

system do regulacji ilości powietrza
w pomieszczeniach laboratoryjnych



SmayLAB

mgr. inż. Michał Cisowski

– Manager ds. systemów VAV Firmy SMAY Sp. z o.o.



SMAY Sp. z o.o. / ul. Ciepłownicza 29 / 31-587 Kraków
tel. +48 12 680 20 80 / fax. +48 12 680 20 89 / e-mail: info@smay.eu

SmayLab – system do regulacji ilości powietrza w pomieszczeniach laboratoryjnych

Pomieszczenia laboratoryjne w zależności od sposobu wykorzystania można podzielić na kilka grup. Na uwagę zasługują tutaj laboratoria: chemiczne, biologiczne, medyczne, przemysłowe, mikrobiologiczne itp. W zależności od zastosowanej technologii, jak i procesów realizowanych w laboratoriach, wymagany jest utrzymywanie ścisłych parametrów w pomieszczeniach badawczych. Parametrami tymi są: ciśnienie, temperatura oraz wilgotność. Analizy specyfiki tego typu pomieszczeń oraz testy przeprowadzane przez specjalistów z firmy Smay pozwoliły na zdefiniowanie innych istotnych problemów wpływających na komfort i bezpieczeństwo pracy użytkowników, przy zachowaniu wyżej wymienionych kluczowych parametrów. Do wspomnianych wcześniej istotnych problemów należy zaliczyć między innymi: zwiększoną liczbę wymian powietrza w stosunku np. do pomieszczeń biurowych, gdzie na ogół zakłada się 4 wymiany. Dla pomieszczeń laboratoryjnych parametr ten sięga na ogół 10 wymian na godzinę. Zaś w przypadku wentylacji awaryjnej pomieszczenia, ilość wymian może sięgać nawet 20 w/h i więcej. Dodatkowo ze względu na możliwość wystąpienia w powietrzu związków lotnych szkodliwych dla zdrowia człowieka, pomieszczenia laboratoryjne projektowane są na pracę w 100% na czystym powietrzu, co w skrócie oznacza brak recyrkulacji powietrza. Fakt ten powoduje znaczne zwiększenie kosztów zużycia energii związanych z przygotowaniem powietrza. Należy jednak pamiętać, iż wyżej wymienione aspekty, dotyczą jedynie wentylacji bytowej, a w pomieszczeniach laboratoryjnych występują również urządzenia takie jak: dygestoria, odciągi miejscowe, odciągi ramieniowe, odciągi znad urządzeń technologicznych, komory laminarne, szafki na odczynniki, szafki na chemikalia itp. Urządzenia te wymagają niezależnych wyciągów, które w zależności od specyfiki pracy stanowiska, z nad którego odciągają powietrze, pracują w sposób ciągły lub okresowy. Są one nieodłącznym elementem każdego laboratorium, chociażby ze względu na fakt, iż do jednego z najczęściej wymienianych wypadków w laboratoriach chemicznych należy zatrucie w wyniku inhalacji par lub gazów o działaniu szkodliwym i drażniącym dla górnych dróg oddechowych, tudzież o działaniu neurotoksycznym. W związku z tym - wymagany jest ażeby czynności, w których stosuje się lub otrzymuje palne, toksyczne lub żrące gazy, bądź ciecze lotne, wykonywać pod wyciągiem. Okresowego załączania wyciągów bez kompensacji ilości powietrza poprzez wentylację bytową, spowodowałoby niekontrolowaną zmianę ciśnienia w pomieszczeniu, jak i możliwość jego przechłodzenia. Wskutek tego mogłoby dojść do przenikania zanieczyszczeń pomiędzy strefami czystymi i brudnymi. Właśnie w tym celu zostały stworzone systemy typu SmayLab, służące do kompensacji ilości powietrza, w zależności od stopnia wykorzystania urządzeń technologicznych, zainstalowanych w pomieszczeniu. Stosowanie systemu SmayLab łączącego w sobie całą gamę urządzeń, których głównym celem jest utrzymywanie właściwych warunków w pomieszczeniach laboratoryjnych, nie tylko pozwala na zachowanie parametrów pomieszczenia, ale jednocześnie - na ograniczenie zużycia energii. Jest to osiągalne poprzez ograniczanie strumienia objętościowego powietrza na wyciągu bytowym nadążnie do sumy strumieni wywiewnych pracujących odciągów w pomieszczeniu (wykres 1). Strategia ta, pozwala na zachowanie stałej ilości wymian w pomieszczeniu, co w bezpośredni sposób przekłada się na ograniczenie zużycia energii związanej z przygotowaniem powietrza nawiewanego do pomieszczenia. Co nie miałoby miejsca w przypadku, tylko i wyłącznie zwiększania strumienia przepływu objętościowego powietrza na nawiewie.

System SmayLab zmniejsza wydatek na wyciągu wentylacji bytowej zgodnie z poniższym równaniem:

$$V = V_w - \sum_{i=1}^n V_{d_i} - \sum_{j=1}^m V_{o_j}$$

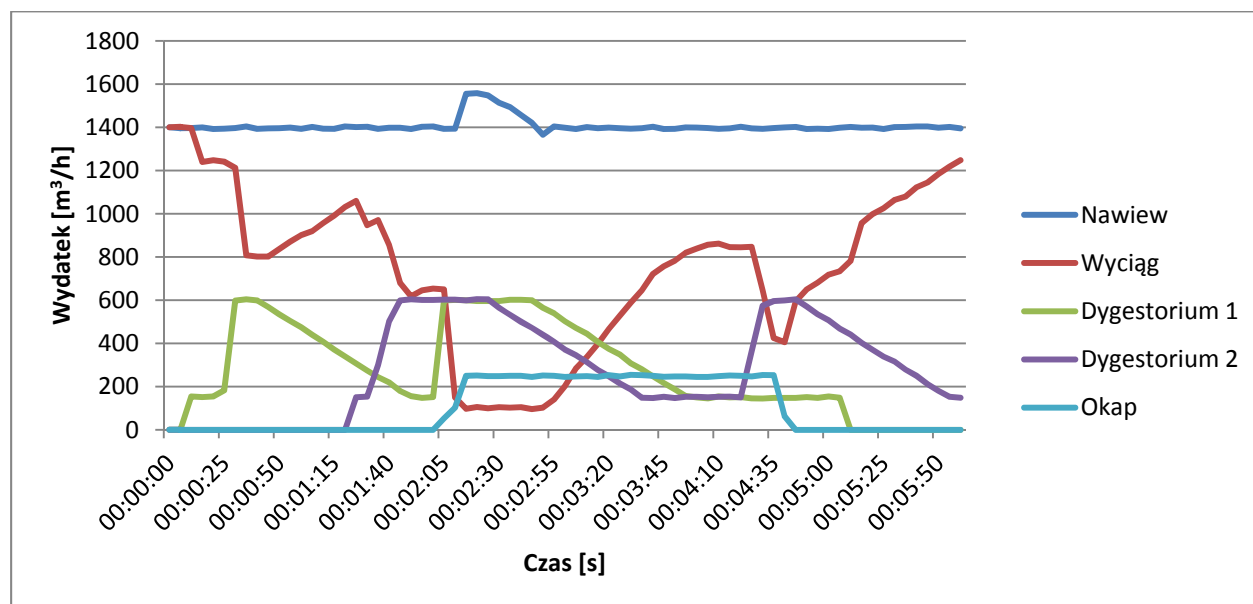
Gdzie:

V_w – Wartość strumienia objętościowego powietrza dla wyciągu wentylacji bytowej w czasie stanu beczynności wszystkich odciągów

V_d – Wartość strumienia objętościowego powietrza dla wyciągu z i – tego dygestorium

V_o – Wartość strumienia objętościowego powietrza dla wyciągu z j – tego odciągu technologicznego

W sytuacji gdy obliczony wydatek jest mniejszy od minimalnego wydatku regulatora, zamontowanego na wyciągu bytowym. Wówczas regulator na wyciągu zajmuje pozycję minimalnego wydatku lub zamyka się całkowicie. Jest to uzależnione od parametryzacji aplikacji sterującej.



Wykres 1. Zmiany wydatków regulatorów VAV w czasie pracy systemu SmayLab

System sterowania oparty na sterowniku SL-POL101 oraz regulatorach VAV serii SL (RVP...-SL) pozwala również na kontrolę ciśnienia w zakresie $\pm 2\text{Pa}$, jednak należy tutaj brać pod uwagę niezbędny czas na stabilizację ciśnienia w pomieszczeniu – w tym celu układ należy doposażyć w pomieszczeniowy przetwornik ciśnienia SL-QBM65-1. Waha się on w granicach kilkudziesięciu sekund. W przypadku konieczności szybszej stabilizacji ciśnienia, maleje dokładność regulacji. System oparty na wyżej opisanym sterowaniu, pozwala na regulację temperatury w pomieszczeniu za pomocą regulatorów VAV, jednak należy pamiętać, że taki sposób regulacji jest ściśle związany temperaturą nawiewanego powietrza i pozwala na regulację w granicach $\pm 3^\circ\text{C}$ względem temp. nawiewanej z centrali. W przypadku konieczności dokładniejszej regulacji i potrzeby chłodzenia lub dogrzewania pomieszczenia, należy stosować nagrzewnicę oraz chłodnicę kanałową lub klimakonwektory. Systemy oparte o sterowniki SL-POL101, nie mogą regulować wilgotności w pomieszczeniach. W przypadku konieczności utrzymywania tego parametru który prawie zawsze występuje wspólnie z regulacją temperatury, jak i ciśnienia, system SmayLab oferuje stację SMLS 2010 (rysunek 1.). Wyposażona jest ona w 3,2" kolorowy wyświetlacz dotykowy, sygnalizujący stany alarmowe w przypadku utraty stabilności warunków klimatycznych w pomieszczeniu. Dzięki wyposażeniu w czuły przetwornik ciśnienia, wykrywa zmiany ciśnienia rzędu 0.02Pa . Dzięki temu jest ona w stanie bardzo dokładnie regulować ciśnienie w pomieszczeniu, wykorzystując do tego regulatory VAV z szybkim siłownikiem. Dodatkowo, jeżeli układ jest wyposażony w nagrzewnicę lub chłodnicę kanałową oraz nawilżacz - może on kontrolować odpowiednio temperaturę oraz wilgotność w pomieszczeniu. Urządzenia, którymi steruje stacja SMLS 2010, powinny mieć możliwość sterowania 0-10V. SMLS 2010 nadaje się zarówno do pomieszczeń laboratoryjnych, jak i pomieszczeń szpitalnych, sal operacyjnych, izolatek itp. W przeciwieństwie od systemu opartego na SL-POL101, nie kompensuje ona ilości wyciąganego powietrza z pomieszczenia przez odciągi i dygestoria, na bazie sumy aktualnych wydatków na poszczególnych regulatorach. Stacja ta, dokonuje tego na bazie regulacji ciśnienia w pomieszczeniu. W przypadku wykrycia spadku ciśnienia, wskutek uruchomienia dygestorium zmniejsza wyciąg, w celu utrzymania zadanego ciśnienia.



Rysunek 1. Panel sterujący stacji SMLS 2010 w wersji natynkowej

W skład systemu SmayLab wchodzi również zespół urządzeń do regulacji prędkości przepływu na oknie dygestorium, zgodnie z PN-EN 14175. Punkt 8.2 części drugiej wspomnianej normy mówi:

„ Przed użyciem wyciągu laboratoryjnego należy zainstalować w nim miernik przepływu powietrza, aby w sposób jednoznaczny kontrolować przepływ odciąganego powietrza... Miernik przepływu powietrza powinien kontrolować ilość odciąganego powietrza... do prawidłowego przepływu powietrza w wyciągu, zgodnie z wynikami ustalonymi w badaniu typu. Miernik powinien być wyposażony w sygnalizację akustyczną i optyczną ostrzegającą obsługującego o nie prawidłowym działaniu wyciągu laboratoryjnego. Dopuszcza się ściszenie sygnału akustycznego po zaalarmowaniu.”



Rysunek 2. Panel operatorski dygestorium SL-HLM10.1

Panel kontrolny SL-HLM10.1 jest wyposażony między innymi: w czerwoną lampkę ostrzegawczą, sprzężoną z sygnałem dźwiękowym, który można wyciszyć, w przypadku wykrycia niewłaściwej prędkości przepływu na oknie dygestorium oraz zieloną lampką - sygnalizującą stan pracy prawidłowej.

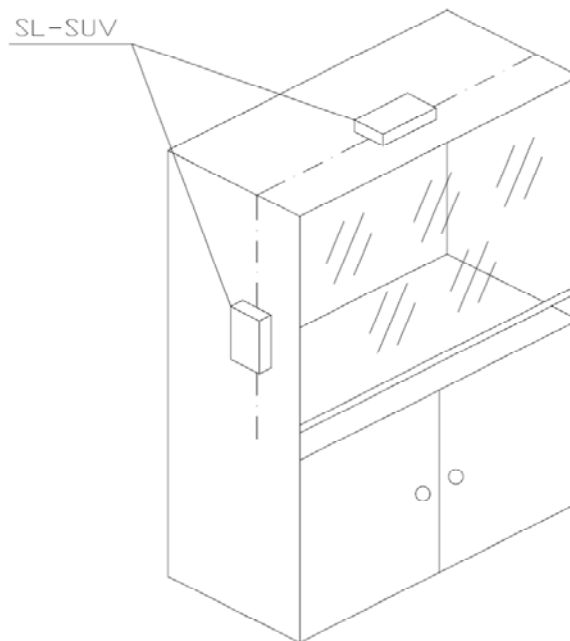
Korpus regulatora wykonany jest z tworzywa sztucznego PPs (polska nazwa: polipropylen - samogasnący) oraz wyposażony jest w zwężkę Venturiego wykorzystywaną w sposób pośredni do pomiaru przepływu na regulatorze. Wyposażony jest w siłownik o czasie przebiegu 2,5s. oraz przetwornik ciśnienia o zakresie pracy od 0-300Pa.

Warto tutaj wspomnieć, że dopuszcza się stosowanie kilku rodzajów dygestoriów, które można sklasyfikować ze względu na:

1. Rodzaj montażu:
 - a. Na blatowe – montowane na blacie zamocowanym do ściany
 - b. Zintegrowane – wyposażone we własną konstrukcję nośną
2. Sposobu przewietrzania komory roboczej
3. Sposobu regulacji przepływu:
 - a. Stałowartościowe – bez regulacji prędkości przepływu względem stopnia otwarcia okna (stały wydatek)
 - b. Zmiennowartościowe – z systemem utrzymującym stałą prędkość przepływu na bazie regulatora VAV
4. Kierunek przesuwu okna dygestorium:
 - a. Pionowo
 - b. Poziomo

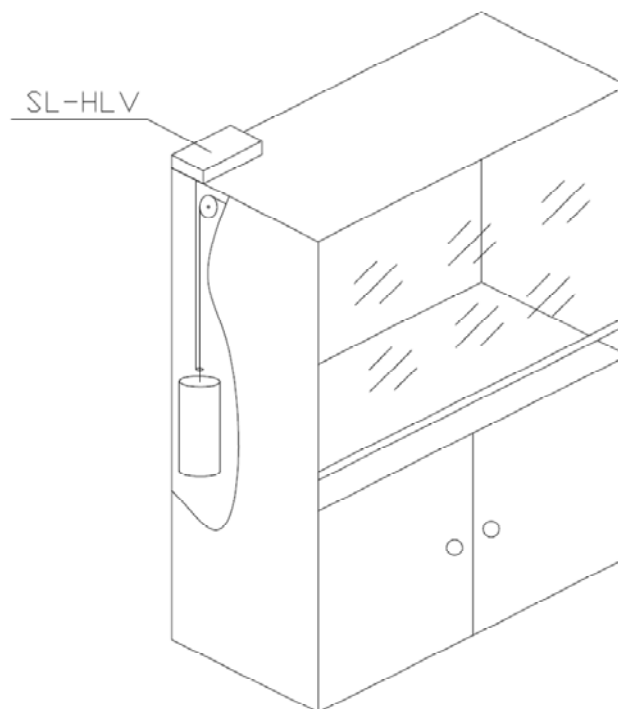
W celu optymalizacji i maksymalnego ograniczenia zużycia energii, zaleca się stosowanie dygestoriów wyposażonych w regulację prędkości przepływu zintegrowanych z systemem kompensującym ilość wyciąganego powietrza z pomieszczenia. W celu wyznaczenia właściwej prędkości przepływu, oferujemy dwie uniwersalne metody, które należy dobierać do wybranego dygestorium.

- Pierwsza z nich to czujnik prędkości przepływu SL-SUV montowany na obudowie dygestorium, w sposób umożliwiający wprowadzenie sondy do przestrzeni roboczej dygestorium (rysunek 2.). Wadą tego rozwiązania jest narażenie przetwornika na zaburzenia związane z nie laminarnym przepływem powietrza oraz uszkodzenia na skutek kontaktu z silnymi kwasami, w przypadku długiego okresu użytkowania. Do zalet, należy tutaj na pewno zaliczyć, możliwość montażu na dowolnej konstrukcji dygestorium.



Rysunek 3. Przykłady montażu czujnika prędkości przepływu SL-SUV

- Drugim z nich jest przetwornik linkowy SL-HLV20.1 montowany do przeciwwagi okna dygestorium (rysunek 3.). Dużą zaletą tego sposobu pomiaru położenia okna jest brak możliwości zakłócenia pomiaru. Montaż nie wymaga również ingerencji w konstrukcję dygestorium, a szczególnie w komorę roboczą. Czujnik nie jest narażony na żadne substancje niebezpieczne, co sprawia, że przy prawidłowym montażu jest dużo bardziej niezawodny. Wadą zaś tego rozwiązania, jest możliwość montażu głównie do dygestoriów z oknem przesuwным pionowo, bez żadnych dodatkowych otworów.



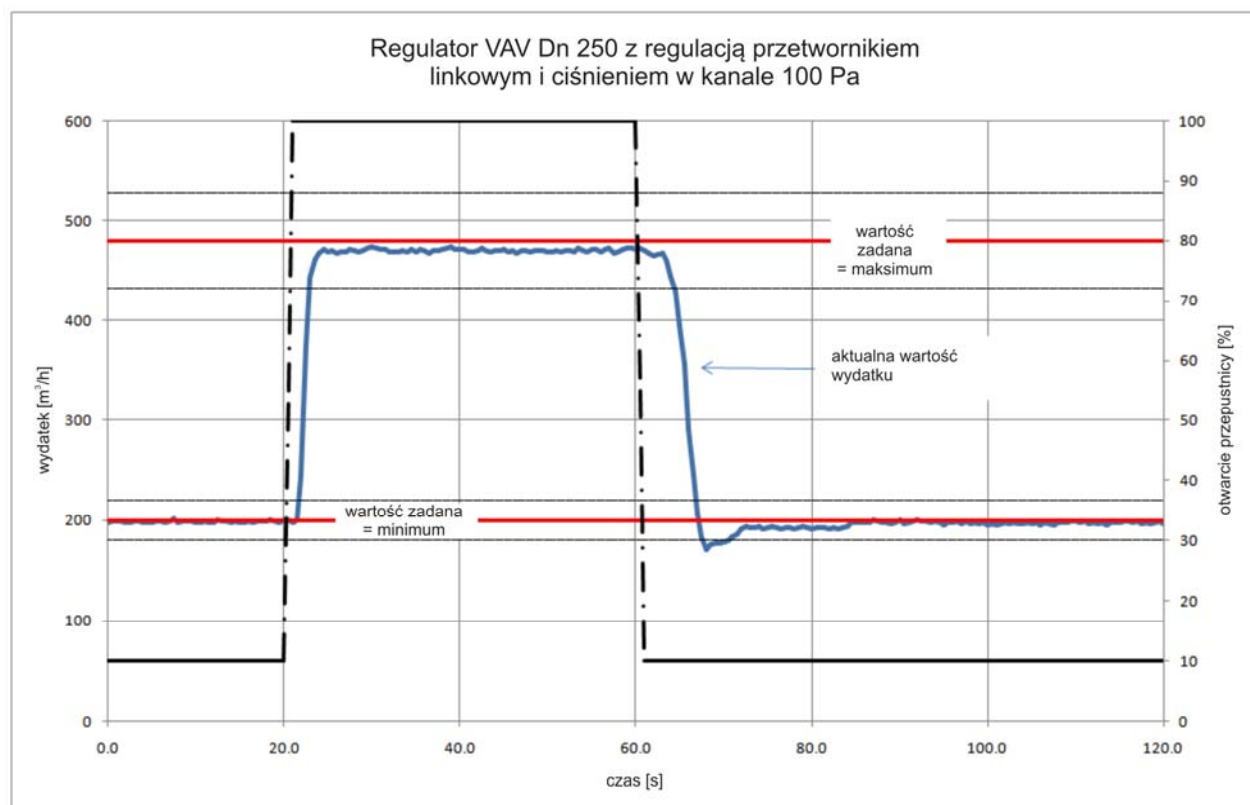
Rysunek 4. Przykład montażu przetwornika linkowego SL-HLV

Wszystkie wyżej wymienione elementy powinny być podłączone do dedykowanego dla każdego dygestorium z osobna sterownika dygestorium SL-POL201. Podłączenia powinny zostać wykonane zgodnie z DTR oraz schematami Automatyki przekazanyymi do konkretnego obiektu.

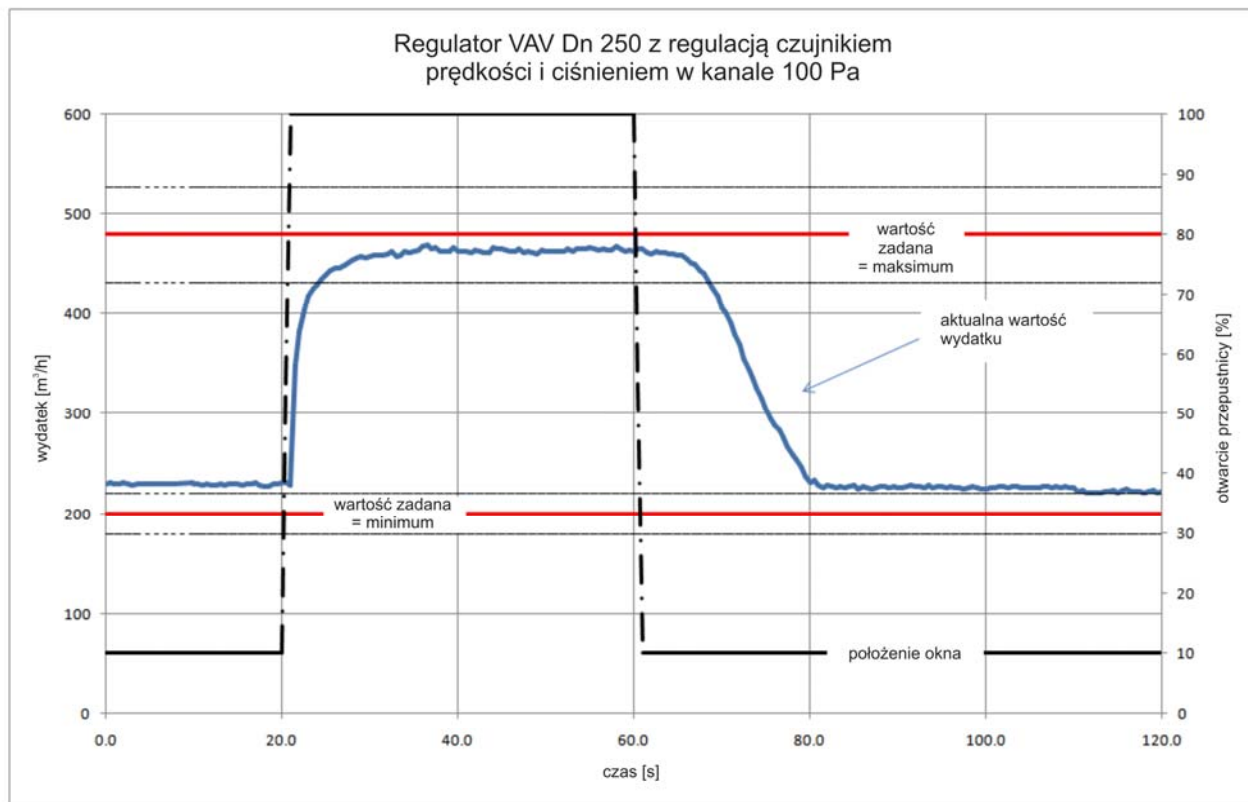


Rysunek 5. Sterownik SL-POLx01

Cały układ do regulacji prędkości przepływu przebadany został w niezależnym laboratorium badawczym na zgodność z EN 14175-6, dotyczącą wyciągów laboratoryjnych o zmiennej objętości powietrza. Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z punktem 5.3, czyli razem ze skrzynią badawczą, dzięki czemu może być zaimplementowany na dowolny typ dygestorium. Z przeprowadzonych badań wynika, że czas stabilizacji przy otwarciu okna, wynosi w granicach 3s. Zaś czas potrzebny na stabilizację przepływu przy zamknięciu okna - wynosi około 10-12s. Opóźnienie to jest parametryzowane i może zostać zmodyfikowane. Ma ono na celu stabilizację ciśnienia w pomieszczeniu oraz utrzymanie właściwej prędkości przepływu na oknie – bowiem szybkie obniżenie wydatku na skutek zamknięcia okna mogłoby doprowadzić do sytuacji, w której system nie utrzymywałby zadanego ciśnienia w pomieszczeniach, tak jak może to mieć miejsce podczas otwarcia drzwi do pomieszczenia. Poniżej znajdują się przykładowe wykresy (2 i 3) dla obu metod regulacji i ciśnienia w kanale rzędu 100Pa.



Wykres 2. Regulacja prędkości przepływu przy użyciu przetwornika linkowego



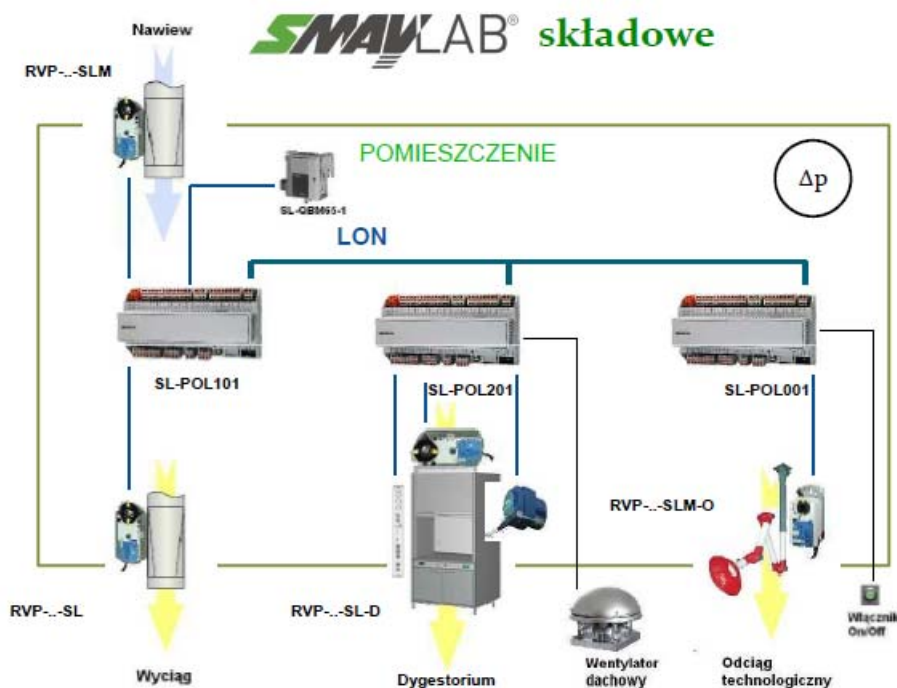
Wykres 3. Regulacja prędkości przepływu przy użyciu czujnika prędkości przepływu

W przypadku występowania w pomieszczeniach odciągów technologicznych pracujących w trybie ON/OFF należy stosować sterownik SL-POL001 do którego można podpiąć maksymalnie 4 odciągi technologiczne.

Poszczególne sterowniki systemu SmayLab komunikują się między sobą po protokole LonWorks istnieje możliwość łączenia poszczególnych pomieszczeń w większe sieci w celu komunikacji z BMS jednak wymaga to stosowania odpowiednich bramek komunikacyjnych (urządzeń przetwarzających sygnał LON na protokół systemu BMS na obiekcie oraz dodatkowo oddzielać sieć laboratoryjną od sieci BMS przesyłając tylko wymagane informacje oraz je odbierając).

System SmayLab umożliwia komunikację z systemem BMS. W przypadku sterownika SL-POL101 bezpośrednio jest to LonWorks®, natomiast stacja SMLS 2010 - umożliwia komunikację z systemami BACnet®MS/TP, Metasys® N2 Open lub LonWorks®.

Przykład:



Rysunek 6. Przykładowe zastosowanie systemu SmauLab

Na rysunku 6 został przedstawiony przykład pomieszczenia laboratoryjnego zaprojektowanego na bazie systemu SmauLab. Układ ten zawiera jedno dygestorium, jeden odciąg technologiczny oraz regulatory wentylacji bytowej. System oprócz regulacji ilości wymian i kompensowania powietrza wyciąganego przez dygestorium i odciąg technologiczny utrzymuje stałe ciśnienie w pomieszczeniu. Regulatory wentylacji bytowej RVP-...-SLM oraz RVP-...-SL podłączone są do sterownika SL-POL101 (litera M po symbolu SL informuje o doposażeniu regulatora w sterownik SL-POLx01). W przypadku regulatorów wentylacji bytowej można podłączyć maksymalnie dwa regulatory do jednego sterownika. W przypadku potrzeby regulacji ciśnienia należy do sterownika SL-POL101 podłączyć pomieszczeniowy przetwornik ciśnienia SL-QBM 65-1. Użycie przetwornika ciśnienia jest zaznaczane literą C po symbolu SL np. RVP-R-SLMC 250 .../...-N. Dygestorium jest wyposażone w sterownik SL-POL201 dedykowany do obsługi dygestorium (jeden na jedno dygestorium). Umożliwia on podłączenie panelu kontrolnego do dygestorium, czujników pomiarowych, załączenie wentylatora wyciągowego, załączanie światła w dygestorium itp.. Regulacja przepływu odbywa się poprzez regulator RVP-R-SL...-D wykonany z tworzywa sztucznego PP i pomiarem na zwężce Venturiego. Odciągi technologiczne są sterowane z SL-POL001. Można do niego podłączyć maksymalnie 4 odciągi. Pierwszy regulator z 4 powinien być masterem (litera M po SL). Każdy kolejny z grupy może być slave. Dodatkowe symbole w oznaczeniach regulatorów są rozszerzeniem oznaczeń składowych systemu SmauLab opisanych w DTR systemu SmauLab.

System SmauLab powstał w wyniku wielomiesięcznej pracy inżynierów firmy Smau nad zapoznaniem się z problematyką związaną z tego typu pomieszczeniami, konsultacjami z projektantami oraz dopracowywaniu algorytmu sterującego pracą całego układu. System był testowany w specjalnie do tego celu stworzonym laboratorium badawczym (rysunek 4), gdzie do tej pory opracowywane są niestandardowe rozwiązania na potrzeby naszych klientów. Obecnie, pomieszczenie to służy również jako miejsce szkoleń dla projektantów, którzy mogą organoleptycznie zapoznać się z projektowanymi przez siebie układami.



Rysunek 7. Laboratorium badawcze systemu SmayLab w siedzibie firmy SMAY w Krakowie