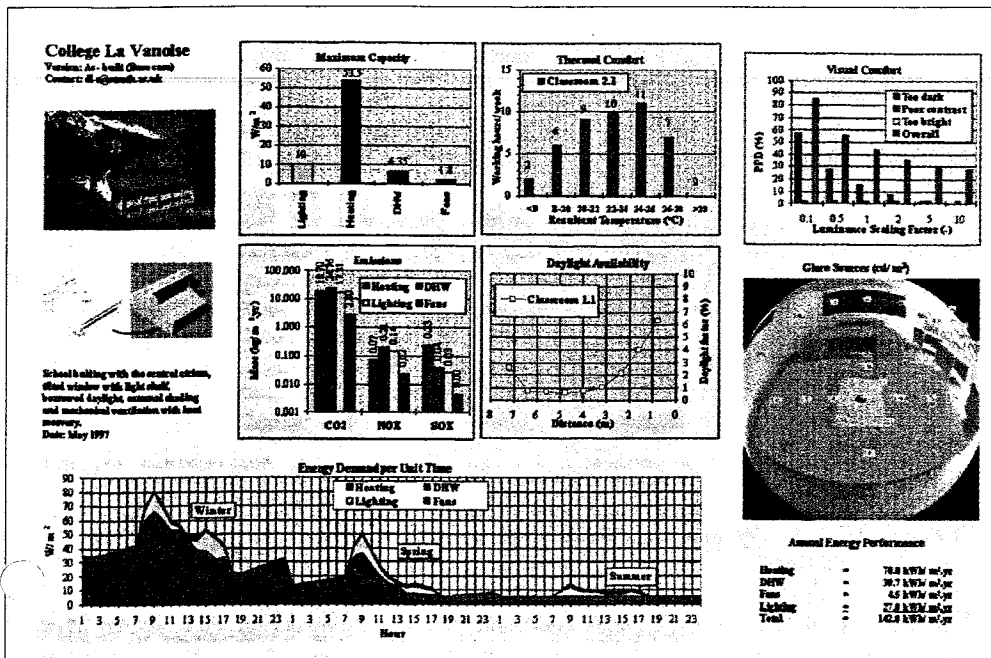
PM poskytuje barevné, efektní, fyzikálně správné obrazy osvětlení systémem RADIANCE (Ward 1933) a wire-frame fotomontáže systémem VIEWER (Parkins 1977), automaticky generující potřebné vstupní modely a řízení těchto dvou aplikací (obr. 3).

Podle požadavků jsou definovány komponenty sítí systémů vytápění, větrání a klimatizace (Hensen 1991, Aasem 1993, Chow 1995), průtok rozváděných tekutin (u budovy se jedná o vzduch, u technických zařízení o pracovní látky) (Clarke a Hensen 1990, Hensen 1991) a rozvody elektrické energie (Kelly 1996). Začlenění sítí do modelu budovy je provedeno tak, že se zachovává jejich podstatné vzájemné dynamické působení.

Systém řízení pak může být definován v závislosti na objektu hodnocení. V ESP-r to zahrnuje sestavení řady uzavřených nebo otevřených smyček, z nichž každá obsahuje snímač (pro měření některého simulovaného parametru v každém časovém kroku), řídicí systém (pro vyslání řídicího signálu) a regulační algoritmus (pro uvedení snímačem zjištěného stavu do vztahu s ovládaným stavem). Zpravidla jsou tyto smyčky použity pro regulaci součástí technických zařízení uvnitř budovy, pro začlenění těchto součástí do jednotlivých zón budovy, pro řízení technických zařízení na venkovní straně budovy (např. okenic) a pro koordinaci prvků ovládajících přirozené proudění (např. otvírání oken) – při reakci na podmínky venkovního klimatu i vnitřních zátěží. Řídicích smyček může být také použito pro změnu vstupních parametrů v závislosti na čase (např. pro změnu alternativních konstrukčních prvků) nebo pro zavádění proměnných parametrů (např. součinitelů přestupu tepla).



Obr. 2 Definování geometrie problému programem AutoCad



Obr. 3 Integrovaný souhrn provozní výkonnosti s uvedením podrobností o sezónní spotřebě paliva, emisí do životního prostředí a tepelné/vizuální pohody

School building – školní budova s centrálním atriem, výklopnými okny se světlou římsou, světlíkem, vnějším stíněním a nuceným větráním se zpětným získáváním tepla;

Energy Demand per Unit Time – spotřeba energie za jednotku času; Heating – vytápění; DHW – ohřev užitkové vody; Lighting – osvětlení; Fans – ventilátory; Winter – zima; Spring – jaro; Summer – léto; Hour – hodina

Maximum Capacity – maximální výkon

Thermal Comfort – tepelná pohoda, Working hours/week – pracovní hodiny/týden, Classroom – třída, Resultant Temperature – výsledná teplota

Visual Comfort – vizuální pohoda, PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) – procentuální podíl nespokojených (osob), Too dark – příliš tmavé, Poor contrast – slabý kontrast, Too bright – příliš jasné, Overall – celkové, Luminance Scaling Factor – součinitel jasu

Emissions – emise, Mass – hmotnost

Daylight Availability – dostupnost denního světla, Daylight factor – číselník denní osvětlenosti

Glare Sources – zdroje oslnění

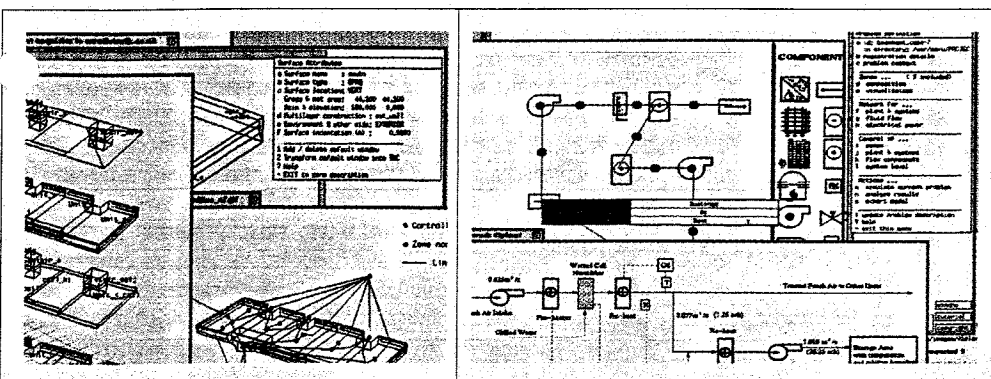
Annual Energy Performance – roční energetická provozní výkonnost

- ☐ K materiálovým vlastnostem je možné přiřadit jejich speciální chování, např. produkci elektrické energie krystalickými nebo amorfními fotoelektrickými články (Clarke a ost. 1996).
- ☐ Modely mohou být doplněny vlhkostními vlastnostmi materiálů pro definování jejich závislosti na vlhkosti a teplotě, při simulaci toku vlhkosti ve studiích zabývajících se tvorbou plísní (Anderson a ost. 1996).

Řídící jednotka (PM) je schopna ukládat do paměti a pracovat s textem a obrázky, které dokumentují problém a jakékoliv speciální technické charakteristiky. Je také možné spojit integrovaný souhrn chování budovy a technických zařízení se záznamem (obr. 3), takže projektovaný objekt a jeho chování mohou být ohodnoceny bez potřeby zadávání dalších simulací.

Problém – od jednoduchého prostoru s jednoduchým řízením a předepsaným větráním, až k celé budově se složitějšími technickými systémy, distribuovaným řízením a náročnými detaily – může být předán do ESP-r simulátoru, kde se numericky integrují rovnice pro zachování hmoty a energie v časových intervalech po dobu zvoleného časového období. U problémů, které se týkají využití denního světla může simulátor vyvolat systém RADIANCE v přímé vazbě nebo v režimu součinitele denního osvětlení (Clarke a Janak 1998) a kvantifikovat požadavky na časové rozložení vnitřního osvětlení pro vstup (přes snímač) do řídicí smyčky umělého osvětlení. Simulace, v časových intervalech několika minut nebo hodin, poskytují informace o stavu (např. teplotě, tlaku, atd.) pro každou samostatnou zónu.

Moduly ESP-r pro analýzu výsledků se používají ke znázornění simulačních řešení a zabývají se různými druhy hodnocení provozní výkonnosti; na základě těchto hodnocení pak mohou následovat změny parametrů modelu. Ačkoli rozsah analýz je v podstatě neomezený, vzájemné propojení různých ukazatelů



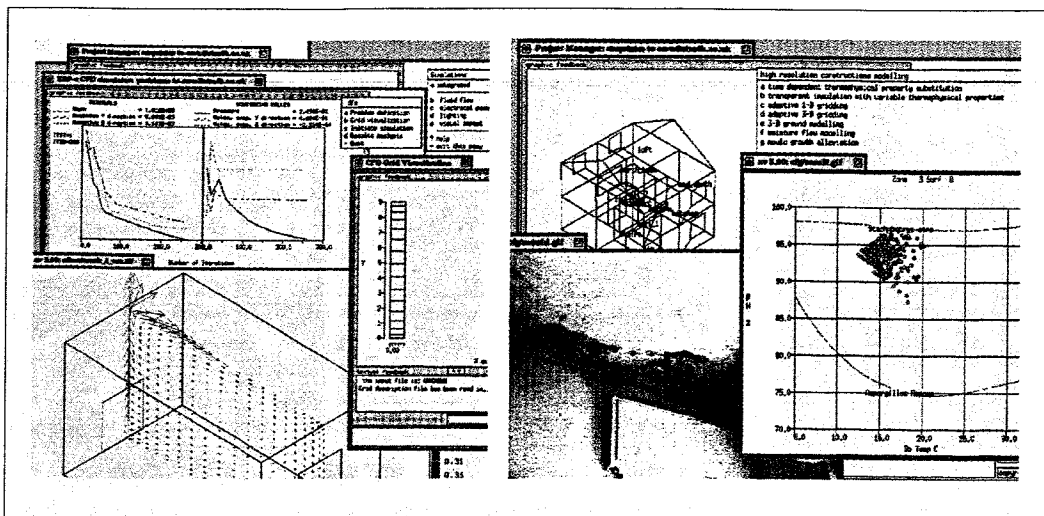
Obr. 4 Definování sítě přirozeného proudění vzduchu Definování klimatizačního zařízení

Pro potřeby specialistů mohou být jednotlivé části problému rozlišeny podrobněji, např.:

- ☐ Implicitní jednorozměrná síť v systému ESP-r, představující vedení tepla stěnou, může být nahrazena dvoj- nebo trojrozměrnou sítí, aby byla lépe vyjádřena komplexní geometrická charakteristika nebo tepelný můstek (Nakhi 1995).
- ☐ Aby se umožnila navazující počítačová simulace neizotermního proudění (CFD) (Negrao 1995, Clarke a ost. 1995), může být vložen do zvoleného prostoru jedno-, dvoj- nebo trojrozměrná síť.

výkonnosti (obr. 3), a uplatnění těchto ukazatelů na projekční změny je problematické, protože chybí normy provozní výkonnosti i základní odborné vzdělání a školení v oboru simulací.

Řídící jednotka (PM) také nabízí modul, ve kterém jsou uchovávány v paměti minulé projekty a plně funkční trojrozměrné modely. Řada souborů příkladů je zahrnuta do ESP-r jako pomoc při aplikačních školeních (Hand a Hensen 1995). V těchto souborech jsou zahrnuty projekty od jednoduchých problémů demonstrujících konstrukci základního modelu, přes projekty ve skutečném



Obr. 5 Prognóza růstu plísní;

Integrovaná analýza metodou CFD (počítačové dynamiky tekutin)

měřitku, a nakonec i systémy, které obsahují speciální součásti, jako jsou fotoelektrické články, moderní typy zasklení oken nebo zaplavovací větrání. K dispozici jsou jako přímo přístupné příklady také četné význačné budovy v Evropě.

Jako typické příklady je možno uvést:

- Kancelářský objekt s přirozeným větráním, představující systém s mnoha zónami a připojenou sítí proudění vzduchu (obr. 4 – vlevo). Typická aplikace: hodnocení vnitřní teploty v letním období za náročných klimatických podmínek, ve vztahu k předpokládané reakci osob.
- Klimatizační zařízení s úpravou teploty a vlhkosti vzduchu pro prostory, které vyžadují přesné řízení parametrů prostředí (obr. 4 – vpravo). Typická aplikace: dimenzování součástí zařízení, hodnocení alternativního dispozičního řešení a úpravy řídicího systému.
- Objekt s podrobným řešením tepelného můstku a explicitním vyjádřením toku vlhkosti. Typická aplikace: hodnocení nebezpečí kondenzace vodních par a růstu plísní (obr. 5 – vlevo), hodnocení variant řešení problému.
- Rozměrný tovární prostor se sálavým vytápěním a vloženou sítí pro modelování proudového pole (CFD). Typická aplikace: stanovení rozložení teplot v prostoru, při kterém se dosáhne tepelné pohody na pracovišti s minimální spotřebou energie (obr. 5 – vpravo).
- Kancelář s fasádou osazenou fotoelektrickými články a elektrickou sítí. Typická aplikace: odhad výroby elektrické energie na fasádě a možnosti zpětného získávání tepla, srovnání autonomního využívání s připojením na síť.
- Škola v níž se využívá denní osvětlení a řízené umělé osvětlení. Typická aplikace: stanovení možného snížení spotřeby elektrické energie a kontrola, zda případné snížení spotřeby elektrické energie není dosahováno na úkor jiných parametrů jako je tepelná a vizuální pohoda a spotřeba paliva pro vytápění.

Než bude možné používat simulační programy rutinně v praxi, musí být řešeny čtyři hlavní úkoly.

- Za prvé, protože veškeré projekční předpoklady podléhají nejistotě, musí mít programy schopnost pracovat (automaticky) na bázi pásem nejistoty pro vstupní a výstupní data. Takový systém se vyvíjí pro ESP-r (Macdonald 1996) tak, aby hodnocení provozní výkonnosti mohlo být stanoveno s rizikem, vyplývajícím z úvah o nejistotě použitých vstupních (projektových) parametrů.
- Za druhé, hodnocení zkušebních postupů musí být dohodnuto a rutinně používáno, protože modelovací systémy se vyvíjejí podle požadavků uživatele.

- Za třetí, schopnost programu spolupracovat musí být taková, aby podpůrné prostředí pro projektování se rozvíjelo v souladu s interdisciplinárními potřebami projektování. To bylo cílem projektu COMBINE Evropského společenství (Augenbroe 1992), v jehož rámci byl vyvinut Inteligentní integrovaný systém projektování budov (Clarke aj., 1995).
- Konečně, jsou potřebné prostředky na vývoj programů na bázi sdílení úloh, aby se zajistila integrita a možnost rozšiřování budoucích systémů. To bylo cílem systému Energy Kernel System, financovaného

EPSRC (Clarke a ost. 1992), který se snažil eliminovat teoretické a softwarové nepropojení současných programů.

Literatura:

- [ 1 ] AASEM, E. O. (1993) „Practical Simulations of Buildings and Air-Conditioning Systems in the Transient Domain“ PhD Thesis ESRU, University of Strathclyde, Glasgow.
- [ 2 ] ANDERSON, J. G. A., CLARKE, J. A., KELLY, N., MCLEAN, R. C., ROWAN, N. and SMITH, J. E., (1996) „Development of a technique for the prediction/alleviation of conditions leading to mould growth in houses“ Final Report for Contract Number 68017 Scottish Homes, Edinburgh.
- [ 3 ] AUGENBROE, G. (1992) „Integrated Building Performance Evaluation in the Early Design Stages“ Building and Environment V27, N2, pp 149-61.
- [ 4 ] Autodesk Ltd (1989) „AutoCAD Release 10 Reference Manual“ Autodesk Ltd. Exeter.
- [ 5 ] CHOW, T. (1995) „Air-Conditioning Plant Components Taxonomy by Primitive Parts“ PhD Thesis ESRU, University of Strathclyde, Glasgow.
- [ 6 ] CLARKE, J. A. (1985) „Energy Simulation in Building Design“ Adam Hilger, Bristol and Boston.
- [ 7 ] CLARKE, J. A., HAND, J. W., MAC RANDAL, D. F., STRACHAN, P. A. (1995) „The Development of an Intelligent, Integrated Building Design System Within the European COMBINE Project“ Proc. Building Simulation '95, University of Wisconsin, Madison, USA.
- [ 8 ] CLARKE, J. A. AND HENSEN, J. L. M. (1990) „An approach to the simulation of coupled heat and mass flow in buildings“ in Proc. 11th AIVC Conf. Ventilation System Performance held at Belgirate (I) 1990, vol. 2, pp. 339-354, IEA Air Infiltration and Ventilation Centre, Coventry (UK).
- [ 9 ] CLARKE, J. A., DEMPSTER, W. M. AND NEGRAO, C. (1995) „The implementation of a computational fluid dynamics algorithm within the ESP-r system“ Proc. Building Simulation '95, University of Wisconsin, Madison, USA.
- [ 10 ] CLARKE, J. A., HAND, J. W., JOHNSTONE, C. M., KELLY, N., STRACHAN, P. A. (1996) „The Characterisation of Photovoltaic-Integrated Building Facades Under Realistic Operating Conditions“ Proc 2<sup>nd</sup> European Conference of Architecture Berlin, 26-29 March.
- [ 11 ] CLARKE, J. A., TANG, D., JAMES, K. AND MAC RANDAL, D. F. (1992) „Energy Kernel System“ Final Report for GR/F/07880 Engineering and Physical Science Research Council, Swindon.
- [ 12 ] CLARKE, J. A. and JANAK, M. (1998) „Simulating the thermal effects of daylight-controlled lighting“ Building Performance BEPAC journal issue 1 spring 1998.

- [13] HENSEN, J. L. M. (1991) „On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system“. Doctoral dissertation Eindhoven University of Technology (FAGO), (ISBN 90-386-0081-X).
- [14] HAND, J. W. AND HENSEN, J. L. M. (1995) „Recent Experiences and Developments in the Training of Simulationists“ Proc. Building Simulation '95, University of Wisconsin, Madison, USA.
- [15] MACDONALD, I. (1996) „Development of Sensitivity Analysis Capability within the ESP-r Program“ PhD Progress Report ESRU, University of Strathclyde.
- [16] NAKHI, A. (1995) „Adaptive Construction Modelling Within Whole Building Dynamic Simulation“ PhD Thesis ESRU, University of Strathclyde, Glasgow.
- [17] NEGRAO, C. O. R. (1995) „Conflation of Computational Fluid Dynamics and Building Thermal Simulation“ PhD Thesis ESRU, University of Strathclyde, Glasgow.
- [18] KELLY, N. (1996) „Electrical Power Flow Modelling in Buildings“ PhD Progress Report ESRU, University of Strathclyde, Glasgow.
- [19] PARKINS, R. P. (1977) „VIEWER (the BIBLE) Users Manual“ ABACUS Publication University of Strathclyde.
- [20] STEARN, D. (1993) „XZIP Users Manual“ IES Ltd, Glasgow.
- [21] WARD, G. (1993) „The RADIANCE 2.3 Imaging System“ Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, California. ■ ■

### \* Daikin & Matsushita zakládají "Alianci pro světový trh klimatizačních zařízení"

Nejprve vytvořily Carrier a Toshiba v oblasti klimatizačních přístrojů spojovací most mezi USA a Japonskem a nyní jdou podobnou cestou dva japonské giganti *Daikin Industries* a *Matsushita Electric Industrial Co. (Panasonic)*. Cílem je zvýšit oboustranně pozice na světových trzích klimatizačních přístrojů. Dohoda o intenzivní spolupráci byla podepsána koncem listopadu 1999 a jejími hlavními body jsou:

- Od dubna 2000 založit joint-venture podnik (50 : 50) s úkolem vyvíjet společně komponenty regulace. Hlavním záměrem je kromě toho nasazení nových chladiv (např. R 407C, R 410a).
- Od r. 2003 mají být po celém světě vzájemně sladěny stávající výrobní podniky, přičemž Daikin přebírá jednotky v horním výkonovém spektru (komerční j.), zatím co Matsushita/Panasonic jednotky v dolním výkonovém spektru (rezidenční j.).

Výrobky mají být dále dodávány pod dosavadními obchodními označeními.

12/2000

(Ku)

### \* Přednosti vlhčení vzduchu

V březnu 1997 založilo 13 německých firem „Zájmovou společnost pro vlhčení vzduchu“. Nutnost vlhčení vzduchu v určitých průmyslových provozech je dávno známa.

U člověka platí „vlhčení vzduchu = zdraví“. Optimální relativní vlhkost vzduchu je mezi 45 až 55 %. Dospělý člověk nadýchá za den mezi 11 500 a 14 500 litry vzduchu, což znamená asi 20 000 nadechnutí a vydechnutí. Suchý vzduch znesnadňuje příjem a transport kyslíku, vysušuje se sliznice se svým epitelem, což vede k omezené filtraci bakterií a virů. Při nedostatečné vlhkosti to začíná drážděním v nose, krátce na to jsou jazyk a hltan suché, člověk se nemůže soustředit a dochází ke zvýšenému ohrožení onemocněním. Obráceně mohou být léčeny vysokou vlhkostí vzduchu některé nemoci, jako např. bronchitida nebo astma.

Při jednom švýcarském pokusu v basilejských školkách bylo zjištěno, že ve třídách s vlhčením vzduchu na 50 % r.v. při cca 22 °C bylo během 9 týdnů zaznamenáno 195 dnů nachlazením, zatím co u tříd bez vlhčení vzduchu v téže době došlo k 338 dnům nachlazení.

CCI 11/99

(Ku)

### \* Klimatizovaná budova bez mechanického chlazení

V prosinci 1999 byl ve Frankfurtu položen základní kámen k "nové, technicky inovační a na nízkooenergetický standard dimenzované administrativní budově Prisma (hranol)". Jedenáctipatrová budova výšky 45 m bude mít venkovní fasádu o čelní délce 160 m a celkové ploše 7200 m<sup>2</sup> z dvojitého zasklení. Je koncipována jako trojúhelník v jehož středu se nachází atrium o ploše 3100 m<sup>2</sup>, které bude sloužit k oddechu zaměstnanců a současně bude "srdcem" koncepce klimatizace. Atrium bude mít skleněnou střechu s venkovními otočnými protislunečními lamelami. Bez použití klimatizačních zařízení mají být, na základě výpočtů, kanceláře celoročně zásobovány příjemně temperovaným vzduchem, takže provozní náklady budovy mají být o 20 % nižší než náklady na srovnatelnou běžně klimatizovanou budovu.

Základním kamenem koncepce klimatizace má být kanál, ležící asi 10 m pod zemí, délky 216 m, zapuštěný do spodní vody. V létě má být do kanálu, v němž bude panovat teplota okolo 10 °C, nasáván ventilátory venkovní vzduch (až 32 °C). Zde se venkovní vzduch jako v předimenzovaném výměniku tepla ochladí a pak se přivede při zemi do atria. V atriu bude vytvořena jezerní krajina s vodotryskem a 12 m vysokými stromy, kde se temperovaný vzduch navlhčí a dále ochladí. V případě potřeby je možno ještě zapnout v kancelářích podlahové chlazení, které odebírá chlad z druhého zemního výměniku tepla.

Zdrojem přívodu vzduchu do kanceláří bude vzduch z atria, kde má být při zemi teplota okolo 26 °C, uprostřed asi 27 °C a pod střechou cca 29 °C. Místnosti na straně atria budou dostávat vzduch klapkami přímo z něho. Do místností při venkovní (dvojité) fasádě bude přicházet vzduch z atria stropními kanály. Teplota v kancelářích nemá překročit 28 °C. Nejvyšší patro bude mít ještě dodatečné chlazení betonovým jádrem, které bude odebírat chlad z druhého zemního výměniku (jako podlahové chlazení). Odvod vzduchu z místností bude v létě kanály zabudovanými do betonového stropu do dvojité fasády. Při zdejší teplotě okolo 38 °C a teplotní diferencí vzhledem ke kancelářím 10 K by měl, podle výpočtů, vzniknout dostatečný sací účinek k odvodu vzduchu. Stejný účinek bude mít ve "špičce" vybudovaný sluneční komín. Aby se podpořil popsany chladicí účinek, je v nejteplejších dnech pamatováno i na noční vychlazení se zvýšenou výměnou venkovního vzduchu.

V zimě bude nasáván vzduch při teplotě -5 °C v zemním kanále (teplota okolo +4 °C) předehřát a podle potřeby dohřát zde v teplovodním výměniku na 18 °C. Ze zemního kanálu půjde část přiváděného vzduchu v rohu přímo slunečním komínem a vzduchovými kanály do místností. Zbytek vzduchu temperovaného v zemním kanále půjde do atria. Na straně dvojité fasády bude předehřátý vzduch veden podstropními kanály do kanceláří a odtud odcházet "letními přívodními kanály" nebo, u vnitřních místností sklopnými okny, do atria, kde se tak vytvoří příjemná teplota okolo 16 °C. Z atria bude pod jeho střechou odcházet ven. Podle potřeby bude vzduch v kancelářích ještě dohřát radiátory, zásobovanými teplem z výměňkové stanice dálkového tepla. Za slunných dnů bude sluneční záření působit dodatečný ohřev atria.

CCI 3/2000

(Ku)

### \* Nové pojmy ve světě obchodu

V současné době se ve světě obchodu a techniky objevují nové výrazy, které budou určovat naši budoucnost. Jde o výrazy *Facility Management*, *Outsourcing* a *Performance Contracting*. Všechny tyto výrazy mají základní myšlenku: Jestliže se technik-specialista ujme nějakého případu, činí tak s lepším výhledem na optimalizaci nákladů, než laik. Protože objednatelé bývají zpravidla v technice budov laiky, přistupuje vlastník nemovitosti k *Outsourcing* (vyhledávání dodavatele a služeb) a technik k *Facility Management* (komplexní řešení provozu budovy, včetně služeb). Použití úspor dosažitelných optimalizací zařízení lze použít k financování optimalizačních opatření. Pak jde o *Performance Contracting* (uzavírání smluv o výkonu). V této oblasti jsou průkopníky velké průmyslové koncerny, které mají k takovému podnikání dostatek kapitálu.

CCI 9/99

(Ku)