

Ing. Antonín LUPÍŠEK  
 ČVUT v Praze, Univerzitní centrum  
 energeticky efektivních budov  
 doc. ing. Tomáš MATUŠKA, Ph.D.  
 ČVUT v Praze, Fakulta strojní,  
 Ústav techniky prostředí

## Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (UCEEB) ČVUT

### University Centre of Energy Efficient building (UCEEB) ČVUT

Recenzent  
 Ing. Miloš Lain, Ph.D.

*Univerzitní centrum energeticky efektivních budov je nově vzniklý interdisciplinární výzkumný ústav ČVUT v Praze zaměřený na energeticky efektivní budovy se zdravým vnitřním prostředím, které jsou zároveň šetrné k životnímu prostředí. Hlavním cílem založení Centra je vývoj technologií pro snížení energetické náročnosti a zefektivnění využívání přírodních zdrojů při nové výstavbě i rekonstrukcích stávajících staveb. Cíle bude dosaženo holistickým přístupem koncentrací expertních znalostí z oblastí architektury, stavebnictví, strojírenství, informačních technologií a hygieny vnitřního prostředí a špičkového přístrojového vybavení Centra.*

**Klíčová slova:** energeticky efektivní budova, vnitřní prostředí, obnovitelné zdroje

*The University Centre of Energy Efficient Buildings is a newly established interdisciplinary research institute of Czech Technical University focused to energy efficient buildings having the healthy indoor environment that, at the same time, are environmentally friendly. The main objective for the Centre establishment is the development of technologies for the energy demand reduction and the efficient improvement of natural sources concerning new constructions and reconstructions of existing buildings. The objective is to be achieved by the holistic approach, the expert knowledge concentration from the field of architecture, construction, mechanical engineering, information technologies, and hygiene of indoor environment and the top instrument equipment of the Centre.*

**Keywords:** energy efficient building, indoor environment, renewable sources

### ÚVOD

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (UCEEB) v Buřtěhradě je nový ústav Českého vysokého učení technického v Praze. Vznikl ve spolupráci čtyř fakult: Stavební, Strojní, Elektrotechnické a Fakulty biomedicínského inženýrství. UCEEB bylo zřízeno v rámci Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace MŠMT jako jedno z regionálních vědecko-výzkumných center excelence. Hlavním posláním centra je přispět ke snížení spotřeby energie a zatížení životního prostředí ve stavebnictví. Toho bude docíleno výzkumem zaměřeným na nové technologie pro energeticky úsporné budovy s důrazem na zdravé vnitřní prostředí.

### VÝZKUMNÉ AKTIVITY CENTRA

UCEEB má při svém startu pět základních výzkumných skupin se svými programy výzkumu a vývoje (RP1 až RP5). Výzkumné skupiny zastupují jednotlivé aspekty technologií energeticky efektivních budov. Zjednodušeně se jedná o architekturu a energetickou náročnost v širším měřítku, energetické systémy, vnitřní prostředí, materiály a konstrukce a inteligentní řízení. Při řešení konkrétních výzkumných úkolů pro průmyslovou sféru budou skupiny podle potřeby úzce spolupracovat v individuálně sestavených týmech.

Vědecká, výzkumná a vývojová činnost centra bude zaměřena na celé spektrum problematiky udržitelné výstavby, zejména na:

- inovativní technologie a konstrukční řešení budov a jejich prvků s integrací nových materiálů, pokročilých senzorů a obnovitelných zdrojů energie;
- optimalizaci řídicích systémů budov a zdrojů energie tak, aby kromě energetické a materiálové efektivnosti bylo zajištěno i zdravé vnitřní prostředí;
- využití obnovitelných, recyklovatelných a recyklovaných domácích surovin na bázi dřevní hmoty a odpadních produktů;
- tvorby koncepcí, metodik, směrníc a technických norem pro potřeby státní správy a odborné veřejnosti.

V dalším textu jsou stručně představeny jednotlivé výzkumné programy UCEEB a jejich vybavení.

### RP1 – Architektura a interakce budov s životním prostředím

Výzkumná činnost bude zaměřena na řešení obvodových plášťů budov, stavební fyziky a pokročilých materiálových řešení pro energeticky efektivní budovy. Zejména se jedná o vývoj skladeb konstrukcí na bázi obnovitelných a recyklovaných materiálů a jejich ověření z hledisek požární bezpečnosti a akustické kvality, a dále o vývoj konstrukčních systémů a prvků z vysokohodnotných kompozitů, obvodových plášťů s integrovanými energetickými funkcemi a systémy inteligentního řízení. Výzkumný program se kromě toho soustředí na prefabrikaci energetických sanací budov a novou generaci lehké prefabrikace obvodových konstrukcí pro energeticky efektivní budovy. Součástí činnosti bude i tvorba databáze vlastností konstrukčních prvků a skladeb pro komplexní posuzování funkčních vlastností budov v celém životním cyklu budovy. Pod tematické zaměření výzkumného programu spadá i kvantitativní hodnocení mikroklimatických podmínek v urbanizovaném prostředí jako je monitorování toků vody a energie nad různými druhy povrchů, jejich retenční schopnosti apod.

Experimentální ověřování inovativních řešení obvodových plášťů budov bude probíhat v několika laboratořích. Laboratoř tepelné techniky bude vybavena malou (vzorky 1 × 1 m) a velkou (vzorky 3 × 3 m) klimatickou dvojkomorou pro zkoušení konstrukčních skladeb a stavebních prvků při různých tepelně-vlhkostních podmínkách v ustáleném i neustáleném stavu. Pro dlouhodobé zkoušky je na západní fasádě budovy UCEEB situována klimatická místnost se 6 testovacími poli na rozhraní venkovního a vnitřního prostředí. Akustická laboratoř bude sloužit pro testování vyvíjených zvukově izolačních podhledů, akustických obkladů stěn a výzkum použití obnovitelných stavebních materiálů ve zvukově izolačních konstrukcích. Požární laboratoř bude mít k dispozici unikátní požární inženýrské zařízení (vnitřní požární komora) pro zkoušky uvnitř i mimo vlastní komoru včetně analýzy zplodin hoření.

## RP2 – Energetické systémy budov

Předmětem výzkumného programu jsou nové koncepce decentralizovaných zdrojů při spolupráci pasivních obnovitelných zdrojů energie (OZE) s aktivními palivovými zdroji a nadřazenými sítěmi prostřednictvím inteligentního řízení. Vyvíjeny budou optimalizované prvky OZE pro integraci do konstrukčního pláště budovy a prvky technických systémů budov pro docílení nízké potřeby primárních paliv. V oblasti systémových prvků budou zkoumány inovativní multifunkční solární kolektory, pokročilá tepelná čerpadla, možnosti akumulace tepla a chladu, v oblasti celých systémů pak technické soustavy pro úpravu vnitřního prostředí v energeticky úsporných budovách, integrace zdrojů energie do budov a integrace zdrojů energie do nadřazených sítí s využitím pokročilých metod prediktivního řízení.

Pro potřeby výzkumu a vývoje bude sloužit několik laboratoří. Energetická laboratoř je určena pro výzkum tepelných oběhů s důrazem na nízkoteplotní ORC technologii a mikrokogeneraci. Solární laboratoř bude disponovat testovacím zařízením se simulátorem slunečního záření pro vnitřní zkoušení solárních kolektorů a soustav. Pro dlouhodobé zkoušky a monitoring solárních zařízení budou k dispozici venkovní zkušební prostory na střeše budovy a před jižní fasádou na terénu. Pro laboratoř tepelných čerpadel byl navržen zkušební dvojbox (dva oddělené zkušební prostory) s dvojitou stěnou pro udržení extrémních klimatických podmínek ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) při zkoušení tepelných čerpadel a chladicích zařízení a jejich prvků. Zároveň bude dvojbox sloužit jako víceúčelová klimatická komora pro další typy zkoušek a výzkumné práce.

Samotný systém energetického zásobování budovy UCEEB je svým způsobem laboratoř (fotovoltaický systém, plynová kogenerační mikroturbína, absorpční chladicí jednotky, akumulace tepla a chladu) a je podrobněji popsán v další části.

## RP3 – Kvalita vnitřního prostředí

Energeticky efektivní budova musí zajistit zdravé vnitřní prostředí svým uživatelům. Výzkumný program nabízí multidisciplinární pohled skrze tři hlavní oblasti: vývoj a postupy navrhování pokročilých technických zařízení pro zajištění kvalitního vnitřního prostředí, výzkum zdravotnických asistenčních systémů spolu s monitoringem biologických veličin a vývoj inteligentních kompozitních nanosystémů a materiálů pro medicínské a technické aplikace (detekce škodlivin, monitoring stavu vnitřního prostředí, apod.).

Laboratoř vnitřního prostředí s paralelní testovací kabinou (místnost v místnosti) umožní testy technických systémů budov s řízenou okolní teplotou od  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . K dalšímu vybavení patří Laser-Dopplerova anemometrie, hygro-tepelný model člověka a přístroje pro monitoring a hodnocení vnitřního prostředí (tepelný komfort, koncentrace škodlivin). Zařízení pro hybridní větrání se solárním kominem na jižní fasádě a testovací linka pro malé vzduchotechnické jednotky a komponenty budou využity ve výzkumu nízkoenergetických systémů větrání. V oblasti medicínských aplikací jsou hlavními výzkumnými zařízeními inteligentní místnost s osobním zdravotním systémem a samostatná laboratoř pro výzkum a vývoj aplikací nanovláken s antimykotickými a/nebo antibakteriálními vlastnostmi na bázi polymerů. Pro zvláknování polymerů při vývoji nosičových systémů, filtrů a vláknitých substrátů pro biomedicínské a farmaceutické účely budou sloužit elektrostatické spinnery.

## RP4 – Materiály a konstrukce

Náplní programu je výzkum a vývoj nízkoenergetických a obnovitelných materiálů na bázi dřeva či keramických recyklátů pro využití ve stavebních

konstrukcích, vývoj multifunkčních a inovativních materiálů (např. hydrofilní minerální vlny) a podpora jejich praktického využívání ve stavebnictví. V souvislosti s vývojem materiálů budou dále rozvíjeny a zkoumány intervenční techniky na bázi nanotechnologií (mikroskopie, mikromechanika s využitím nanoindentoru).

Výzkum a vývoj bude probíhat za podpory řady přístrojových zařízení pro měření sorpce vody, měření vlhkosti a tepelné vodivosti materiálů. V centrální zkušebně UCEEB je budováno statické a dynamické testovací zařízení pro zátěžové zkoušky vzorků s výškou až 6 m a klimatický komorový systém pro zkoušení konstrukcí a materiálů za různých teplotně-vlhkostních podmínek (společně s RP1). V analytické laboratoři pro nedestruktivní zkoušení budou k dispozici 3D digitální mikroskop, NMR spektrometr, RTG difrakce a především rastrovací elektronový mikroskop (ESEM) s ultravysokým rozlišením pod 0,5 nm.

## RP5 – Monitorování, diagnostika a inteligentní řízení efektivních budov

Hlavními oblastmi výzkumu jsou senzorové sítě, vyhodnocování dlouhodobých strukturních změn ve stavebních konstrukcích budov a monitorování/diagnostika chování budovy ve vazbě na zdroje energie a technické systémy budovy. Výzkum a vývoj se zaměří na speciální senzory, elektronické přístroje a ovládací prvky, na sledování a modelování chování uživatelů v budovách, na řízení systémů větrání, vytápění a chlazení ve vazbě na matematický model budovy a na vlastní modelování (tvorba a identifikace modelu). Pozornost bude věnována adaptaci spotřeby energií podle stavu vnější energetické sítě či modelování komunikačních sítí v budovách a dále systémům prediktivního řízení s využitím inteligentní akumulace energie a jejího opětovného využití.

Pracoviště bude disponovat vybavením pro návrh, realizaci a ladění elektronických a senzorových systémů, tzv. rychlé prototypování, 3D tiskovým centrem pro tisk funkčních vzorků, obalů elektroniky a elektro-mechanických součástí. Pro nedestruktivní testování stavebních struktur bude pracoviště vybaveno zemním radarem (inspekce stavebních pozemků, vyhledávání dutin a prasklin), přístroji pro defektoskopii (zjišťování integrity struktur), apod. Ke zjišťování tepelných vlastností budov, ale i testování výkonových ztrát komponent na navržených plošných spojích silnoproudého řízení bude pracoviště vybaveno pokročilou termokamerou.

## BUDOVA JAKO PŘÍKLAD A EXPERIMENT

### Koncept

Celá budova UCEEB se snaží jít příkladem a v praxi ukázat nejnovější trendy a dostupné technologie v oblasti energetických úspor ve stavebnictví. Sídlo Centra je navrženo v nízkoenergetickém standardu a s využitím přírodních obnovitelných stavebních materiálů (převážně dřeva). Celý objekt centra bude navíc maximálně využit pro experimentální účely, a to včetně budovy samotné.

### Umístění

Výběr lokality pro umístění budovy probíhal v souladu se zásadami udržitelné výstavby, tedy s důrazem na minimální zábor zemědělsky využitelné půdy. UCEEB se v tomto ohledu snaží jít příkladem – pozemek pro výstavbu je součástí již nefunkční průmyslové zóny (brownfieldu) v těsném sousedství kladenské Poldovky (viz obr. 1).

Stavební pozemek je rozdělen na několik částí s různým určením. K východu je orientovaná vstupní část s přístupem pro pěší a parkovištěm zaměstnanců i návštěvníků. Tato část pozemku, ležící mezi komunikací a vlastní stavbou, je veřejně přístupná, s komponovanou parkovou úpra-



Obr. 1 Umístění centra na brownfieldu v blízkosti kladenských oceláren. [1]



Obr. 2 Model budovy UCEEB

vu a vodní plochou, sloužící zároveň jako požární nádrž. Západní část pozemku – za budovou – je oplocena a slouží jako venkovní manipulační i testovací plocha.

### Architektonická koncepce

Hlavní hmotou budovy je 9 m vysoký blok testovací haly, ke které jsou na severní a východní straně připojeny nižší přízemní části se specializovanými laboratořemi a výukovou místností. Dominantu sestavy tvoří administrativní křídlo, položené – jako dřevěný hranol se šikmo seříznutými čely – ve směru západ – východ na střechu laboratoří.

Pro naplnění požadovaného stavebního charakteru jsou v objemovém řešení budovy vytvořeny podmínky orientací stavby ke světovým stranám, zvolením netradičního konstrukčního systému a navržení různých typů obalových konstrukcí. Jednoznačná orientace podélné osy stavby západ – východ umožňuje umístění solárních zařízení na k jihu obrácené části stavby (fotovoltaické panely na střešní světlíky haly ve sklonu 34°, vzduchový solární kolektor o ploše cca 360 m<sup>2</sup> na jižní fasádu haly) a naopak příznivé osvětlení specializovaných laboratoří a testovací haly (světlíky) od severu.

Pro hlavní nosnou konstrukci bylo demonstračně zvoleno lepené lamelové dřevo a to jak na halovou, přízemní tak i dvoupodlažní část budovy. Dřevo je i hlavním materiálem pro většinu obalových konstrukcí – především pro fasády haly a administrativy.

Důležitou součástí architektonického řešení je i programové využívání zeleně. Mimo sadové úpravy je zeleně i navrhovanou aktivní součástí vlastní budovy – přede-

vším v podobě extenzivní zeleně na některých střešních konstrukcích, ale také jako popínavá zeleň na severní a východní straně budovy. Tyto obvodové pláště jsou navrženy jako vícevrstvé, s poslední vnější vrstvou v podobě kovových, perforovaných nosičů zeleně. [1]

### Energetická koncepce

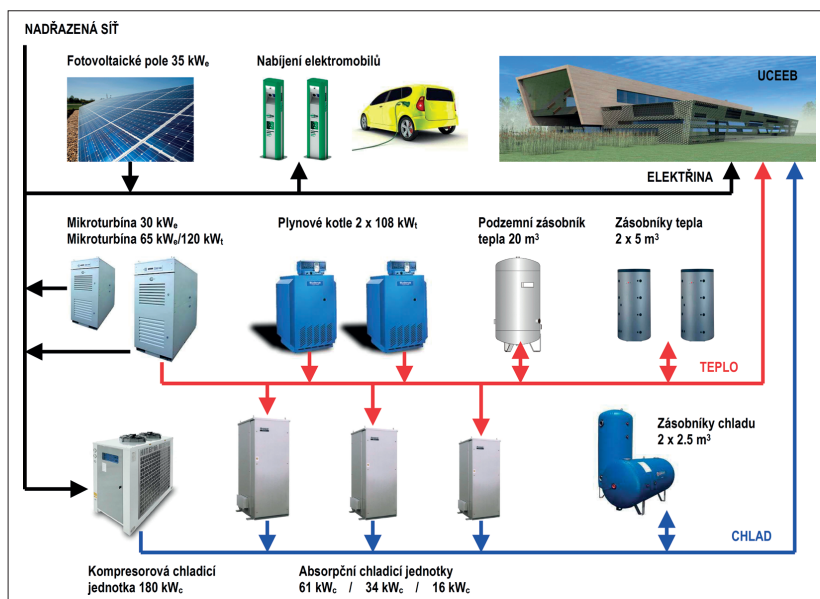
Pro experimenty v UCEEB bude typické testování v reálném měřítku, které umožní dosažení spolehlivých informací o funkčních parametrech materiálů, konstrukcí, navrhovaných energetických systémů a systémů inteligentního řízení, včetně jejich dopadů na kvalitu vnitřního prostředí budov, jakož i na životní prostředí. Jako součást centra byl proto navržen energetický systém, který slouží zároveň jako experimentální zařízení pro výzkum interakce zdrojů energie s vlastní budovou i s nadřazenou energetickou sítí (viz obr. 3).

Návrh zásobování budovy energií (elektrina, teplo, chlad) nevycházel ze snahy využít maxima obnovitelných zdrojů energie „za každou cenu“, ale efektivně využít zdrojů energie nezbytně nutných pro účely výzkumných aktivit. Obnovitelné zdroje energie zastupuje experimentální pole fotovoltaických panelů o špičkovém výkonu cca 35 kW<sub>p</sub> instalovaných na střeše UCEEB.

Nicméně, jádrem návrhu energetického centra (energocentra) je kogenerační plynová mikroturbína s výkonem 65 kW<sub>e</sub>/120 kW<sub>t</sub>, která může vykrývat výkyvy v dodávce elektrické energie z fotovoltaického systému. Jako čistě experimentální bude sloužit další plynová mikroturbína o elektrickém výkonu 30 kW<sub>e</sub>. V areálu UCEEB budou instalovány dvě nabíjecí stanice pro budoucí elektromobily.

Od efektivního využití tepla celoročně produkovaného mikroturbínou se odvíjí skladba dalších zařízení energocentra. Pro vyrovnání nesouladu mezi produkcí a odběrem tepla bude sloužit tepelně izolovaný velkoobjemový tlakový akumulátor o objemu 20 m<sup>3</sup> instalovaný pod terémem vedle objektu s turbínou a dva akumulátory tepla á 5 m<sup>3</sup> ve strojovně UCEEB. Každý akumulátor je samostatně odpojitelný pro experimentální využití. Jako záložní zdroj tepla budou instalovány dva plynové kotle na zemní plyn o celkovém tepelném výkonu 216 kW<sub>t</sub>. Záložní chlazení plynové mikroturbíny budou zajišťovat suché chladiče umístěné na střeše.

V zimním období bude teplo z mikroturbíny využito pro vytápění budovy a ohřev vody, teplo produkované v letním období bude využito pro chlazení kaskádou tří absorpčních jednotek o chladicích výkonech 16 kW<sub>c</sub>,



Obr. 3 Zjednodušené energetické schéma UCEEB



34 kW<sub>c</sub> a 61 kW<sub>c</sub>. Nejmenší chladicí jednotka je odpojitelná pro experimentální využití pro výzkum v oblasti solárního chlazení. Záložním zdrojem chladu bude bloková kompresorová chladicí jednotka navržená o chladicím výkonu 180 kW<sub>c</sub>. Předpokládá se, že absorpční jednotky budou provozovány ve stálém režimu, kompresorové chlazení bude pouze vykrývat špičkové potřeby chladu. Pro absorpční jednotky budou instalovány dva akumulátory chladu á 2,5 m<sup>3</sup>. Centrální zdroje chladu (absorpční jednotky, kompresorová jednotka) budou sloužit pro rozvod chlazené vody UCEEB, potřebné pro některé laboratoře a pro chlazení v administrativní části fancoily.

Energocentrum je potrubními rozvody propojeno s laboratořemi výzkumného programu RP2 – Energetické systémy budov pro účely experimentů v reálném měřítku. Všechna zařízení v energocentru budou monitorována a vyhodnocována v rámci nadřazeného systému MaR a budou sledovány jejich provozní parametry (produkce a spotřeba energií) pro ověření funkčnosti navržené koncepce a pro další optimalizaci řízení instalovaných zdrojů energie.

## ZÁVĚR

Plánovaný termín dostavby budovy UCEEB je koncem roku 2013. Výzkumné aktivity se však rozběhly již od července 2012. Hlavní náplní v úvodní fázi je příprava výzkumných projektů a vypsání výběrových řízení na přístrojové vybavení jednotlivých laboratoří.

*Poděkování: Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT vzniklo díky podpoře Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace MŠMT, který je financován EU a státním rozpočtem České republiky.*

Kontakt na autory: [antonin.lupisek@fsv.cvut.cz](mailto:antonin.lupisek@fsv.cvut.cz), [tomas.matuska@fs.cvut.cz](mailto:tomas.matuska@fs.cvut.cz)

## Použité zdroje:

- [1] Univerzitní centrum energeticky efektivních budov Buštěhrad – Projektová dokumentace pro výběr zhotovitele, Grebner 2011.
- [2] Webové stránky UCEEB, dostupné z <http://www.uceeb.cz>

# VYTÁPĚNÍ VĚTRÁNÍ INSTALACE

## Webová prezentace časopisu VVI na stránkách [www.stpocr.cz/vvi](http://www.stpocr.cz/vvi)

<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> historie a současnost časopisu</li> <li><input type="checkbox"/> informace pro autory</li> <li><input type="checkbox"/> informace pro recenzenty</li> <li><input type="checkbox"/> soutěž o cenu prof. Pulkrábka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> obsahy všech čísel od r. 1958</li> <li><input type="checkbox"/> vyhledávací databáze</li> <li><input type="checkbox"/> plné verze vybraných článků</li> <li><input type="checkbox"/> dostupnost starších čísel</li> </ul>
---	---

# SKVĚLÁ ZPRÁVA



## VRV IV OPĚT NASTAVUJE NOVÝ STANDARD



VRV IV se svými revolučními technologiemi – variabilní řízení teploty chladiva, nepřetržitě vytápění a VRV konfigurátor – nastavuje opět nový standard. VRV konfigurátor nabízí pokročilé softwarové řešení, které zjednodušuje nastavení a přizpůsobení pro různé aplikace. Snadná a rychlá instalace a údržba je podpořena automatickým plněním chladiva a možností vzdálené kontroly těsnosti. **Další informace naleznete na stránkách [www.daikin.cz](http://www.daikin.cz)**

