

Ing. Vojtěch ZAVŘEL, Ph.D.^{1,2)}
 doc. Ing. Tomáš MATUŠKA, Ph.D.¹⁾
 doc. Ing. Vladimír ZMRHAL, Ph.D.^{1,2)}
 Ing. Petr SLANINA, Ph.D.³⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí

³⁾ Wieden s.r.o., ČR, oblast lehkých obvodových pláštů

Recenzent

Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Vývoj fasádní termoelektrické klimatizační jednotky pro autonomní modul lehkého obvodového pláště

Development of a Thermoelectric Air Conditioning Facade Unit for an Autonomous Module of a Lightweight Building Envelope

Příspěvek představuje inovativní koncept pro energeticky soběstačný lehký obvodový plášť integrující funkce klimatizace, osvětlení, stínění, kombinovaný s lokální výrobou a ukládáním elektrické energie. Vyvíjený fasádní modul bude vybaven pokročilým řízením, které bude koordinovat provoz všech funkcí. Aktivní fasádní modul bude schopen se autonomně adaptovat na aktuální situaci a zohlednit vnější a vnitřní vlivy lokálně pro daný modul. Hlavním tématem příspěvku je vývoj termoelektrické klimatizační jednotky integrovatelné do systému lehkého obvodového pláště. Prezentována je především zkušební jednotka s jedním termoelektrickým článkem pro ověření energetického chování nově vyvíjené technologie. Na základě měření jsou diskutována doporučení pro návrh funkčního vzorku s nominálním chladicím výkonem 640 W, který má za úkol obsloužit typickou kancelář o podlahové ploše 22 m². Článek se zabývá charakteristikou energetické účinnosti pro částečné zatížení inovativní chladicí jednotky, studován je také vliv teplotního rozdílu uvažovaného na vnější a vnitřní straně fasády. Tyto charakteristiky jsou zjištěny experimentálním měřením.

Klíčová slova: termoelektrická klimatizace, větrání, aktivní obálka budovy

This paper introduces an innovative concept for autonomous wall-curtain facade module that integrates functions air-conditioning, lighting, shading as well as renewable energy storage and generation. The facade module will be equipped with advanced control to coordinate all mentioned functions. Active facade module also enables autonomous thermal adaptation to given indoor and outdoor conditions. This paper is mainly focused on the testing of a single-thermoelectric-cell unit developed for initial performance assessment is presented. Based on the presented measurements, recommendations for further development of full-scale unit with nominal cooling load 640 W, that is suitable for a typical office (22 m² floor area), are discussed. This paper contains part-load efficiency characteristics of the testing cooling unit. The influence of temperature drop between indoor and outdoor surfaces of the facade is also considered. All efficiency characteristics are evaluated based on experimental measurements.

Keywords: thermoelectric air conditioning, ventilation, active building envelope

ÚVOD

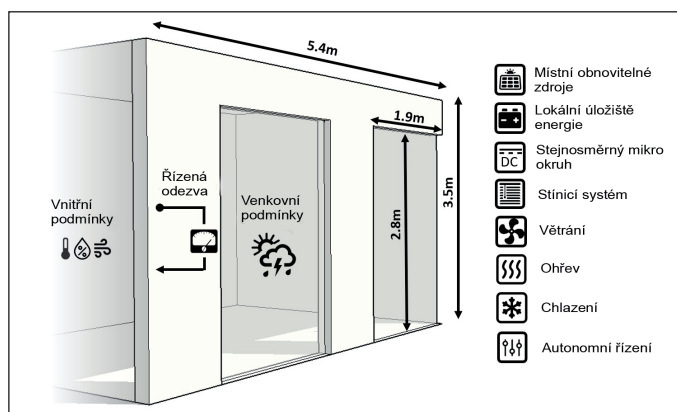
Snížení energetické náročnosti budov vyžaduje nová řešení pro zajištění udržitelnosti v tomto sektoru. Jedním z alternativních směrů, kterým se současný výzkum ubírá, je obálka budov s adaptivními tepelně-technickými vlastnostmi. Záměrem prezentovaného výzkumu je vyvinout fasádní systém, který bude schopen aktivně reagovat na vnější i vnitřní podmínky a tím dosáhnout jak vyšší energetické efektivity, tak vysoké úrovně tepelné pohody. Pro dosažení adaptivního chování obálky budov bylo již zkoumáno několik různých koncepcí na základě mechanických, elektrických, tepelných nebo chemických principů, avšak žádná z těchto koncepcí zatím není ekonomicky konkurenceschopná s konvenčními řešeními a nedosahuje potřebné úrovně vývoje pro širší uplatnění v praxi [1], [2], [3]. Ačkoliv teoreticky koncept adaptivní obálky budov, která by byla schopna se přizpůsobit okolním vlivům, nabízí nespočet výhod, implementace těchto systémů je stále problematická z důvodu technické a ekonomické náročnosti.

Neslibněji se v tomto směru zatím rozvíjí fasádní prvky s integrovanými fotovoltaickými prvky, řadí se spíše do kategorie aktivního obvodového pláště, který je podporován i na úrovni EU [4], [5]. Pro dosažení adaptivního chování fasády je však třeba doplnit tyto systémy i o další prvky, zajišťující možnost přizpůsobení vnitřního prostředí okolním vlivům.

Hlavním cílem současného výzkumu je proto vývoj prefabrikovaného adaptivního fasádního modulu, který bude integrovat kromě fotovoltaických panelů i další energetické systémy představující technologicky vyspělé řešení a který bude zároveň schopen ekonomicky soutěžit se současnými fasádními systémy. Pro dosažení tohoto cíle spolupracuje ČVUT v Praze s průmyslovým partnerem Wieden s.r.o.

Záměrem je využít kombinace již dostupných technologií pro vytápění, chlazení, větrání a stínění, které umožňují integraci do běžného modulu lehkého obvodového pláště. Zejména pro účely ohřevu a chlazení přiváděného vzduchu do místnosti se předpokládá využití termoelektrických článků s minimálními prostorovými nároky. V této koncepci se uvažuje s tím, že všechny integrované energetické systémy zajišťující adaptivitu obvodového pláště budou napájené fotovoltaickými panely umístěnými na povrchu fasádního modulu. Pro zajištění vyšší míry energetické soběstačnosti bude systém navíc doplněn o bateriové úložiště integrované uvnitř konstrukce pláště.

Všechny tyto systémy budou propojeny do lokálního stejnosměrného obvodu s autonomním řízením všech nových funkcí fasádního modulu. Integrované energetické systémy budou řízeny v závislosti na lokálních vnějších a vnitřních podmínkách pro každý fasádní modul. Takto vybavený modul má zajistit optimální energetické chování obálky budovy s ohledem na dosažení tepelného komfortu, a to s vysokou mírou auto-



Obr. 1 Funkce integrované do modulu lehkého obvodového pláště
 Fig. 1 Functions integrated into the lightweight building envelope module

nomie. Zatímco decentralizovaná úprava přívodního vzduchu má zajistit individuální potřeby souvisejícího pracovního nebo obytného prostoru, účelem lokálního fotovoltaického systému je zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů. Celková koncepce je ilustrována na obr. 1, který zobrazuje malou kancelář definovanou pro účely případové studie.

Konečným cílem výzkumu je vyrobit a otestovat prototyp multifunkčního fasádního modulu a vyhodnotit jeho energetické chování v reálných podmínkách. Příspěvek se dále věnuje jedné z komponent tohoto modulu, a to vývoji integrované vzduchotechnické jednotky a experimentálnímu vyhodnocení její energetické účinnosti.

VÝVOJ INTEGROVANÉ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Navrhované technologie pro ohřev a chlazení vzduchu musí být dostatečně kompaktní, aby je bylo možné integrovat do velice limitovaného prostoru uvnitř lehkého obvodového pláště. Umístění tradičních řešení na základě chladivového okruhu do takového prostoru je velice problematické. Navíc u těchto systémů hrozí únik chladiva do konstrukce, obtížný servis mechanických součástí a v neposlední řadě zvýšená hladina hluku.

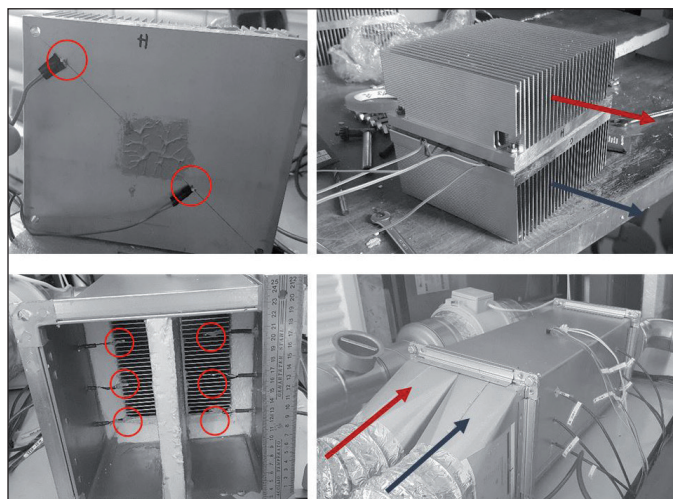
Termoelektrické články fungující na Peltierově principu [6] nabízí alternativní způsob úpravy vzduchu. Relativně nízkou energetickou účinnost, která je jejich hlavní nevýhodou, vynahrazuje několik předností:

- minimální rozměry,
- konstrukce bez pohyblivých komponent,
- spolehlivý provoz bez rizika úniku chladiva,
- dlouhá životnost termočlánku s minimálními požadavky na údržbu,
- univerzální použití pro účely vytápění a chlazení pouze změnou toku elektrického proudu [7], [8].

V současné době existuje několik prototypů využívajících tento princip pro účely integrovaného vytápění, chlazení nebo úpravu větracího vzduchu [9], [10], [11], [12]. Aktuální výzkum do jisté míry navazuje na vývoj popsaný v literatuře, s tím rozdílem, že vyvíjená jednotka musí být integrovatelná do modulu lehkého obvodového pláště a kompatibilní s ostatními energetickými systémy.

Jak bylo již uvedeno v předcházející práci [13], vývoj termoelektrické vzduchotechnické jednotky lze rozdělit do tří kroků:

- vývoj jednočlánkové zkušební jednotky pro verifikaci energetického chování, který je prezentován v příspěvku,
- vývoj funkčního vzorku, kde jsou technologie integrovány do malého fasádního panelu pro ověření proveditelnosti,
- vývoj finálního multifunkčního fasádního panelu v reálném měřítku obsahujícího všechny představené komponenty.



Obr. 2 Fotografie zkušební jednotky pro měření energetického chování
 Fig. 2 Photographs of the test unit for measurement of energy behaviour

Konstrukce a experimentální testování zkušební jednotky – popis konstrukce

Konstrukce zkušební jednotky je limitována rozměrem 0,2 m představujícím maximální možnou tloušťku obvodového pláště. Šířka a délka kanálu může být až 1 × 2 m dle nezasklené plochy fasádního modulu, a proto v tomto návrhu není omezena. Zkušební jednotka má rozměry 0,2 × 0,2 × 0,5 m a skládá se z výkonnostního termoelektrického článku (TE Technology, HP-199-1.4-0.8) a dvou výměníků tepla (SK623, Fischer Elektronik). Tato sestava je následně uzavřena do polystyrenového pouzdra, vložena do vzduchotechnického potrubí představujícího dutinu fasády a tento prostor je rozdělen izolací na dva vzduchovody. Do těchto vzduchovodů je přiváděn vzduch reprezentující vnitřní a venkovní prostředí. Vzduch je do kanálů přiváděn dvojicí potrubních ventilátorů (Elektrodesign TD500/160). Konstrukce jednotky je ilustrována na obr. 2.

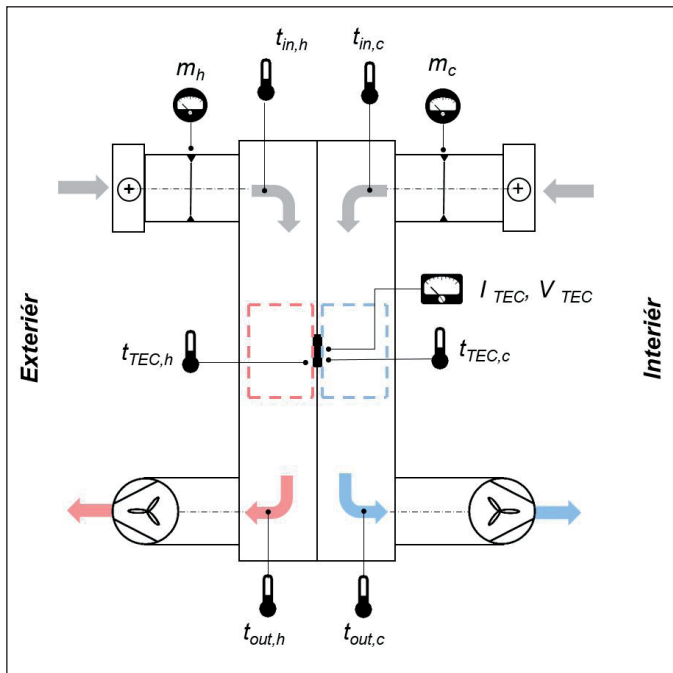
Popis měření

Experimentální zařízení je vybaveno měřením teploty okolí, teploty na vstupu a výstupu jednotky (t_{in} , t_{out}), měřením povrchových teplot uvnitř jednotky (t_{TEC}), měřením průtoku vzduchu za použití clonkové trati (m) a měřením příkonu (I_{TEC} , U_{TEC}), aby bylo možné vyhodnotit energetické chování zkušební jednotky. Schéma měření je zobrazeno na obr. 3.

Je třeba podotknout, že do současného měření nebyl zahrnut vliv ventilátorů. Měření se zaměřuje výhradně na účinnost termoelektrického chlazení/ohřevu. Uvedené rozdíly teplot jsou měřeny v těsné blízkosti před a za výměníky tepla. Rozdíly teplot tak odpovídají výkonu sestavy termoelektrického článku a výměníku, bez zahrnutí jiných tepelných ztrát na přívodu a odvodu tepla. Ani elektrický příkon ventilátorů nijak nefiguruje ve výpočtu účinnosti. Příkony ventilátorů nebyly zahrnuty, protože měření slouží zejména pro pozdější validaci energetického chování termoelektrického článku a ověření parametrů uvedených v technické specifikaci.

Popis experimentu

Cílem experimentu bylo zjistit energetickou výkonnost termoelektrického chlazení, resp. ohřevu jednočlánkové zkušební jednotky, jakožto výchozího bodu pro následný vývoj jednotky v plném měřítku. Experiment byl proveden pro různé okrajové podmínky, aby mohl být posouzen jejich vliv na energetickou účinnost. Čtyři experimenty, které jsou prezentovány v tomto příspěvku, jsou shrnuty v tab. 1. Pro každý experiment jsou okrajové podmínky reprezentovány vstupní teplotou a nastavením průtoku vzduchu.



Obr. 3 Schéma měření zkušební jednotky
Fig. 3 Schematic diagram of test unit measurement

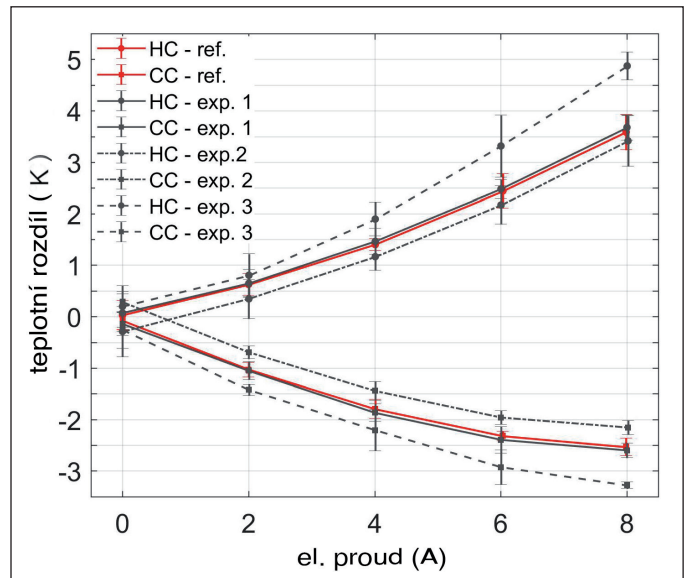
Každý experiment je proveden pro konstantní okrajové podmínky a pro celý provozní rozsah termoelektrického článku, který je stanoven na základě nastavení proudu v rozmezí 0 až 8 A. Nastavení proudu bylo měněno po ustálení přibližně každých 20 minut s krokem 2 A. Systém dosáhne ustálení vždy přibližně po 5 minutách, bylo tedy vždy vyhodnoceno alespoň 15 minut ustáleného stavu. Referenční experiment uvažuje stejnou teplotu 27 °C na vstupu do obou vzduchodůů a návrhový průtok stanovený na základě jmenovitého chladicího a tepelného výkonu článku, tj. 40 m³ h⁻¹ pro tzv. chladnou stranu a 80 m³/h pro tzv. teplou stranu článku. První experiment se zaměřuje na vliv zvýšené teploty na obou stranách článků, druhý experiment na vliv rozdílu teplot na vstupu do kanálu, kdy byl nastaven teplotní rozdíl 5 K. Třetí experiment studuje vliv snížení průtoku vzduchu na 30 a 60 m³/h.

Tab. 1 Shrnutí prezentovaných experimentů
Tab. 1 Summary of presented experiments

Id	Chladná strana (CC)		Teplá strana (HC)		Zatížení I [A]
	t _{in,c} [°C]	V _c [m ³ h ⁻¹]	t _{in,h} [°C]	V _h [m ³ h ⁻¹]	
Ref	27	40	27	80	{0;2;4;6;8}
Exp. 1	30	40	30	80	{0;2;4;6;8}
Exp. 2	27	40	32	80	{0;2;4;6;8}
Exp. 3	27	30	27	60	{0;2;4;6;8}

Výsledky

Výkonnost zkušební jednotky je indikována na obr. 4, 5 a 6, přičemž je zavedena konvence, že záporné hodnoty se vážou k odebrání tepla termo článkem na chladné straně a kladné hodnoty k produkci tepla článkem na teplé straně. První charakteristika (obr. 4) ukazuje rozdíl teplot mezi vstupem a výstupem pro obě strany článku v závislosti na nastavení elektrického proudu. Na obr. 5 pak chladicí a topný faktor (značen pro zjednodušení jednotně COP), tj. poměr mezi chladicím/



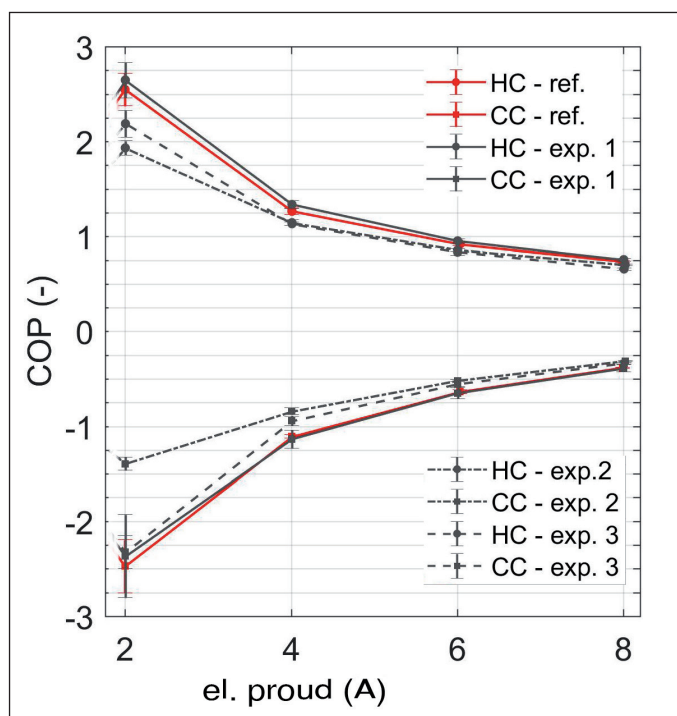
Obr. 4 Energetická charakteristika zkušební jednotky – rozdíl teplot v závislosti na zatížení
Fig. 4 Energy characteristics of the test unit – temperature difference depending on the load

tepelným výkonem a elektrickým příkonem článku v závislosti na nastavení elektrického proudu. Na obr. 6 je tepelný a chladicí výkon v závislosti na elektrickém příkonu článku. Jelikož měření ustáleného stavu ovlivňuje řada okolních vlivů (např. fluktuace okolní teploty atd.), které nelze plně kontrolovat, tato nejistota je v grafech naznačena chybovými úsečkami.

K dosaženým výsledkům – maximální teplotní rozdíl dosažený jedním článkem, který lze vyčíst z obr. 4, je v rozmezí 2,1 až 2,5 K na chladné straně a 2,8 až 3,8 K na teplé straně pro daný experiment. Rozdíl teplot roste se zvyšováním elektrického proudu. Dle předpokladu dojde snížením průtoku vzduchu (exp. 3) ke zdatelnému zvýšení teplotního rozdílu mezi vstupem a výstupem do zkušební jednotky. Zvýšením rozdílu vstupních teplot o 5 K (exp. 2) se naopak rozdíl teplot na vstupu a výstupu zkušební jednotky sníží. Tento pokles je dán prostupem tepla konstrukcí jednotky (soustavou výměníku a článku) mezi tzv. teplým a studeným vzduchovodem, zvyšujícím zátěž článku a snižujícím účinnost chlazení, resp. ohřevu.

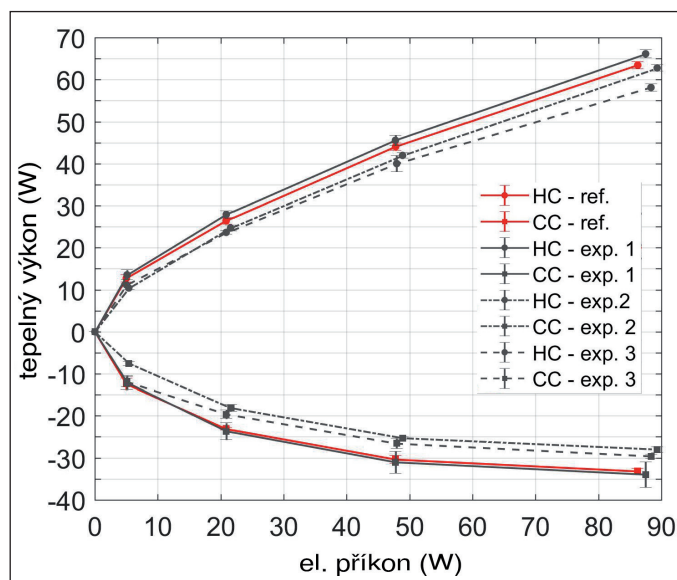
Obr. 5 znázorňuje charakteristiku energetické účinnosti pro částečné zatížení článku. Obecně má charakteristika účinnosti termoelektrických článků hyperbolický průběh. Vzhledem k hyperbolickému průběhu lze charakteristiku COP z jistotou vykreslit až od prvního měřeného zatížení, tj. 2 A. Následně dochází k postupnému klesání účinnosti při vyšší zátěži článků. Například pro referenční příklad (ref.) je tento pokles z 2,5 do 0,35 [-] pro chlazení a 3,25 do 1,12 [-] pro ohřev. Tento trend je téměř shodný pro všechny experimenty, kromě exp. 2. Z této charakteristiky je také patrný značný vliv rozdílu vstupních teplot. U tohoto případu lze pozorovat průměrné snížení účinnosti přibližně o 24 %, v porovnání s referenčním případem.

Obdobně je vliv rozdílu vstupních teplot patrný i v charakteristice zobrazené na obr. 6, která ukazuje tepelný výkon v závislosti na elektrickém příkonu. Z obr. 6 je možné také vyčíst maximální tepelné výkony dodané jedním článkem. Pro referenční případ lze vyčíst chladicí výkon 33 W a tepelný výkon 96 W, které odpovídají elektrickému výkonu 86 W.



Obr. 5 Energetická charakteristika zkušební jednotky – COP v závislosti na zatížení

Fig. 5 Energy characteristics of the test unit – COP depending on the load



Obr. 6 Energetická charakteristika zkušební jednotky – tepelné výkony v závislosti na příkonu

Fig. 6 Energy characteristics of the test unit – heat output depending on the power input

DISKUZE

Výsledné charakteristiky potvrdily výraznou citlivost výkonosti zkušební jednotky na rozdílné vstupní teploty. Pro budoucí návrh jednotky, která bude integrována ve fasádě a bude vystavena rozdílným teplotám vnitřního a venkovního vzduchu, lze doporučit uvažovat rezervu výkonu jednotky o 25 % až 30 % vyšší, než je vypočítaná tepelná zátěž příslušného prostoru. Vzhledem k podstatně nižšímu chladicímu výkonu oproti tepelnému výkonu bude třeba finální jednotku dimenzovat především na letní extrém.

Pro žádaný chladicí výkon 640 W, který je navýšen o uvedenou výkonostní rezervu, bude potřeba 22 až 26 termoelektrických článků TE Technology, HP-199-1.4-0.8. Dále lze doporučit víceřadé zapojení do 2 až 3 řad pro zvýšení teplotního rozdílu na vstupu a výstupu. Při použití vyššího počtu řad se dosáhne teplotního rozdílu, při kterém je zvýšené riziko nežádoucí kondenzace na povrchu výměníku a úniku kondenzátu do fasády. Toto riziko bude minimalizováno jak konstrukčně, tak protikondenzační ochranou v rámci autonomního řízení, která zajistí případné snížení chladicího výkonu.

Obecně je výkon termoelektrického článku relativně dobře regulovatelný. Na základě měření lze doporučit udržovat termočlánky ve střední úrovni provozního rozsahu s napájením mezi 4 až 6 A, kde byl pozorován dobrý poměr mezi účinností a výkonností článku. Takto navržená jednotka by měla návrhový příkon 2,2 kW, avšak provozní příkon při uvažování doporučeného provozního zatížení by se měl běžně pohybovat okolo 1,3 kW.

Také lze uvažovat o integrovaném řízení jednotky a stínícího zařízení tak, aby bylo umožněno snížit žádaný výkon a tím i energetickou náročnost úpravy vzduchu. Optimalizace potřeby energie na chlazení bude důležitým faktorem pro zajištění autonomního chodu s plným napájením z místního fotovoltaického systému. Tímto způsobem bude možné zmenšit rozměry celého zařízení při použití menšího počtu článků. Studium vlivu integrovaného řízení jednotky a stínícího zařízení je jedním z témat pro budoucí výzkum.

ZÁVĚR

Článek představil koncept autonomního fasádního modulu s integrovanou vzduchotechnickou jednotkou, stíněním a s fotovoltaickými panely s bateriovým úložištěm umístěnými na povrchu, resp. uvnitř fasády. Aby bylo možné umístit kompaktní vzduchotechnickou jednotku do konstrukce lehkého obvodového pláště, bylo zapotřebí využít alternativní technologie, v tomto případě technologie termoelektrických článků.

Vzhledem k novosti řešení bylo studováno energetické chování nejdříve na zkušební jednotce s jedním termoelektrickým článkem. Na základě měření byly stanoveny provozní charakteristiky, které slouží jako podklad k následujícímu vývoji jednotky v plném měřítku. Účinnost (COP) termoelektrické úpravy vzduchu byla pozorována v rozmezí od 2,5 do 0,35 [-] pro chlazení a od 3,25 do 1,12 [-] pro vytápění. Z měření vyplývá významný vliv rozdílu teplot na vstupu do studeného a teplého vzduchovodu. Teplotní rozdíl může zapříčinit znatelné snížení účinnosti. Pro měřený případ, kdy byl teplotní rozdíl na vstupu do vzduchovodů 5 K, byl pozorován pokles účinnosti přibližně o 24 %. Tento pokles účinnosti je třeba zohlednit v budoucím návrhu.

Testování zkušební jednotky poskytlo užitečné informace pro další vývojový krok, kterým je vývoj vzduchotechnické jednotky plně integrovatelné do konstrukčního systému lehkých obvodových plášťů. Tato fáze bude ukončena představením funkčního vzorku, kdy bude jednotka v plném měřítku integrována do malého panelu reprezentující lehký obvodový plášť.

Kontakt na autora: Vojtech.Zavrel@fs.cvut.cz

Poděkování: Tato práce je sponzorována Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci národního programu udržitelnosti program I, projekt č. LO1605 a Technologickou agenturou České republiky v rámci projektu TH03020341 – Autonomní fasádní modul.

Použité zdroje:

- [1] LOONEN, R. C. G. M., FAVOINO, F., HENSEN, J. L. M., OVEREND, M. Review of current status, requirements and opportunities for building performance simulation of adaptive facades. *J. J. Build. Perform. Simul.* 2017. vol. 10, no. 2, pp. 1940–1493.

- [2] FRANK, T. Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland. *Energy Build.* 2005, vol. 37, no. 11, pp. 1175–1185.
- [3] DOMÍNGUEZ, S., SENDRA, J. J., LEÓN, A. L., ESQUIVIAS, P. M. Towards energy demand reduction in social housing buildings: Envelope system optimization strategies. *Energies.* 2012, vol. 5, no. 7, pp. 2263–2287.
- [4] HEINSTEIN, P., BALLIF, C., PERRET-AEBI, L.-E. Expert View from Science Building Integrated Photovoltaics (BIPV): Review, Potentials, Barriers and Myths.
- [5] SolarPower Europe. Building integrated solar – SolarPower Europe. 2019 [online]. Available from: <https://www.solarpowereurope.org/priorities/solar-buildings/>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [6] LINEYKIN, S., BEN-YAAKOV, S. Modeling and analysis of thermoelectric modules. In: *Conf. Proc. – IEEE Appl. Power Electron. Conf. Expo. – APEC.* 2005, vol. 3, pp. 2019–2023.
- [7] MARTÍN-GÓMEZ, C., IBÁÑEZ-PUY, M., BERMEJO-BUSTO, J., FERNÁNDEZ, J. A. S., RAMOS, J. C., RIVAS, A. Thermoelectric cooling heating unit prototype. *Build. Serv. Eng. Res. Technol.* 2016, vol. 37, no. 4, pp. 431–449.
- [8] LIU, Z., ZHANG, L., GONG, G., LI, H., TANG, G. Review of solar thermoelectric cooling technologies for use in zero energy buildings. *Energy Build.* 2015, vol. 102, pp. 207–216.
- [9] ZUAZUA-ROS, A., MARTÍN-GÓMEZ, C., IBÁÑEZ-PUY, E., VIDAURRE-ARBIZU, M., IBÁÑEZ-PUY, M. Design, assembly and energy performance of a ventilated active thermoelectric envelope module for heating. *Energy Build.* 2018, vol. 176, pp. 371–379.
- [10] IBÁÑEZ-PUY, E., MARTÍN-GÓMEZ, C., BERMEJO-BUSTO, J., ZUAZUA-ROS, A. Thermal and energy performance assessment of a thermoelectric heat pump integrated in an adiabatic box. *Appl. Energy.* 2018, vol. 228, pp. 681–688.
- [11] PRIETO, A., KNAACK, U., AUER, T., KLEIN, T. Solar coolfacades: Framework for the integration of solar cooling technologies in the building envelope. *Energy.* 2017, vol. 137, pp. 353–368.
- [12] KNY, M., MAZANEC, V., ADAMOVSÝ, D., VČELÁK, J. Air Handling Unit with Heat Pump. In: *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2019, vol. 290, no. 1.
- [13] MATUŠKA, T., ZMRHAL, V., ZAVŘEL, V., SLANINA, P. Experimental Assessment of the Façade-Integrated Thermoelectric Air-Conditioning Unit towards Development of the Autonomous Curtain Walling Module. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2019, vol. 290, no. 1.

Největším bezemisním zdrojem energie zůstávají vodní elektrárny

Nehledě na mohutný rozvoj zejména větrných a fotovoltaických elektráren zůstává v globálním měřítku i nadále největším obnovitelným zdrojem energie voda. Hydroelektrárny, jejichž celkový světový instalovaný výkon dosáhl v loňském roce 1292 GW, vyrobily rekordních 4200 TWh energie, což je největší příspěvek ze skupiny obnovitelných zdrojů.

Analýza Mezinárodní energetické agentury (IEA) konstatuje, že vodní energetika má také třetí největší potenciál růstu mezi všemi obnovitelnými zdroji, hned po solární a větrné energii. Podle prognóz IEA se do roku 2024 instalovaný výkon vodních elektráren zvedne o 158 GW, což představuje desetinu celkového předpokládaného růstu všech obnovitelných zdrojů na světě.

Největším současným problémem vodní energetiky zejména v Evropě a dalších oblastech s velkou hustotou obyvatel je nedostatek míst, kde lze vodní elektrárnu postavit. Velkou roli hrají rovněž vysoké investiční náklady, obrovský zásah do krajiny i ekosystému a častý odpor okolních obyvatel. Na druhé straně láká investory malá uhlíková stopa, nízká koncová cena takto vyrobené energie a flexibilita výroby. Přecherčovací elektrárny navíc představují i dosud jedinou možnost, jak uložit energii v době jejího přebytku.

Největšího pokroku ve vodní energetice dosáhla vloni Brazílie. Je to především díky projektu Belo Monte na dolním toku řeky Xingu v severní Brazílii. S plánovaným plným výkonem 11,2 GW se stane druhou největší vodní elektrárnou v Brazílii a čtvrtou největší na světě. Význam vodní energetiky roste i v dalších rychle se rozvíjejících ekonomikách. Například Indie vyrábí 13 % elektrické energie ve vodních elektrárnách a pokračuje v projektu Lower Subansiri s výkonem 2 GW.

Vodní energetice věří i některé evropské společnosti. Konsorcium vedené francouzskou ENGIE, která má v současnosti pod kontrolou hydroelektrárny o výkonu 20 GW, kupuje portfolio vodních elektráren v Portugalsku o výkonu 1,7 GW. Řešení pro menší přečerpávací jednotky představila norská společnost Norhard. Její systém Eco Drilling dokáže údajně bez zátěže pro životní prostředí vyvrtat až dvoukilometrové šachty i v lokalitách, kde to dříve nešlo. V Norsku je schváleno vybudování cca 400 malých vodních elektráren.

Zdroj: *Technický týdeník 2/2020*

(VZ)

CLIMAVER®

předizolované, čtyřhranné
vzduchotechnické potrubí
zajišťující výborné tepelněizolační,
akustické vlastnosti,
a vysokou míru vzduchotěsnosti

Výhody systému

- Ucelený systém zajišťující snadnou a rychlou výrobu vzduchovodu přímo na stavbě i mimo ni
- Výroba tvarovek podle instalačního manuálu
- Snadná koordinace zakázky spojená nejen s logistikou materiálů
- Jednoduché napojení na jakýkoliv druh a tvar vzduchovodu

**VZDUCHOTECHNICKÉ POTRUBÍ
A IZOLACE V JEDNOM**