

Ing. Ondřej NEHASIL
 Ing. Daniel ADAMOVSÝ, Ph.D.
 ČVUT v Praze, Univerzitní
 centrum energeticky efektivních
 budov

Automatická detekce a diagnostika poruch ve vzduchotechnických jednotkách

Automatic Detection and Diagnostics of Failures in Air Handling Units

Recenzent
 Ing. Miloš Lain, Ph.D.

Článek představuje expertní systém pro automatickou detekci a diagnostiku poruch vzduchotechnických (VZT) jednotek na základě expertních pravidel pracujících s kontinuálně sbíranými daty. Nástroj umožňuje odhalovat chybně provozované VZT stroje, které buď spotřebovávají více energie, než je nutné, nebo nedokážou zajistit komfort uživatele, případně jsou provozovány v režimech nevhodných z hlediska jejich životnosti. Tato analýza probíhá bez intervence lidského operátora.

Klíčová slova: diagnostika, AFDD, větrání, klimatizace, kontrola, chyba, provoz

The article presents an expert system for automatic detection and diagnostics of failures of air-conditioning (HVAC) units, on the basis of expert rules using continuously collected data. The tool makes it possible to detect badly operated HVAC appliances that either consume more energy than necessary or fail to provide user comfort, eventually operate in a mode unsuitable for their lifespan. This analysis is done without any intervention of a human operator.

Keywords: diagnostics, AFDD, ventilation, air-conditioning, control, failure, operation

ÚVOD

Vzhledem k přibližně 40% podílu budov na celkové spotřebě energie [1] není překvapivé zjištění vycházející z výstupů IEA Annexu 25 [2] a 34 [3], že mnohé systémy technických zařízení budov jsou špatně udržované a nesprávně provozované. Nucené větrání je strojní zařízení, o které je potřeba se odpovídajícím způsobem starat [4]. Důsledkem jsou energetické ztráty ve výši 15 až 30 % v komerčních budovách [5], [6]. Moderní administrativní budovy mají poměrně značný potenciál pro to, aby byly provozovány s minimálními energetickými nároky [7]. Účinné a úsporné technické zařízení budov vč. systémů vzduchotechniky je podmínkou k minimalizaci celkové spotřeby energie. To ovšem vyžaduje automatický monitorovací systém s detekcí chyb vzniklých při provozu. Dnes je k dispozici několik možností, které mají původ v řízení průmyslových procesů a obvykle se sjednocují pod metody tzv. fault detection and diagnostics (dále FDD) neboli metody detekce a diagnostiky chyb.

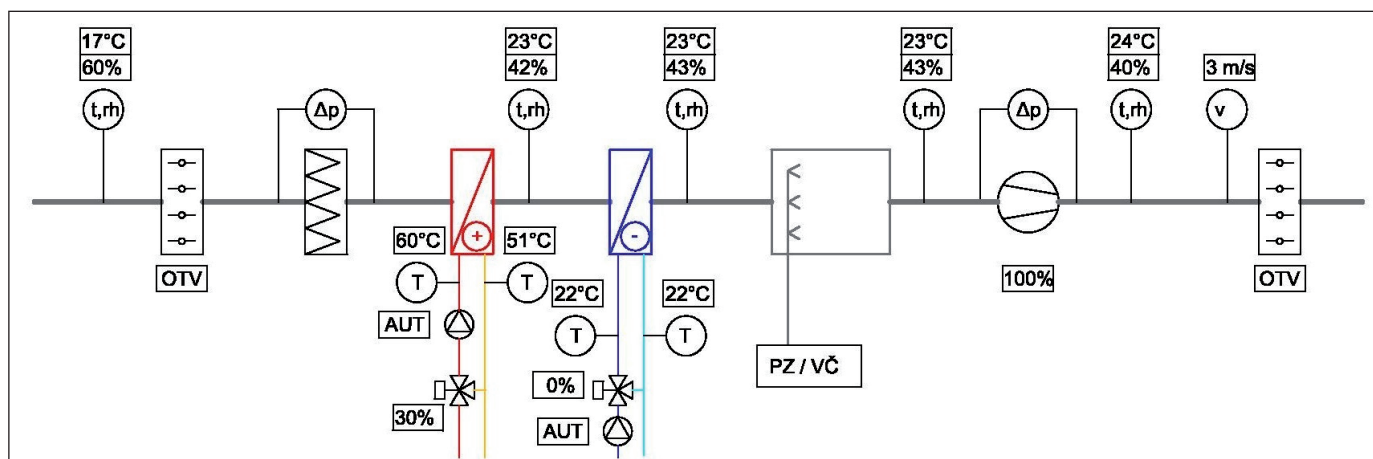
V aplikaci ve vzduchotechnice nabízí FDD podporu v identifikaci chybných stavů centrálních i koncových jednotek a tím dosažení významné energetické i finanční úspory při nízkých nákladech [8].

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT, ve spolupráci s firmou Energocentrum Plus s.r.o., vyvíjí expertní systém pro automatickou kontrolu a detekci chyb v centrálních větracích a klimatizačních jednotkách. Vzduchotechnické jednotky mohou nabývat mnoha podob a sestav, od jednodanálových větracích až po komplexní vícekanalová klimatizační zařízení se zpětným získáváním tepla. Pravidla pro diagnostiku jednodanálových jednotek nemusí platit pro klimatizační zařízení a naopak. Tato práce se zaměřuje na diagnostiku jednodanálových přívodních jednotek (obr. 1).

METODIKA STANDARDIZACE DAT

Základem pro aplikaci expertního systému je přístup k datům v cloudovém dispečerském systému Mervis, dále standardizace dat z měření a regulace, na kterou navazuje aplikace expertních pravidel. Ta se obvykle opírá o známou kombinaci měřených hodnot, na niž je možné ověřit správnou funkci jednotky například pomocí zákonů o zachování hmoty a energie.

Na základě této průběžné analýzy lze identifikovat chybný provoz jednotek a vytyčit potenciál úspor energie, skrývající se v nevhodném



Obr. 1 Jednodanálová přívodní jednotka

Fig. 1 Single-channel supply unit

provozu stávajících zařízení. Rovněž umožňuje identifikovat vliv špatného provozu vzduchotechnického zařízení na kvalitu vnitřního prostředí a na životnost zařízení.

Záměrem expertního systému je vytvořit podporu pro správu budov s velkým počtem vzduchotechnických zařízení. Představovaný systém zatím pokrývá jednonábové jednotky. Ověřovací analýza na skutečných jednotkách prokázala schopnost identifikovat chybné nastavení regulace jednotek či technické závady se značným dopadem na spotřebu energie.

Metodika expertního systému se vztahuje na vzduchotechnické jednotky, které jsou osazeny měřeními a regulací s komunikací, kdy data z jejich senzorů jsou sbírána do SCADA systému Mervis. Ve sbíraných datech jsou často obsaženy potřebné informace k odhalení poruch nebo neekonomického provozu. SCADA data z regulačního systému ovšem pouze ukládá a zobrazuje ve formě datových bodů s aktuální hodnotou a historií, ale nevyhodnocuje je způsobem, který je představen v tomto článku.

Postup procesu diagnostiky (obr. 2) určuje způsob, jak uložená data připravit pro vyhodnocení, a stanovuje sadu expertních pravidel, která umožní VZT jednotky sledovat bez intervence lidského operátora. Pro dosažení praktického přínosu uvádí, jakým způsobem vyhodnotit situace, kdy zmíněná pravidla nejsou dodržena. Metoda je nenáročná na vstupní data, vystačí si v základu s daty, která jsou běžně dostupná v systémech měření a regulace VZT jednotek.

Interpretace datových bodů

V oblasti SCADA systémů není uplatňován jednotný standard značení ani uspořádání proměnných. Diagnostika proto nemůže jednoduše datové body třídit podle názvu.

Pro nasazení diagnostiky na větší množství zařízení je nutné propojit datové body s odpovídajícími vstupy diagnostického systému. To se děje pomocí „tagů“ (čili štítků), přiřazovaných k datovým bodům expertem. Při tagování je nutné data rovněž pre-analyzovat, aby nebyly tagovány neplatné body.

Pokud by diagnostika vycházela z nevhodných dat, generovala by velké množství falešných alarmů, nebo by zcela selhala. K tomu může dojít zejména použitím nevhodného datového bodu. Např. chod ventilátoru může být použit jako rozhodující datový bod pro určení provozního režimu mezi režimy *zapnuto* a *vypnuto*. Přitom se ale může jednat o nevalidní datový bod, který nemá vliv na chod VZT a setrvává stále v poloze „ZAP“, ačkoli

VZT se zapíná a vypíná podle plánu. Chybné určení provozního stavu tak může zásadním způsobem ovlivnit celou diagnostiku.

Protože „tagování“ probíhá před první diagnostikou ručně, byly vytvořeny kontrolní mechanismy, které pomáhají tagovat správné a platné body. Jsou to:

Indikátor aktivity bodu, který zobrazuje průměrný počet změn hodnoty bodu za 24 hodin, zkoumaný přes časové období uložených dat. Aktivita bodu nemusí být vždy dostatečně vypovídající, protože některé datové body spojené s letní nebo zimní sezónou mohou vykazovat třeba jen dvě změny hodnoty do roka. Ačkoli se pak jeví jako neaktivní, jsou ve skutečnosti platné.

Indikátor určenosti bodu, který je podílem platných hodnot v celé délce zkoumaného intervalu. Za neplatné je možné považovat body, které často vykazují hodnoty „null“, „unknown“, nebo neobsahují žádnou hodnotu. Takové body by neměly do diagnostiky vstupovat.

Délky spojitých úseků jsou pomocnou informací, která doplňuje předchozí indikátory. Během analýzy se po každé změně hodnoty zjistí, jak dlouho byla tato hodnota ukládána bez změny.

Příklad použití indikátorů: Datový bod sleduje teplotu. Indikátor aktivity hlásí 42 změn za den, indikátor určenosti 0,97; nejkratší úsek má délku jednoho časového kroku a nejdelší úsek má délku 62 dnů v celkovém intervalu 1 rok. Je velmi nepravděpodobné, až vyloučené, že by měřená teplota byla 62 dnů bez změny. Lze proto očekávat, že bod je sice platný, ale příslušný senzor byl dlouho mimo provoz. Spojitému úseku je třeba věnovat pozornost a rozhodnout se, zda například z diagnostiky určité období nevyloučit.

Standardní názvosloví tagování. Přiřazení významu datových bodů diagnostickým systémem je určeno trojicí tagů, které musí být přiřazeny ke každému bodu, který do diagnostiky vstupuje.

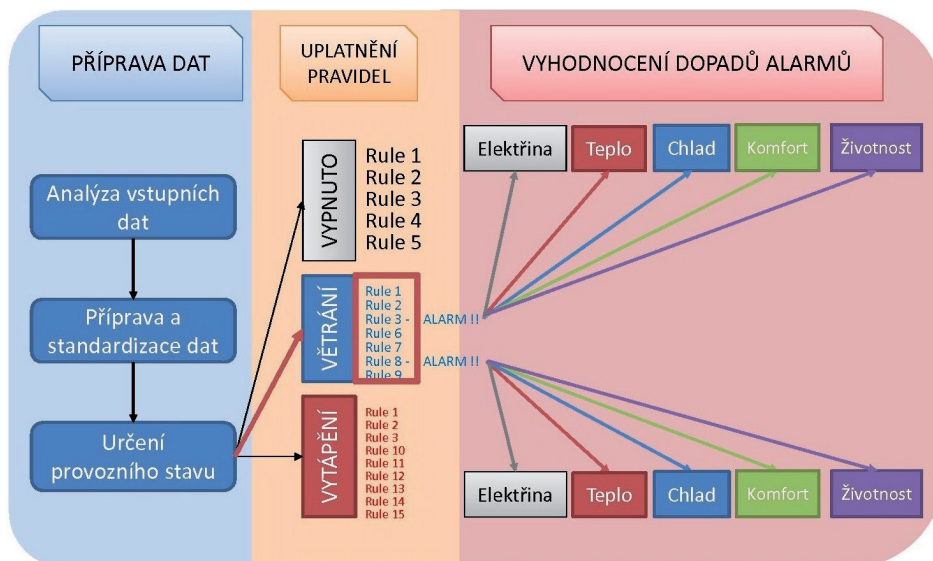
Datový bod je charakterizován podle veličiny, kterou představuje, místa, ke kterému se vztahuje, a podle jeho úlohy v regulaci.

Vzájemné zastoupení signálů

Představovaný expertní systém diagnostikuje jednotky, které odpovídají schématu na obr. 1, nebo podobným, které ale mají například jiné pořadí prvků nebo jim některé prvky chybí. Uvedené schéma představuje jednotku „v plné výbavě“, ovšem v praxi téměř žádný stroj není takto bohatě vybaven diagnostickými senzory.

Aby byla zajištěna maximální robustnost představeného systému, musí být zajištěna vzájemná zastupitelnost signálů. Pokud například potřebujeme znát teplotu na sání, budeme se opírat o senzor, který měří teplotu v sacím vzduchovodu. Pokud takový senzor není k dispozici, nemusí to diagnostiku zastavit, pokud požadovanou informaci můžeme získat jinak. Např. může být využita teplota vzduchu před filtrem, teplota na klapce sání vzduchu, a pokud ani tyto informace nejsou k dispozici, stále je možné použít senzor teploty venkovního vzduchu. Pokud ani tato hodnota není k dispozici, je možné využít informaci o venkovním vzduchu z blízkého okolí (jiná budova v dispečerském systému nebo data z profesionálních meteorologických stanic).

Obdobným způsobem můžeme pro každou informaci najít celý seznam možných zástupců, seřazený od nevhodnějších po nejméně vhodné. Aby se postihla skutečnost, že každá jednotka je vybavená jinými senzory, je mezi „otagovaná“ data



Obr. 2 Schéma procesu diagnostiky
Fig. 2 Schematic diagram of diagnostic process

a diagnostiku vložena převodní tabulka, která připravuje standardní signály pro diagnostiku. Díky tomu během vyhodnocení jednotlivá diagnostická pravidla nemusí postupně prohledávat dostupné senzory, ale mají již připraveny signály typu „teplota přívodního vzduchu“, které vycházejí z nejlepšího dostupného zdroje. Tím je zajištěna vysoká míra robustnosti a přenositelnosti diagnostiky. Ta se tak stává méně citlivou na vstupní data a významně tak roste její potenciál uplatnění.

VLASTNÍ VYHODNOCENÍ STANDARDNÍCH SIGNÁLŮ

Většina pravidel je založena na znalosti provozního stavu jednotky. Například pravidlo zkoumající, zda jsou v režimu pouhého větrání zcela zastaveny všechny prvky vytápění či chlazení, je možno uplatnit jediné tehdy, když víme, že VZT jednotka má pouze větrat. Protože tentýž jev se v různých provozních stavech hodnotí různými způsoby, je obvyklé, že jsou k tomu postavena i různá, navzájem podobná pravidla. Celkem bylo vytvořeno 27 pravidel. Každé z pravidel se soustředí na konkrétní typ provozní chyby.

Byly identifikovány tyto provozní stavy:

- vypnuto,
- větrání venkovním vzduchem bez úpravy teploty a vlhkosti,
- větrání s ohřevem příváděného vzduchu,
- větrání s ohřevem a vlhčením příváděného vzduchu,
- větrání s chlazením příváděného vzduchu,
- neznámý provozní stav.

Neznámý provozní stav nastává například tehdy, pokud VZT současně ohřívá a chladí, a nejde proto rozhodnout, zda jde o režim vytápění nebo chlazení. Tento provozní stav je detekovanou chybou sám o sobě, pokud se nejedná o řízení odvlhčování příváděného vzduchu.

Rozhodnutí o provozním stavu

Systém SCADA obvykle informaci o provozním stavu nemá, musí proto být dovozena ze vstupních dat. Na provozní stav se proto usuzuje z informace o chodu ventilátoru, ohříváče, chladiče a zvlhčovače, přičemž vyhodnocení musí fungovat i tehdy, pokud některé z těchto součástí nejsou vůbec osazeny. Pro každou ze čtyř uvedených komponent se proto uvažuje s možností „je v provozu“, nebo „není v provozu“, případně „komponenta vůbec neexistuje“. To tvoří 81 možných kombinací vstupů, přičemž 26 jich vede na známé provozní stavy a 55 kombinací vede na „neznámý stav“.

Obsah expertních pravidel

Vlastní pravidla jsou poměrně jednoduchá a často se opírají o jednoduché přímočaré výpočty, které postihují určitý fyzikální nebo regulační fenomén. Pravidla tak zkoumají například:

- zda vzduchotechnická jednotka běží v době, kdy jsou v budově lidé, a zda je vypnutá mimo pracovní dobu,
- zda se jednotka rozeběhne, když k tomu dostane pokyn od MaR,
- souslednost provozních stavů po sobě – zda jednotka necykluje například mezi vytápěním a chlazením,
- současnost spuštění ventilátorů a otevírání klapek,
- současnost otevírání/zavírání a zapínání/vypínání ventilů a čerpadel u výměníků,
- posouzení, zda je aktuální provozní režim pro budovu vhodný,
- posouzení platnosti zákona o zachování energie ve vzduchu při průchodu VZT jednotkou,
- dohled nad teplotním spádem na vzducho-kapalinovém výměniku – na straně vody (glykolu),
- dohled nad rozdílem teplot vzduchu a vody (glykolu) na vzducho-kapalinovém výměniku.

Pokud některá z podmínek není splněna, příslušné pravidlo vybaví v daném okamžiku alarm, který signalizuje, že chod stroje není v pořádku.

Dopady chyb na efektivitu provozu

Alarm sám o sobě nemusí znamenat závažnou chybu. Například při rozběhu do režimu vytápění není prvních několik minut splněna podmínka pravidla pro teplotní rozdíl na výměniku. Příslušný teplotní rozdíl se totiž musí teprve rozvinout. Tyto časové konstanty jsou pro každé zařízení jiné, a přestože samotné pravidlo prvních pět minut odpouští, rozvinutí teplotního rozdílu může trvat déle. Podobných alarmů, které nemají závažné dopady, může vzniknout velké množství a bylo by plýtvání časem operátora, kdyby se jim musel věnovat jednotlivě. Pro každý alarm je proto vytvořen následný výpočet zmařené elektrické energie, tepla, chladu, ohrožení komfortu a snížení životnosti zařízení. Úhrny těchto dopadů pak signalizují váhu chyby a umožňují soustředit pozornost operátora tam, kde jsou závady nejzávažnější.

Pro výpočet množství zmařené energie je potřeba znát doplňující parametry VZT zařízení. Zmařenou energii nelze uspokojivě odhadnout, pokud neznáme jmenovité příkony ventilátorů, oběhových čerpadel, výkony ohříváčů a chladičů. Tyto informace se obvykle nedají ve SCADA systému zjistit. Všeobecně lze říci, že tyto údaje podléhají faktoru měřítka a že větší VZT jednotka bude mít také silnější ventilátory, výkonnější výměníky apod. V expertním systému byl proto vytvořen pomocný výpočet, který výkony jednotlivých součástí odhaduje z jedné známé hodnoty jmenovitého průtoku vzduchu. Pokud ani tato hodnota není známa, je možné uvažovat se základní hodnotou např. 1000 m³/h, aby výsledky na různých zařízeních byly alespoň navzájem porovnatelné. Pokud je ovšem některý z těchto údajů k dispozici rovnou, expertní systém dává přednost zadané hodnotě před odhadnutou.

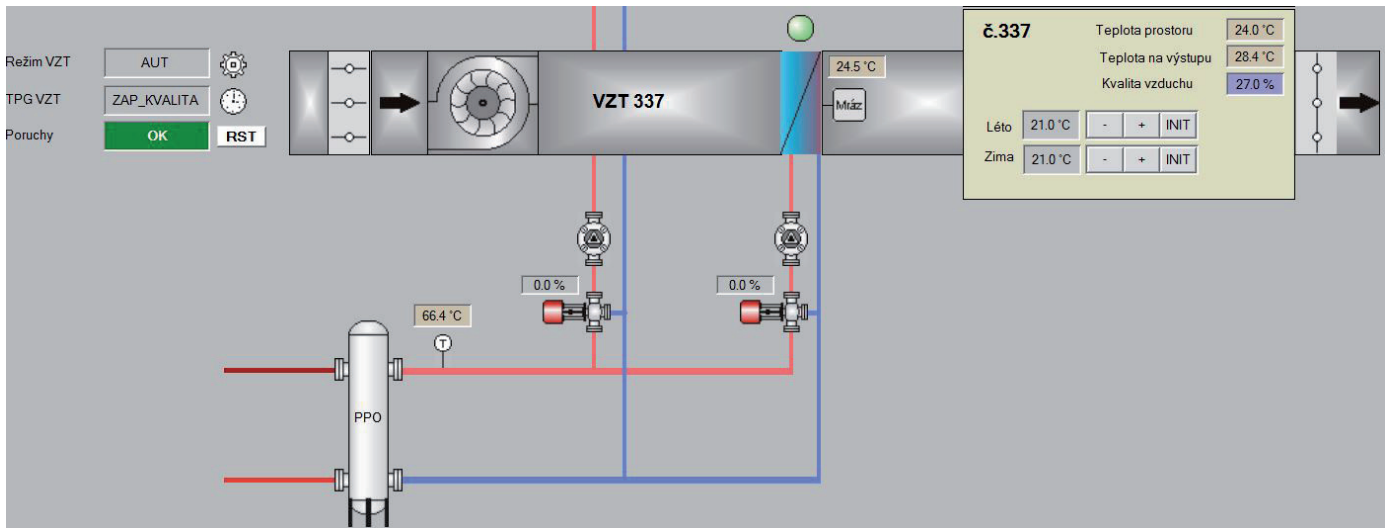
Zmařená energie se pak typicky určuje jako součin délky časového kroku, ve kterém nastal alarm, jmenovitého výkonu daného zařízení a poměrné části výkonu, který je nasazen zbytečně – „navíc“ oproti tomu, co je nutné.

VÝSLEDKY A ANALÝZA

Během vývoje diagnostického systému bylo ve SCADA systému Mervis společnosti Energocentrum Plus s.r.o. vybráno a opatřeno tagy 12 VZT jednotek, aby byla vytvořena základna pro testování vyvíjených algoritmů. Popsané diagnostické metody byly zpracovány v prostředí Matlab do programu, který zajišťuje všechny části automatické kontroly od stažení dat konkrétní VZT jednotky, přes pre-processing a přiřazení k standardním signálům a vyhodnocení expertních pravidel i dopadů alarmů, až po uspořádání výsledků a jejich grafickou prezentaci. Výsledkem diagnostiky je kobercový diagram provozních stavů, úhrny zmařené energie vizualizované v čase, vizualizovaná matice alarmů a k jednotlivým alarmům také příslušné vstupy, ze kterých alarm vyplývá. Jako příklad jsou uvedeny chyby detekované na jednokanálové jednotce, jejíž schéma je na obr. 3.

Kobercový diagram na obr. 4 přehledně ukazuje, v jakých provozních stavech VZT pracuje v daný den v týdnu a hodinu. Na první pohled je možné určit, zda někdy VZT neběžela zbytečně, stejně tak jako umožňuje dobře hledat kontext pro cyklování provozních stavů. Na obr. 4 je například zajímavý podezřelý náběh vytápění v pondělí 5. 12. před pátou hodinou ránní, nebo v pátek 9. 12., když poté ani nedošlo k spuštění VZT. Rovněž je pozoruhodné, že v úterý 1. 12. VZT dlouho běžela v režimu větrání, tedy bez ohříváče.

Pomocí tzv. Scatter Plotu (viz obr. 5) je možné sledovat vzájemný vztah přívodní a teploty venkovního vzduchu, doplněný o informaci o provoz-

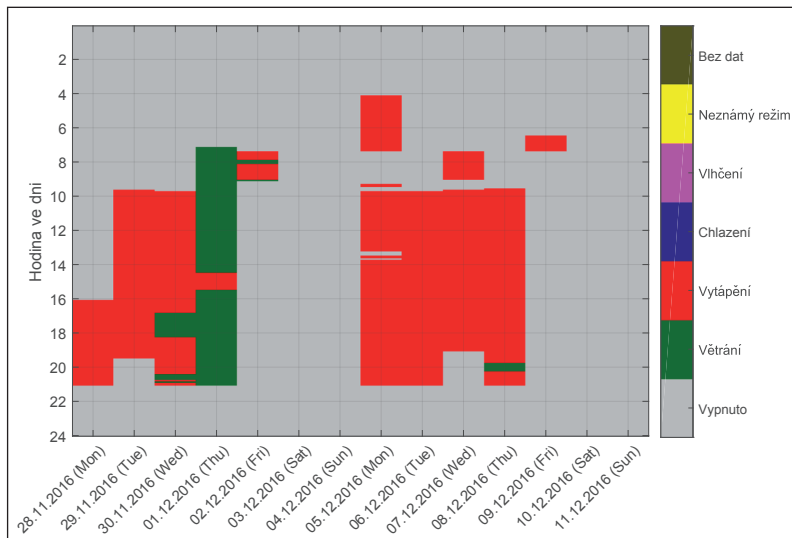


Obr. 3 Schéma jedné z testovacích jednotek, z cloudového dispečerského systému Mervis
 Fig. 3 Schematic diagram of one of the test units, from the Mervis cloud dispatching system

ním režimu. Na obr. 4 může zaujmout, že daná VZT jednotka je někdy v režimu větrání, ačkoli přivádí vzduch o 10 až 20 K vyšší, než je teplota venkovního vzduchu. Většina bodů však patří do režimu vytápění, kdy je zcela v pořádku, že teplota přiváděného vzduchu je výrazně vyšší.

Obr. 6 prezentuje čtyři různé datové výstupy. Horní graf ukazuje průběhy teplot, jak měřených, tak i požadovaných. Druhá část vykresluje spojitě signály z měření a regulace. Třetí část pak vykresluje logické signály z měření a regulace. Konečně spodní část prezentuje detekované chyby. Můžeme si všimnout, že 1. 12. byla detekována chyba „spojitost (vět)“, jejíž pravidlo kontroluje změnu teploty vzduchu při průchodu VZT jednotkou. Protože na výstupu z VZT byla v prosinci teplota asi 30 °C, ale nebyl detekován chod ohřívače, pravidlo zahlásilo podezřelý stav – ventilátor buď neběžel, nebo do VZT někudy unikalo teplo. Kontext této chyby byl již vidět i v předchozích dvou grafech.

Další chybou, která stojí za pozornost, je „vybavení (vyp)“. Jde o pravidlo, které hlídá, zda při vypnuté VZT jsou vypnuty také všechny její komponenty. Pravidlo hlásí opakující se chybu od 2. 12. do 5. 12. Díky paralelnímu zobrazení logických signálů vidíme, že s chybou koreluje výkon čerpadla ohřevu, které se spouští, přestože je vypnutý ventilátor.

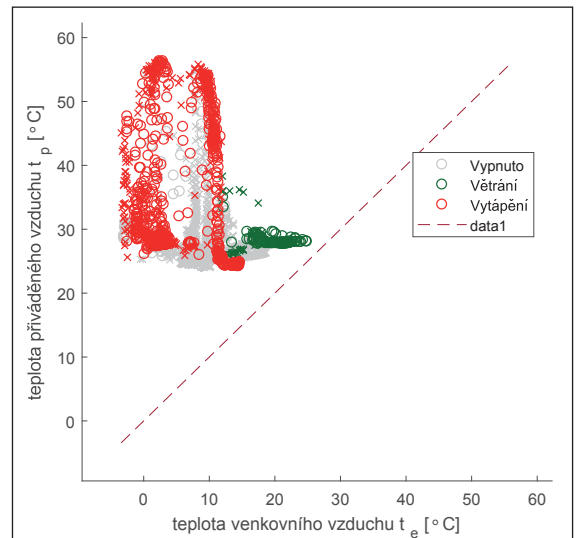


Obr. 4 Kobercový diagram provozních stavů
 Fig. 4 Carpet graph of operating states

Poslední výstup (obr. 7) ukazuje celkové dopady chyb v provozu VZT zařízení. Horní graf uvádí odhad zmařené elektrické energie, chladu a tepla v kilowatthodinách, dolní graf znázorňuje, kolik minut běželo zařízení v režimu nevhodném pro jeho dlouhou životnost nebo v režimu ohrožujícím komfort osob ve větraných zónách. Tento druh výstupu umožňuje zabývat se přednostně těmi závadami, jejichž dopad je největší. Operátora využívajícího tento nástroj například bude zajímat, proč se prvního prosince zmařilo téměř 200 kWh tepla. Z kontextu předchozích výstupů plyne, že se jedná o teplo, které uniklo do VZT z neznámého zdroje a způsobilo nemalé zvýšení teploty přiváděného vzduchu odhalené pravidlem „spojitost“.

Dále vidíme, že od 1. 12. do 5. 12. byla VZT až 900 minut denně ve stavu nevhodném pro její životnost. Jedná se o období, kdy bylo zbytečné v provozu čerpadlo vytápění.

Také nás zajímá, proč VZT dne 5. prosince více než 200 minut porušovala komfort uživatele větrané zóny. Zpětný pohled na obr. 5 nám ukáže, že dne 5. 12. bylo aktivní pravidlo „klapky (vyt)“, tedy že ventilátor běžel proti uzavřené klapce. Tato chyba má vliv na komfort i na životnost celé VZT.



Obr. 5 Scatter Plot
 Fig. 5 Scatter Plot

Kromě výše uvedených závad byly v průběhu pilotního testování nalezeny další typické závady:

Běh ventilátoru proti uzavřené klapce. Jedna z VZT jednotek 34 dnů běžela plným výkonem ventilátoru proti uzavřené klapce. Odhadem bylo zmařeno přes 10 MWh elektrické energie s negativním dopadem na vnitřní prostředí, které bylo v tu dobu bez větrání.

Ruční zásah obsluhy. Jednu z VZT jednotek obsluha krátkodobě ručně vypnula, ale již nevrátila do automatického režimu provozu. Deset měsíců jednotka neběžela, s veškerým dopadem na uživatelský komfort v nevětrávaných prostorách.

Špatně naprogramovaná regulace. U jednoho ze zkoumaných zařízení diagnostika odhalila chybné nastavení regulace. Střídavě byla požadována teplota vzduchu na výstupu z jednotky 16 °C a 35 °C, což vedlo k častému a zbytečnému přepínání mezi chlazením a vytápěním. Odhadovaná zmařená energie je 1 MWh tepla a 5 MWh chladu.

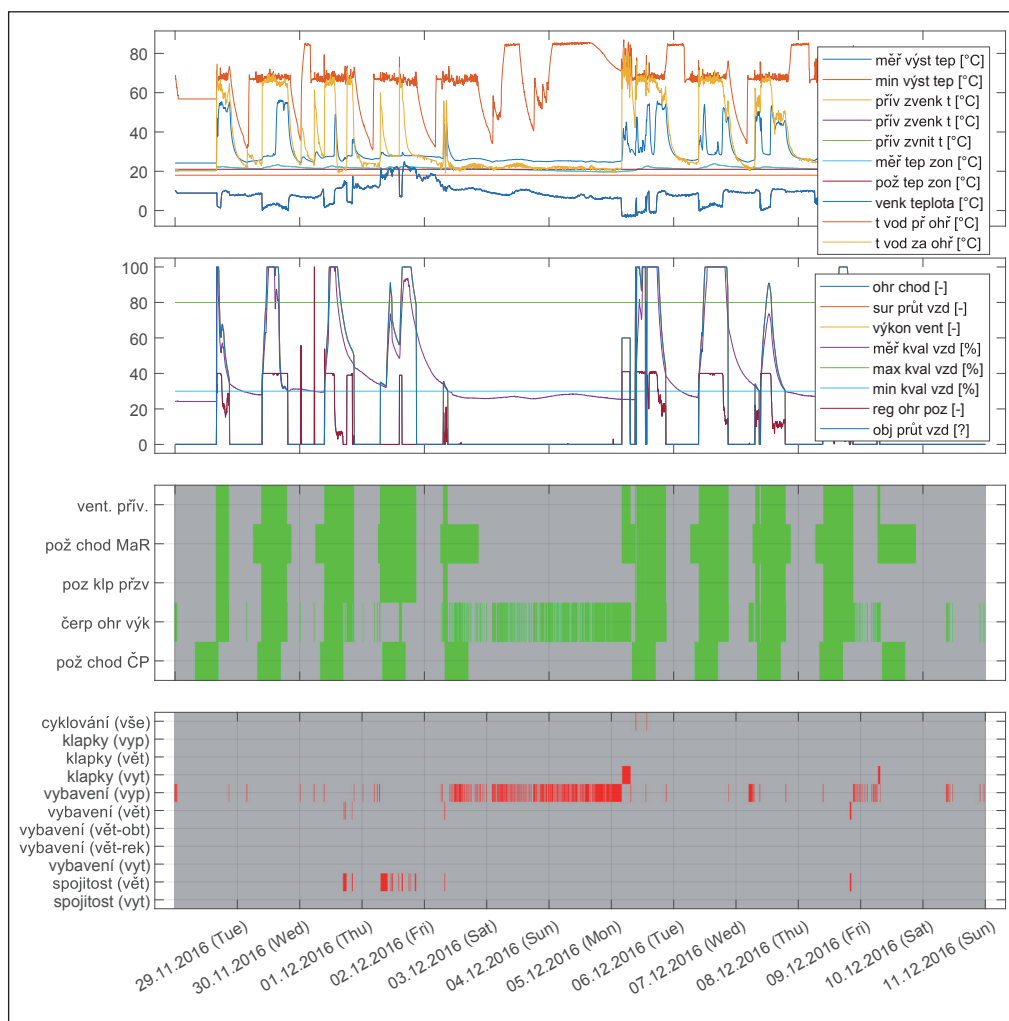
Chlazení vzduchu ohříváním. Diagnostika u jednoho VZT stroje odhalila, že zapnutím čerpadla ohřevu se výrazně sníží teplota přiváděného vzduchu. Ve VZT bylo předáno nejméně 2,5 MWh chladu. Pouze z analyzovaných dat není jednoznačně zřejmý zdroj chladu, nicméně se může jednat o problém s chladičem, například podtékající ventil.

Nefunkční směšovací ventil vytápění. U jednoho ze strojů diagnostika zaznamenala opakující se alarm na rozdíl teplot mezi vzduchem a otopným médiem. Alarm indikuje pravděpodobně potíže se směšovacím ventilem. V tomto režimu, který nepříznivě ovlivňuje životnost, byla VZT v provozu 1056 hodin.

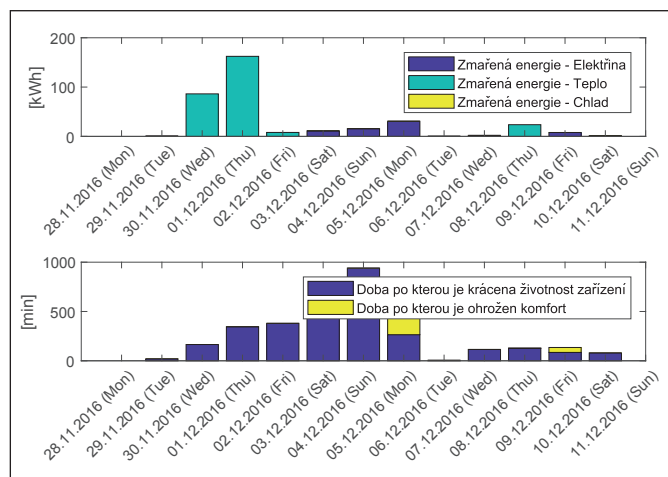
Nekontrolované unikání tepla do VZT potrubí. Jedno z pravidel odhalilo opakující se případy, kdy jednotka přivádí do prostoru výrazně teplejší vzduch, než jaký nasává, přestože má spuštěný chladič. Jednalo se jen o 50 kWh zmařené tepla, ale zřídka používaný chladič tímto způsobem pracoval více než 50 % provozní doby.

ZÁVĚR

Představený expertní systém odhaluje technické nebo regulační závady na jednodukálových VZT jednotkách a v neposlední řadě také chyby způsobené neodborným zásahem obsluhy. Sada sedmadvaceti diagnostických pravidel postihuje širokou škálu možných závad a selhání. Pravidla nenahrazují úsudek analytika, který hledá možné úspory a optimalizace v provozu vzduchotechniky, mohou ale výrazně urychlit jeho práci. Navíc, poté co byla diagnostika automatizována, může i upozorňovat na aktuální problémy právě běžících zařízení.



Obr. 6 Vyhodnocení provozních dat
Fig. 6 Evaluation of operational data



Obr. 7 Odhad zmařené energie
Fig. 7 Estimation of the energy loss

Metoda diagnostiky pomocí expertních pravidel je nenáročná na vstupní data, což je její velká výhoda. Nevýhodou je, že některé diagnostikované závady nelze bez místní prohlídky dobře posoudit. Pokud dojde na místní prohlídku, tak je již cílená a je velmi pravděpodobné, že bude následně potvrzen problém. Tím se výrazně zefektivní využití času techniků, kteří mají údržbu zařízení na starosti.

Expertní systém byl zkušebně nasazen na 12 jednodukálových VZT jednotek, v různých budovách a s různým způsobem řízení. Téměř na každé

VZT jednotce byly nalezeny chyby. Některé z nalezených chyb byly poměrně zásadní a měly přímý dopad na komfort nebo ekonomiku provozu.

V navazující práci je expertní systém rozšiřován i na rovnotlaké větrací jednotky se zpětným získáváním tepla. Rovnotlaké jednotky jsou diagnosticky složitější, ale představují největší podíl instalovaných zařízení celkem. Jedná se proto o oblast s velkým potenciálem na snižování energetické náročnosti.

Kontakt na autora: ondrej.nehasil@fsv.cvut.cz

Poděkování: Tento článek vznikl za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. L01605 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov – Fáze udržitelnosti.

Použité zdroje:

- [1] Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. 2010.
- [2] International Energy Agency. Real-time HEVAC simulation. 25, 1996.
- [3] International Energy Agency. Computer-aided evaluation of HVAC system performance. 34, 2002.
- [4] ZMRHAL, V., DRKAL, F., ŠIMÁNEK, V. Koncept větrání. *Vytápění, větrání, instalace*. 2017, Roč. 26, č. 3, 179–172. ISSN: 1210-1389.
- [5] KATIMPAMULA, S., BRAMBLEY, M. R. Methods for Fault Detection, Diagnostics, and Prognostics for Building Systems - A Review, Part I. *HVAC&R RESEARCH*. 2005, 11(1): 3–25.
- [6] BRUTON, K. et al. Review of automated fault detection and diagnostic tools in air handling units. *Energy Efficiency*. 2014, 7 (2), 335–351. doi:10.1007/s12053-013-9238-2.
- [7] LAIN, M. Zimní provoz klimatizačních systémů v nových administrativních budovách. *Vytápění, větrání, instalace*. 2016, Roč. 25, č. 3, 122–125. ISSN: 1210-1389.
- [8] LEE, S. H., YIL, F. W. H. A study on the energy penalty of various air-side system faults in buildings. *Energy and Buildings*. 2010, 42 (1): 2–10. doi:10.1016/j.enbuild.2009.07.004.

Úspora nákladů při měření teploty v prostředí s nebezpečím výbuchu

Teplota v prostředí s nebezpečím výbuchu se většinou měří odporovým teploměrem nebo termočlánkem, které jsou napájené převodníkem s proudovou smyčkou 4 až 20 mA. Ten může být jiskrově bezpečný nebo v pevném závěru. Je-li třeba zobrazovat měřenou veličinu v místě, může se k tomu použít samostatný displej zapojený do série s převodníkem a nastavený tak, aby zobrazoval hodnotu v požadovaných jednotkách.

Společnost BEKA vyrábí už mnoho let řadu jiskrově bezpečných zobrazovacích teplotních převodníků, které převádějí signál z odporového teploměru nebo termočlánku na proudový signál 4 až 20 mA a zobrazují na displeji měřenou hodnotu.

Postupným trendem je ale omezovat nutnost pohybu obsluhy v prostředí s nebezpečím výbuchu. Místní zobrazovače jsou tedy stále častěji vyžadovány v zóně 2 nebo 22, ale snímače teploty zůstávají v zóně 1, nebo dokonce v zóně 0 pro měření v nádržích nebo v potrubí. Místní zobrazovače musí být snadno čitelné, levné a nenáročné na instalaci a často je vyžadována komunikace s nadřazeným rozhraním.

Firma BEKA proto uvedla na trh novou řadu zobrazovacích převodníků teploty druhé generace napájených smyčkou 4 až 20 mA. Ty obsahují kombinaci několika metod ochrany pro prostředí s nebezpečím výbuchu, které zajišťují požadované parametry. Nový zobrazovací převodník teploty BA474ND může být umístěn v zóně 2 nebo 22 a na jeho vstupu může být přímo připojen odporový teploměr nebo termočlánek umístěný v jakémkoliv zóně.

Bezpečnosti v prostředí s nebezpečím výbuchu je dosaženo pomocí několika metod. Převodník obsahuje též typ ochrany nL, což je metoda omezení energie podobná jiskrově bezpečnosti. To dovoluje instalovat ho v zóně 2 prostředí

s nebezpečím výbuchu plynu bez nutnosti omezit energii pomocí Zenerovy bariéry nebo galvanického oddělovače umístěných v prostředí bez nebezpečí výbuchu. Aby mohl být převodník přímo připojen na senzor teploty umístěný v zóně 0 nebo 1, má v sobě jiskrově bezpečný galvanicky oddělený vstup. K oddělení je využit optický oddělovač a transformátor. Díky napětovému a proudovému omezení připojený senzor může, ale nemusí být uzemněný a jiskrově bezpečný obvod má klasifikaci Ex ia IIC.

Nový zobrazovací převodník teploty BA474ND má certifikát ATEX a IECEx, a proto ho lze používat v Evropě a v těch dalších státech, které připouštějí certifikáty IECEx nebo používají certifikáty IECEx jako podklad pro místní certifikáty.

Zdroj: AUTOMA 5/2018

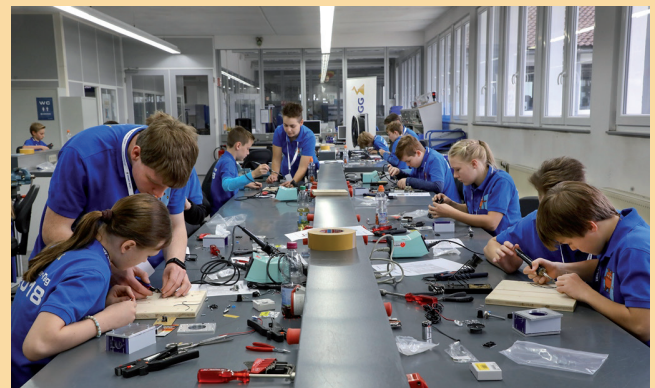
(VZ)

Společnost Ziehl-Abegg se věnuje dětem

Show s myší „Die Sendung mit der Maus“ je asi neznámější televizní program v Německu pro děti. V rámci dne otevřených dveří „s myší“ se dětem otevírá možnost navštívit jinak nepřístupná místa. Společnost Ziehl-Abegg otevírá jednou za rok brány výrobního závodu a umožňuje dětem zkusit si sešroubovat, smontovat nebo spájet některé díly. V jedné z největších zkušebních komor ventilátorů na světě byla uspořádána soutěž v kříku. Krátké video je možné shlédnout na: <https://youtu.be/095gxNTETMo>

„Chceme inspirovat děti a vzbudit zájem o technické předměty,“ vysvětluje Peter Fenkl, generální ředitel společnosti Ziehl-Abegg. „Stovky institucí a společností otevírají své brány dětem pro tuto událost. Jako společnost, která se zabývá výrobou tichých a úsporných ventilátorů, zaměřuje Ziehl-Abegg pozornost dětí v roce 2018 na akustiku,“ doplňuje generální ředitel.

Emil Ziehl založil firmu na výrobu elektrických motorů v Berlíně v roce 1910. Po druhé světové válce se sídlo společnosti přemístilo do jižního Německa. Ziehl-Abegg zaměstnává ve svých výrobních závodech v jižním Německu 2200 osob. Globálně společnost zaměstnává 3900 pracovních sil v 16 výrobních závodech, 28 firem a 108 prodejních míst. Cca 30 000 výrobků se prodává ve více než 100 zemích světa. Obrat firmy v roce 2017 činil 540 mil. EUR, přičemž vývoz tvoří tři čtvrtiny obrátu.



Zdroj: Tisková zpráva Ziehl-Abegg

(VZ)