

Trzy różne podejścia do sterowania nawilżaczem centrali wentylacyjnej

Grzegorz Nosek, Marcin Hałczyński

Wstęp

W obiektach, gdzie znajdują się pomieszczenia przeznaczone do pracy ludzi oraz specjalistycznego sprzętu, bardzo często stawiane są wymagania uzyskania odpowiedniej wilgotności powietrza w ciągu całego roku. W klimacie, w jakim znajduje się Polska, projektanci muszą zmierzyć się zarówno z przekraczaniem tej wartości ponad wymagane parametry w okresie wysokich temperatur latem, jak i przekraczaniem wartości poniżej wymaganych parametrów w okresie niskich temperatur zimą. Podejście do rozwiązania obu przypadków problemowych jest odmienne – dla zbyt dużej wilgotności stosuje się osuszanie, natomiast dla zbyt małej – nawilżanie.

W tym artykule zajmiemy się drugim zagadnieniem, czyli poprawą parametrów powietrza przez zwiększenie zawartości pary wodnej, omówimy możliwe sposoby sterowania, jakie możliwe są przy wykorzystaniu dostępnych rozwiązań na rynku, dokonamy ich porównania oraz analizy wad i zalet każdej z nich.

Jak powstaje problem ze zbyt niską wilgotnością?

Jeżeli powietrze chłodne ulega podgrzaniu, zwiększa się jego zdolność do akumulacji pary wodnej. Powoduje to zmniejszenie się wilgotności względnej wyrażonej w %. Wartości tych zmian możemy odczytać z wykresu Moliera, jednak zapewne prostszym rozwiązaniem jest skorzystanie z gotowych kalkulatorów.

Dla przykładu przyjmijmy, że powietrze zewnętrzne czerpane do ogrzania posiada parametry: temperatura -10°C oraz wilgotność względna 80%, po ogrzaniu do 20°C spada ona do poziomu 9% – wymagając nawilżania w celu osiągnięcia satysfakcjonującego nas poziomu powyżej 40%.


Rozwiązania zwiększające wilgotność powietrza

Analizując lokalny rynek, w przeważającej części daje się zauważyć duży wzrost inwestycji budynków biurowych klasy A. Obiekty te są odpowiednie do przedstawienia problematyki sterowania wilgotnością powietrza poprzez nawilżanie. W tym celu zastosowania znajdują liczne urządzenia nazywane nawilżaczami. Zasada działania opiera się na wstrzykiwaniu pod ciśnieniem pary wodnej, powstającej w procesie gotowania wody w przypadku nawilżaczy parowych lub dostarczania chłodnej wody do przepływającego porywającego jej cząsteczki powietrza w przypadku nawilżaczy adiabatycznych.

Wzbogacanie zawartości pary wodnej odbywa się kanałach wentylacyjnych, dostarczających powietrze do pomieszczeń za pomocą wyspecjalizowanych urządzeń technologicznych nazwanych centralami wentylacyjno-klimatyzacyjnymi. W tym

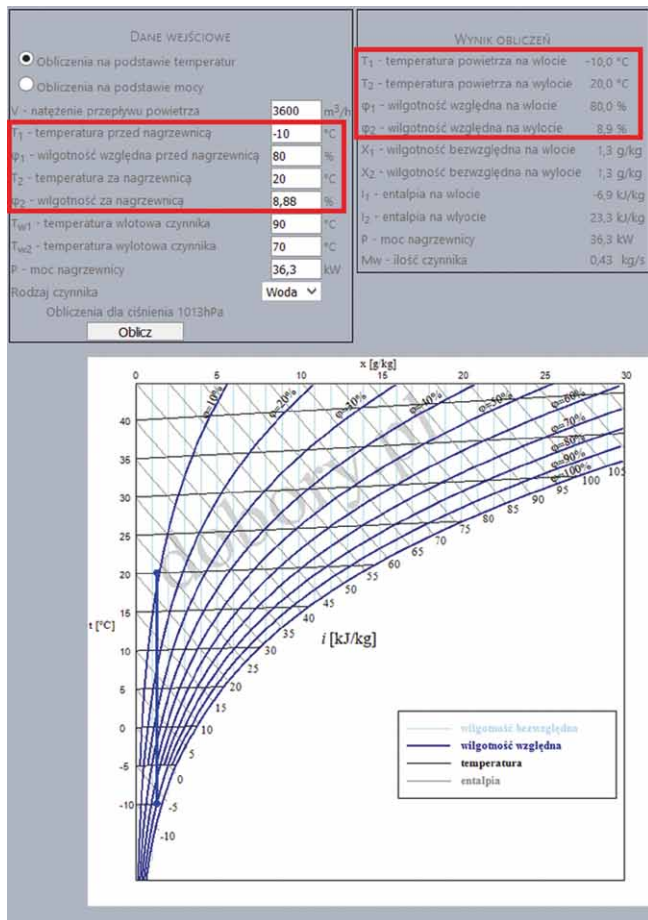
Streszczenie: W budynkach biurowych, ze względu na potrzebę poprawy komfortu termicznego użytkowników, coraz częściej stosowane są rozwiązania, umożliwiające kontrolowanie poziomu wilgotności. W artykule opisano trzy różne podejścia do sterowania pracą nawilżaczy, uprzednio wyjaśniając sposób i zasadność ich wykorzystania. Podejściem wspólnym jest stosowanie protokołów komunikacyjnych łączących za pomocą magistrali komunikacyjnej odpowiednie sekcje procesów technologicznych. Taki sposób realizacji instalacji pozwala na dostosowanie pracy systemu nawilżania w zależności od wymagań i znacznie zwiększa funkcjonalność zarówno pod kątem sterowania, jak i monitoringu. W artykule omówiono zagadnienie poprawy parametrów powietrza przez zwiększenie zawartości pary wodnej, sposoby sterowania, jakie możliwe są przy wykorzystaniu wybranych, dostępnych na rynku rozwiązań oraz dokonano porównania i analizy wad i zalet każdego z nich.

Słowa kluczowe: centrala wentylacyjno-klimatyzacyjna, wilgotność powietrza, automatyka budynkowa, protokoły komunikacyjne

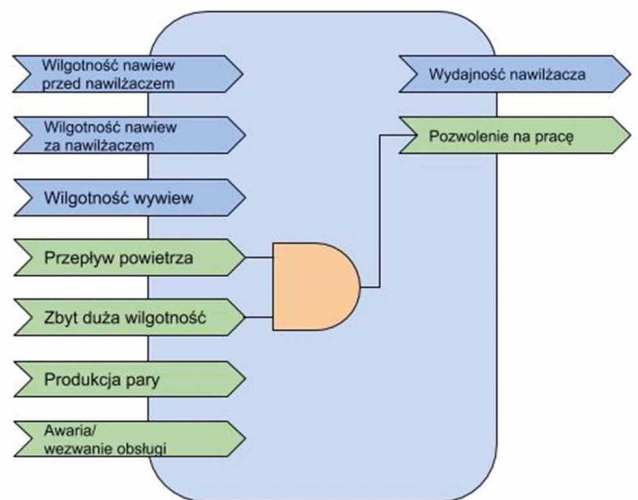
 **Abstract:** In new office buildings humidify control is used increasingly. This solution improves the comfort of its occupants. The article describes three different approaches to controlling the work of humidifiers, previously explaining the method and validity of their use. Using the possibilities of modern products, the advantages resulting from the use of open protocols to connecting appropriate sections of technological processes was describing. The advantages and disadvantages resulting from the application of classical and modern control methods as well as their principle of operation were also presented, as well as an indication of where each of them works best.

Keywords: AHU, air humidity, building automation, communication protocols

przypadku możemy rozróżnić dwie główne grupy sposobu nawilżania – pierwszą, gdy odbywa się ono bezpośrednio przy centrali wentylacyjnej, nawilżając dostarczane do wszystkich pomieszczeń powietrze, lub lokalnie, gdy nawilżane jest powietrze tylko na jednym konkretnym dopływie do pomieszczenia – np. serwerowni.



Rys. 1. Przykładowe obliczenia z kalkulatora dostępnego na stronie doboru.pl



Rys. 2. Sygnały biorące udział w procesie nawilżania

Zdarza się, że występuje ono na układach zamkniętych, cyrkulujących powietrze w ramach jednego pomieszczenia, jednak z punktu widzenia systemów automatyki możemy je przydzielić do drugiej grupy. Jednak opisane tutaj elementy układów wentylacyjno-klimatyzacyjnych nie będą przedmiotem rozważania, nie będzie nim również sposób uzyskiwania żądanej wielkości – będzie natomiast sposób przesyłania i przetwarzania informacji niezbędnych do poprawnej pracy algorytmów sterujących pracą nawilżacza.

Sygnały biorące udział w pracy nawilżacza

Z punktu widzenia automatyki – dla poprawnej, optymalnej i bezpiecznej pracy nawilżacza niezbędne jest dostarczenie do przetwarzania następujących sygnałów:

- a) poziomu wilgotności względnej na kanale nawiewnym przed nawilżaczem*;
- b) poziomu wilgotności względnej na kanale nawiewnym za nawilżaczem*;
- c) poziomu wilgotności względnej na kanale wywiewnym;
- d) informacji o przepływie powietrza umożliwiającym bezpieczne nawilżanie (zabezpieczenie przed efektem zalewania kanałów, gdy płynące powietrze nie jest w stanie przenosić dostarczanej pary wodnej);

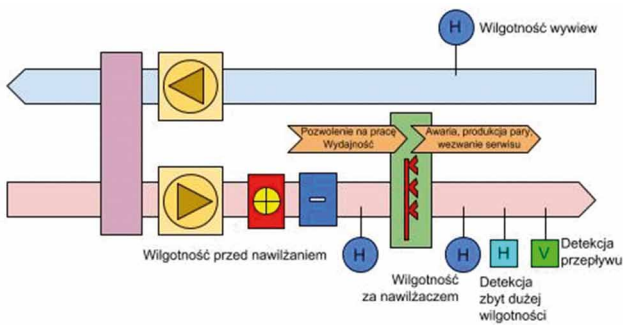
- e) informacji o przekroczeniu wilgotności maksymalnej;
- f) informacji o pracy nawilżacza – statusie produkcji pary;
- g) informacji o błędach nawilżacza i/lub konieczności wykonania przeglądu/wezwania serwisu;
- h) sygnału sterującego mocą/wydajnością nawilżacza lub sygnału nastawy poziomu wilgotności zadanej.

* sygnały te są opcjonalne i można bez wiedzy o tych wartościach wykonać skuteczną pętlę regulacji utrzymującą wilgotność na zadanym poziomie. Są one jednak bardzo istotne w przypadku konieczności szybkiej diagnozy problemów z nawilżaniem.

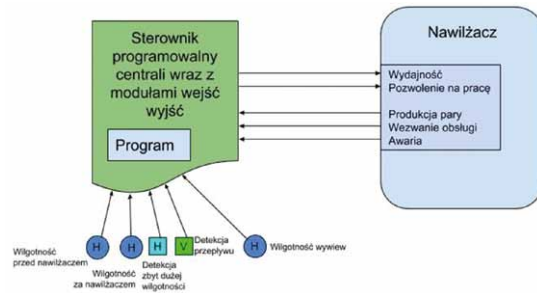
Sygnały opisane w podpunktach a, b, c uzyskiwane są za pomocą przetwarzania sygnałów pomiarowych z czujników wilgotności, sygnał d może zostać uzyskany na skutek sygnału z detektora ciśnienia – presostatu (nastawiana fizycznie wartość bezpieczna), czujnika ciśnienia w wyniku przetwarzania zmierzonej wartości lub analogicznie detektorów/czujników przepływu.

Informacji o przekroczeniu wartości maksymalnej wymienionej w punkcie e dostarczają nam wyspecjalizowane detektory progowe – higrostaty o nastawianej wartości – w praktyce na poziomie 90–95%. Sygnał ten informuje nas o wilgotności mogącej powodować wykraplanie się pary wodnej powstałej wskutek nadmiernego nawilżania lub zbyt małego przepływu niezdolnego do transportu podawanej pary wodnej. Należy przy tym pamiętać, że urządzenia typu higrostat są urządzeniami, których działanie w zaawansowanych układach regulacji należy traktować jako usterkę układu nawilżania i dawać jasny sygnał do konieczności zmiany nastaw i parametrów związanych z nawilżaniem.

Sygnały przedstawione w punktach f, g, h należy kwalifikować jako sterująco-kontrolne, ściśle powiązane z pracą samego urządzenia nawilżającego.



Rys. 3. Lokalizacja sygnałów na schemacie technologicznym



Rys. 4. Graficzne przedstawienie sterowania zdalnego sygnałowego

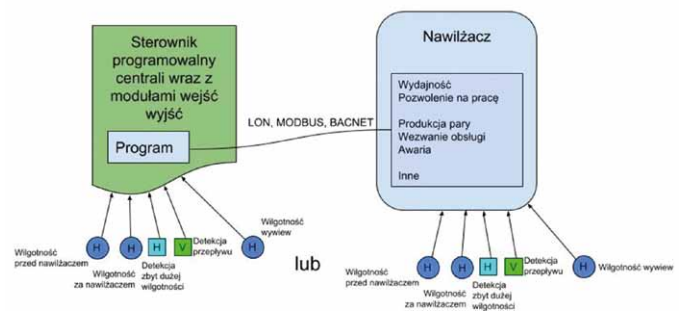
Podział sposobu sterowania ze względu na lokalizację programu sterującego

Powszechną praktyką jest stosowanie wydzielonej niezależnej szafy sterująco-zasilającej dla potrzeb centrali wentylacyjnej posiadającej swobodnie programowalny sterownik wraz z niezbędnymi modułami wejść – wyjść. Pozwala to na wydzielenie w rozproszonej sieci sterującej strefy regulacji, odpornej na problemy całej sieci budynkowej. W przypadku jej awarii proces dopasowania parametrów powietrza przez centralę jest lokalnie nadzorowany lokalnie, co powoduje ciągłość pracy układu.

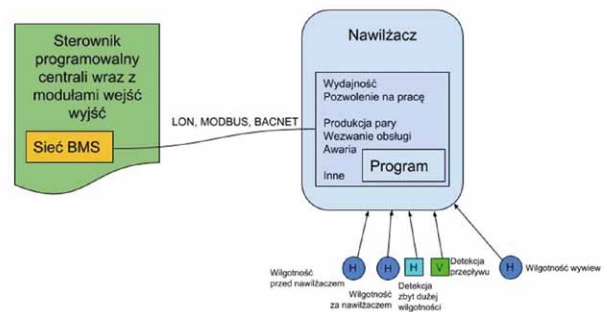
Niezależnymi, w pełni funkcjonalnymi urządzeniami, których nie można kwalifikować jako detektory/czujniki czy elementy wykonawcze, są nawilzacze. Z funkcjonalnego punktu widzenia mogą one zostać potraktowane jako niezależne układy od całości automatyki centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej. W związku z tym pojawia się problem, w jaki sposób wykonać pętlę regulacji odpowiedzialną za zapewnienie odpowiedniej wilgotności powietrza – z punktu widzenia miejsca wykonywania się programu oraz sposobu przekazywania do programu sygnałów kontrolno-sterujących.

Ze względu na lokalizację programu sterującego rozważyć możemy trzy sposoby:

- program umieszczony jest w sterowniku centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej, parametry zadawane są poprzez analogowo-cyfrowe sygnały sterujące z modułów sterownika centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej, w tym przypadku wszystkie sygnały z detektorów i czujników podłączone są do modułów wejść – wyjść centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej – sterowanie zdalne sygnałowe;
- program umieszczony jest w sterowniku centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej, sygnały zadawane są przez magistralę komunikacyjną, w tym przypadku wszystkie sygnały z detektorów i czujników podłączone są do modułów wejść – wyjść centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej lub do sterownika nawilzacza – sterowanie zdalne obiektowe;
- program umieszczony jest w sterowniku nawilzacza, parametry zadawane są poprzez magistralę komunikacyjną, w tym przypadku wszystkie sygnały z detektorów i czujników podłączone są do sterownika nawilzacza – sterowanie lokalne autonomiczne.



Rys. 5. Graficzne przedstawienie sterowania lokalnego obiektowego



Rys. 6. Graficzne przedstawienie sterowania lokalnego - autonomicznego

Wszystkie wymienione powyżej sposoby pozwalają na osiągnięcie zadowalających parametrów i każda z metod posiada szereg wad i zalet, co zostanie omówione w dalszej części opracowania.

Sterowanie zdalne sygnałowe

W przypadku tego typu sterowania mamy do czynienia z bardzo prostym przykładem centralnego zarządzania pracą centrali wentylacyjnej i jej urządzeniami pomocniczymi – w tym przypadku z nawilżaczem. Niewątpliwą zaletą takiego rozwiązania jest prostota samej funkcjonalności, łatwość diagnostyki (z reguły najprostszym multimetrem), szeroki zakres nawilzaczy dostosowanych do sterowania tego typu.

Cały program umieszczony jest w sterowniku swobodnie programowalnym samej centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej i poprzez fizyczne wystawienie wejść w jego modułach następuje sterowanie pracą i kontrola jednostki samego nawilżacza. Jednak takie rozwiązanie ma szereg wad – jest na pewno najbardziej kosztowną opcją z wszystkich wymienionych, ponieważ wymaga wykonania okablowania dla większej ilości sygnałów – zazwyczaj do monitoringu awarii, produkcji pary, wezwania serwisu, pozwolenia na pracę i sygnału analogowego wykonanego przewodem ekranowanym, określającego oczekiwany poziom wydajności.

W praktyce większość central umieszczonych jest na dachach budynków, co powoduje konieczność zastosowania przewodów odpornych na zewnętrzne warunki środowiskowe – generując kolejny koszt. Innym czynnikiem zwiększającym koszt jest konieczność rozbudowy samej rozdzielniczy zasilająco-sterującej systemu automatyki o moduły obsługujące odpowiednią ilość wejść – wyjść oraz niezbędna praca inżynierska.

Czujniki i detektory w tym przypadku są podłączone do szafy, co z jednej strony jest zaletą, ponieważ pozwala na bezpośredni odczyt parametrów nawet podczas awarii lub wyłączenia nawilżacza, z drugiej strony, podobnie jak sygnały sterujące, zwiększa ilość niezbędnych wejść – wyjść nawilżacza. Kolejną wadą jest bardzo mała liczba informacji o procesie funkcjonowania samego nawilżacza – w praktyce posiadamy jedno wejście awarii, które dokładną diagnozę umożliwia dopiero po pojawieniu się obsługi przed panelem nawilżacza.

W przypadku, gdy mamy do czynienia z całą kaskadą nawilżaczy – błąd jednego powoduje zatrzymanie całej sekcji, a osoba nadzorująca nie jest w stanie określić z ekranu komputera BMS, która z jednostek powoduje problem. W tym przypadku funkcjonalność systemu automatyki budynkowej do zdalnego nadzoru ograniczona jest do minimum. Ograniczona ilość sygnałów ma też znaczenie przy sterowaniu samym nawilżaczem. Do czynienia mamy tylko z dwoma sygnałami – pozwoleniem na pracę oraz poziomem wydajności – nie mogąc wpływać na jego wewnętrzne algorytmy i wprowadzać dodatkowych ograniczeń lub modyfikacji.

Podsumowując, rozwiązanie jest proste, popularne, jednak posiada szereg ograniczeń i nie pozwala na pełne wykorzystanie funkcjonalności systemów automatyki. Centralizuje też sterowanie i zwiększa koszty wykonania układu.

Sterowanie zdalne obiektowe

Opisany tutaj rodzaj sterowania jest dużo bardziej nowoczesny od poprzedniego przede wszystkim ze względu na wykorzystanie możliwości, jakie daje samo użycie magistrali komunikacyjnej. Niezaprzeczną zaletą jest na pewno przesył i odczyt tych parametrów, które są istotne ze względu na konkretną aplikację technologii. Ilość i rodzaj informacji jest tutaj wprowadzany przez programistę i może być modyfikowany na późniejszym etapie, nie powodując nakładów związanych z fizyczną instalacją.

Dodatkowo istnieje możliwość przesyłania szczegółowych danych o jednostce nawilżacza – a nawet każdej jednostki, gdy mamy do czynienia z układem kaskadowym, niezależnego wpływu na pracę każdego z nich, a w przypadku awarii

wyłączenia z pracy tylko uszkodzonej jednostki. Obsługa techniczna może bardzo szybko dokonywać szczegółowej oceny i podejmować odpowiednie kroki.

Program umieszczony w programowalnym sterowniku centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej pozwala doświadczonemu programiście na szerokie spektrum działania w zakresie sterowania procesem nawilżacza. Jednakże w przypadku, gdy nie mamy szczególnych wymagań co do procesu nawilżania, może być dodatkowym kosztem i problemem. Podobnie sytuacja wygląda z czujnikami i detektorami – jeżeli są one podłączone bezpośrednio do sterownika nawilżacza, a dane o ich wartościach przesyłane są za pomocą magistrali komunikacyjnej. Powoduje to oszczędności związane z rozbudową samej rozdzielniczy zasilająco-sterującej centrali wentylacyjnej, ale w przypadku awarii samego nawilżacza – brak informacji o tych sygnałach.

Podsumowując, model ten jest bardzo uniwersalny i posiada szereg zalet, jakich brakowało w poprzednim przypadku. Obniża on koszt urządzeń, jednak zaleca się pewną ostrożność przy dokonywaniu wyboru, gdzie podłączone są elementy obiektowe, i zdecydowaniu, czy w przypadku awarii nawilżacza będą one istotne dla całości układu. Daje on duże możliwości programistyczne w zakresie algorytmu sterującego procesem nawilżacza, lecz również może być niepotrzebnym kosztem w przypadkach, gdy mamy do czynienia z małymi wymaganiami. W takim przypadku należy rozważyć zastosowanie metody opisanej w dalszym ciągu artykułu.

W odniesieniu do protokołów komunikacyjnych zaleca się używanie protokołów otwartych, takich jak LON, MODBUS, BACNET, a w szczególności wersji używającej jako nośnika danych TCP/IP.

Sterowanie lokalne

Ostatnim opisywanym na łamach tego artykułu sposobem sterowania nawilżaczem jest użycie wbudowanych w niego algorytmów sterujących. W tym przypadku układ funkcjonuje jak autonomiczny, a rola nadrzędnego systemu automatyki ogranicza się do zadawania parametrów kontroli zgłaszanych komunikatów poprzez magistralę komunikacyjną. Posiada on zalety układu sterowania zdalnego, takie jak brak dodatkowych kosztów okablowania, zmniejszona ilość wejść – wyjść w modułach sterownika swobodnie programowalnego centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej, szczegółowe informacje o statusie poszczególnych jednostek.

W przypadku, gdy wymagania co do samej realizacji nawilżania nie zmieniają się w czasie i algorytmy wbudowane w sam sterownik nawilżacza są wystarczające – pozwala na uruchomienie układu dużo mniejszym nakładem prac inżynierskich, co może być istotne nie tylko z punktu widzenia kosztów, ale i czasu uruchomienia. W tym przypadku wszystkie detektory i czujniki są podpięte do jednostki nawilżacza, co pociąga za sobą opisywaną już wcześniej wadę braku danych w przypadku awarii lub wyłączenia jednostki nawilżacza.

Dla sterowania lokalnego, jak i zdalnego obiektowego problemem może być sytuacja wśród producentów; niestety nie wszyscy dysponują szeroką bazą protokołów komunikacyjnych służących do zdalnego sterowania/nadzoru.

Podsumowanie

W artykule opisano trzy różne podejścia do sterowania pracą nawilżaczy, uprzednio wyjaśniając sposób i zasadność ich wykorzystania. Po przeprowadzonej analizie nasuwa się wniosek, że sterowanie, jakie jest najpowszechniej stosowane, jest najbardziej kosztowne, wymaga specjalistycznej wiedzy osoby tworzącej oprogramowanie sterujące oraz udostępnia nam bardzo mało danych, nie pozwalając na wykorzystanie systemów automatyki w szerszym zakresie.

Podejściem współczesnym jest stosowanie protokołów komunikacyjnych łączących za pomocą magistrali komunikacyjnej odpowiednie sekcje procesów technologicznych. Pozwala nam dostosować sposób w zależności od wymagań i znacznie zwiększa funkcjonalność zarówno pod kątem sterowania, jak i monitoringu. Pozostaje tylko mieć nadzieję, że wśród producentów zacznie przybywać takich rozwiązań i w niedługim czasie staną się one standardem automatyki budynkowej.

Literatura

- [1] CLEMENTS-CROOME D. ET AL.: *Intelligent buildings: design, management and operation*. Thomas Telford Publishing, Londyn 2004.
- [2] RAHNA S., AFSHARI A., BERGSOE N., SADRIZADEH S.: *Experimental study of the pressure reset control strategy for energy-efficient fan operation: Part 1: Variable air volume ventilation system with dampers*. „Energy and Buildings”, 139/2017.
- [3] MAKSYMILIAN M.: *Wentylacja i klimatyzacja*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.
- [4] ROMAŃSKA-ZAPAŁA A., BOMBERG M., FEDORCZAK-CISAK M., FURTAK M., YARBROUGH D., DECHNIK D.: *Buildings with environmental quality management (EQM) Part 2. Integration of hydronic heating/cooling with thermal mass*. Journal of Building Physics, 2017
- [5] ROMAŃSKA-ZAPAŁA A.: *Zintegrowane systemy sterowania procesami w obiektach budowlanych*, „Materiały Budowlane”, 5/2014.

mgr inż. Grzegorz Nosek – Absolwent AGH w Krakowie (2009 r.), mgr inż. elektrotechniki w specjalności inżynieria komputerowa w przemyśle. Obecnie współwłaściciel i wiceprezes firmy General Automatic oraz doktorant Politechniki Krakowskiej na Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej. Jego główne zainteresowania naukowe dotyczą zagadnień związanych ze sterowaniem urządzeniami komfortu użytkowego w zintegrowanych systemach automatyki oraz optymalizacji zużycia energii;

mgr inż. Marcin Hałczyński – Absolwent AGH w Krakowie (2016 r.), mgr inż. elektrotechniki w specjalizacji automatyka przemysłowa i automatyka budynków. Obecnie właściciel firmy Halpro Electric, zajmującej się automatyką budynkową, oraz doktorant Politechniki Krakowskiej na Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej. Jego główne zainteresowania naukowe dotyczą zagadnień optymalizacji procesów automatyki budynkowej oraz rozwoju branży BMS.

reklama

Napędzaj z nami przemysł

www.nis.com.pl