

doc. Ing. Vladimír ZMRHAL, Ph.D.
ČVUT v Praze, Fakulta strojní,
Ústav techniky prostředí

Přímé volné chlazení datových center

Direct Free Cooling of Data Centres

Recenzent
Ing. Pavel Herout

Datová centra jsou významným spotřebičem energie, což souvisí s provozem IT technologie a rovněž s jejím chlazením. Právě část energie určená pro chlazení datových center vykazuje v některých případech potenciál pro úsporná opatření. Příspěvek se zaměřuje na možnosti využití venkovního vzduchu pro volné chlazení datových center a snaží se tyto úspory finančně vyčíslit. Analýzy jsou realizovány na konkrétním příkladu stávajícího datového sálu, vybaveného cirkulačním systémem chlazení.

Klíčová slova: datacentra, větrání, klimatizace, přímé volné chlazení

Data centres are a significant energy consumer, which is related to both the operation of IT technology and its cooling. It is the part of the consumed energy intended for the cooling of data centres, which, in some cases, has the potential for saving measures. The paper targets the possibilities of using outdoor air for free cooling of data centres and tries to financially quantify possible savings. Several analyses were carried out based on a real example of an existing data room equipped with a cooling circulation system.

Keywords: data centres, ventilation, air conditioning, direct free cooling

ÚVOD

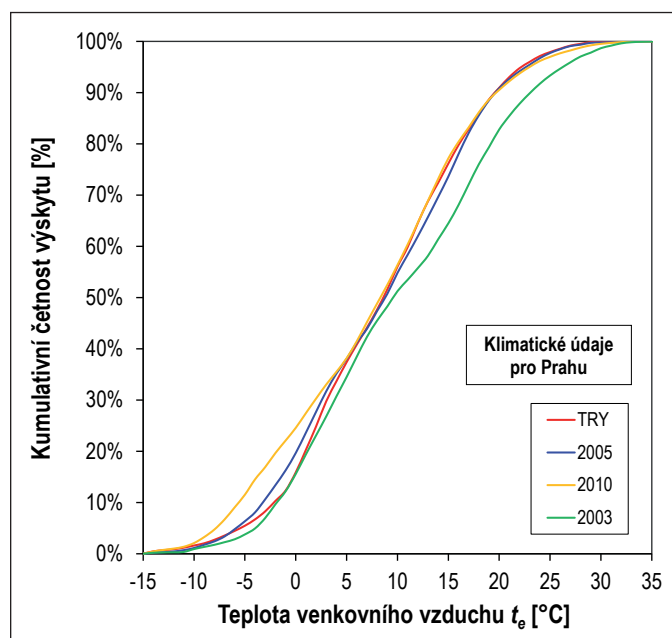
Přímé volné chlazení („direct free cooling“) představuje jednu z možných alternativ chlazení datových center. Výhodou je možnost využití venkovního vzduchu pro chlazení bez nutnosti strojního chlazení po většinu roku. Nevýhodou jsou prostorové nároky pro vedení vzduchovodů, vyšší nároky na filtraci vzduchu, vlhčení a pohon ventilátorů.

Potenciál využití venkovního vzduchu pro odvod tepelné zátěže (přímé volné chlazení) v ČR je patrný z obr. 1, kde je uvedena četnost výskytu venkovního vzduchu pro různé klimatické roky pro Prahu. Z grafu je zřejmé, že během roku je cca 90 % času teplota venkovního vzduchu nižší než 21 °C (21 °C odpovídá teplotě přiváděného vzduchu v řešeném příkladu – viz dále).

ANALÝZA ENERGETICKÝCH ÚSPOR

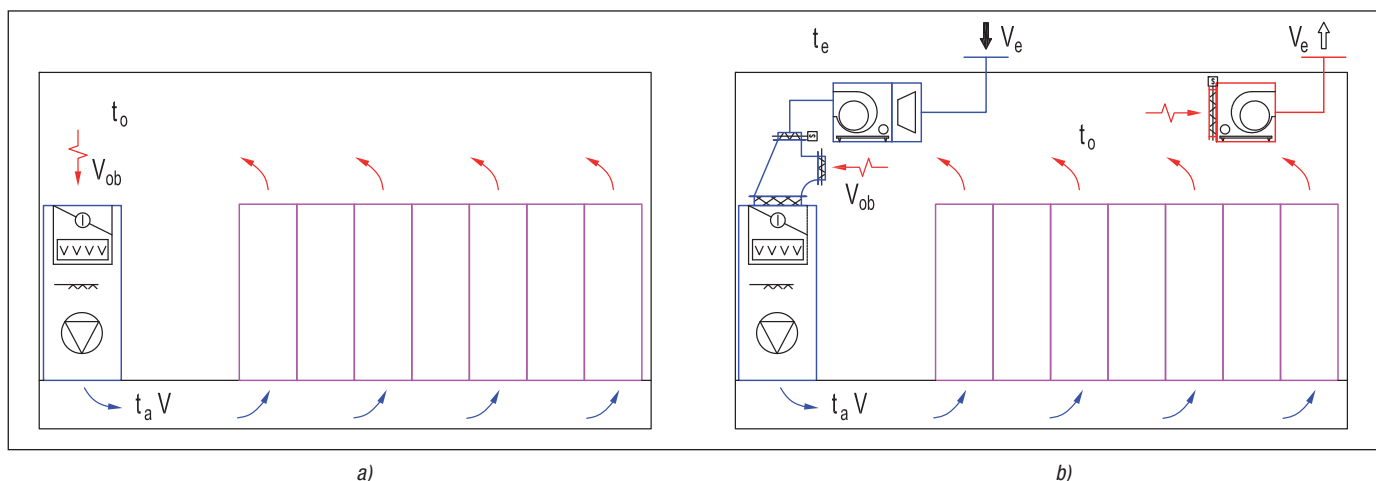
Identifikace datového sálu

Analýzy potenciálních energetických úspor při aplikaci přímého volného chlazení venkovním vzduchem byly realizovány na konkrétním datovém sálu. Jedná se o stávající datový sál, který je v provozu již několik let. Sál je vybaven cirkulačním chlazením v podobě jednotek pro tzv. „přesnou klimatizaci“ (obr. 2a), jedná se o chladivový klimatizační systém s ven-



Obr. 1 Četnost výskytu teploty venkovního vzduchu během roku v Praze

Fig. 1 Frequency of outdoor air temperature during the year in Prague



Obr. 2 Systém chlazení datového sálu: a) stávající systém, b) upravený systém s možností využití přímého volného chlazení

Fig. 2 Data center cooling system: a) existing system, b) modified system with possibility of direct free cooling

kovní kondenzační jednotkou (tzv. „split“ systém s regulací ON-OFF). Upravený vzduch je přiváděn zdvojenou podlahou do chladné uličky mezi rozvaděči, odkud je převáděn skrze IT technologii do uličky teplé a odtud je následně zpět nasáván do klimatizační jednotky.

Identifikace datového sálu pro určení okrajových podmínek výpočtu byla stanovena z provozu konkrétního dne 21. 7. 2015. Během roku nedochází v datovém centru k výrazným výkyvům tepelné zátěže (pokud se nemění technologie) a vnitřní tepelná zátěž je dominantní. Předpokladem výpočtů tedy bylo, že se sál chová po celý rok stejně. Vliv tepelných zisků a ztrát z venkovního prostředí byl zanedbán.

Pro stanovení okrajových podmínek výpočtu posloužil monitoring systému. V serverovém sálu jsou umístěny celkem 3 cirkulační jednotky. Na obr. 3 je znázorněn průběh příkonu IT technologie a chladicího výkonu všech tří jednotek instalovaných v sále. V provozu je trvale pouze jedna jednotka (KJ23), druhá jednotka se uvádí do chodu v případě potřeby (KJ21) a poslední jednotka slouží jako záloha (KJ22). Z průběhů je zřejmé, že celkový chladicí výkon je výrazně vyšší než příkon IT technologie, což je dáno odvlhčováním vzduchu na přímém výparníku. Na obr. 4 jsou vidět průběhy teploty vzduchu na sání a výtlačku všech tří jednotek, vč. jednotky, která je trvale v provozu (KJ23). Tyto údaje, resp. jejich průměrné hodnoty byly použity pro výpočet jako referenční. Na obr. 5 je znázorněn průběh relativní vlhkosti v datovém sále, která se pohybuje v rozmezí 40 až 45 %, pro analýzy byla opět použita průměrná hodnota. Vstupní okrajové podmínky výpočtu jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Vstupní okrajové podmínky výpočtu

Tab. 1 Input boundary conditions of the calculation

Klimatická data pro Prahu	TRY (Test Reference Year)
Příkon IT technologie – vnitřní tepelná zátěž	70 kW = konst.
Vnější tepelná zátěž	zanedbána
Teplota vzduchu na přívodu do IT technologie	21 °C
Teplota vzduchu na sání jednotek	30 °C
Relativní vlhkost vzduchu v sále	43 %
Průtok vzduchu jednotkami pro odvod zátěže	23 000 m ³ /h
Povrchová teplota chladiče výparníku (split systém)	5 °C
Sezónní (roční) chladicí faktor EER	2,5
Cena elektrické energie	1,9 Kč/kWh
Parametry stávajícího (oběhového) ventilátoru	$\Delta p_c = 150 \text{ Pa}$, $\eta_{c,v} = 70 \%$

Úprava klimatizačního zařízení pro využití volného chlazení

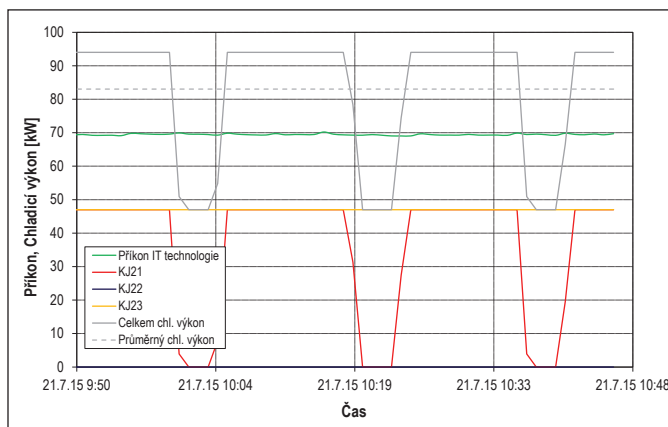
Na obr. 2b je schematicky znázorněna úprava klimatizačního zařízení v podobě instalace ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu, směšovací komory a nezbytné filtrace venkovního vzduchu. Vzhledem k tomu, že v datových sálech je vyžadována poměrně vysoká čistota vzduchu, není zde výjimkou třístupňová filtrace vzduchu, s čímž souvisí zvýšené nároky na energii pro dopravu vzduchu. Venkovní vzduch je přiváděn do směšovací komory, kde se podle potřeby směšuje s oběhovým vzduchem tak, aby teplota přiváděného vzduchu odpovídala požadované hodnotě (v našem případě 21 °C). Pokud této teploty není po smísení dosaženo, je vzduch dochlazován v chladiči přesné klimatizace, navlhčen a následně přiváděn do datového sálu. Předpokládané parametry nově instalovaného zařízení jsou uvedeny v tab. 2.

Poznámka recenzenta: V případě, že stávající ventilátor disponuje dostatečným dopravním tlakem pro pokrytí tlakových ztrát filtrů, není nutná instalace přívodního ventilátoru.

Tab. 2 Předpokládané parametry nově instalovaného zařízení

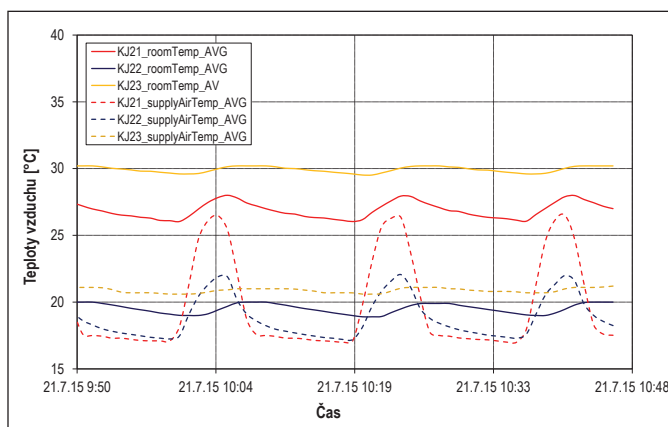
Tab. 2 Prospective specifications of the new installed device

Parametry přívodního (nového) ventilátoru	$\Delta p_{c,max} = 700 \text{ Pa}$, $\eta_{c,v} = 70 \%$
Parametry odvodního (nového) ventilátoru	$\Delta p_{c,max} = 100 \text{ Pa}$, $\eta_{c,v} = 70 \%$



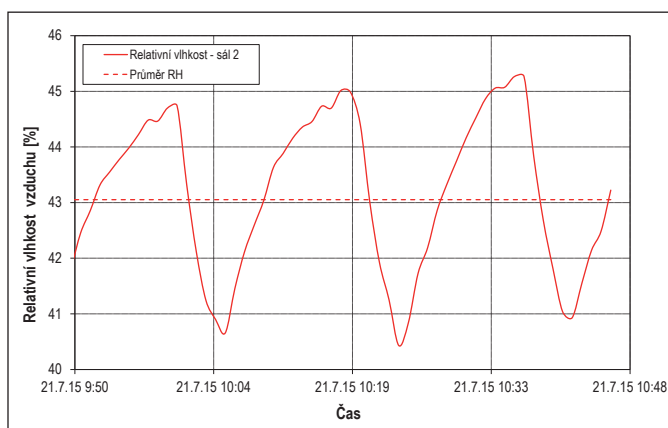
Obr. 3 Průběh chladicího výkonu a příkonu IT technologie v datovém sále

Fig. 3 Time course of cooling output and power input of IT technology in the data room



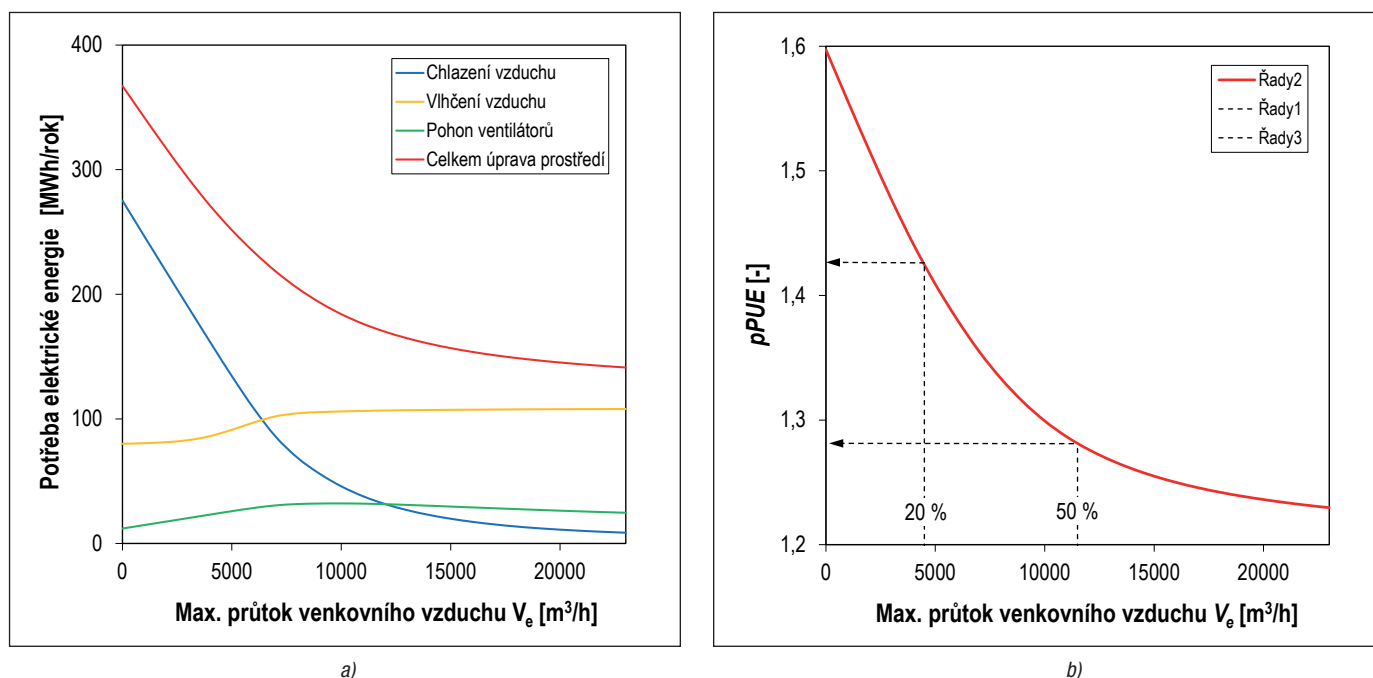
Obr. 4 Průběh teplot vzduchu na sání a výtlačku klimatizačních jednotek v datovém sále

Fig. 4 Time course of inlet and outlet air temperature of air conditioning units in the data room



Obr. 5 Průběh relativní vlhkosti v datovém sále

Fig. 5 Time course of relative humidity in the data room



Obr. 6 Průběhy potřeb elektrické energie (a) a hodnoty pPUE (b) při využití venkovního vzduchu pro volné chlazení ve zkoumaném datovém sále
Fig. 6 Time course of the electric energy demand (a) and pPUE value (b) when using outside air for free cooling of the data room

Princip výpočtu

Výpočet potřeby energie na chlazení vzduchu byl realizován na základě postupu uvedeného v literatuře [10]. Analýza je založena na psychrometrických výpočtech popisujících úpravu vzduchu během roku při proměnných klimatických podmínkách. Předpokládá se, že chlazení probíhá teoreticky po „přímce“, která je určena stavem vzduchu před chladičem a stavem popisujícím povrch chladiče. Na základě rozdílu entalpií mezi nasávaným a přiváděným vzduchem byl stanoven chladicí výkon a následně potřeba energie na chlazení. Obdobný postup byl použit pro stanovení potřeby energie na vlhčení vzduchu.

Jak již bylo zmíněno, poměr venkovního a oběhového vzduchu není konstantní, ale je vypočítán na základě požadavku na teplotu přiváděného vzduchu. Pro účely prováděných analýz byla možnost využití venkovního vzduchu v rozsahu 0 až 100 %. Potřeba energie na dopravu vzduchu byla stanovena podle [6] s tím, že zadaný dopravní tlak ventilátoru byl přiřazen k maximálnímu průtoku venkovního vzduchu:

$$\Delta p_c = k \cdot V_{\max}^2 \quad (1)$$

Ze vztahu byla stanovena konstanta potrubní sítě k a při změně průtoku byla tlaková ztráta přepočítána – předpokládá se regulace průtoku venkovního a odpadního vzduchu změnou otáček ventilátoru.

Výpočet byl realizován s hodinovým časovým krokem. Základem výpočtu je znalost venkovních klimatických podmínek (průběhy teploty a vlhkosti venkovního vzduchu). Pro analýzu byl použit referenční klimatický rok zpracovaný pro Prahu (TRY – Test Reference Year). Referenční rok prezentuje reálná charakteristická klimatická data pro účely výpočtu energetické potřeby budov. Z výsledných hodnot potřeby energie lze vyhodnotit roční hodnotu pPUE (partial Power Usage Effectiveness) [14] jako:

$$pPUE = \frac{\text{Celková energie na vstupu}}{\text{Energie na IT}} = \frac{E_{chl} + E_{vlh} + E_{vent} + E_{čerp} + E_{IT}}{E_{IT}} \quad [-] \quad (2)$$

kde je E celková potřeba elektrické energie za rok v [kWh/rok], na chlazení E_{chl} , na vlhčení E_{vlh} , ventilátorů E_{vent} , čerpadel $E_{čerp}$ a IT techniky E_{IT} .

Poznámka: pPUE představuje hodnotu, která je omezena na část systému (např. chlazení, napájení) a nereprezentuje vlastnost komplexní infrastruktury datového centra.

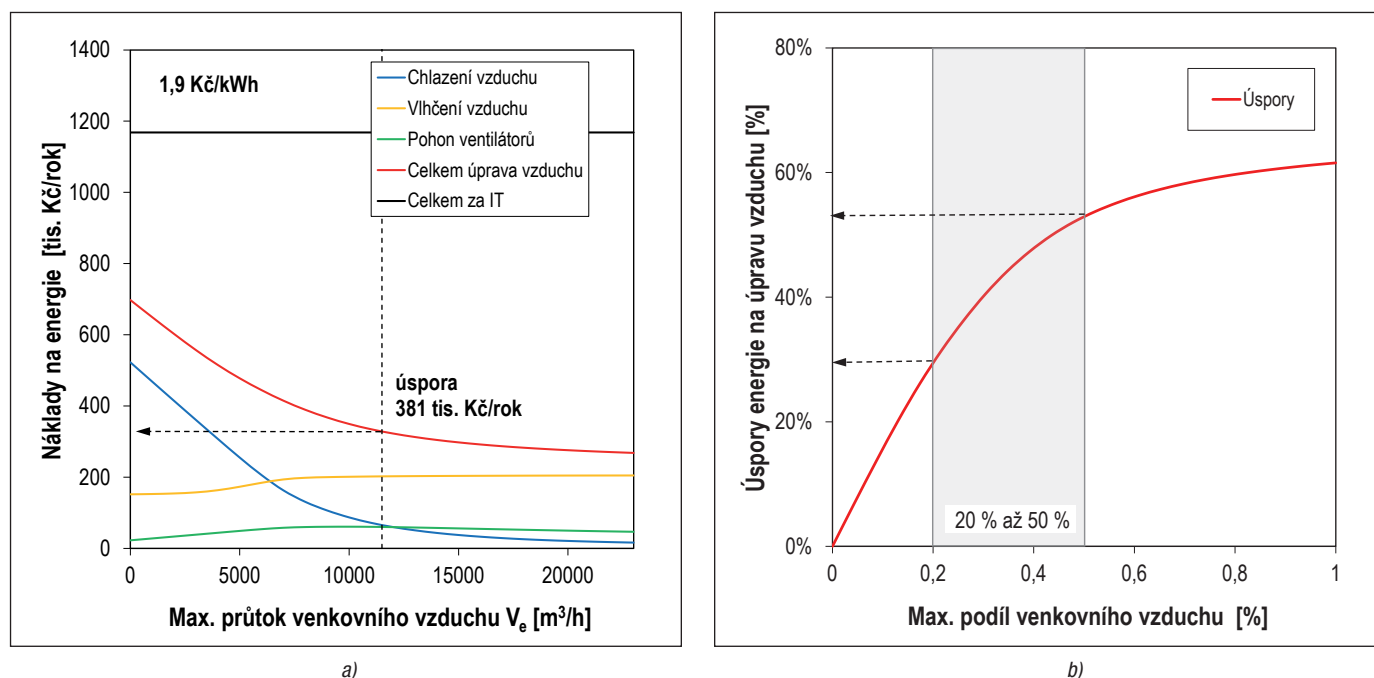
VÝSLEDKY

Potřeba energie

Na základě bilance tepelných toků v rámci hodinového výpočtu byly vyhodnoceny potřeby elektrické energie, které souvisí s úpravou vnitřního prostředí, tj. potřeby energie na chlazení, vlhčení, příp. dopravu venkovního vzduchu. Výsledky jsou zobrazeny na obr. 6a. Je zřejmé, že venkovní vzduch přispívá k úsporám energie na chlazení – kompresorové chladičové zařízení nemusí být tak často v provozu. Naopak potřeba energie na vlhčení podle předpokladu roste, stejně tak potřeba na pohon ventilátorů. Na obr. 6b jsou výsledky zobrazeny v podobě hodnoty pPUE, která dobře vypovídá o celkové efektivitě využití energií v datovém sále.

Náklady

Na obr. 7a jsou znázorněny náklady na energie a výsledný finanční přínos navrženého opatření v případě využití venkovního vzduchu pro volné chlazení. Platba za příkon IT technologie je logicky konstantní, snižuje se výrazně celková platba za energie pro úpravu vzduchu. Z výše uvedeného grafu na obr. 7a je zřejmý potenciál finanční úspory při aplikaci přímého volného chlazení. V obr. 7a jsou vyčísleny úspory pro analyzovaný datový sál, tj. pro příkon IT technologie 70 kW. I když uvedené výsledky platí pro konkrétní okrajové podmínky, lze je zobecnit a úspory pro jiný příkon IT technologie jednoduše přepočítat. Podíl venkovního vzduchu má smysl uvažovat v rozmezí 20 až 50 %. S dalším zvyšováním podílu průtoku venkovního vzduchu rostou úspory již minimálně (viz obr. 7b).



Obr. 7 Náklady na energii při definované ceně 1,9 Kč/kWh (a) a procentuální úspory při definovaném maximálním podílu venkovního vzduchu (b)
Fig. 7 Cost of energy at the defined price of CZK 1.9 CZK/kWh (a) and percentage savings at the defined maximum ratio of outdoor air (b)

DISKUZE

Vnitřní prostředí datových center

Požadavky na vnitřní prostředí v datových centrech jsou popsány v ASHRAE TC 9.9 [1], což je v podstatě jediný obecně uznávaný dokument svého druhu. Aktuální požadavky pro datová centra jsou uvedeny v tab. 3. Na obr. 8 jsou požadavky na vnitřní prostředí zakresleny v h-x diagramu vlhkého vzduchu. V roce 2008, resp. 2011 došlo k významnému uvolnění požadavků na vnitřní prostředí datových center z roku 2004 [1]. Původní požadavky jsou v obr. 8 znázorněny čárkovanou oblastí. Toto uvolnění požadavků má vliv samozřejmě i na energetickou náročnost klimatizace. Nové definice kategorie prostředí datových center [4] jsou uvedeny v tab. 4.

V obr. 8 je vyznačen stav vzduchu (bod Z), který je udržován v prezentovaném datovém sále. Je vidět, že tento bod leží v oblasti definované starším předpisem ASHRAE z roku 2004. Otázkou tedy je, jakým způsobem ovlivní změna parametrů prostředí potřebu energie. Pro sledování tohoto vlivu byly vybrány další 2 stavy vzduchu, které leží v oblasti současných doporučených hodnot:

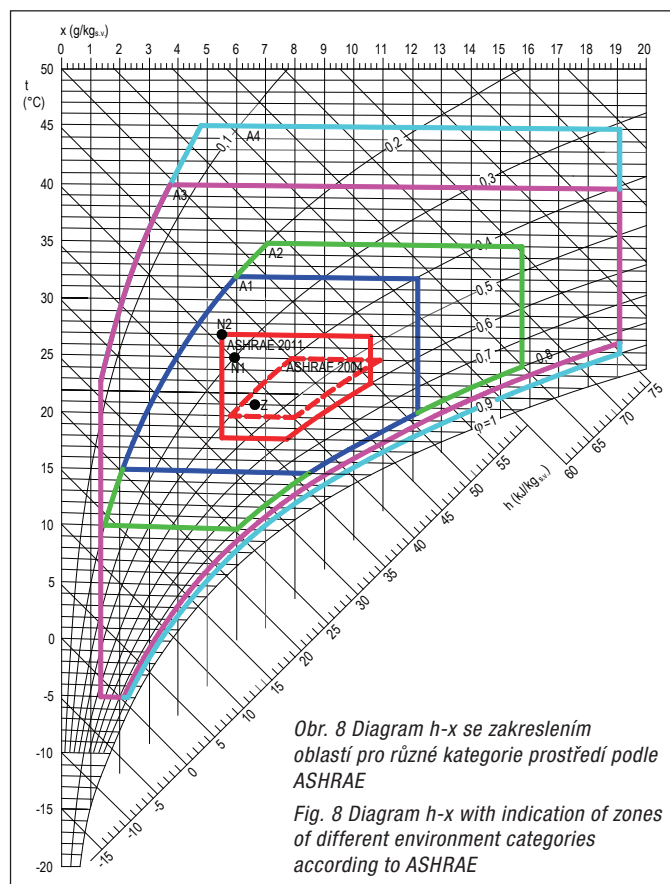
Tab. 3 Požadavky na vnitřní prostředí datových center podle ASHRAE [3]

Tab. 3 Requirements on data center internal environment according to ASHRAE [3]

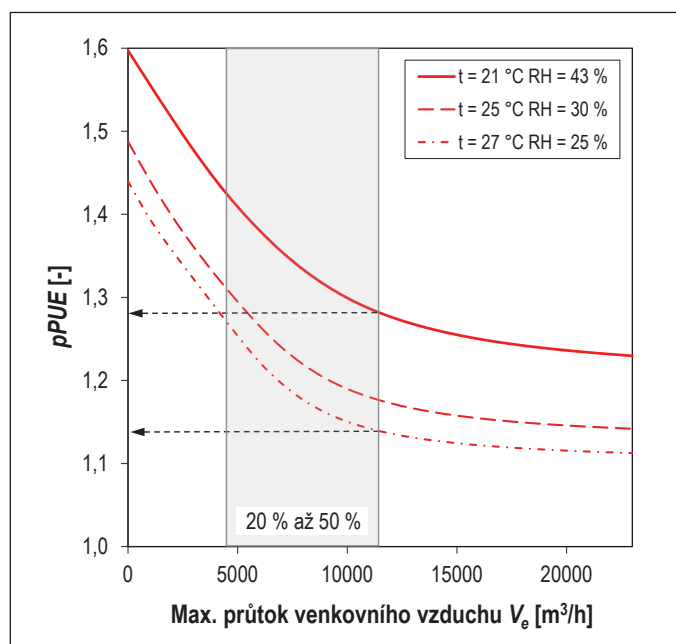
	Kategorie prostředí	Teplota vzduchu t_a [°C]	Vlhkostní rozsah	Maximální teplota rosného bodu $t_{RB,max}$ [°C]
Doporučené parametry	A1 až A4	18 až 27	od $t_{RB} = 5,5$ °C do $\varphi = 60$ % a $t_{RB} = 15$ °C	-
Přípustné parametry	A1	15 až 32	$\varphi = 20$ až 80 %	17
	A2	10 až 35	$\varphi = 20$ až 80 %	21
	A3	5 až 40	od $t_{RB} = -12$ °C a $\varphi = 8$ % do $\varphi = 85$ %	24
	A4	5 až 45	od $t_{RB} = -12$ °C a $\varphi = 8$ % do $\varphi = 90$ %	24

- stav Z: $t_a = 21$ °C a $\varphi = 43$ % (zkoumané datové centrum),
- stav N1: $t_a = 25$ °C a $\varphi = 30$ %,
- stav N2: $t_a = 27$ °C $\varphi = 25$ % (hraniční stav vzduchu).

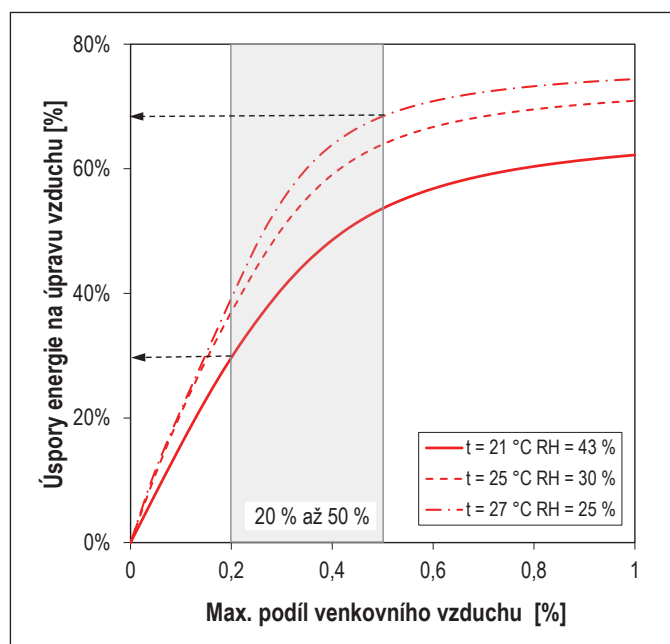
Poznámka: Zvyšování teploty vzduchu t_a na sání do IT technologie s sebou přináší dva aspekty. Jedním je zvýšení příkonu IT technologie až o 20 % a zvýšení poruchovosti zařízení.



Obr. 8 Diagram h-x se zakreslením oblastí pro různé kategorie prostředí podle ASHRAE
Fig. 8 Diagram h-x with indication of zones of different environment categories according to ASHRAE



a)



b)

Obr. 9 Energetické úspory/přínosy při různých stavech přiváděného vzduchu dle doporučení ASHRAE

Fig. 9 Energy savings/benefits under various supply air conditions according to ASHRAE recommendations

Výsledky analýz v podobě teoreticky stanovené hodnoty $pPUE$ jsou znázorněny na obr. 9a. I když z celkových výsledků to není příliš patrné, stěžejní vliv na potřebu energie na chlazení má obsah vodní páry ve vzduchu (měrná vlhkost přiváděného vzduchu x). Citelný tepelný tok pro odvedení vnitřní tepelné zátěže se prakticky nemění.

Na obr. 9b je znázorněn potenciál úspor na úpravu vzduchu při odlišných parametrech přiváděného vzduchu (vzduchu nasávaného IT technologií). Z uvedených výsledků je zřejmý již zmiňovaný závěr o smysluplnosti opatření v podobě dodatečné instalace přímého volného chlazení z hlediska podílu venkovního vzduchu v rozsahu od 20 do 50 %.

Tab. 4 Kategorie prostředí datových center podle ASHRAE [3]

Tab. 4 Environment categories of data centers according to ASHRAE [3]

Kategorie prostředí	Popis
A1	Datové centrum s přesně regulovanými parametry prostředí (rosný bod, teplota a relativní vlhkost); s úkolem kritických operací. Typicky určeno pro podnikové servery a úložiště.
A2	Obvykle prostor určený pro informační technologie, kancelář nebo laboratorní prostředí s určitou regulací (úpravou) parametrů prostředí (rosný bod, teplota a relativní vlhkost). Typicky určeno pro hostitelské servery, úložiště, osobní počítače a pracovní stanice.
A3	
A4	

Povrchová teplota chladiče

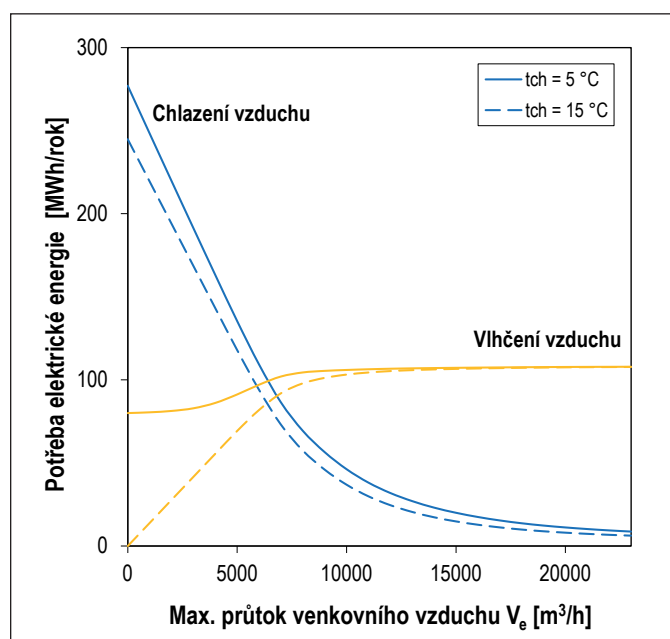
Analýzy popisované výše byly realizovány s nízkou povrchovou teplotou chladiče (5 °C). Uvedená hodnota byla uvažována s ohledem na stáří zařízení a použitý chladivový „split“ systém s regulací ON-OFF. Jednou z cest, jak snížit energetické nároky na chlazení a vlhčení datacentra je zvýšení výparné teploty chladiva (pokud to zařízení umožňuje). Na obr. 10 je znázorněn teoretický vliv povrchové teploty chladiče na potřebu energie pro chlazení a vlhčení vzduchu.

Poznámka: Z výsledků na obr. 10 by se mohlo zdát, že pokud nedochází ke kondenzaci na výparníku, není nutné při použití cirkulačního režimu

využívat vlhčení (potřeba energie pro průtok $V_e = 0$ je nulová). Ve skutečnosti však často dochází k infiltraci venkovního vzduchu a difúzi vodní páry, což v reálném provozu klade nároky na zvlhčování.

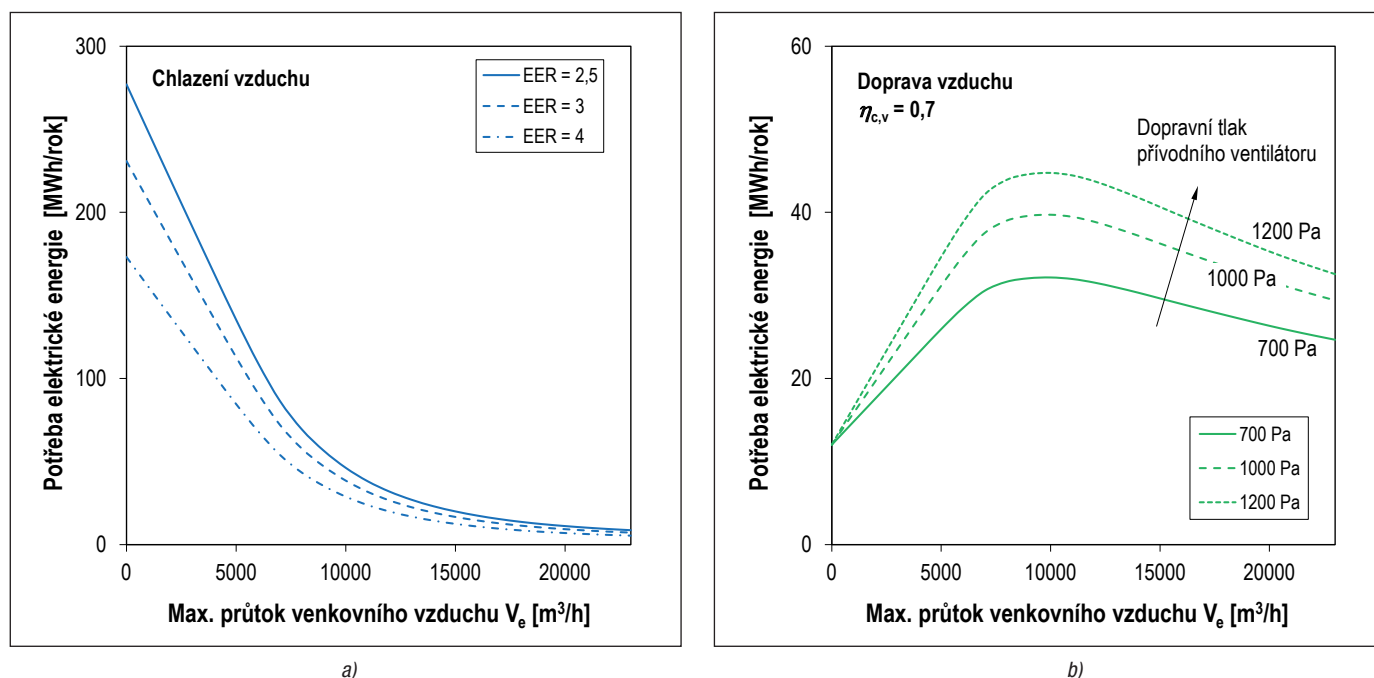
Chladicí faktor EER

Veškeré analýzy byly realizovány s průměrnou hodnotou chladicího faktoru $EER = 2,5$. Důvodem je praktická nedostupnost údajů o chování zařízení při změně venkovních a/nebo vnitřních podmínek během roku. Ne každý výrobce takovou závislostí disponuje, často jsou dostupné údaje pouze pro jmenovité podmínky. Skutečná spotřeba energie na chlazení je na hodnotě chladicího faktoru samozřejmě závislá, při znalosti konkrétní hodnoty EER ji však lze poměrně jednoduše přepočítat (obr. 11a).



Obr. 10 Vliv povrchové teploty chladiče na potřebu energie

Fig. 10 Influence of cooler surface temperature on energy demand



Obr. 11 Potřeba energie na chlazení zkoumaného datového sálu při změně průměrného chladicího faktoru EER (a) a potřeba energie pro dopravu vzduchu při změně dopravního tlaku přívodního ventilátoru (b)

Fig. 11 Energy demand for cooling of the data room when changing the energy efficiency rating EER (a) and energy demand for air transport when changing the supply fan working pressure (b)

Potřeba energie na pohon ventilátorů

V datových centrech je vyžadována poměrně vysoká čistota ovzduší podle ČSN ISO 14644-1 [1], minimálně třídy ISO 8 [5] případně vyšší [8]. Při použití přímého volného chlazení vede takový požadavek často ke třístupňové filtraci vzduchu. S provozem takového zařízení je spojená značná tlaková ztráta, kterou musí přívodní ventilátor překonat. Potřeba energie pro pohon ventilátorů závisí právě na jejich dopravním tlaku a účinnosti. Nutno poznamenat, že třída filtrace závisí i na typu použitého IT zařízení.

Pro účely analýz prezentovaných v tomto příspěvku byly použity zvolené okrajové podmínky (viz výše). Na obr. 11b je vidět, jakým způsobem se mění potřeba energie pro pohon ventilátorů v závislosti na změně dopravního tlaku přívodního ventilátoru. Pokles potřeby energie od průtoku cca 10 000 m³/h je způsoben skutečností, že dopravní tlak ventilátoru odpovídá vždy maximálnímu průtoku venkovního vzduchu. Jak již bylo zmíněno, max. průtok venkovního vzduchu není potřeba využívat trvale a pracovní bod ventilátoru se tak během roku posouvá po charakteristice potrubní sítě.

ZÁVĚR

Přímé volné chlazení datových center představuje jednu z alternativ pro snížení potřeby energie na chlazení IT provozů. Při přímém volném chlazení venkovním vzduchem je nutno počítat s vyššími nároky na dopravu a vlhčení vzduchu v zimním období roku. Značný potenciál pro úspory energie má i uvolnění požadavků na vnitřní prostředí v datových centrech, samozřejmě za předpokladu, že jsou takové podmínky z pohledu konkrétní IT technologie přijatelné.

Z technického pohledu skýtá prezentované řešení určitá úskalí, ne vždy ho lze bez problémů použít. Jedná se zejména o:

- relativně vysoké nároky na čistotu vzduchu v datových centrech,
- prostorové nároky pro vedení vzduchovodů a umístění zařízení,
- možnost nasávat vzduch z venkovního prostředí (ideálně krátkým vzduchovodem – přes vnější fasádu nebo střechu),

- riziko kondenzace vodní páry na povrchu vzduchovodů a nutnost izolace,
- nutnost zásahu do systému měření a regulace.

V případě zkoumaného datového sálu je prostá doba návratnosti opatření v podobě dodatečné instalace zařízení pro přímé volné chlazení podle prováděných studií pro prezentované datové centrum cca 1 rok. Do výsledného ekonomického hodnocení se promítnou i nutné náklady na výměnu filtrů a případnou údržbu a servis.

Kontakt na autora: Vladimír.Zmrhal@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] ČSN ISO 14644-1:2016. Čisté prostory a příslušné řízené prostředí – Část 1: Klasifikace čistoty vzduchu podle koncentrace částic. ÚNMZ.
- [2] ASHRAE Publication. Thermal guidelines for Data Centers and other Data Processing Environments. Atlanta, 2004.
- [3] ASHRAE. Thermal Guidelines for Data Processing Environments, 2nd Edition. 2008.
- [4] ASHRAE. TC 9.9 Thermal Guidelines for Data Processing Environments – Expanded Data Center Classes and Usage Guidance. 2011.
- [5] ASHRAE. Gaseous and Particulate Contamination Guidelines For Data Centers. 2011.
- [6] DRKAL, F., ZMRHAL, V. *Větrání*. Praha: ČVUT, 2013. ISBN 978-80-01-05181-8.
- [7] STEINBRECHER, R., A., SCHMIDT, R. Data Center Environments ASHRAE's volving Thermal Guidelines. *ASHRAE Journal*. 2011.
- [8] KAPOUN, J. Čistota v datovém centru a její aspekty. *Kompletně. Complete*. Zima 2012/2013.
- [9] ZMRHAL, V. Riziko kondenzace u vysokoteplotních klimatizačních systémů. *Vytápění, větrání, instalace*. 2014, roč. 23, č. 2, s. 76–80. ISSN 1210-1389.
- [10] ZMRHAL, V. Porovnání spotřeby energie vodních klimatizačních systémů. *Vytápění, větrání, instalace*. 2010, roč. 19, č. 2, str. 80–83. ISSN 1210-1389.
- [11] ZMRHAL, V. Souvislost mezi návrhem chladiče centrální VZT jednotky a rizikem kondenzace u vysokoteplotních klimatizačních systémů. In: *V. symposium Integrované navrhování a hodnocení budov 2014*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2014, s. 76–82. ISBN 978-80-02-02563-4.
- [12] Společnost pro techniku prostředí. *Klimatizace datových center*. Sborník přednášek. 2014.

[13] Podklady společnosti EMERSON. *Liebert Air Economizer for Liebert DS 3000*. User Manual.

[14] The Green Grid Data Center Power Efficiency Metrics: PUE and DCiE

Seznam označení:

EER	chladič faktor [-]
E	potřeba elektrické energie [kW/rok]
P	příkon [W]
$pPUE$	partial Power Usage Effectiveness [-]
PUE	Power Usage Effectiveness [-]
t_a	teplota vzduchu (suchého teploměru) [°C]
t_{RB}	teplota rosného bodu [°C]
Δp_c	celkový dopravní tlak ventilátoru [Pa]
V_e	průtok venkovního vzduchu [m³/h]
V_{ob}	průtok oběhového vzduchu [m³/h]
V	průtok přiváděného vzduchu [m³/h]
φ	relativní vlhkost [%]
η	účinnost [-]

Propan je sice výbušný, ale vždy po ruce

Na 8. Kolokviu chladicí techniky 2017 ústavu IKL v Drážďanech byla rozsáhle diskutována možnost užití propanu jako dostupného, byť výbušného chladiva s nízkým potenciálem GWP. Pro plánování rekonstrukcí chladicích zařízení, se zvětšením chladicího výkonu na 440 kW a výstavbu nových zařízení s 1 000 kW chladicího výkonu, je uvažováno užití propanu jako chladiva s GWP pouhé 3. V Německu lze při užití propanu získat podporu až 25 % čistých investičních nákladů od BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle), která může u velkých úspor energie činit až 100 000 € ročně.

Pramen: CCI 07/2017, s. 31

(AB)

Nové údaje o trhu pro Smart Homes

Nejnovější analýza trhu Smart Homes pro průmysl a živnosti od BSRIA (Building Services Research and Information Association) obsahuje zprávy z teritorií: Čína, Francie, Německo, Nizozemsko, Velká Británie a Severní Amerika. Zpracovatelé studie očekávali pro rok 2017 růst o 20 % na 15,8 mld. USD, zatímco růst trhu v USA představoval z těchto údajů plných 29 %. Studie rozlišuje trh na jednotlivé produkty a produkty ze systémové integrace. Naznačuje razantní růst obrátu u výrobků i u podílu systémové integrace Smart Homes, zatímco relativně mladé trhy služeb a údržby vykazují nepatrný růst. Největším segmentem trhu s podílem 25 % na celkovém obrátu jsou luxusní vily, kanceláře a hotely. Pro rok 2021 se předpovídá růst celkového obrátu na 29,8 mld. USD.

Pramen: CCI 07/2017, s. 1

(AB)

Požadavky na sání venkovního vzduchu

V Německu jsou hygienické požadavky na nasávání vnějšího vzduchu a tím na nasávací otvory obsaženy ve směrnici VDI 6022. Použité těsnicí materiály podléhají standardu DIN EN ISO 846 „Plasty - Hodnocení působení mikroorganismů“ a přezkoušení na odolnost vůči bakteriím a plísním, přičemž nesmí při použití vydávat žádný zápach a uvolňovat těkavé organické látky (VOC).

Přípustnou tlakovou ztrátu u nasávacích zařízení určuje standard DIN EN 13779 „Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy“.

Standard DIN EN 13030 „Větrání budov – Koncové součásti – Zkoušení žaluží zkušebními deštěm“ se týká všech stavebních provedení vstupů vnějšího vzduchu a dalšího otevření při nasávání vnějšího vzduchu, kde vstup vody není vyloučen, ale pouze omezen.

Pramen: CCI 07/2017, s. 6

(AB)

Haier



#Jedinečnost #Vysoká účinnost

#Délka potrubí 1000 m #Max. převýšení 110 m

#Projekční software v ČJ #Provoz od -23 °C do +50 °C

#Qchl= 73,5 / 294 kW v jednom modulu / systému