

Wydanie: 04/2001

REGULATOR KLIMATU LB760/LB760A *do hal uprawy pieczarek*

Część I - Instrukcja użytkowania

dla wersji oprogramowania regulatora (load) 5.8



Elektronika Laboratoryjna
02-495 Warszawa
ul. Bodycha 68b

Tel: (022) 6677118, fax: 8675332
email: info@label.com.pl
<http://www.label.com.pl>

Spis treści

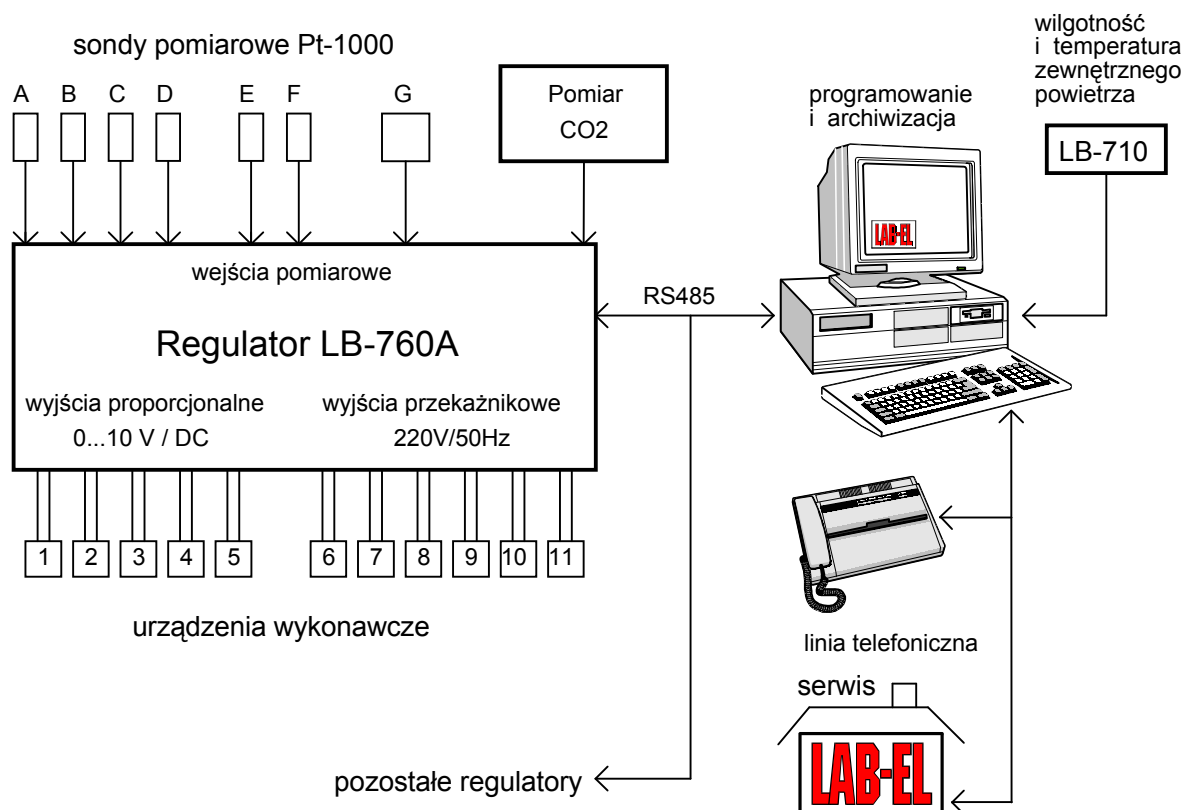
I.	REGULATOR KLIMATU LB760A - INFORMACJE WSTĘPNE.....	4
II.	ZASADA DZIAŁANIA REGULATORÓW LB760 i LB760A.....	8
	1. Pomiary dokonywane przez regulator.....	8
	a) Pomiar wilgotności względnej powietrza	8
	b) Pomiar temperatury powietrza	8
	c) Pomiar temperatury podłoża	8
	d) Pomiar temperatur kanału klimatyzacyjnego	9
	e) Pomiar stężenia CO ₂	9
	f) Rejestracja wyników pomiarów	10
	2. Kalibracja sond pomiarowych regulatora	11
	3. Funkcje regulacyjne	12
	a) Urządzenia wykonawcze.....	12
	b) Sterowanie ręczne	12
	c) Sterowanie automatyczne	13
	temperatura	13
	wilgotność	16
	wentylacja hali	18
	stężenie CO ₂	18
	dopływ świeżego powietrza	19
	4. Funkcje alarmowe regulatora LB760/LB760A.....	21
	5. Uwagi dotyczące nastaw	22
III.	OPIS DZIAŁANIA REGULATORA LB760/LB760A	23
	1. Budowa regulatora.....	23
	a) Płyta czołowa regulatora klimatu.....	23
	b) Wyświetlacze regulatora	24
	2. Włączanie regulatora LB760/LB760A	25
	a) Włączenie zasilania.....	25
	c) Wyniki wyświetlane na wyświetlaczach.....	26
	3. Tryby działania regulatora	28
	a) Preferencje	28
	b) Tryb sterowania automatycznego / ręcznego	29
	c) Tryb gazowania.....	29
	d) Funkcja specjalna - osuszanie po podlewaniu.....	29
	e) Faza inkubacji - rozrostu grzybni.....	30
	f) Faza szoku - wietrzenia, schładzania przed tworzeniem owocników	31
	g) Faza plonowania - wzrostu grzyba.....	32
	h) Faza parowania	32
	i) Faza wyłączenia	33
	4. Sterowanie regulatorem przy pomocy pilota zdalnego sterowania.....	34
	a) Pilot zdalnego sterowania	34
	b) Numer regulatora	35
	c) Wejście do programowania.....	35
	d) Wyjście z programowania.....	36
	5. Program sterujący działaniem regulatora LB760/LB760A.....	37
	a) Główne menu sterowania.....	37
	b) Menu ustawień systemowych	37
	c) Zmiany nastaw i funkcji regulatora.....	37
	d) Funkcje i parametry dostępne w głównym menu sterowania	41
	Regulacja wilgotności (klawisz 1 - WILGOTNOŚĆ).....	41
	Regulacja temperatury (klawisz 2 - TEMPERATURA).....	41
	Regulacja wentylacji (klawisz 3 - WENTYLACJA)	42
	Regulacja stężenia CO ₂ (klawisz 4 - CO ₂).....	43
	Podgląd psychrometru (klawisz 5 - PSYCHROMETR)	43
	Podgląd temperatur podłoża (klawisz 6 - SONDY PODŁOŻA)	43
	Podgląd czasu i daty (klawisz 7 - CZAS/DATA)	43
	Wybór temperatury do stabilizacji (klawisz 8 - STAB. POW./PODŁOŻA)	44

Osuszanie po podlewaniu (klawisz 9 - PODLEWANIE).....	44
Gazowanie (klawisz 0 - GAZOWANIE)	44
Tryb pracy (klawisz A - TRYB PRACY)	45
Podgląd wyników pomiarów parametrów powietrza zewnętrznego (klawisz B)	45
Regulacja dopływu świeżego powietrza (klawisz C).....	45
Podgląd wyników pomiarów temperatury chłodnicy i nagrzewnicy klimatyzacji (klawisz D - tylko LB760A).....	45
Przejdźcie do menu ustawień systemowych (klawisz HASŁO).....	45
e) Opcje dostępne w menu ustawień systemowych	47
Regulacja wilgotności (klawisz 1 - WILGOTNOŚĆ).....	47
Regulacja temperatury (klawisz 2 - TEMPERATURA)	48
Nastawy regulacji wentylacji (klawisz 3 - WENTYLACJA)	49
Nastawy regulacji stężenia CO2 (klawisz 4 - CO2).....	49
Kalibracja psychrometru (klawisz 5 - PSYCHROMETR).....	49
Kalibracja sond temperatury podłoża (klawisz 6 - SONDY PODŁOŻA)	50
Zmiana czasu i daty (klawisz 7 - CZAS/DATA)	50
Sposób sterowania klimatyzacją (klawisz 8)	50
Numer regulatora (klawisz 9).....	50
Regulacja jasności (klawisz 0).....	50
Funkcje serwisowe (klawisz A)	50
Okres rejestracji wyników (klawisz B)	50
Regulacja dopływu świeżego powietrza (klawisz C).....	50
Kalibracja sond temperatury klimatyzacji (klawisz D) (tylko LB760A)	51
Zmiana hasła (klawisz HASŁO)	51
6. Najważniejsze czynności po instalacji regulatorów lub po załadowaniu nowej wersji programu	52

I. REGULATOR KLIMATU LB760A - INFORMACJE WSTĘPNE

Regulator klimatu LB-760A przeznaczony jest do pomiaru i regulacji pełnej klimatyzacji (temperatury, wilgotności, stężenia CO₂, przewiewu) hali uprawowej pieczarek (lub podobnej hodowli). Regulator jest urządzeniem stacjonarnym, zasilanym z sieci 220V, wykonanym w postaci panelu do powieszenia na ścianie. Konstrukcja przyrządu oparta jest o zaawansowaną technikę mikroprocesorową. Sterowanie regulatorem jest możliwe przy użyciu pilota zdalnego sterowania. Przyjęte rozwiązanie umożliwia wygodne sterowanie regulatorem nawet w warunkach, gdy jest on zawieszony np. na pewnej wysokości lub w miejscu utrudniającym dostęp. Wszystkie wyniki pomiarów wyświetlane są na czytelnych wyświetlaczach.

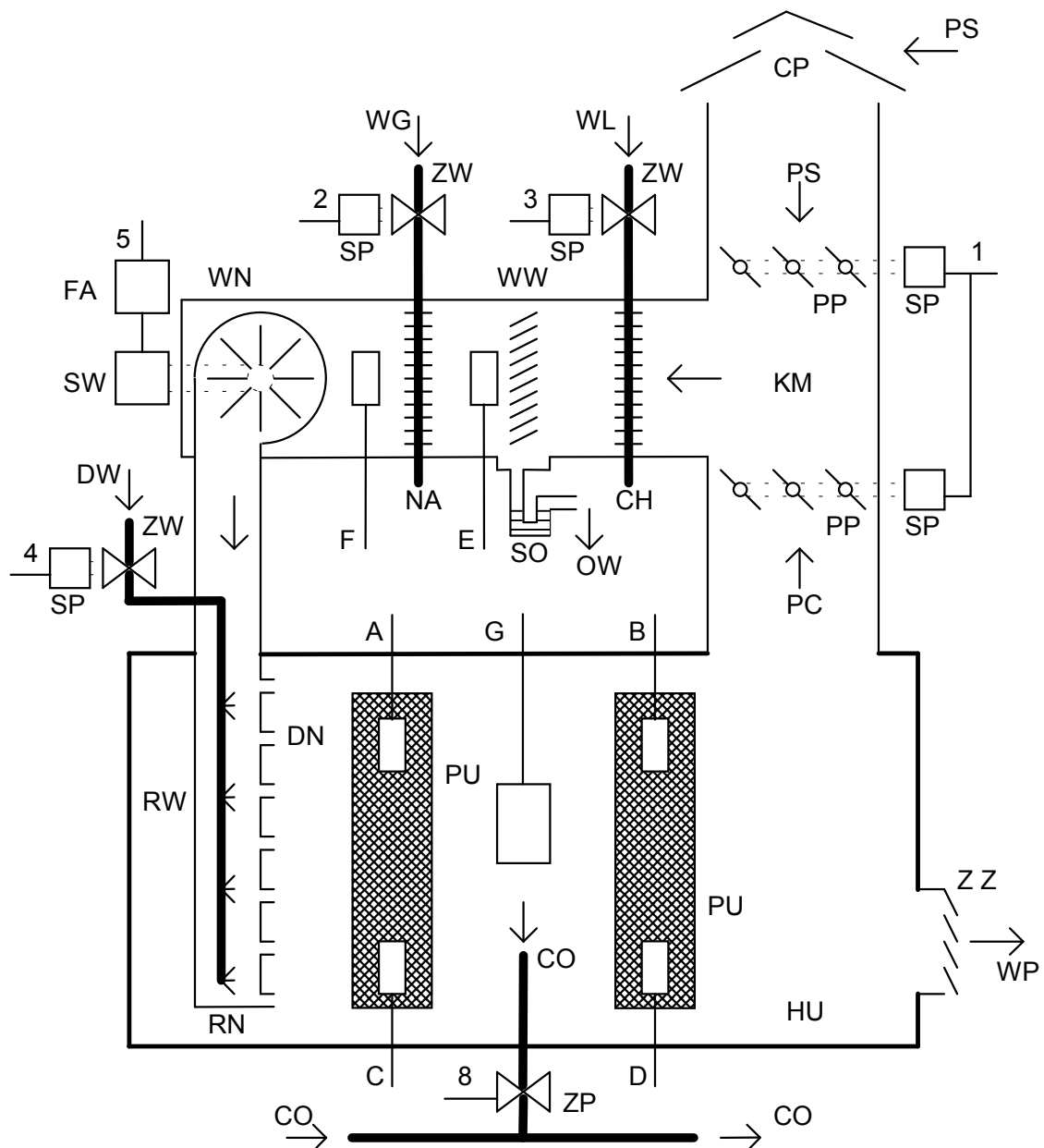
Regulator LB-760A przeznaczony jest do nadzorowania tylko jednej hali uprawowej. W przypadku posiadania większej ilości hal niezbędne jest zastosowanie osobnego regulatora dla każdej z hal. Regulatory LB-760A zainstalowane przy poszczególnych halach po połączeniu z komputerem typu PC tworzą wspólny system pomiarowo-kontrolny. Możliwy jest wówczas systemowy pomiar stężenia CO₂ (rys. 3) a ponadto dostępne jest wygodne sterowanie z komputera PC regulatorami, zbieranie wyników pomiarów, tworzenie ich historii, przeglądanie wyników w postaci wykresów i drukowanie wykresów na drukarce. Do połączenia regulatorów z komputerem wykorzystywany jest interfejs RS485, zapewniający minimalną liczbę przewodów pomiędzy regulatorami i komputerem oraz duży zasięg transmisji danych (kilkaset metrów).



Rysunek 1. Urządzenia współpracujące z regulatorem klimatu LB-760A: A, B, C i D - sondy do pomiaru temperatur podłoża, E i F - sondy do pomiaru temperatury powietrza w centrali klimatyzacyjnej, G - psychrometr do pomiaru temperatury i wilgotności powietrza w hali; wyjścia proporcjonalne do regulacji: 1 - przepustnic powietrza, 2 - zaworu grzania, 3 - zaworu chłodzenia, 4 - zaworu nawilżania, 5 - obrotów wentylatora; wyjścia przekaźnikowe: 6 - sygnalizacji stanu alarmowego, 7 - włączania światła, 8 - zaworu systemowego pomiaru CO₂; wyjścia przekaźnikowe do zaworów typu włącz/wyłącz: 9 - grzania, 10 - chłodzenia, 11 - nawilżania.

Do regulatora LB-760A (rys. 1, 2) mogą być dołączone następujące elementy pomiarowe:

- ◆ Cztery sondy do pomiaru temperatury podłoża (A,...,D), umożliwiające niezależny pomiar temperatury w trzech różnych punktach. Sondy wykonane są w postaci szpilek, których konstrukcja umożliwia łatwe umieszczenie ich w podłożu.
- ◆ Dwie sondy do pomiaru temperatury powietrza (E, F), umożliwiające pomiar temperatury powietrza w centrali klimatyzacyjnej (kanałe nawiewowym).
- ◆ Sonda psychrometryczna (G) służąca do pomiaru wilgotności względnej i temperatury powietrza w hali uprawowej.
- ◆ Miernik stężenia CO₂, indywidualny (osobno w każdej hali) lub systemowy (jeden na wszystkie hale lub grupę hal).



Rysunek 2. Schemat rozmieszczenia czujników pomiarowych i urządzeń wykonawczych dla pełnej klimatyzacji hali uprawowej HU z wykorzystaniem regulatora LB-760A: A...G - sondy pomiarowe i 1...8 - sygnały sterujące z regulatora LB-760A (w/g opisu z rys. 1), PU - uprawy, CO - przewody poboru powietrza do układu systemowego pomiaru stężenia CO₂, ZP - zawór poboru powietrza, PP - przepustnica powietrza, PC - powietrze cyrkulujące, PS - powietrze świeże, CP - czerpania świeżego powietrza, KM - komora mieszania, CH - chłodnica, WL - woda lodowa, ZW- zawór wody, SP - siłownik o działaniu proporcjonalnym, WW - wykrapacze wody, SO - syfon odpływu wykroplonej wody OW, WG - woda gorąca, NA - nagrzewnica, WN - wentylator, FA - falownik do regulacji obrotów silnika SW wentylatora, DW - dopływ wody nawilżającej, RW - rozpylacze wody, RN - rękaw nawiewowy, DN - dysze nawiewowe, ZZ - zawór zwrotny powietrza WP wyrzucanego z hali.

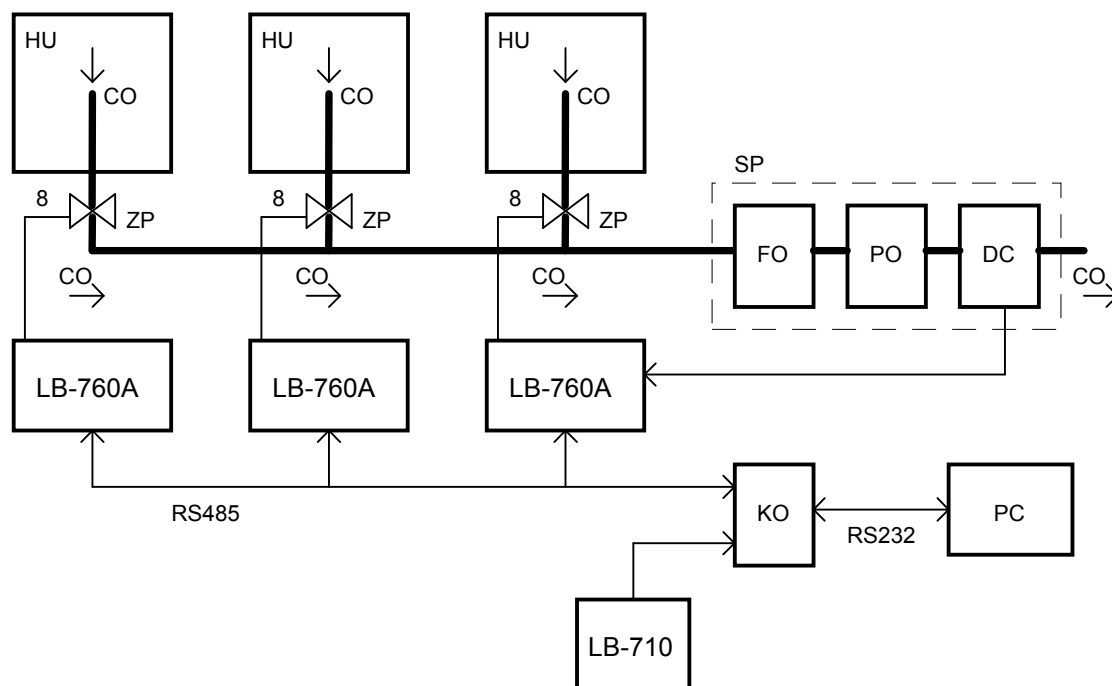
Do regulatora LB-760A (rys. 1, 2) są dołączane następujące elementy wykonawcze:

- ◆ Przepustnice wentylacji hali - powietrza: cyrkulacyjnego i świeżego, sterowane (wyjście 1) dwoma sprzężonymi elektrycznie siłownikami.
- ◆ Zawór grzania, regulujący dopływ wody gorącej do nagrzewnicy w sposób płynny zaworem z siłownikiem (wyjście 2) lub impulsowy zaworem typu włącz/wyłącz (wyjście 9).
- ◆ Zawór chłodzenia, regulujący dopływ wody lodowej do chłodnicy w sposób płynny zaworem z siłownikiem (wyjście 3) lub impulsowy zaworem typu włącz/wyłącz (wyjście 10).
- ◆ Zawór nawilżania, regulujący dopływ wody do dysz rozpylających w hali w sposób płynny zaworem z siłownikiem (wyjście 4) lub impulsowy zaworem typu włącz/wyłącz (wyjście 11).

◆ Przebieg częstotliwości, tzw. falownik (wyjście 5), służący do płynnej zmiany obrotów silnika napędzającego wentylację hali.

Wyjściowe sygnały regulacyjne są wynikami obliczeń dokonanych w procedurach regulacyjnych PID na podstawie wartości zadanych i aktualnych wartości zmierzonych. W celach testowo-uruchomieniowych możliwe jest ręczne programowanie wartości sygnałów wyjściowych.

Sterowanie przez regulator LB-760A urządzeniami wykonawczymi odbywa się w sposób płynny (siłownikami o działaniu proporcjonalnym) lub w sposób symulujący regulację płynną na zasadzie włącz/wyłącz ze zmiennym współczynnikiem wypełnienia, poprzez doprowadzenie do nich napięcia 220V / max.1A (grzanie, chłodzenie, nawilżanie). Dodatkową możliwością jest sterowanie urządzeniami grzejącymi przez wyjście zwierne (beznapięciowe), co umożliwia sterowanie wspólnymi typami pieców gazowych lub olejowych.



Rysunek 3. Pomiar systemowy stężenia CO₂ w halach uprawowych HU: CO - przewody poboru powietrza, ZP - zawory powietrza, KO - konwerter RS232/RS485, LB-710 - termohigrometr do pomiaru parametrów zewnętrznego powietrza, PC - komputer z programem sterującym, SP - skrzynka pomiarowa zawierająca: FO - filtr odwadniający, PO - pompę powietrza i DC - miernik stężenia CO₂.

Zasadniczą funkcją płynnie regulowanej przepustnicy dopływu świeżego powietrza jest kontrolowanie stężenia CO₂. Dodatkową funkcją jest możliwość regulacji klimatu zewnętrznym powietrzem, co pozwala na znaczne oszczędności w zużyciu energii (np. chłodzenie zimnym powietrzem nocnym w okresie letnim). W tym celu zestaw regulatorów LB-760A jest uzupełniony termohigrometrem LB-710 instalowanym na zewnątrz hali (w klatce meteorologicznej, w miejscu osłoniętym od bezpośrednich opadów deszczu i promieniowania słońca).

Regulator wyposażony jest w wyjście alarmowe (wyjście 6), umożliwiające sygnalizację stanów awaryjnych (uszkodzenie sond, brak zasilania) lub stan poważnego zagrożenia uprawy (np. w wyniku znacznego odchylenia zmierzonych warunków klimatycznych w hali od wartości zadanych). Do wyjścia alarmowego może zostać dołączony np. dzwonek, który oznajmi dyżurującej obsłudze wystąpienie sytuacji alarmowej.

W przypadku instalacji składającej się z większej liczby regulatorów LB-760 oraz komputera nadzorującego PC (rys 3) możliwe jest zastosowanie tylko jednego miernika stężenia CO₂ dla całej instalacji. Powietrze z każdej z hal dostarczane jest wówczas cyklicznie do miernika CO₂ przy pomocy systemu zaworów, rur i pompy powietrza. Działanie takiego systemu pomiarowego musi w sposób ciągły nadzorować komputer - jest to warunek działania takiej instalacji. Zastosowanie takiej metody pomiaru stężenia CO₂ pozwala na znaczne obniżenie kosztów, gdyż wymagany jest tylko jeden miernik stężenia CO₂ (jest to urządzenie kosztowne).

Oprogramowanie regulatora realizuje kilka dodatkowych specjalistycznych funkcji, jak np.:

- profile pracy charakterystyczne dla faz inkubacji, szoku, plonowania, parowania i wyłączenia (załadunku).
- osuszanie uprawy po podlewaniu - tj. włączenie na zadany czas zestawu innych parametrów uprawy niezbędnych po podlewaniu,
- gazowanie - podczas zabiegu trucia owadów i insektów świecami dymnymi - na zadany czas wyłączone zostają wszystkie wyjścia wykonawcze, wentylacja zostaje zatrzymana, włączone zostaje natomiast oświetlenie hali.

Do współpracy z regulatorem klimatu LAB-EL można stosować wszystkie istniejące rozwiązania kanałów wentylacyjnych (central klimatyzacyjnych). W przypadku planowania nowych inwestycji należy w szczególności zwrócić uwagę na właściwy wybór rozwiązania: stosowanie w kanale wentylacyjnym jednej nagrzewnicy lub stosowanie chłodnicy i nagrzewnicy (z dwoma niezależnymi obiegami wody lodowej i gorącej).

W pierwszym przypadku będzie można ogrzewać wewnętrzne powietrze, natomiast chłodzenie będzie mogło być realizowane przez polewanie ścian wodą lub nawiew zewnętrznego powietrza. Osuszanie będzie można realizować tylko przez wprowadzanie zewnętrznego powietrza. Wadą tego rozwiązania jest zbyt duża wilgotność i zbyt wysoka temperatura w hali w okresie letnim. Takie rozwiązanie jest stosowane przy wykorzystaniu regulatora w wersji LB-760.

W drugim przypadku (rys. 2) będzie można ogrzewać, chłodzić i osuszać wewnętrzne powietrze, bez konieczności wpuszczania zewnętrznego powietrza. Pozwala to na uzyskanie w hali pełnej klimatyzacji, jednak kosztem większych wydatków inwestycyjnych i eksploatacyjnych (większe zużycie energii, zwłaszcza na oziębienie medium chłodzącego). Do regulacji należy wówczas zastosować rozbudowaną wersję regulatora LB-760A.

W obu przypadkach bez zmian pozostaje możliwość nawilżania (przez rozpylanie wody) i obniżania poziomu dwutlenku węgla (przez wpuszczanie świeżego powietrza).

II. ZASADA DZIAŁANIA REGULATORÓW LB760 i LB760A

W poniższym opisie przedstawiane czasami są pewne informacje szczegółowe, których znajomość nie jest niezbędna do normalnej obsługi regulatora. Są one napisane pochyloną, drobniejszą czcionką:

W poniższym opisie przedstawiane są czasami pewne informacje szczegółowe, których znajomość nie jest niezbędna do normalnej obsługi regulatora. Są one napisane pochyloną drobniejszą czcionką. Właśnie taką, jak ta.

Instrukcja poniższa odnosi się do wersji regulatorów LB760 i LB760A. LB760A jest rozbudowaną wersją LB760, spełniającą wszystkie funkcje realizowane przez LB760, oraz pewne dodatkowe. Jeżeli w dalszym opisie nie ma odniesienia do wersji LB760/LB760A, to opis odnosi się jednakowo do obydwu wersji. W miejscach, gdzie regulatory różnią się między sobą, jest to oznaczone przez odniesienie do danej wersji.

1. Pomiary dokonywane przez regulator

Regulator LB760 może jednocześnie mierzyć następujące wielkości:

- wilgotność względną powietrza,
- temperaturę powietrza,
- temperaturę podłoża w trzech (LB760) lub czterech (LB760A) punktach,
- temperaturę kanału klimatyzacyjnego (osobno chłodnicy i nagrzewnicy) - tylko w wersji LB760A,
- stężenie CO₂.

a) Pomiar wilgotności względnej powietrza

Pomiar wilgotności względnej powietrza odbywa się przy pomocy specjalnie zaprojektowanej do tego celu sondy psychrometrycznej, wykorzystującej zasadę pomiaru temperatury termometru suchego i mokrego. Zakres pomiaru obejmuje wilgotności od 0,0 % do 100,0 %, jest on jedynie ograniczony zakresem pomiaru temperatury powietrza - wilgotność jest wyliczana na podstawie wyników pomiaru temperatury termometru suchego i mokrego wyłącznie wtedy, gdy te temperatury mieszczą się w stosownym zakresie pomiaru (0,0 ÷ 50,0 °C). Rozdzielczość pomiaru wilgotności wynosi 0,1 %, dokładność pomiaru jest natomiast rzędu 1 % (w zakresie 10...30 °C i 80...100 % RH) i 3 % w pozostałym zakresie. Niedogodnością pomiaru wilgotności przy pomocy sondy psychrometrycznej jest konieczność uzupełniania zbiornika z wodą nawilżającą termometr mokry, zaletą jest natomiast szeroki zakres pomiaru.

UWAGA: Regularne uzupełnianie zbiorniczka z wodą w sondzie psychrometrycznej jest warunkiem poprawnego pomiaru wilgotności - termometr mokry **MUSI** być faktycznie mokry.

Sonda psychrometryczna posiada opcjonalną dodatkową osłonę z wbudowanym wentylatorem zapewniającym wymuszony i stały przewiew powietrza. Jej zastosowanie pozwala na podniesienie dokładności pomiaru wilgotności.

b) Pomiar temperatury powietrza

Pomiar temperatury powietrza odbywa się przy pomocy wyżej opisanej sondy psychrometrycznej - za aktualną temperaturę powietrza uznawany jest wynik pomiaru termometru suchego. Zakres pomiaru temperatury powietrza wynosi 0,0 ÷ 100,0 °C, rozdzielczość pomiaru to 0,1 °C, a dokładność pomiaru jest rzędu 0,1 °C (w zakresie 10...30 °C) i 0,3 °C w pozostałym zakresie.

c) Pomiar temperatury podłoża

Pomiar temperatury podłoża odbywa się przy pomocy specjalnie zaprojektowanych do tego celu sond pomiarowych, o kształcie umożliwiającym bardzo łatwe umieszczenie w podłożu. Możliwe jest jednoczesne dołączenie do regulatora trzech (LB760) lub czterech (LB760A) indywidualnych sond temperatury podłoża, co umożliwia pomiar w kilku różnych punktach podłoża. Regulator pozwala na „podejrzenie” każdej z temperatur, wylicza również ich średnią arytmetyczną. Zakres pomiaru dla każdej z sond temperatury podłoża wynosi, jak wyżej, 0,0 ÷ 100,0 °C, rozdzielczość pomiaru to 0,1 °C, a dokładność jest rzędu 0,1 °C (w zakresie 10...30 °C) i 0,3 °C w pozostałym zakresie.

Do pracy regulatora nie jest wymagane dołączenie wszystkich trzech/czterech sond (jednak jest zalecane w celu uzyskania precyzyjniejszej kontroli). Wystarczy dołączenie mniejszej ilości sond, a regulator sam rozpozna, które sondy są dołączone. Do obliczenia średniej arytmetycznej uwzględni tylko te pomiary, które się w rzeczywistości odbywają (w przypadku sondy psychrometrycznej, jeśli nie jest ona dołączona, to nie uzyskamy wyniku pomiaru ani wilgotności, ani temperatury powietrza).

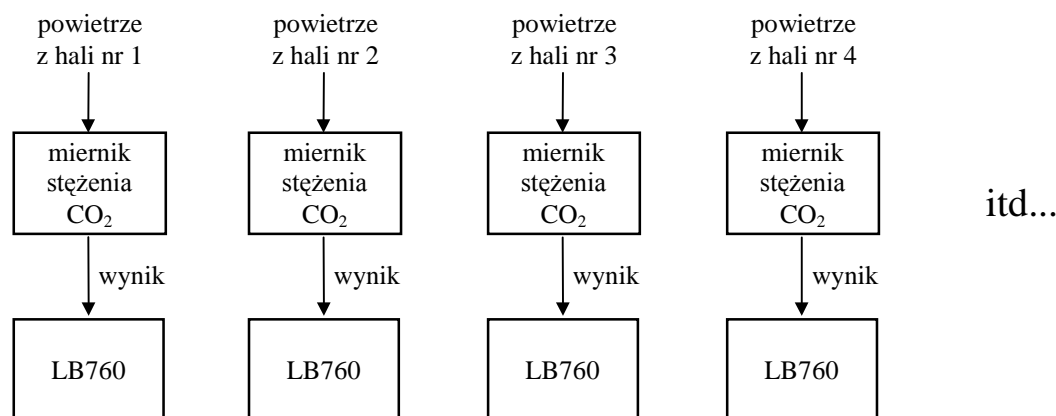
d) Pomiar temperatur kanału klimatyzacyjnego

Pomiar temperatur kanału klimatyzacyjnego możliwy jest tylko w wersji regulatora LB760A. Do tego celu służy specjalna sonda z dwoma czujnikami, które należy zainstalować za chłodnicą i nagrzewnicą w kanale klimatyzacyjnym. Sonda ta umożliwia bardziej ekonomiczne sterowanie grzaniem i chłodzeniem, oraz daje możliwość kontroli procesu osuszania powietrza poprzez chłodzenie aż do wykroplenia wody, a następnie ogrzanie do wymaganej temperatury. Zakres pomiaru temperatur kanału klimatyzacyjnego wynosi $0,0 \div 50,0$ °C, rozdzielczość pomiaru to $0,1$ °C, a dokładność pomiaru jest rzędu $0,2$ °C.

e) Pomiar stężenia CO₂

Pomiar stężenia CO₂ nie jest w rzeczywistości realizowany przez regulator LB760 - wykorzystuje on do tego celu zewnętrzny, specjalizowany miernik (np. Telaire). Wynik pomiaru z zewnętrznego miernika jest odczytywany przez regulator poprzez wejście analogowe $0 \div 10V$ (zewnętrzny miernik stężenia CO₂ musi być z kolei wyposażony w takie wyjście). Zakres pomiaru i jego dokładność zależna jest w zasadzie wyłącznie od zastosowanego miernika (przy zastosowaniu wspomnianego wyżej miernika uzyskać można zakres pomiaru do 10.000 ppm, z dokładnością rzędu 50 ppm). W najprostszym przypadku, jeśli wymagany jest pomiar stężenia CO₂ na każdej hali, możliwe jest dołączenie do każdego regulatora LB760 indywidualnego miernika stężenia CO₂. Jest to jednak rozwiązanie kosztowne - wymaga tylu mierników CO₂, co regulatorów LB760. W związku z tym, opracowana została inna metoda pomiaru stężenia CO₂: po połączeniu regulatorów z komputerem w system pomiarowy, możliwe jest zastosowanie tylko jednego miernika stężenia CO₂ i doprowadzanie do tego miernika powietrza z poszczególnych hal systemem rur i zaworów. Możliwe jest też całkowite wyłączenie pomiaru stężenia CO₂ w danym regulatorze LB760 (w danej hali) - jeśli nie jest ono potrzebne, lub nie posiadamy miernika stężenia CO₂. Wspomniane wcześniej dwie metody pomiaru stężenia CO₂ zostaną teraz szczegółowo omówione.

1. Pomiar z użyciem indywidualnych mierników stężenia CO₂ dla każdej hali (metoda nazywana w dalszym opisie jako **LOKALNA**). Każdy z regulatorów LB760 (lub tylko te, dla których pomiar CO₂ jest wymagany) ma dołączony zewnętrzny miernik stężenia CO₂ (rysunek 4).

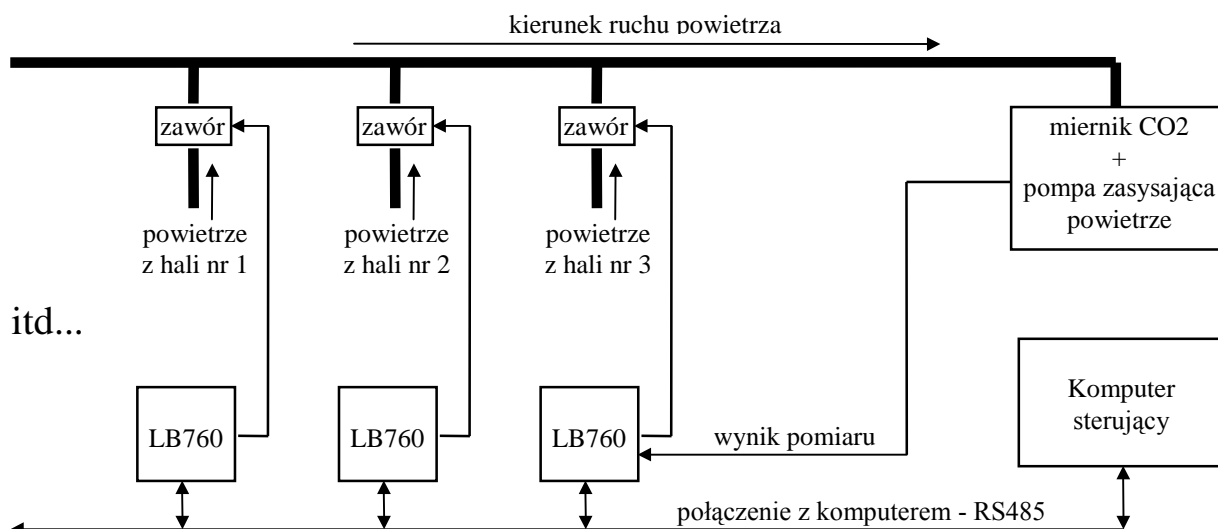


Rysunek 4 - schemat blokowy instalacji do lokalnej metody pomiaru stężenia CO₂

Jak już zostało powiedziane, jest to rozwiązanie kosztowne, gdyż wymaga tylu mierników CO₂, co regulatorów LB760. Rozwiązanie to ma natomiast następujące zalety: czas pomiaru stężenia CO₂ jest minimalny - miernik mierzy stężenie CO₂ bezpośrednio na hali i daje natychmiastowy odczyt - reakcja na zmiany warunków może być natychmiastowa; drugą zaletą jest możliwość pracy bez komputera nadzorującego pomiar CO₂ (który jest wymagany w drugiej metodzie).

2. Druga metoda to pomiar z użyciem jednego miernika stężenia CO₂ dla grupy hal (metoda nazywana w dalszym opisie jako **SYSTEMOWA**). Idea tej metody jest następująca: na pewną grupę hal (w szczególności wszystkie) przeznaczony jest tylko jeden miernik stężenia CO₂, natomiast powietrze z każdej hali jest do niego doprowadzane systemem rur i zaworów. Do każdego regulatora LB760 (dla każdej z hal) należy dołączyć zawór dopuszczający powietrze z danej hali do przewodu zbiorczego. Przewód zbiorczy prowadzi do jednego miernika stężenia CO₂, a za zasysanie powietrza z hali odpowiedzialna jest specjalna pompa. Całością steruje komputer, który jest połączony z wszystkimi regulatorami w system kontrolno-pomiarowy. Działanie takiego systemu jest następujące (rysunek 5): komputer sterujący wysyła polecenie otwarcia zaworu tylko w jednej hali, pozostałe zostają zamknięte. Przez pewien czas, niezbędny na przepompowanie powietrza z hali, pompa zasysa powietrze (tylko z tej hali, która ma otwarty zawór). Po minięciu tego czasu, gdy można już uznać że powietrze zostało przepompowane, wykonywany jest pomiar, korzystając z pojedynczego miernika stężenia CO₂. Wynik tego pomiaru jest odczytywany przez jeden z regulatorów LB760, ale zupełnie nie ma znaczenia który, gdyż jest on przez komputer przesyłany do tego regulatora LB760, który miał otwarty zawór - i tylko ten regulator wyświetla wynik pomiaru

na swoim wyświetlaczu. Następnie cała operacja jest powtarzana dla następnej hali. Po przejściu wszystkich hal pomiar zaczyna się znowu od pierwszej hali.



Rysunek 5 - schemat blokowy instalacji do systemowej metody pomiaru stężenia CO₂

Zaletą takiej metody pomiaru jest niski koszt instalacji pomiarowej: wymagane elementy to: jeden miernik stężenia CO₂ i pompa, oraz po jednym zaworze dla każdej z hal. Natomiast wady to: długi czas pomiaru - pomiar na każdej z hal odbywa się tylko raz na jakiś czas (tyle, co potrzeba aby zassać powietrze z każdej hali razy ilość hal - czyli w przypadku np. sześciu hal, gdy zasysamy powietrze przez pięć minut - daje to nam pomiar co pół godziny). W większości przypadków, gdy szybka reakcja na wartość stężenia CO₂ nie jest taka istotna, to taki czas między pomiarami jest całkowicie wystarczający, gdyż daje dostatecznie dobrą informację o warunkach panujących w hali. Drugą wadą to wymaganie, aby taką metodą pomiaru stężenia CO₂ sterował komputer. Zwykle jednak instalacje regulatorów LB760 wyposażane są w komputer, który zapewnia wygodę i łatwość dokonywania nastaw i oceny wyników.

Możliwe jest również w tej metodzie pomiaru CO₂ użycie większej ilości mierników CO₂ (np. dwóch) - do każdego z mierników doprowadzane jest powietrze tylko z niektórych hal (np. przy dwudziestu halach pierwszy miernik może mierzyć stężenie CO₂ z hal 1-10, natomiast drugi miernik z hal 11-20). Przy tylko dwóch miernikach stężenia CO₂ daje nam to dwukrotnie szybszy pomiar.

f) Rejestracja wyników pomiarów

Regulator przez cały czas swojego działania zapamiętuje w wewnętrznej pamięci wyniki pomiarów, oraz pewne dodatkowe informacje (np. wartości zadane parametrów). Umożliwia to odczytanie ich przez komputer, a następnie ich analizę - np. sporządzenie wykresów. Wyniki są rejestrowane co pewien czas - okres rejestracji jest parametrem, który ustawia użytkownik. Częstsza rejestracja wyników powoduje uzyskanie dokładniejszych charakterystyk, ale ze względu na skończoną wielkość pamięci w której zapisywane są dane, krótszy będzie wtedy okres czasu, za jaki wyniki będą rejestrowane. Odwrotnie - rzadsza rejestracja wyników wydłuża okres czasu, za jaki możemy uzyskać dane.

2. Kalibracja sond pomiarowych regulatora

Bardzo ważną czynnością zapewniającą właściwe pomiary temperatur i wilgotności jest **KALIBRACJA SOND POMIAROWYCH**. Należy jej dokonać za każdym razem, gdy do regulatora zostaną dołączone nowe sondy, istniejące sondy zostaną zamienione miejscami, itp. (również przy pierwszym włączeniu po zainstalowaniu regulatora). Kalibracja ma na celu takie skorygowanie niedokładności danej sondy pomiarowej, aby wyniki z niej uzyskiwane były możliwie najdokładniejsze. Kalibracja dokonana w danym regulatorze obowiązuje tylko w nim i dodatkowo jest związana z tym wejściem, do którego dołączona była sonda pomiarowa. Jeżeli sonda zostanie dołączona do innego wejścia lub innego regulatora, to należy dokonać jej ponownej kalibracji.

Kalibrację przeprowadza się w następujący sposób: sondę przeznaczoną do kalibracji należy umieścić w środowisku o dokładnie znanej temperaturze (np. w pojemniku z wodą, której temperatura mierzona jest precyzyjnym termometrem wzorcowym). Po odczekaniu czasu niezbędnego na ustalenie się temperatury sondy można dokonać ustawienia odpowiedniej temperatury w regulatorze - wywołuje się specjalną funkcję regulatora, a następnie podaje się temperaturę, w jakiej znajduje się kalibrowana sonda pomiarowa (opis kalibracji podano przy opisie funkcji regulatora). Po ustawieniu zmierzonej temperatury w regulatorze - sonda jest skalibrowana. W przypadku potrzeby skalibrowania wszystkich sond należy je razem umieścić w jednym zbiorniku z wodą i kalibrować wszystkie naraz. Sondę psychrometryczną należy umieścić w zbiorniku z wodą w taki sposób, aby zanurzone były jej czujniki temperatury. **BARDZO WAŻNE JEST CIĄGŁE MIESZANIE WODY W ZBIORNIKU**, aby wyrównać temperaturę. Termometr wzorcowy powinien być umieszczony przy samych sondach pomiarowych.

UWAGA: Kalibracji należy dokonywać w temperaturze, przy której interesuje nas największa dokładność pomiaru - typowo do 20...25 °C. Zapewni to największą możliwą dokładność kalibracji.

3. Funkcje regulacyjne

Głównym zadaniem regulatora LB760/LB760A, oprócz pomiarów wyżej wymienionych wielkości, jest regulacja tych parametrów. Przez regulację rozumiane jest takie działanie, aby utrzymać te wielkości (parametry uprawy) na żądanym poziomie. Regulator ma za zadanie ułatwić uprawę - użytkownik ma możliwość nastawienia w regulatorze takiej temperatury i wilgotności, jaką by chciał uzyskać - zadaniem regulatora jest doprowadzenie do takiego wyniku.

a) Urządzenia wykonawcze

W celu umożliwienia regulatorowi samodzielnego panowania nad danymi parametrami został on wyposażony w szereg wyjść pozwalających na sterowanie urządzeniami wykonawczymi. Wyjścia te są powiązane z utrzymywaniem konkretnego parametru na zadanym poziomie w następujący sposób:

- regulacja wilgotności powoduje sterowanie urządzeniami odpowiedzialnymi za nawilżanie, osuszanie (tylko LB760), wentylację i dopuszczanie świeżego powietrza z zewnątrz,
- regulacja temperatury powoduje sterowanie urządzeniami odpowiedzialnymi za: grzanie, chłodzenie i dopuszczanie świeżego powietrza z zewnątrz,
- regulacja stężenia CO₂ powoduje dopuszczanie świeżego powietrza z zewnątrz,
- wentylacja hali to zewnętrzny przemiennik częstotliwości, sterujący z kolei silnikiem zapewniającym przepływ powietrza w hali.

Regulator LB760 wyposażony jest w wyjścia sterujące urządzeniami wykonawczymi za pomocą przekaźników. Regulator LB760A również posiada wyjścia sterowane przekaźnikami i dodatkowo wyposażony został w wyjścia analogowe sterujące urządzeniami wykonawczymi np. przy pomocy siłowników. Obydwa wyjścia (przełącznikowe i analogowe) są sterowane jednocześnie - wykorzystywać należy te, które odpowiednio współpracuje z posiadanym urządzeniem wykonawczym.

Włączanie odpowiednich urządzeń za pomocą przekaźników odbywa się poprzez doprowadzenie na odpowiednie zaciski wyjściowe napięcia sieciowego 220V, co umożliwia w prosty sposób załączanie małych zaworów lub styczników sterujących większymi urządzeniami. Urządzenie odpowiedzialne za grzanie może być włączane na dwa sposoby: przez doprowadzenie napięcia sieciowego 220V, lub poprzez zwarcie ze sobą dwóch zacisków (co umożliwia sterowanie przez obwody niskonapięciowe w niektórych typach pieców gazowych).

Regulatory wyposażone są w następujące wyjścia sterowane przekaźnikami:

- grzanie,
- chłodzenie,
- nawilżanie,
- osuszanie (tylko LB760 - w wersji LB760A osuszanie odbywa się poprzez chłodzenie i podgrzewanie powietrza),
- zawór do pomiaru systemowego stężenia CO₂.

Regulator LB760A wyposażony jest w następujące wyjścia analogowe 0-10V (np. do sterowania siłownikami):

- grzanie,
- chłodzenie,
- nawilżanie,
- dopływ świeżego powietrza.

W wersji 3 LB760 możliwe jest również dołączenie jednego siłownika, który steruje dopływem świeżego powietrza.

Sterowanie przemiennikiem częstotliwości odpowiedzialnym za wentylację hali odbywa się poprzez wyjście analogowe 0÷10V.

Regulatory LB760 i LB760A wyposażone są w dodatkowe wyjścia sterujące oświetleniem hali i alarmem. Ich funkcje zostaną omówione później, natomiast sterowanie tymi wyjściami odbywa się następująco:

- włączanie światła na hali odbywa się poprzez zaciski zwierne, które należy dołączyć równoległe do istniejącego włącznika ściennego oświetlenia,
- alarm jest zrealizowany w postaci zacisków rozwiernych - przy poprawnej pracy są one rozwarne, a sytuacja alarmowa jest sygnalizowana przez ich zwarcie - umożliwia to równoległe połączenie wszystkich wyjść alarmowych z kilku regulatorów LB760 i wspólne sterowanie np. dzwonkiem.

W celu dopasowania wyjść analogowych do różnych urządzeń wykonawczych (siłowników i falowników) dla każdego wyjścia możliwe jest indywidualne ustawienie zakresu napięć wyjściowych 0-10V lub 2-10V.

b) Sterowanie ręczne

Regulator pozwala w odniesieniu do każdego urządzenia wykonawczego określić sposób sterowania: automatyczny lub ręczny. Każde z urządzeń wykonawczych odpowiedzialnych za dane sterowanie może zostać przełączone w tryb ręczny niezależnie od innych - możliwe jest np. automatyczne sterowanie wilgotnością i ręczne sterowanie temperaturą.

Jeżeli dana wielkość sterowana jest automatycznie (przez regulator), to odbywa się to zgodnie z opisem w następnym punkcie. Jeżeli sterowanie daną wielkością przełączone jest w tryb ręczny (przez użytkownika), to użytkownik może sam bezpośrednio ustawić stan urządzeń wykonawczych. Odnosi się to do wszystkich urządzeń wykonawczych, zarówno tych sterowanych przekaźnikami, jak i siłownikami.

Możliwe jest osobne ustawienie trybu sterowania ręcznego lub automatycznego dla następujących wielkości:

- wilgotność - przy sterowaniu automatycznym regulator sam ustawia osuszanie i nawilżanie; przy sterowaniu ręcznym użytkownik niezależnie ustawia osuszanie i nawilżanie, możliwe jest włączenie obydwu naraz (w LB760 nie ma wyjścia osuszania); dodatkowo wilgotność nie jest brana pod uwagę przy otwieraniu dopływu świeżego powietrza,
- temperatura - przy sterowaniu automatycznym regulator sam ustawia chłodzenie i grzanie; przy sterowaniu ręcznym użytkownik niezależnie ustawia chłodzenie i grzanie, możliwe jest włączenie obydwu naraz; dodatkowo wilgotność nie jest brana pod uwagę przy otwieraniu dopływu świeżego powietrza,
- wentylacja - przy sterowaniu automatycznym i ręcznym użytkownik sam ustawia intensywność wentylacji, różnica polega na tym że przy sterowaniu automatycznym brany jest pod uwagę *przyrost wentylacji od wilgotności*, natomiast przy sterowaniu ręcznym - nie,
- stężenie CO₂ - przy sterowaniu automatycznym jest brane pod uwagę przy otwieraniu dopływu świeżego powietrza, natomiast przy sterowaniu ręcznym - nie,
- dopływ świeżego powietrza - przy sterowaniu automatycznym regulator ustawia stopień otwarcia dopływu świeżego powietrza, natomiast w trybie ręcznym użytkownik sam ustawia otwarcie kłapy.

c) Sterowanie automatyczne

Metody regulacji są różne dla różnych urządzeń wykonawczych (a więc i parametrów, od których zależą te wyjścia). Dodatkowo w regulatorze możliwy jest wybór jednego z dwóch trybów sterowania:

- z osuszaniem przy pomocy kanału klimatyzacyjnego,
- bez osuszania przy pomocy kanału klimatyzacyjnego.

Do wyboru odpowiedniego trybu służy nastawa *osuszanie przy pomocy klimatyzacji* (ustawienia systemowe, klawisz 8, SUSZ.).

W ogólnym przypadku schemat działania regulatora jest następujący:

- na podstawie zadanej i pomierzonego stężenia CO₂ ustawiana jest odpowiednio kłapa dopływu świeżego powietrza,
- na podstawie zadanej i pomierzonej wilgotności w hali uruchamiane jest odpowiednie nawilżanie albo chłodzenie (gdyż wykraplanie wody ze schłodzonego powietrza obniża jego zawartość wilgoci),
- na podstawie zadanej i pomierzonej temperatury w hali uruchamiane jest odpowiednie grzanie albo chłodzenie.

Ten najbardziej typowy schemat działania regulatora może być w znacznym stopniu modyfikowany w zależności od wartości ustawionych w regulatorze funkcji i parametrów, co będzie omówione poniżej.

• temperatura

Regulator ma za zadanie utrzymać temperaturę na zadanym poziomie. Ponieważ mierzone są dwie różne temperatury - powietrza i podłoża, użytkownik musi wybrać, którą temperaturę chce stabilizować. W danym momencie możliwa jest stabilizacja tylko jednej z tych dwóch temperatur - czyli albo panujemy nad temperaturą powietrza, albo nad temperaturą podłoża. Dalszy opis odnosi się do tej temperatury, która jest stabilizowana.

Aktualnie panująca w hali wartość temperatury (powietrza / podłoża) jest mierzona przez regulator. Daje to regulatorowi informację (w porównaniu z wartością zadaną), jakie działanie należy podjąć, aby uzyskać żądany wynik. W związku z tym, podstawowym parametrem ustawianym przez użytkownika jest:

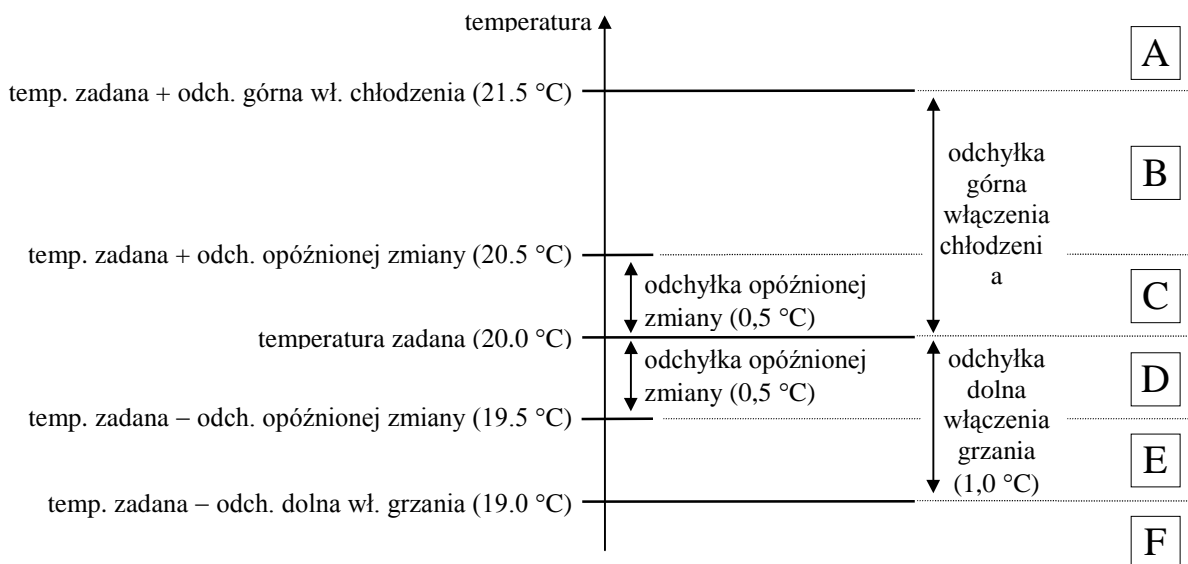
- **temperatura zadana** - jest to taka wartość temperatury, jaką użytkownik chciałby mieć w hali.

Wszystkie działania regulatora wynikają z różnicy pomiędzy aktualną temperaturą (zmierzoną w hali), a *temperaturą zadaną*. Idealną sytuacją jest gdy temperatura zmierzona jest taka sama, jak *temperatura zadana* - do takiego stanu dąży regulator. W celu zapanowania nad temperaturą w hali dysponuje on dwoma urządzeniami wykonawczymi: grzaniem i chłodzeniem. Do właściwego sterowania tymi urządzeniami niezbędne jest podanie jeszcze kilku parametrów. Są to kolejno: *odchyłka górna szybkiego włączenia chłodzenia*, *odchyłka dolna szybkiego włączenia grzania*, *odchyłka opóźnionego włączenia grzania lub chłodzenia*, *parametry regulacji PID*. Wszystkie podane odchyłki nie są wartościami bezwzględными temperatury, lecz są one traktowane jako różnica w stosunku do aktualnej temperatury zadanej. Znaczenie wszystkich odchyłek, wraz z przykładowymi wartościami, jest następujące:

- **temperatura zadana (t)** - jak powiedziano wcześniej, jest to taka wartość temperatury, jaką byśmy chcieli utrzymać w hali (w powyższym przykładzie - 20,0 °C),
- **odchyłka górna szybkiego włączenia chłodzenia (od.G)** - jest to wartość liczbowa, o którą temperatura zmierzona w hali musi przekroczyć temperaturę zadaną (czyli temperatura w hali musi być większa niż *temperatura zadana + odchyłka górna włączenia chłodzenia*), aby BEZWARUNKOWO zostało włączone chłodzenie (w powyższym przykładzie odchyłka ta wynosi 1,5 °C, czyli chłodzenie zostanie bezwarunkowo włączone, gdy temperatura zmierzona wzrośnie powyżej 21,5 °C - strefa oznaczona dużą literą A),
- **odchyłka dolna szybkiego włączenia grzania (od.d)** - jest to wartość liczbowa, o którą temperatura zmierzona w hali musi być mniejsza niż temperatura zadana (czyli temperatura w hali musi być mniejsza niż *temperatura zadana - odchyłka dolna włączenia grzania*), aby BEZWARUNKOWO zostało włączone grzanie (w powyższym przykładzie odchyłka ta wynosi

1,0 °C, czyli grzanie zostanie bezwarunkowo włączone, gdy temperatura zmierzona zmaleje poniżej 19,0 °C - strefa oznaczona dużą literą F),

- **odchyłka opóźnionej zmiany kierunku (oo)** - jest to wartość liczbowa, która określa analogiczną funkcję jak powyżej opisane odchyłki szybkiego włączenia grzania (albo chłodzenia) z tym, że zmiana kierunku następuje dopiero wówczas, jeżeli odchyłka ta występuje przez czas większy, niż określimy parametrem: **opóźnienie zmiany (to)**.



Rysunek 6 - znaczenie parametrów regulacji temperatury

W strefach A i F (rysunek 6) zawsze włączone jest albo chłodzenie, albo grzanie. Natomiast działanie regulatora pomiędzy nimi (czyli strefy B, C, D i E) jest zależne od kilku warunków. W czasie regulacji temperatury regulator może znajdować się w jednym z dwóch kierunków działania: dogrzewania i schładzania. Dogrzewanie ma miejsce wtedy, gdy po wyłączeniu urządzenia grzejącego temperatura w hali samoczynnie spada (np. zimą, gdy temperatura otoczenia jest niższa) - wtedy aby znowu uzyskać wymagane warunki, należy ponownie włączyć grzanie. Włączanie urządzenia chłodzącego nie jest w takim przypadku potrzebne, gdyż po wyłączeniu urządzenia grzejącego temperatura samoczynnie spada - jest to właśnie tzw. dogrzewanie. Przeciwnym kierunkiem działania jest schładzanie - ma ono miejsce wtedy, gdy temperatura otoczenia (np. latem) ma wartość większą niż wymagana temperatura w hali - należy ją chłodzić. Gdy po schłodzeniu do wymaganej wartości i wyłączeniu urządzenia chłodzącego temperatura zaczyna samoczynnie narastać, należy znowu włączyć chłodzenie. W takich warunkach włączanie grzania jest zbędne - jest to właśnie tzw. schładzanie. Regulator w danym momencie panuje nad temperaturą realizując dogrzewanie lub schładzanie, aby uniknąć naprzemiennego włączania urządzenia grzejącego i chłodzącego, a maksymalnie wykorzystać warunki otoczenia, i w wyniku zaoszczędzić energię.

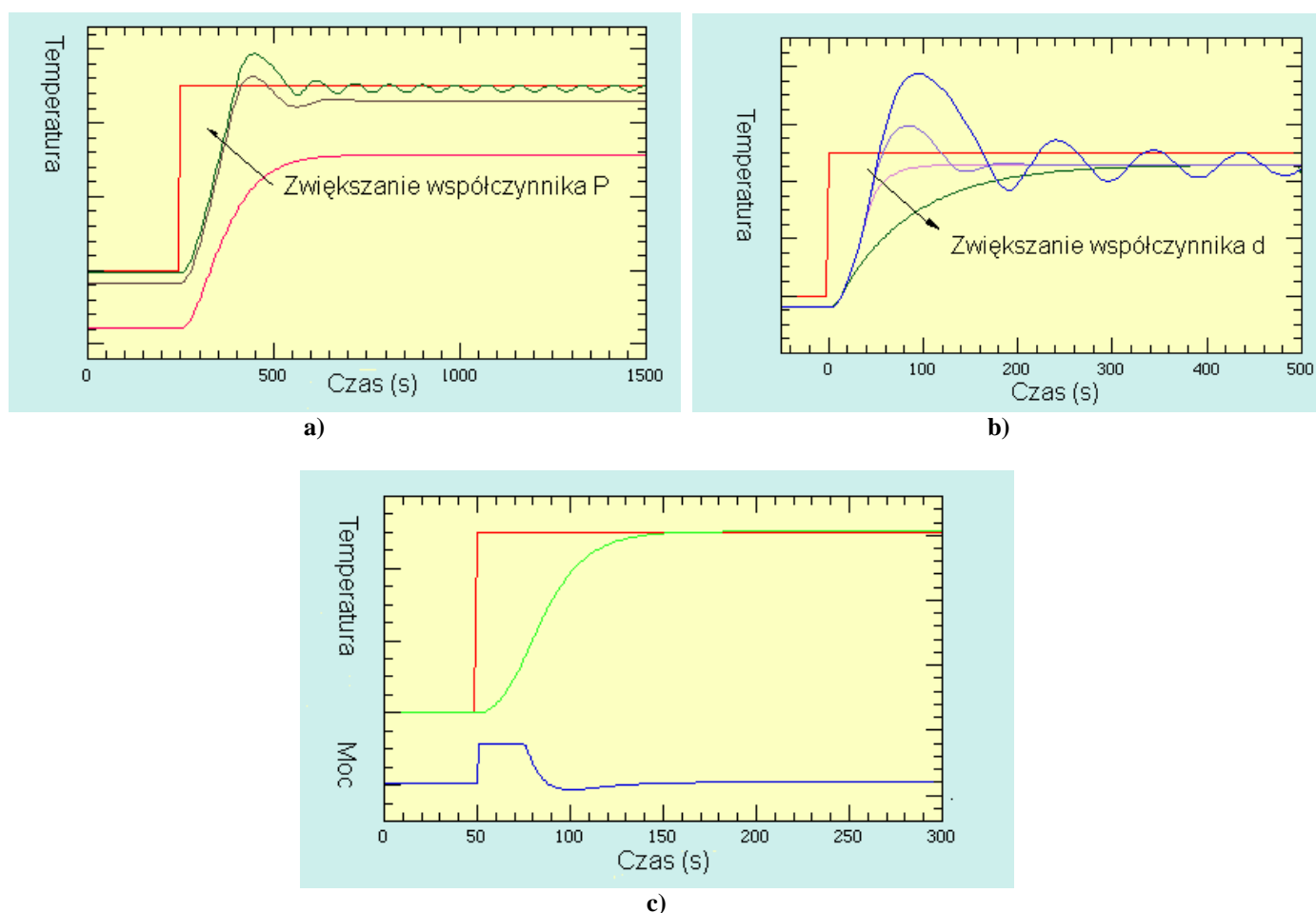
W strefach B i E (rysunek 6) kierunek działania (chłodzenie albo grzanie) jest zależne od czasu przebywania temperatury w tych przedziałach. Jeżeli temperatura zawiera się w przedziale B przez czas dłuższy od czasu zwanego opóźnieniem odchyłki, to nastąpi zmiana kierunku na chłodzenie. I odwrotnie, jeżeli temperatura zawiera się w przedziale E przez czas dłuższy od czasu zwanego opóźnieniem odchyłki, to nastąpi zmiana kierunku na grzanie.

Działanie regulacji PID (proporcjonalno-calkująco-różniczkującej) temperatury: zachowanie urządzenia jest modyfikowane w dużym stopniu przez regulator na podstawie obserwacji zachowania się temperatury. Możliwe są następujące działania:

- Jeśli temperatura zmierzona zbliża się do zadanej, to regulator zmniejsza siłę grzania (albo chłodzenia, zależnie od powyżej opisanego kierunku działania) w sposób proporcjonalny do różnicy tych temperatur z uwzględnieniem dodatkowo mnożnika tzw. **współczynnika proporcjonalnego regulacji (P)**.
- Jeżeli przez dłuższy czas temperatura zmierzona utrzymuje się na innym poziomie niż temperatura zadana, to regulator zwiększa intensywność chłodzenia lub grzania w taki sposób, aby po pewnym czasie zniwelować utrzymującą się przez długi czas różnicę pomiędzy temperaturą zmierzoną a temperaturą zadaną. Oznacza to, że odchyłki z kolejnych pomiarów są sumowane, a suma tych odchyłek jest uwzględniana w regulacji stosownie do **współczynnika całkowitego regulacji (I)**.
- Jeśli temperatura zmierzona zmienia się, to regulator ocenia szybkość zmian tej temperatury. Jeżeli zmienia się ona stosunkowo szybko, to regulator zwiększa lub zmniejsza intensywność chłodzenia lub grzania, aby szybciej zahamować niekorzystne zmiany. Intensywność tych działań jest regulowana **współczynnikiem różniczkowego regulacji (d)**, którego wartość może być uśredniana przez **czas uśredniania różniczki (td)**.

Parametry regulacji PID (P , I , d , td) są osobne dla funkcji grzania i chłodzenia, a ich ustawienie jest trudne i dlatego powinien wykonać to serwis instalacyjny. Ustawienie ich wymaga obserwacji na wykresach zachowania się regulowanej temperatury w funkcji czasu. Procedurę regulacji można wykonać zgodnie z poniższym opisem:

- Uzyskać typowe eksploatacyjne wartości temperatury i wydajności źródła ciepła (wody gorącej) i zimna (wody lodowej).
- Regulację przeprowadzać przy funkcji grzania dla współczynników grzania, a następnie przy funkcji chłodzenia dla współczynników chłodzenia (zwracając uwagę na właściwe przyporządkowanie zestawu współczynników dla każdego z kierunków działań regulatora).
- Ustawić zadaną temperaturę w hali na wartość typową.
- Wyłączyć współczynniki całkowy i różniczkowy regulacji (czyli ustawić $I = 0$, $d = 0$).
- Zwiększać współczynnik proporcjonalny regulacji P do takiej wartości, aby zaobserwować wyraźne oscylacyjne (Rys. 7a) wahania temperatury w hali (o amplitudzie rzędu $1\text{ }^{\circ}\text{C}$) i zmierzyć okres tej oscylacji T w minutach (mierzony pomiędzy kolejnymi przejściami w tą samą stronę temperatury mierzonej przez wartość zadaną).



Rysunek 7 - Typowe przebiegi skoku temperatury zadanej i dochodzenia temperatury zmierzonej w kolejnych fazach doboru współczynników regulacji **PID**: a) - zwiększanie współczynnika proporcjonalnego P , b) - zwiększanie współczynnika różniczkowego d , c) - przebiegi po dobraniu współczynnika całkowego I .

- Zmniejszyć wartość współczynnika proporcjonalnego P regulacji o 25..30% (oscylacje powinny stopniowo zaniknąć). Jeżeli oscylacje nie zanikają, to ponownie zmniejszyć współczynnik proporcjonalny. Podczas zmniejszania wzmacnienia obserwować na wykresach wahanie się mocy sterującej grzaniem albo chłodzeniem (zależnie od kierunku działania regulatora) tak regulując współczynnik proporcjonalny P , aby wahania tej mocy były możliwie małe (rzędu 20%).
- Ustawić czas uśredniania różniczki td (minut) na wartość równą około 10% zmierzonego powyżej okresu oscylacji T (minut).
- Skokowo zmienić wartość zadanej temperatury (np. o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$) raz w górę, raz w dół, co powinno wywołać gasnące oscylacje zmierzonej temperatury, jednocześnie ustawiając różne wartości współczynnika różniczkowego regulacji d tak, by

zminimalizować te oscylacje (Rys. 7b). Wybrać współczynnik d , przy którym po skoku zmiana wartości mierzonej odbywa się bez oscylacji (monotonicznie).

- Stopniowo zwiększać współczynnik całkowity regulacji I do momentu, aż ponownie powstaną oscylacje, a następnie zmniejszyć ten współczynnik o 2-3 razy tak, by przebieg temperatury zmierzonej monotonicznie nadążał za skokiem temperatury zadanej, a istniejący stały błąd pomiędzy temperaturą zadaną i zmierzona zmniejszył się do zera (Rys. 7c).
- W ogólnym przypadku zalecane jest ustawianie możliwie najmniejszych wartości współczynników P , I , d zapewniających poprawną regulację.
- W halach o dużych czasach reakcji (duży okres oscylacji T) należy w stosunku proporcjonalnym do wzrostu tej stałej czasowej hali zwiększyć **współczynnik różniczkowy regulacji (d)**, oraz w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do wzrostu stałej czasowej hali zmniejszyć **współczynnik całkowity regulacji (I)**.
- Może okazać się, że współczynniki grzania będzie należało skorygować w okresie zimowym, a współczynniki chłodzenia w okresie letnim. Wartość optymalnych współczynników PID zależy również o temperatury wody gorącej i lodowej.
- Przy eksperymentalnym dobieraniu współczynników procedury regulacji PID zalecane jest zmienienie (kolejno) tylko jednego z nich (np. o +/- 20...30%) i obserwowanie, jak wpływa to na wygląd wykresów dochodzenia wyniku pomiaru do wartości zadanej w przypadkach: skoku wartości zadanej i przy stałej wartości zadanej. Pozwala to na indywidualne stwierdzenie wpływu każdego ze współczynników na precyzję regulacji. Należy dążyć do uzyskania przebiegów możliwie zbliżonych do przedstawionych na rysunku 7c.
- W przypadkach wątpliwych proponujemy ustawienie dla temperatury wartości typowych (jednakowych dla grzania i chłodzenia): $od.G. = od.d = 2.5$, $P = 2500$, $I = 50$, $d = 1000$, $td = 2.00$, $oo = 0.5$, $to = 4.00$.

Sterowanie intensywnością (mocą) urządzeń wykonawczych: jak było powiedziane w powyższym opisie, w zakresie regulacji PID regulator steruje intensywnością chłodzenia lub grzania. W przypadku wyjścia analogowego (LB760A) odpowiednia moc wyjściowa ustawiana jest poprzez ustawienie odpowiedniego napięcia na wyjściu analogowym - siłownik bezpośrednio ustawi np. odpowiedni kąt otwarcia zaworu. W przypadku urządzeń wykonawczych sterowanych przy pomocy przekaźnika, sterowanie odbywa się poprzez cykliczne włączanie i wyłączenie danego urządzenia wykonawczego. Zadanie odpowiedniej mocy chłodzenia lub grzania polega na odpowiednim dobraniu czasu włączenia i wyłączenia.. Aby zapobiec zbyt częstemu włączaniu i wyłączaniu urządzeń wykonawczych (powodujących obniżenie trwałości i niezawodności samych urządzeń wykonawczych jak i przekaźników w regulatorze) niezbędne jest ustawienie jeszcze dwóch parametrów:

- **czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika grzania (tGr),**
- **czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika chłodzenia (tCh).**

Sterowanie odbywa się w następujący sposób: najpierw urządzenie wykonawcze jest włączane na pewien czas, a następnie na pewien czas jest ono wyłączane. Te dwa czasy są tak dobrane, że ich suma wynosi tyle, co zaprogramowany parametr - *czas cyklu włączenia i wyłączenia*. Przykład: jeżeli czas ten jest nastawiony na jedną minutę, to 20 % mocy uzyskamy włączając urządzenie wykonawcze na 12 sekund, i wyłączając na pozostałe 48 sekund. Potem znowu włączamy na 12 sekund, i wyłączamy na 48 sekund - i tak dalej. 75 % mocy uzyskamy włączając cyklicznie urządzenie na 45 sekund, i wyłączając na 15 sekund. *Czas cyklu włączenia i wyłączenia* pozwala na zabezpieczenie przed zbyt częstym przełączaniem - mamy pewność, że pomiędzy kolejnymi włączeniami minie co najmniej tyle czasu.

Dostosowanie wyjść analogowych do zakresu napięć wejściowych siłowników (tylko LB760A): ze względu na różne wersje możliwych do zastosowania siłowników, niezbędne jest dopasowanie zakresu napięć wyjść analogowych. Do tego celu służą dodatkowe nastawy:

- **zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika grzania (UGr),**
- **zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika chłodzenia (UCh).**

Możliwy jest wybór dwóch zakresów: 0-10V lub 2-10V. Wybrany zakres zmian napięcia musi być oczywiście zgodny z zakresem napięć wejściowych siłownika - należy sprawdzić w dokumentacji do siłownika. Niewłaściwe ustawienie zakresu napięć powoduje błędne działania siłownika (np. nieproporcjonalne ustawienie w stosunku do zadanego napięcia).

• wilgotność

Regulacja wilgotności odbywa się w identyczny sposób, jak regulacja temperatury. Opis wygląda w identyczny sposób, z tym że zamiast temperatury parametrem jest wilgotność, zamiast chłodzenia mamy osuszanie, a zamiast grzania - nawilżanie. Wykorzystywane w czasie regulacji wilgotności parametry są analogiczne do parametrów regulacji temperatury:

- **wilgotność zadana (rh),**
- **odchyłka górna szybkiego włączenia osuszania ($od.G$),**
- **odchyłka dolna szybkiego włączenia nawilżania ($od.d$),**
- **odchyłka opóźnionej zmiany kierunku (oo),**
- **opóźnienie zmiany kierunku (to).**

Bezpośrednimi urządzeniami wykonawczymi sterowanymi w zależności od wilgotności są osuszanie i nawilżanie. Osuszanie jest włączane w regulatorze LB760 poprzez przełącznik, natomiast w wersji LB760A nie ma bezpośredniego wyjścia osuszania. W obydwu wersjach mechanizmem wspomagającym osuszanie jest zwiększenie wentylacji.

Działanie regulacji PID (proporcjonalno-całkująco-różniczkującej) wilgotności: przebiega podobnie jak dla temperatury. Również są tu dwa zestawy współczynników *P*, *I*, *d*, *td* osobno dla nawilżania i dla suszenia. Procedura regulacji współczynników jest podobna, przy czym testowe skoki wilgotności powinny wynosić 3..5 %. W przypadkach wątpliwych proponujemy ustawienie dla wilgotności wartości typowych (jednakowych dla nawilżania i osuszania): *od.G = od.d = 10.0*, *P = 400*, *I = 20*, *d = 200*, *td = 2.00*, *oo = 2.0*, *to = 4.00*.

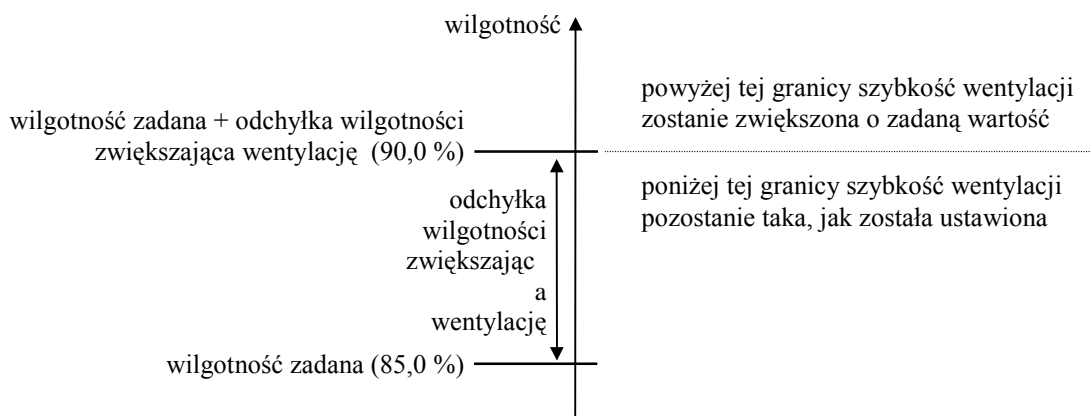
LB760/LB760A w trybie osuszania przy pomocy klimatyzacji: w trybie tym osuszanie odbywa się poprzez zastosowanie kanału klimatyzacyjnego. W takim przypadku regulacja temperatury i wilgotności ściśle ze sobą współpracują. W trybie pracy z pełną klimatyzacją suszenie objawia sygnałem sterującym chłodzenia. W tym trybie możliwe jest więc jednoczesne włączenie urządzenia wykonawczego grzania i chłodzenia. Jednoczesne sterowanie tych urządzeń zwiększa pobór mocy, lecz pozwala na osuszenie powietrza poprzez schłodzenie aż do wykroplenia wody, a następnie ogrzanie do właściwej temperatury. Funkcjonowanie tych nastaw jest podobne do omówionych wcześniej, podstawowe różnice to:

- sterowanie jednym urządzeniem jest niezależne od drugiego - możliwe jest włączenie obydwu naraz,
- nie ma zmiany kierunku działania: dogrzewanie-schładzanie - zamiast tego, jeżeli np. w przypadku nagrzewnicy temperatura wzrośnie, to grzanie zostaje wyłączone, ale nie następuje przełączenie na działanie przeciwne (na funkcję schładzania),
- działanie regulacji *PID* jest dla grzania i chłodzenia identyczne jak opisane powyżej, biorąc pod uwagę w danym momencie tylko jedno urządzenie wykonawcze
- osuszanie przy pomocy klimatyzacji może być wyłączone przez użytkownika (ustawienia systemowe, klawisz 8, funkcja *SUSZ. n*),
- osuszanie przy pomocy klimatyzacji blokuje się samoczynnie, jeżeli brak jest gorącej wody w nagrzewnicy. Jeżeli regulator żąda grzania z mocą 100%, a po ustalonym czasie (*czas oczekiwania to*, ustawienia systemowe, klawisz C) temperatura mierzona za nagrzewnicą jest mniejsza od zadanej, to funkcja osuszania przez klimatyzację zostaje zablokowana: w tym momencie osuszanie nie będzie obniżało temperatury w hali. Jeżeli w powyższym przypadku pojawi się za nagrzewnicą powietrze o temperaturze większej niż zadana, to funkcja osuszania przez klimatyzację zostanie samoczynnie odblokowana.

UWAGA: Powyższe zabezpieczenie działa wyłącznie w regulatorze LB-760A, posiadającym dodatkową sondę w kanale klimatyzacji za nagrzewnicą. W przypadku regulatora LB760 takiego zabezpieczenia nie ma, w związku z czym przy braku sprawnego ogrzewania (np. latem) spowoduje to niekontrolowane wychłodzenie hali.

Zwiększenie wentylacji: przy regulacji wilgotności mamy dostępny jeszcze jeden środek pomocniczy: zwiększenie szybkości wentylacji w hali pomaga zmniejszyć wilgotność. Działanie to jest zupełnie niezależne od opisanej powyżej metody zmniejszania wilgotności przy pomocy urządzenia osuszającego. W tym celu dodany został jeszcze jeden parametr:

- **odchyłka wilgotności zwiększająca wentylację (*od.C*)** - jeżeli wilgotność wzrośnie powyżej wartości (wilgotność zadana + odchyłka wilgotności zwiększająca wentylację) (w przykładzie poniżej - ponad 90,0 %, przy odchyłce wilgotności zwiększającej wentylację nastawionej na 5,0 %), to szybkość wentylacji zostanie zwiększona o pewną wartość (jaka to wartość - patrz dalej w opisie wentylacji). Poniższy rysunek 8 ilustruje znaczenie tego parametru, oraz jego wpływ na wentylację.



Rysunek 8 - sposób wspomagania regulacji wilgotności przez zwiększenie wentylacji

• wentylacja hali

Wentylacja hali jest sterowana przy pomocy zewnętrznego przemiennika częstotliwości. Jest on niezbędny w celu zapewnienia możliwości płynnej regulacji szybkości wentylacji. Przyjęte rozwiązanie umożliwia ustawienie dowolnej częstotliwości pracy przemiennika (oczywiście z dopuszczalnego zakresu), co z kolei daje możliwość ustawienia praktycznie dowolnych obrotów silnika - i uzyskanie w wyniku dowolnej prędkości przewiewu powietrza w hali. Jak było powiedziane wcześniej przy regulacji wilgotności, wentylacja jest środkiem pozwalającym zmniejszyć wilgotność w hali. Nie jest to jednak jej główne zadanie - głównym zadaniem jest wymuszanie ciągłego ruchu powietrza w hali, niezbędnego dla prawidłowego prowadzenia uprawy. Szybkość wentylacji jest w zasadzie parametrem niezależnym (tylko wilgotność może mieć pewien wpływ na ten parametr). Aby zapewnić taką niezależność, użytkownik ma do dyspozycji następujący parametr:

- **wentylacja zadana (F)**- wymuszenie odpowiedniej prędkości wentylacji hali polega po prostu na ustawieniu wartości tego parametru w % - w wyniku czego odpowiednio zostanie ustawiony przemiennik częstotliwości.

Zwiększenie wentylacji: jak już było powiedziane wcześniej, prędkość wentylacji może zostać zwiększona w momencie, gdy wilgotność przekroczy *odchyłkę wilgotności zwiększającą wentylację*. W tym momencie prędkość wentylacji jest zwiększana o następującą zaprogramowaną wartość:

- **przyrost wentylacji od wilgotności (P.F)** - jest to jeszcze jeden parametr, który musi zostać zaprogramowany przez użytkownika. Jeżeli wilgotność będzie zbyt duża, to częstotliwość jaka zostanie ustawiona na przemienniku wynosi: (*wentylacja zadana + przyrost wentylacji od wilgotności*). Przykład: jeżeli *wentylacja zadana* ustawiona jest na 20 %, *przyrost wentylacji od wilgotności* ustawiony jest na 5 %, to gdy wilgotność przekroczy zadaną wartość (np. zgodnie z poprzednim przykładem dotyczącym zbyt dużej wilgotności - 90,0 %) wentylacja zostanie ustawiona na 25 %. Wróci ona na zadane 20 % dopiero wtedy, gdy wilgotność spadnie poniżej zadanej granicy.

W celu zapewnienia właściwej współpracy regulatora LB760 z użytym przemiennikiem częstotliwości, należy dodatkowo zaprogramować następujące parametry:

- **wentylacja minimalna (Fd) i wentylacja maksymalna (FG)** - określają zakres zmian częstotliwości przemiennika. Zaprogramowanie tych parametrów umożliwia ograniczenie zakresu pracy falownika, nie pozwalając np. na zupełne zatrzymanie wentylatora (0 % wentylacji),
- **zakres zmian napięcia wyjściowego sterującego falownikiem (UF)** - ten parametr określa, jakimi napięciami sterowany jest przemiennik. Możliwe jest wybranie dwóch zakresów: 0÷10V i 2÷10V. Ustawienie tego parametru zgodnie z wymaganiami przemiennika jest warunkiem poprawnego sterowania nim.

• stężenie CO₂

Aby mogła być prowadzona regulacja stężenia CO₂, musi prawidłowo funkcjonować pomiar tej wielkości oraz powinny być ustawiona odpowiednia metoda i współczynniki procedury regulacji CO₂:

- **metoda pomiaru stężenia CO₂ (CO2-)** - która może być ustawiona na: systemową (S) - typowo, lokalną (L) albo może być wyłączona (-) - w tym przypadku regulacje CO₂ nie działają,

Regulacja stężenia CO₂ odbywa się zgodnie z metodą PID i towarzyszące jej parametry zostały opisane wcześniej na przykładzie temperatury. Dostępne są do ustawienia parametry **P**, **I**, **d** i **n**, gdzie **n** (które zastąpiło czas **td**) oznacza czas uśredniania różniczki wyrażony w ilościach obiegu pętli systemowego pomiaru CO₂ (suma czasów pomiaru zaprogramowana w zbiorze „numery.cfg”) albo *minimalnego czasu na stabilizację pomiaru* (wybrana zostaje większa wartość z nich). Początkowe wartości parametrów regulacji PID stężenia wynoszą: **P = 1200**, **I = 800**, **d = 400**. Parametr **n** powinien zawierać się w zakresie 3 do 10 (standardowo 3). Parametry te mogą być zmienione przez użytkownika dla zoptymalizowania szybkości

dochodzenia przepustnicy (klapy dopływu świeżego powietrza) do właściwego położenia, co wymaga jednak długotrwałych obserwacji zachowań tej regulacji.

Algorytm regulacji PID dla stężenia CO₂ został zabezpieczony przed zanikami zasilania sieciowego tak, aby nie powodowały one długotrwałego wahania położenia klapy dopływu świeżego powietrza po każdej, nawet krótkiej awarii zasilania. Dlatego po włączeniu zasilania na regulatorze pojawia się ostatni wynik pomiaru stężenia dokonany przed wyłączeniem zasilania. Wynik ten jest przyjmowany za ważny w regulatorze do czasu dokonania następnego pomiaru, jednak przez czas nie dłuższy niż 2 godziny od ponownego włączenia zasilania. W tym okresie, o ile pozwalają na to poprawne pomiary temperatury i wilgotności, kłapa powietrza jest ustawiana na wartość obliczoną przez procedurę regulacyjną CO₂ przed zanikiem zasilania.

Dodatkowy parametr to:

- **minimalny czas na stabilizację pomiaru CO₂ ($t =, CO_2$)** - jest to minimalny czas, po którym po zmianie położenia przepustnicy powietrza następuje wyraźna (minimum 10 % całkowitego skoku stężenia) zmiana stężenia CO₂ w hali. Zmiana ta jest niezbędna dla prawidłowego działania algorytmu regulacji stężenia. Wartość tego czasu standardowo wynosi 15 minut i może być zmieniona dla zoptymalizowania szybkości dochodzenia przepustnicy do właściwego położenia.

Regulacja stężenia CO₂ nie odbywa się bezpośrednio. Jest ona realizowana poprzez dopuszczanie świeżego powietrza do hali, ale tylko jeśli pozwalają na to warunki w hali i na zewnątrz. Do sterowania stężeniem CO₂ służy następujący parametr:

- **stężenie zadane (CO₂)** - jest to taka wartość stężenia, jaką byśmy chcieli uzyskać w hali. Do tej wartości stężenia CO₂ będzie dążył regulator, powodując dopuszczanie świeżego powietrza,
- **odchyłka stężenia (odch.)** - jest to taka wartość o którą (przy włączonym priorytecie CO₂) zmniejszone zostanie zadane stężenie w przypadku, gdy entalpia powietrza zewnętrznego jest mniejsza od entalpii powietrza wewnętrznego (w hali). Odchyłka ta pozwala wykorzystać siły natury do chłodzenia hali np. nocą w okresie letnim.

Ponieważ dopływ świeżego powietrza jest regulowany zadaniem stężeniem, dlatego dla wpuśnięcia mniejszej ilości zewnętrznego gorącego powietrza korzystne będzie przyjęcie większego zadanego stężenia, a ponadto takiej odchyłki stężenia, która pozwoli wpuścić większą ilość zimnego powietrza. Funkcja ta jest realizowana tylko wtedy, gdy znane są parametry zewnętrzne oraz gdy kierunek regulacji temperatury wymaga chłodzenia hali.

Na to, aby wpuścić świeże powietrze do hali, spełnione musi być kilka warunków. Warunki te są omówione w następnym punkcie.

• dopływ świeżego powietrza

Dopływ świeżego powietrza do hali ma wpływ na następujące parametry: wilgotność, temperaturę i stężenie CO₂. Jak widać, należy uważać na wiele parametrów dopuszczając świeże powietrze. Podstawowym warunkiem jest znajomość parametrów powietrza zewnętrznego. W tym celu instalacja regulatorów musi być wyposażona w miernik parametrów powietrza zewnętrznego. W przeciwnym przypadku dopuszczając powietrze zewnętrzne można wyrządzić dużo szkody, np. zimą. Sterowanie dopływem świeżego powietrza nie jest również możliwe we wszystkich regulatorach - niezbędne jest wyjście analogowe sterujące siłownikiem klapy dopływu świeżego powietrza. Zapewniają to regulatory LB760A i wersja 3 regulatora LB760. Wcześniejsze wersje LB760 nie umożliwiają sterowania dopływem świeżego powietrza.

Regulator ocenia możliwość otwarcia klapy (przepustnicy powietrza) porównując temperaturę i wilgotność powietrza w hali z powietrzem na zewnątrz. Jeżeli dopuszczenie powietrza zewnętrznego spowoduje zmianę danej wielkości w kierunku jej wartości zadanej, to regulator uznaje, że kłapę można otworzyć. W przypadku stężenia CO₂ regulator zakłada, że dopuszczenie świeżego powietrza zawsze spowoduje zmniejszenie stężenia CO₂ w hali.

W celu ustalenia ograniczeń dopływu świeżego powietrza ustawić **należy następujące parametry:**

- **dopuszczalna odchyłka wilgotności (odch. rh),**
- **dopuszczalna odchyłka temperatury (odch. t).**

Interpretacja tych odchyłek jest następująca: jeżeli po dopuszczeniu zewnętrznego powietrza dany parametr zmieni się w kierunku wartości zadanej, to dana odchyłka nie jest brana pod uwagę. Jeżeli powietrze zewnętrzne zadziała na niekorzyść danego parametru, to pozwalamy na otwarcie klapy tylko o ile dany parametr mieści się w zadane odchyłce. Jeżeli zostanie ona przekroczona w niekorzystną stronę (czy w górę, czy w dół - to zależy od sytuacji, odchyłka jest wspólna), to kłapa zostanie bezwarunkowo zamknięta.

W ten sposób pozwalamy zewnętrznemu powietrzu wpływać na warunki w hali o ile wpływ ten jest korzystny. Umożliwia to ograniczenie zużycia energii przez urządzenia wykonawcze sterujące daną wielkością, gdyż część ich pracy zostanie wykonana przez powietrze zewnętrzne.

Dodatkowe parametry pozwalają na zabezpieczenie się przed niebezpiecznymi zdarzeniami:

- **temperatura bezpieczeństwa klimatyzacji (tb)** - (tylko LB760A) - jeżeli temperatura w kanale klimatyzacyjnym na chłodnicy lub nagrzewnicy spadnie poniżej tego parametru, dopływ świeżego powietrza zostanie zamknięty; dodatkowo włączony zostanie alarm (patrz opis funkcji alarmowych),

- **limit dolny dopływu świeżego powietrza (LOPd)** - parametr ten określa minimalne dopuszczalne otwarcie kłapy dopływu świeżego powietrza. Jeżeli regulator wyliczy mniejsze otwarcie kłapy niż stanowi ten parametr, to kłapa zostanie otwarta tylko w takim stopniu, na ile pozwala ten parametr (wyjątek stanowi przypadek przekroczenia temperatury bezpieczeństwa klimatyzacji (tb), kiedy kłapa zostanie ustawiona na 0 %),
- **limit górny dopływu świeżego powietrza (LOPG)** - parametr ten określa maksymalne dopuszczalne otwarcie kłapy dopływu świeżego powietrza. Jeżeli regulator wyliczy większe otwarcie kłapy niż stanowi ten parametr, to kłapa zostanie otwarta tylko w takim stopniu, na ile pozwala ten parametr. Ma to szczególne znaczenie np. w przypadku instalacji gdzie kłapa dopływu świeżego powietrza jest wspólna z klapą kanału recyrkulacji powietrza z hali, i pełne otwarcie dopływu świeżego powietrza zablokuje recyrkulację.

W celu właściwego sterowania siłownikiem należy jeszcze ustawić zakres jego napięć sterujących:

- **zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika powietrza (UP)** - parametr analogiczny do wcześniej sterowanych siłowników, określa zakres zmian napięcia wyjściowego sterującego siłownikiem: 0-10V lub 2-10V.

Do sterowania klapą dopływu świeżego powietrza, podobnie jak do systemowego pomiaru stężenia CO₂, niezbędne jest działanie komputera sterującego PC. Komputer ten dokonuje odczytu wyniku pomiaru parametrów stężenia CO₂ i powietrza zewnętrznego i rozsyła je do wszystkich regulatorów. W przypadku zakłóceń w pracy programu sterującego na komputerze PC wyniki pomiarów nie będą rozsyłane, a regulatory zachowają się następująco:

- przez 30 minut regulatory utrzymują ostatni wynik pomiaru parametrów zewnętrznego klimatu,
- przez 120 minut regulatory utrzymują ostatni wynik pomiaru stężenia CO₂.

W przypadku zaniku pomiaru stężenia CO₂ kłapa powietrza pozostaje w położeniu odpowiadającym ostatniemu wynikowi procedury regulacyjnej.

4. Funkcje alarmowe regulatora LB760/LB760A

Regulator ma możliwość sygnalizacji stanów alarmowych. Do sygnalizacji stanu alarmowego służy wyjście alarmowe, które ma możliwość włączenia np. zewnętrznego dzwonka lub podobnego urządzenia sygnalizacyjnego. Zadziałanie wyjścia alarmowego polega na zwarciu ze sobą zacisków tego wyjścia - urządzenie sygnalizacyjne wymaga oddzielnego zasilania (np. akumulatora).

Przez stan alarmowy rozumiane jest jedno z następujących zdarzeń, występujących w czasie działania regulatora:

- wyłączenie zasilania regulatora. Jeżeli regulator jest wyłączony, to wyjście alarmowe zostaje zwarte,
- uszkodzenie regulatora. Regulator potrafi wykryć pewne objawy swojego niewłaściwego działania, i w ten sposób sygnalizuje on swoje uszkodzenie. Jednocześnie na wyświetlaczu ukazuje się informacja o błędzie działania,
- brak pomiaru którejs z wielkości: temperatury, wilgotności lub stężenia CO₂. Brak pomiaru jednej z tych wielkości jest uznawane za sytuację alarmową - może to być np. wynik uszkodzenia sondy pomiarowej,
- wynik pomiaru wilgotności, temperatury lub stężenia CO₂ poza dopuszczalnymi granicami. Dopuszczalne granice są programowane przez użytkownika. Ta przyczyna będzie prawdopodobnie najczęstszym powodem alarmu.

W przypadku wyłączenia lub uszkodzenia regulatora sytuacja jest jasna - wyłączony regulator ma zgaszone wszystkie wyświetlacze, a uszkodzenie regulatora wskazywane jest przez odpowiednią informację na wyświetlaczu. W przypadku braku pomiaru wilgotności, temperatury lub stężenia CO₂, albo gdy wynik pomiaru jest poza określonymi granicami, stan ten jest sygnalizowany przez miganie wyświetlacza pokazującego podejrzaną wartość. Jeżeli brak jest pomiaru, to na danym wyświetlaczu migają poziome kreski. Jeżeli zmierzona wartość jest poza określonymi granicami, to na danym wyświetlaczu miga zmierzona wartość. Podejrzana wartość miga do czasu, gdy wróci w dopuszczalne granice, lub gdy użytkownik zacznie programować regulator przy pomocy pilota zdalnego sterowania. Ingerencja użytkownika jest uznawana za jednoznaczny z zauważeniem przez niego problemu - prawdopodobnie będzie on próbował usunąć przyczynę alarmu. Podejrzanego wyniku pomiaru przestają wtedy migać. Po zakończeniu programowania regulatora przez użytkownika (pilotelem albo poprzez komputer PC), jeszcze przez 5 minut sygnalizacja stanu alarmowego pozostaje zablokowana (dotyczy to tylko sygnalizacji alarmowych wyników pomiaru, a nie alarmu od wyłączenia czy uszkodzenia regulatora). Zablokowanie alarmu daje czas na wrócenie podejrzanego wyniku pomiaru do normy. Po minięciu 5 minut sygnalizacja alarmu zostaje odblokowana, i jeżeli któraś ze zmierzonych wielkości nadal jest poza dopuszczalnymi granicami, to jest to ponownie sygnalizowane jako sytuacja alarmowa. Do określenia wyników, które mają być sygnalizowane jako stan alarmowy, służą następujące parametry:

dla wilgotności:

- *odchyłka górna alarmowej wilgotności (AL.G),*
- *odchyłka dolna alarmowej wilgotności (AL.d),*

dla temperatury:

- *odchyłka górna alarmowej temperatury (AL.G),*
- *odchyłka dolna alarmowej temperatury (AL.d),*
- *temperatura bezpieczeństwa klimatyzacji (tb), tylko LB760A - omówiony wcześniej,*

dla stężenia CO₂:

- *odchyłka górna alarmowego stężenia CO₂ (AL.G),*
- *odchyłka dolna alarmowego stężenia CO₂ (AL.d).*

Dla każdej z mierzonych wielkości (wilgotność, temperatura, stężenia CO₂) są dwa parametry: *odchyłka dolna alarmu* i *odchyłka górna alarmu*. Wraz z *wartością zadaną* i wynikiem pomiaru danej wielkości określają one, kiedy sygnalizowany jest alarm. W dalszym opisie działanie alarmu zostanie opisane na przykładzie wilgotności (działanie alarmu jest identyczne dla temperatury i stężenia CO₂, tylko inne parametry są uwzględniane przy porównaniach). Za sytuację alarmową uznawany jest taki wynik pomiaru, który jest większy niż (*wartość zadana + odchyłka górna alarmu*), lub jest mniejszy niż (*wartość zadana - odchyłka dolna alarmu*). Dla przykładu: jeżeli *wartość zadana wilgotności* wynosi 80,0 %, *odchyłka górna alarmowej wilgotności* wynosi 15,0 %, a *odchyłka dolna alarmowej wilgotności* wynosi 10,0 %, to zmierzona wilgotność jest uznawana za alarmową, jeżeli jest mniejsza niż 70,0 %, lub gdy jest większa niż 95,0 %. Jeżeli natomiast wynik pomiaru wilgotności mieści się w zakresie od 70,0 % do 95,0 %, to taki wynik jest uznawany za dopuszczalny i alarm nie jest sygnalizowany (ale może być on w tym samym czasie spowodowany np. przez niewłaściwą temperaturę).

UWAGA 1: Sygnalizacja alarmowej temperatury odnosi się tylko do tej temperatury, która jest aktualnie wybrana do stabilizacji (powietrza lub podłoża). Wartość temperatury, która nie jest stabilizowana, nie ma wpływu na sygnalizację alarmu.

UWAGA 2: Sygnalizacja alarmowych wyników pomiaru działa tylko w trybie sterowania automatycznego (patrz opis trybów pracy regulatora), natomiast we wszystkich innych trybach granice alarmowe nie mają znaczenia.

UWAGA 3: W przypadku systemu bez pomiaru stężenia CO₂, brak wyniku pomiaru stężenia CO₂ (dosyć oczywisty w takiej sytuacji) nie powoduje sygnalizacji stanu alarmowego.

5. Uwagi dotyczące nastaw

W czasie normalnej eksploatacji regulatora LB760 najczęściej zmienianymi nastawami są: *temperatura zadana*, *wilgotność zadana*, *stężenie zadane* oraz *wentylacja zadana*. Wartości te powinny być ustawiane na takim poziomie, jakiego wymaga uprawa w danym momencie - służą one bezpośrednio do kształtowania klimatu w hali uprawowej. Zmiana każdej z tych wartości pociąga za sobą reakcję regulatora, który usiłuje dostosować warunki w hali do nowej wartości zadanej.

Wszystkie omówione wcześniej odchyłki mają znaczenie pomocnicze - określają one sposób reakcji regulatora na zmieniające się warunki klimatyczne w hali uprawowej. **WŁAŚCIWE USTAWIENIE WSZYSTKICH ODCHYLEK JEST NIEZWYKLE WAŻNE DLA POPRAWNEGO DZIAŁANIA REGULATORA !** Wartości tych odchyłek modyfikowane będą prawdopodobnie znacznie rzadziej niż *wartości zadane* parametrów, gdyż właściwe ich ustawienie zwykle nie będzie wymagać późniejszych korekt. *Odchyłki dolne* (*szybkiego włączania nawilżania i grzania*) oraz *odchyłki górne* (*szybkiego włączania suszenia i chłodzenia*) należy ustawić na takie wartości, jakich parametr regulowany nie powinien przekroczyć w czasie regulacji. Należy pamiętać o tym, że odchyłki te są liczone względem wartości zadanej. Przykładowo, przy ustawieniu *temperatury zadanej* na 20,0 °C, jeżeli chcemy aby temperatura nie spadła poniżej 18,0 °C, ani nie przekroczyła 22,5 °C, to *odchyłkę dolną włączania grzania* należy ustawić na 2,0 °C, a *odchyłkę górną włączania chłodzenia* na 2,5 °C. **NIE NALEŻY USTAWIAĆ TYCH ODCHYLEK NA WARTOŚCI ZBYT MAŁE** - gdyż najpewniej zwiększą się oscylacje danego parametru (temperatury czy wilgotności), pogorszy się jakość regulacji, a dodatkowo zbyt często będą się naprzemiennie włączać urządzenia od zmniejszania i zwiększania danego parametru. W szczególnym przypadku, gdy *odchyłka dolna* i *odchyłka górna* danego parametru ustawione są na 0, to działanie regulatora będzie następujące: jeżeli parametr zmierzony jest poniżej *wartości zadanej*, to włączane jest urządzenie zwiększające dany parametr, a jeżeli parametr zmierzony jest powyżej *wartości zadanej*, to włączane jest urządzenie zmniejszające dany parametr. W takim przypadku uzyskamy zwykle największe wahania danego parametru, który będzie cyklicznie oscylował wokół wartości zadanej, z jednoczesnym ciągłym włączeniem urządzenia zmniejszającego lub zwiększającego dany parametr.

Właściwe ustawienie omówionych powyżej odchyłek daje pewien margines regulacji, znacznie poprawiając jej skuteczność. Sugerowane wartości odchyłek dolnych i górnych dla wilgotności to ok. 6,0 %, a dla temperatury ok. 2,0 °C. Na mniejsze wartości, typowo 0,5 °C dla temperatury i 2 % dla wilgotności należy nastawić *odchyłki opóźnionej zmiany kierunku (oo)*, gdyż ich zadziałanie nastąpi po upływie *czasu opóźnienia zmiany kierunku (to)*, zwykle nieistotnego dla uprawy, a mogącego wystąpić w wyniku chwilowych niestabilności regulacji. *Czas opóźnienia zmiany kierunku (oo)* należy ustawić typowo na 1...2 razy większy, niż okres *T* oscylacji parametrów w hali zaobserwowanych podczas ustawiania *parametrów regulacji PID*.

Znaczenie *współczynników regulacji PID* jest bardzo istotne dla stabilnej pracy regulacji i stabilnego poboru mocy grzania i chłodzenia, gdyż regulator steruje mocą urządzenia wykonawczego. Właściwe ustawienie tych współczynników opisano poprzednio.

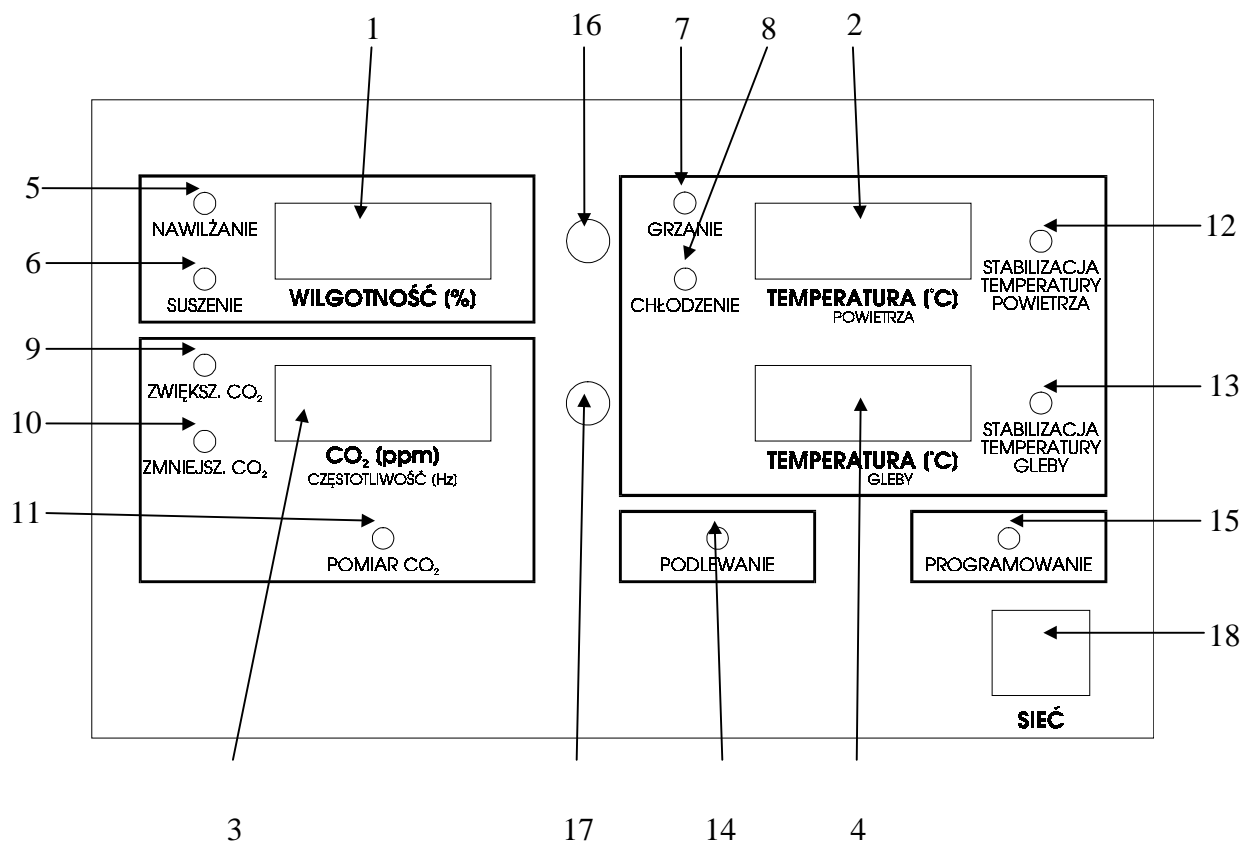
Dodatkowe parametry wspomagające zmniejszanie wilgotności w hali: *odchyłka wilgotności zwiększającą wentylację* oraz *przyrost wentylacji od wilgotności* należy ustawić na takie wartości, jakie są wymagane w danej chwili - zwykle *odchyłka wilgotności zwiększającą wentylację* ustawiona powinna być na wartość podobną do *odchyłki górnej włączania osuszania* (szczególnie gdy nie ma innej możliwości osuszenia powietrza niż przez zwiększenie wentylacji) - działanie takie będzie wtedy zastępować urządzenie osuszające. Natomiast ustawienie parametru *przyrost wentylacji od wilgotności* jest zależne od aktualnie ustawionej wentylacji hali (*wentylacja zadana*), i nie sugerujemy tu żadnej wartości.

Ustawienie *odchyłek alarmowych* dla poszczególnych wartości nie ma wpływu na działania regulatora związane z utrzymaniem odpowiedniego klimatu w hali - mają one znaczenie wyłącznie informacyjne. Ułatwiają zauważenie pewnych sytuacji alarmowych, które mogłyby ulec przeoczeniu bez ich sygnalizacji. Właściwe ustawienie tych odchyłek jest zależne od tego, jak bardzo jesteśmy zainteresowani takimi stanami - ustawienie tych odchyłek na zbyt małe wartości spowoduje częstą sygnalizację stanów alarmowych, a przy zbyt dużych wartościach - rzadką sygnalizację. Jeżeli funkcje alarmowe nie są potrzebne, to wskazane jest ustawienie *odchyłek alarmowych* na duże wartości - unikniemy zbędnej sygnalizacji alarmu.

III.OPIS DZIAŁANIA REGULATORA LB760/LB760A

1. Budowa regulatora

a) Płyta czołowa regulatora klimatu



Rysunek 9 - elementy płyty czołowej regulatora LB760/LB760A

- 1 - wyświetlacz „WILGOTNOŚĆ”, pokazujący w czasie normalnej pracy zmierzoną wartość wilgotności powietrza,
- 2 - wyświetlacz „TEMPERATURA POWIETRZA”, pokazujący w czasie normalnej pracy zmierzoną wartość temperatury powietrza,
- 3 - wyświetlacz „CO₂/WENTYLACJA”, pokazujący w czasie normalnej pracy zmierzoną wartość stężenia CO₂, lub w przypadku systemu bez pomiaru stężenia CO₂, zadaną intensywność wentylacji, przekładającą się pośrednio na częstotliwość pracy przemiennika sterującego silnikiem od wentylacji hali,
- 4 - wyświetlacz „TEMPERATURA PODŁOŻA”, pokazujący w czasie normalnej pracy zmierzoną wartość temperatury podłoża (średnią z trzech sond pomiarowych),
- 5 - dioda „NAWILŻANIE”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za nawilżanie hali,
- 6 - dioda „SUSZENIE”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za suszenie hali,
- 7 - dioda „GRZANIE”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za grzanie hali,
- 8 - dioda „CHŁODZENIE”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za chłodzenie hali,
- 9 - dioda „ZWIĘKSZ. CO₂”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za zwiększanie stężenia CO₂,
- 10 - dioda „ZMNIEJSZ. CO₂”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za zmniejszanie stężenia CO₂,
- 11 - dioda „POMIAR CO₂”, sygnalizująca włączenie urządzenia odpowiedzialnego za doprowadzenie powietrza z danej hali do zbiorczej instalacji pomiaru stężenia CO₂,
- 12 - dioda „STABILIZACJA TEMPERATURY POWIETRZA”, sygnalizująca włączoną stabilizację temperatury powietrza,
- 13 - dioda „STABILIZACJA TEMPERATURY PODŁOŻA”, sygnalizująca włączoną stabilizację temperatury podłoża,
- 14 - dioda „PODLEWANIE”, sygnalizująca włączenie specjalnej funkcji osuszania hali po podlewaniu,
- 15 - dioda „PROGRAMOWANIE”, sygnalizująca stan programowania urządzenia - przy pomocy pilota zdalnego sterowania,
- 16 - czujnik natężenia oświetlenia, służący do automatycznej regulacji jasności świecenia wyświetlaczy i diod sygnalizacyjnych w zależności od natężenia oświetlenia w miejscu gdzie zainstalowany jest regulator,
- 17 - czujnik zdalnego sterowania, służący do komunikacji z pilotem zdalnego sterowania,

18 - wyłącznik sieciowy.

Płyta czołowa znajduje się pod hermetycznie zamykaną pokrywą, która może być dodatkowo zabezpieczona przed przypadkowym otwarciem. Zabezpieczenie obudowy przed otwarciem polega na przekręceniu przy pomocy śrubokrętu zamka znajdującego się po prawej stronie pokrywy (rysunek 11):



Rysunek 10 - zabezpieczenie pokrywy regulatora przed otwarciem

UWAGA: Dokładne zamknięcie obudowy (dotyczy to również pokrywy komory zacisków, znajdującej się w dolnej części regulatora) jest bardzo istotne, gdyż regulator pracuje najczęściej w trudnych warunkach środowiskowych, narażony jest na wilgoć i zanieczyszczenia mechaniczne, które są czynnikami istotnie obniżającymi niezawodność działania i trwałość regulatora.

b) Wyświetlacze regulatora

Wyświetlacze regulatora LB760 służą nie tylko do przedstawiania wyników pomiarów, lecz również do wyświetlania różnych nastaw i parametrów, których można dokonać przy pomocy pilota zdalnego sterowania. Np. w czasie zmiany wartości *wilgotności zadanej* widzimy wartość tego parametru, a nie wartość zmierzoną aktualnie na hali. Podobnie można podejrzeć aktualny czas i datę, różne wyniki (np. z poszczególnych sond temperatury podłoża, temperatury termometru suchego i mokrego psychrometru), itp. W związku z tym, w poniższym opisie często zachodzi potrzeba przedstawienia widoku wyświetlaczy, oraz tego co jest na nich wyświetlane w danym momencie.

Poniższy rysunek przedstawia cztery wyświetlacze regulatora - w taki sposób przedstawiana będzie w dalszym opisie ich treść:

WYŚW. 1	WYŚW. 2
WYŚW. 3	WYŚW. 4

WYŚW. 1 - oznacza to, co jest wyświetlone na wyświetlaczu nr 1 (patrz opis płyty czołowej),

WYŚW. 2 - oznacza to, co jest wyświetlone na wyświetlaczu nr 2,

WYŚW. 3 - oznacza to, co jest wyświetlone na wyświetlaczu nr 3,

WYŚW. 4 - oznacza to, co jest wyświetlone na wyświetlaczu nr 4.

2. Włączanie regulatora LB760/LB760A

a) Włączenie zasilania

Po prawidłowym zainstalowaniu regulatora (patrz opis instalacji regulatora na końcu niniejszej instrukcji) i doprowadzeniu do niego napięcia zasilającego z sieci, można włączyć zasilanie wyłącznikiem sieciowym. Regulator „przedstawi się” - na wyświetlaczu ukaze się napis „LAB-EL LB760”:

LAB	-EL
Lb-	760

Po krótkiej chwili regulator pokaże numery wersji oprogramowania, a następnie przejdzie do testów wewnętrznych.

Numery wersji oprogramowania przedstawiane są w następującej postaci:

boot	5.1
LOAD	5.4

Numer na prawym górnym wyświetlaczu to wersja programu w pamięci ROM (dla wersji LB760 - 3.xx, dla wersji LB760A - 4.xx albo 5.xx), natomiast numer na prawym dolnym wyświetlaczu to wersja programu załadowanego do regulatora. Program w pamięci ROM nie może w zasadzie być aktualizowany bez ingerencji serwisu, natomiast program ładowalny może być w każdej chwili zaktualizowany przy pomocy komputera sterującego. Jest to doskonały sposób na wprowadzanie zmian, nowocześnień oraz dostosowywanie sposobu działania regulatora do indywidualnych wymagań.

b) Testy wewnętrzne

Po „przedstawieniu się” regulatora, przechodzi on do fazy testów. Testy służą do tego, aby regulator LB760 po włączeniu zasilania sprawdził, czy jego podstawowe układy funkcjonują poprawnie, oraz czy różne dane przechowywane w regulatorze (nastawy, wyniki pomiarów) mają poprawne wartości i można z nich korzystać. W czasie testowania wyniki tychże testów przedstawiane są na wyświetlaczach - wygląda on następująco:

X1	X2	X3	X4	X5	X6		
X7				n	r	X	X

Na pozycjach wyświetlacza opisanych jako X1-X6 wyświetlane są po kolei litery, oznaczające wynik danego testu. Na pozycji X7 wyświetlany jest typ pilota zdalnego sterowania, do jakiego przystosowany jest regulator (w postaci jednej litery). Na prawym dolnym wyświetlaczu ukazuje się numer regulatora (w postaci nr XX, np. nr 23). Normalnym stanem jest wyświetlenie na każdej z pozycji X1-X6 liter ‘P’ - oznacza to pomyślne przejście testów - wyświetlacz wygląda następująco:

P	P	P	P	P	P		
E				n	r	2	3

Na pozycji X7 ukazać się może litera ‘E’ lub ‘S’. Taki wynik jest przez krótką chwilę wyświetlany na wyświetlaczach, po czym regulator przechodzi do normalnego działania.

W przypadku uszkodzeń układów wewnętrznych, zamiast litery ‘P’ na którejś pozycji wyświetlacza ukaze się litera ‘F’ - co oznacza właśnie uszkodzenie. Na wyświetlaczu ukaze się np. taka informacja:

P	P	P	P	F			

W takim wypadku regulator wyświetla przez 10 sekund powyższą informację (wytwarzając jednocześnie sygnały dźwiękowe, mające na celu zwrócić uwagę obsługi), a następnie na wyświetlaczu ukazuje się następująca informacja:

Err	XX

Oznacza ona wystąpienie uszkodzenia - dalsze poprawne działanie regulatora nie jest możliwe. Na prawym górnym wyświetlaczu wyświetlany jest kod błędu, a przez cały czas regulator wytwarza przerywane sygnały dźwiękowe. Jedynym możliwym działaniem jest wyłączenie regulatora - należy go niezwłocznie przekazać do serwisu w celu usunięcia uszkodzenia. Może się również zdarzyć (nie powinno w czasie normalnej pracy), że na pozycji opisanej jako X5-X6 pojawi się litera ‘C’:

P	P	P	P	P	C		
E							

Oznacza ona, że zawartość którejś z pamięci regulatora nie jest poprawna - co oznacza że utracone zostały np. poprzednie nastawy lub zapamiętane za ostatni okres czasu wyniki pomiarów. W takim przypadku regulator przez 10 sekund wyświetla powyższą informację oraz wytwarza przerywane sygnały dźwiękowe. Po 10 sekundach regulator przechodzi do normalnego działania, przy czym w zależności od tego, zawartość której z pamięci została utracona, skutkuje to przywołaniem fabrycznego zestawu nastaw (najczęściej niezbyt w danej sytuacji właściwych), utratą historii pomiarów, lub wyłączeniem którejś z funkcji specjalnych (podlewanie/gazowanie/ręczny tryb sterowania). Pomimo że regulator w takim przypadku kontynuuje działanie, wskazane jest przekazanie regulatora do serwisu w celu np. wymiany akumulatora podtrzymującego zawartość pamięci w czasie, gdy regulator jest wyłączony.

Sytuacja taka jest natomiast całkowicie poprawna w przypadku gdy dokonano aktualizacji oprogramowania sterującego działaniem regulatora - wtedy po pierwszym ponownym starcie regulatora (ale tylko po pierwszym) ma prawo pojawić się wspomniana wyżej litera ‘C’.

W czasie testów, na kolejnych pozycjach wyświetlacza ukazują się wyniki kolejno przeprowadzanych testów. Są to:

X1 - test pamięci FLASH (tutaj znajduje się program załadowany do regulatora),

X2 - test pamięci RAM (tutaj znajduje się historia wyników oraz tryb pracy regulatora),

X3 - test pamięci EEPROM (tutaj znajdują się nastawy regulatora),

X4 - test zegara,

X5 - test poprawności zawartości pamięci RAM (wyniki oraz tryb pracy regulatora),

X6 - test poprawności zawartości pamięci EEPROM (nastawy regulatora).

Na pozycji X7 wyświetlana jest litera oznaczająca typ pilota, do którego przystosowany jest regulator (można go zmienić w ustawieniach systemowych regulatora). Możliwe do wyświetlenia na pozycji X7 litery oznaczają:

E - pilot typu ELEMIS,

S - pilot typu SAMSUNG.

W przypadku uszkodzenia układów wewnętrznych (błąd ‘F’), w wyświetlanym opisie błędu „Err XX” XX oznacza numer błędu wyświetlany w postaci liczby szesnastkowej - jest to cenna informacja dla serwisu.

Błąd ‘C’ na pozycji X5 oznacza utratę wszystkich wyników pomiarów, które były zapamiętywane przez regulator, a nie zostały z niego dotychczas odczytane; także poprzedni stan regulatora uległ „zapomnieniu” - znajdzie się on w trybie pracy automatycznej, niezależnie od trybu w jakim był przed wyłączeniem zasilania.

Błąd ‘C’ na pozycji X6 oznacza wprowadzenie do pamięci nastaw tzw. nastaw fabrycznych - oznacza to zwykle konieczność powtórnej kalibracji i wprowadzenia ponownych nastaw.

c) Wyniki wyświetlane na wyświetlaczach

Po pomyślnym przejściu testów, na wyświetlaczach ukazują się wyniki pomiarów dokonywanych przez regulator (niezależnie od trybu pracy regulatora, w jakim się on znalazł po włączeniu zasilania - patrz opis trybów pracy poniżej). Są to wielkości, które będą wyświetlane zazwyczaj przez większą część czasu pracy regulatora - zawsze w czasie gdy nie jest dokonywane programowanie regulatora przy pomocy pilota zdalnego sterowania (wyświetlacz zmienia swoją treść wtedy, gdy dokonujemy np. zmian nastaw przy pomocy pilota - zamiast wyników wyświetlane są wtedy zmieniane parametry; po zakończeniu programowania regulator znowu wyświetla wyniki pomiarów).

Wyniki pomiarów są wyświetlane w następującej postaci:

wilgotność	temp. powietrza	lub	wilgotność	temp. powietrza
stężenie CO ₂	temp. podłoża		F wentylacja	temp. podłoża

Na wyświetlaczu „wilgotność” wyświetlana jest aktualnie zmierzona wartość wilgotności powietrza (w %). Na wyświetlaczu „temp. powietrza” wyświetlana jest aktualnie zmierzona wartość temperatury powietrza (w °C). Na wyświetlaczu „temp. podłoża” wyświetlana jest średnia arytmetyczna z wyników pomiarów przy pomocy trzech sond temperatury podłoża (w °C). Lewy dolny wyświetlacz może pełnić dwie funkcje, w zależności od tego czy mierzone jest stężenie CO₂, czy nie. Jeżeli pomiar taki jest przeprowadzany (zarówno metodą lokalną, jak i systemową), to na wyświetlaczu opisanym jako „stężenie CO₂” wyświetlany jest wynik pomiaru stężenia CO₂ w danej hali (w ppm). Jeżeli pomiar stężenia CO₂ nie jest dokonywany, to na wyświetlaczu „F wentylacja” wyświetlana jest aktualnie ustawiona intensywność wentylacji hali. Wartość ta jest wyświetlana w postaci liczby poprzedzonej literą ‘F’, co odróżnia takie wskazanie od wyniku pomiaru stężenia CO₂. Przykładowo wyświetlacze mogą wyglądać następująco:

95.3	19.5
1261	22.1

lub

95.3	19.5
F 20	22.1

Wyniki przedstawione powyżej są następujące:

- wilgotność powietrza wynosi 95.3 %,
- temperatura powietrza wynosi 19.5 °C,
- średnia temperatura podłoża wynosi 22.1 °C,
- na lewym zestawie wyświetlaczy stężenie CO₂ wynosi 1261 ppm, a na prawym zestawie wyświetlaczy zadana wentylacja to 20 % (stężenie CO₂ nie jest mierzone).

W przypadku gdy mierzone jest stężenie CO₂, informację o zadanej intensywności wentylacji można odczytać z wyświetlacza przemiennika, lub podglądając ją korzystając z funkcji dostępnej przy pomocy pilota zdalnego sterowania.

Jeżeli na którymś z wyświetlaczy wyświetlane są poziome kreski zamiast wyniku pomiaru, to oznacza to brak tego wyniku. Może to być spowodowane np. odłączeniem sondy pomiarowej lub jej uszkodzeniem. W przypadku pomiaru stężenia CO₂ (tylko systemowego) oznacza to, że pomiar na danej hali od momentu włączeniu zasilania regulatora jeszcze się nie odbył. Poziome kreski są również przez chwilę wyświetlane zaraz po włączeniu zasilania regulatora (po przejściu testów), oraz przy powrocie z ustawień systemowych regulatora (patrz opis dalej). Jest to całkowicie poprawne zachowanie regulatora.

Wyświetlanie kreski po włączeniu zasilania regulatora jest spowodowane faktem, że regulator nie zdążył jeszcze dokonać pomiaru wszystkich wielkości. Wyświetlanie kreski po powrocie z ustawień systemowych spowodowane jest tym, że regulator „zapomnił” poprzednio dokonane pomiary, gdyż np. jeżeli została dokonana kalibracja sond pomiarowych, to poprzednie wyniki nie są już prawdziwe. Maksymalny czas, po którym powinny pojawić się nowe wyniki pomiarów w tych sytuacjach, to 10 sekund. Jeżeli po tym czasie wyniki pomiarów się nie pojawią, to przyczyną są takie, jak wspomniano wcześniej - odłączone lub uszkodzone sondy pomiarowe.

3. Tryby działania regulatora

Po pomyślnym przejściu testów, regulator przechodzi do normalnego działania. Może on znaleźć się w jednej z pięciu głównych faz, w jednej z podfaz (zwanej też trybem pracy) oraz pracować z wybraną preferencją. Na wyświetlaczach wyświetlane są przedstawione we wcześniejszym punkcie wielkości - niezależnie od fazy i trybu działania. Faza i tryb pracy regulatora, w którym znajdzie się on po włączeniu zasilania jest taki sam, jaki był przy ostatnim wyłączeniu zasilania (jest on zapamiętywany na czas wyłączenia).

Możliwy jest wybór jednej z następujących faz uprawy:

- 1) INKUBACJA (rozrost grzybni),
- 2) SZOK (wietrzenie),
- 3) PLONOWANIE (wzrost grzyba),
- 4) PAROWANIE,
- 5) WYŁĄCZENIE.

Możliwy jest ponadto wybór jednej z podfaz (zwanej też „trybem działania” regulatora):

- a) TRYB STEROWANIA AUTOMATYCZNEGO / RĘCZNEGO,
- b) DEZYNFEKCJA (gazowanie),
- c) OSUSZANIE PO PODLEWANIU.

Aktualny tryb pracy regulatora znajduje odzwierciedlenie w stanie diod świecących na płycie czołowej regulatora - po nich można poznać, w jaki sposób aktualnie działa regulator.

Jeżeli dioda „PODLEWANIE” jest zgaszona, to jest to tryb sterowania automatycznego / ręcznego. Jeżeli włączone jest sterowanie automatyczne temperaturą, to świeci się jedna z diod „STABILIZACJA TEMPERATURY POWIETRZA” lub „STABILIZACJA TEMPERATURY PODŁOŻA”, sygnalizując tym samym która temperatura jest wybrana do stabilizacji. Jeżeli jest ona zgaszona, to sterowanie temperaturą odbywa się w sposób ręczny. Tryb sterowania pozostałymi parametrami nie jest przedstawiany na wyświetlaczu - w celu sprawdzenia należy wywołać odpowiednią opcję programu, która wyświetli aktualne tryby sterowania.

Jeżeli dioda „PODLEWANIE” się świeci, to albo włączone jest osuszanie po podlewaniu, albo gazowanie. Przy gazowaniu gaszone są diody sygnalizujące wybraną do stabilizacji temperaturę, ale jest również możliwe żeby były one zgaszone przy osuszaniu po podlewaniu, jeśli sterowanie temperaturą odbywa się ręcznie. Jeżeli jest wątpliwość co do aktualnego trybu pracy, to można to sprawdzić przy pomocy odpowiedniej opcji programu.

Regulatory klimatu LB760/LB760A posiadają możliwość wyboru fazy hodowli. Wybór faz i podfaz może być zarówno dokonywany poprzez komputer PC, jak i bezpośrednio w regulatorze. Ilość faz dla uproszczenia obsługi, została ograniczona do minimum niezbędnego, ale wystarczającego do prawidłowej uprawy.

Wybór fazy i podfazy uprawy polega na takim zaprogramowaniu regulatora, które pozwala na stabilizację wybranych parametrów klimatu wymaganych w danej fazie (podfazie) uprawy, oraz ignorowanie parametrów nieistotnych.

Wybór parametrów (nastaw) w fazach jest zależny tak, by zapewnić płynne przejście parametrów pomiędzy fazami. Wyjątek stanowi faza PAROWANIE, która posiada programowaną temperaturę niezależną od temperatur w innych fazach.

Wybór parametrów podfaz jest niezależny.

Każda z wyżej wymienionych faz, trybów i preferencji w pracy regulatora zostanie poniżej szczegółowo opisana.

a) Preferencje

Ponieważ część pieczarkarni nie posiada dostatecznie wydajnych urządzeń chłodzących albo nie posiada ich w ogóle, dlatego w poszczególnych fazach można wybrać dodatkowo preferencje dla regulacji dopływu świeżego powietrza, którego regulacja będzie wówczas dokonywana na podstawie pomiaru wybranego parametru (menu ustawień podstawowych, klawisz C):

- regulacja poziomu CO_2 ($Pr = CO_2$),
- regulacja temperatury, chłodzenie ($Pr = t$),
- regulacja wilgotności, osuszanie ($Pr = rH$).

Regulacja świeżym powietrzem temperatury i wilgotności w hali jest możliwa tylko wtedy, jeżeli jest dokonywany pomiar zewnętrznych warunków klimatycznych dodatkowym termohigrometrem LB-710.

Preferencja CO_2 : Jeżeli entalpia powietrza zewnętrznego będzie mniejsza o procentowo określona *histerezę* (ustawienia systemowe, klawisz C, parametr *HIS_t*) od entalpii w hali, to CO_2 *zadane aktualne* zostanie zmniejszone o *dopuszczalną*

odchylkę CO_2 w stosunku do CO_2 *zadane*, w wyniku czego więcej zewnętrznego zimnego powietrza znajdzie się w hali. Gdy entalpia zewnętrzna będzie większa lub równa wewnętrznej, to CO_2 *zadane aktualne* będzie równe CO_2 *zadane*. Porównanie dotyczy entalpii, gdyż jest ona miarą która zawiera pełną informację o energii zawartej w powietrzu, na którą składa się nie tylko temperatura, ale i wilgotność. Dzięki temu możliwe jest np. chłodzenie hali powietrzem o temperaturze większej niż temperatura w hali, ale o wilgotności odpowiednio mniejszej od wilgotności w hali.

Preferencja t: Jeżeli entalpia powietrza zewnętrznego będzie mniejsza o procentowo określoną *histerezę* (ustawienia systemowe, klawisz C, parametr *HIS_t*) od entalpii w hali, to w przypadku wymagania chłodzenia hali najpierw zostanie otwarta kłapa powietrza (w zakresie od *dolnego limitu LOP_d* do *górnego LOP_g*, z wydajnością proporcjonalną do wymaganej mocy chłodzenia), a dopiero w dalszej kolejności zostanie podane sygnału do chłodnicy. Gdy entalpia zewnętrzna będzie większa lub równa wewnętrznej, to kłapa pozostanie w położeniu *LOP_d*, a sygnał chłodzenia będzie uruchamiał tylko chłodnicę.

Preferencja rH: Jeżeli masa wilgoci powietrza zewnętrznego będzie mniejsza o procentowo określoną *histerezę* (ustawienia systemowe, klawisz C, parametr *HIS_r*) od masy wilgoci w hali, to w przypadku wymagania osuszania hali najpierw zostanie otwarta kłapa powietrza (w zakresie od *dolnego limitu LOP_d* do *górnego LOP_g*, z wydajnością proporcjonalną do wymaganej mocy osuszania), a dopiero w dalszej kolejności zostanie podane sygnału do chłodnicy. Gdy masa wilgoci zewnętrzna będzie większa lub równa wewnętrznej, to kłapa pozostanie w położeniu *LOP_d*, a sygnał osuszania będzie uruchamiał tylko chłodnicę (w trybie osuszania przez klimatyzację).

b) Tryb sterowania automatycznego / ręcznego

Jest to zasadniczy sposób pracy regulatora. Użytkownik ustawia, którymi wielkościami regulator ma sterować w sposób automatyczny, a którymi ręcznie (najczęściej regulator sam steruje automatycznie wszystkimi wielkościami).

Tryb ten służy do tego, aby można było zadać wymagane wartości regulowanych parametrów (wilgotności, temperatury i stężenia CO_2), i nie troszcząc się o nic więcej pozwolić regulatorowi na takie działanie, aby uzyskać zadane parametry. Regulator sam ocenia jak ustawić urządzenia wykonawcze, aby uzyskać żądany wynik - korzysta on przy tym z wcześniej ustalonego i zaprogramowanego sposobu regulacji (patrz opis metody regulacji parametrów). Jeżeli któraś z wielkości jest włączona w sterowanie ręczne, to urządzenie wykonawcze pozostaje w takim stanie, jak zostało ustawione przez użytkownika, niezależnie od warunków panujących w hali. Oświetlenie hali jest wyłączone (może zostać włączone tylko przy pomocy oddzielnego włącznika ściennego).

Przełączenie sterowania w tryb ręczny może być przydatne do zadawania pewnych specjalnych warunków w hali - np. w czasie pasteryzacji można „na stałe” włączyć grzanie. Sterowanie ręczne może również służyć do sprawdzenia poprawności i przetestowania działania wszystkich urządzeń wykonawczych, jakimi steruje regulator.

W trybie sterowania automatycznego / ręcznego może zostać włączona funkcja specjalna - osuszanie po podlewaniu (opis tej funkcji - dalej). Włączenie tej funkcji sygnalizowane jest przy pomocy diody świecącej **PODLEWANIE**.

c) Tryb gazowania

Zastosowanie tego trybu jest dosyć ograniczone - służy on do ułatwienia przeprowadzenia operacji gazowania owadów i insektów w hali przy pomocy świec dymnych.

W trybie gazowania regulator mierzy i wyświetla wszystkie wartości (jak w pozostałych trybach), ale niezależnie od wyników pomiarów wszystkie urządzenia wykonawcze zostają wyłączone, kłapa od dopływu świeżego powietrza zostaje zamknięta, przewiew powietrza w hali jest ustawiany na wartość minimalną (zwykle na zero), natomiast włączone zostaje oświetlenie hali (niezależnie od pozycji włącznika ściennego oświetlenia).

Tryb gazowania można włączyć tylko na zadany czas (jest to parametr *czas gazowania*) - po minięciu zadanego czasu regulator powraca do poprzedniego trybu pracy (sterowania automatycznego lub ręcznego, w zależności od tego, który tryb był włączony przed włączeniem gazowania). Czas pozostały do końca operacji gazowania można podejrzeć na wyświetlaczach regulatora, również operację gazowania można przerwać przed jej planowym zakończeniem.

d) Funkcja specjalna - osuszanie po podlewaniu

Regulator został wyposażony w specjalną funkcję ułatwiającą osuszenie grzybów po podlewaniu - w dalszym opisie będzie ona nazywana w skrócie **PODLEWANIEM**. Funkcja ta służy do zmiany (zwiększenia lub zmniejszenia) na zadany czas wilgotności, temperatury i przewiewu na hali, co powinno zostać dokonane po podlewaniu, w celu doprowadzenia uprawy do określonego stanu. Funkcja **PODLEWANIE** może zostać włączona tylko na zadany z góry czas - po minięciu określonego czasu funkcja ta jest wyłączana, a zadane parametry (wilgotność, temperatura i wentylacja) przyjmują wartości takie, jakie miały przed włączeniem podlewania. Czas pozostały do zakończenia tej operacji można w każdej chwili podejrzeć na

wyświetlaczu. Również w dowolnej chwili można przerwać działanie tej funkcji, powodując natychmiastowe anulowanie skutków jej działania (powrót zadanych parametrów do poprzednich wartości).

UWAGA: funkcja ta wpływa tylko na te parametry, które mają włączone sterowanie w sposób automatyczny.

W celu umożliwienia wygodnej realizacji funkcji PODLEWANIE, należy określić następujące parametry:

- **czas podlewania** (na ile czasu ma zostać dokonana zmiana parametrów),
- **przyrost wilgotności po podlewaniu (P.rh)** (wilgotność do której będzie dążyć regulator będzie sumą parametru *wilgotność zadana* i tego parametru; można go ustawić na: wartość dodatnią - uzyskamy zwiększenie wilgotności w czasie trwania tej funkcji, wartość ujemną - uzyskamy zmniejszenie wilgotności, zero - wilgotność pozostanie bez zmian w czasie realizacji tej funkcji),
- **przyrost temperatury po podlewaniu (P.t)** (temperatura do której będzie dążyć regulator będzie sumą parametru *temperatura zadana* i tego parametru, podobnie jak z wilgotnością),
- **przyrost wentylacji po podlewaniu (P.F)** (wentylacja zostanie ustawiona na wartość równą sumie *wentylacji zadanej* i tego parametru; nie można tego parametru ustawić na wartość ujemną - można uzyskać wyłącznie zwiększenie przewiewu, lub pozostawienie go bez zmian przy przyroście równym zero).

e) Faza inkubacji - rozrostu grzybni

Faza inkubacji wymaga utrzymania właściwej temperatury podłoża dla optymalnego rozrostu grzybni. Faza inkubacji uzupełniła występujący w starszych wersjach regulatora LB-760 tryb stabilizacji temperatury podłoża (w którym nie kontrolowano temperatury powietrza). W tej fazie następuje stabilizacja temperatury powietrza na podstawie zachowania temperatury podłoża, co pozwala na stabilną pracę urządzeń klimatyzacyjnych.

W fazie inkubacji na podstawie znajomości temperatury T_k (średniej arytmetycznej ze zmierzonych temperatur podłoża) obliczana jest optymalna temperatura powietrza T_p , na podstawie której regulator steruje chłodzeniem i/albo dopływem świeżego powietrza. W fazie tej użytkownik ustawia (programuje):

- T_{pmin} - minimalną temperaturę powietrza (np. 13 °C),
- T_{pmax} - maksymalną temperaturę powietrza (np. 22 °C),
- T_{kmin} - minimalną temperaturę podłoża (np. 25 °C),
- T_{kmax} - maksymalną temperaturę podłoża (np. 30 °C),
- d - współczynnik zależności temperatury powietrza od temperatury podłoża (np. 1 °C/°C),
- H - wilgotność względną (np. 96 %),
- F - wentylacja (przewiew),
- preferencji dla świeżego powietrza.

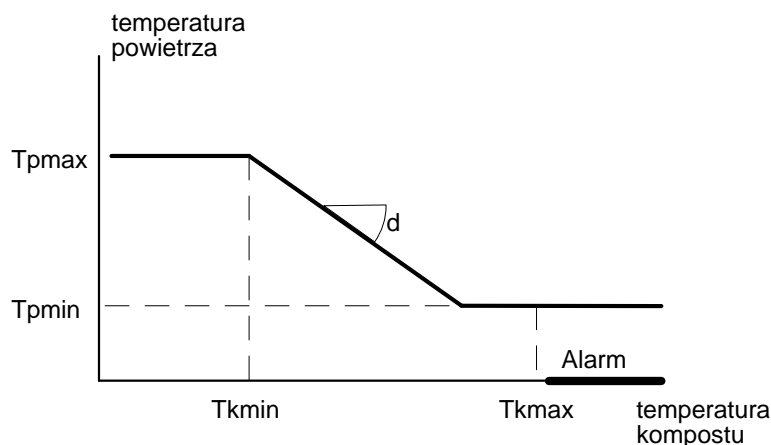
Jeżeli w fazie inkubacji temperatura podłoża T_k zawiera się pomiędzy zaprogramowaną wartością minimalną T_{kmin} a maksymalną T_{kmax} , to zależność pomiędzy optymalną temperaturą powietrza T_p a zmierzoną średnią temperaturą podłoża T_k wyraża się zależnością:

$$T_p = T_{pmax} - d * (T_k - T_{kmin}).$$

Sprawdzone są dodatkowo następujące warunki graniczne:

- jeżeli obliczona temperatura powietrza T_p jest mniejsza od T_{pmin} , to przyjmuje się $T_p = T_{pmin}$,
- jeżeli obliczona temperatura powietrza T_p jest większa od T_{pmax} , to przyjmuje się $T_p = T_{pmax}$,
- jeżeli zmierzona średnia temperatura podłoża T_k jest mniejsza od T_{kmin} , to temperatura powietrza T_p jest utrzymywana na poziomie T_{pmax} ,
- jeżeli zmierzona średnia temperatura podłoża T_k jest większa od T_{kmax} , to przyjmuje się $T_p = T_{pmin}$, a ponadto uruchamiany jest sygnał alarmowy informujący o konieczności ingerencji obsługi (dostosowanie obrotów wentylatora F , sprawdzenie poprawności działania urządzeń chłodniczych).

Zależność temperatury powietrza od temperatury podłoża w fazie inkubacji przedstawiono przykładowo na rysunku 11. W fazie tej regulator ma włączoną funkcję stabilizacji powietrza, ale ponieważ zadana temperatura powietrza jest wyliczana na podstawie pomiaru temperatury podłoża, dlatego końcowym efektem jest kontrola temperatury podłoża, co jest szczególnie ważne w fazie inkubacji. Ponieważ algorytmy regulacji są sterowane temperaturą powietrza, dlatego uzyskuje się stabilną pracę (stabilną moc sterującą) urządzeń wykonawczych temperatury, co nie jest bez znaczenia dla ekonomiki uprawy.



Rysunek 11 - zależność zadanej (obliczonej) temperatury powietrza od zmierzonej temperatury kompostu w fazie inkubacji.

W fazie inkubacji wykorzystuje się dla uzyskania powyższych parametrów urządzenia:

- nawilżające,
- ogrzewające,
- chłodzące,
- doprowadzające świeże powietrze,
- wentylujące.

W fazie inkubacji dokładne utrzymywanie wartości stężenia CO₂ nie jest istotne, przy czym powinno ono mieć możliwie wysoką wartość. Jest to wymaganie niemożliwe do spełnienia, jeżeli do chłodzenia użytkownik chce wykorzystywać świeże powietrze. W fazie tej można do chłodzenia wykorzystać świeże powietrze, ustawiając preferencje dopływu świeżego powietrza na „temperaturę”.

f) Faza szoku - wietrzenia, schładzania przed tworzeniem owocników

Faza szoku ma na celu zahamowanie rozwoju grzybni i stworzenie warunków do tworzenia się owocników, co osiąga się przez stopniowe obniżanie temperatury powietrza i podłoża oraz obniżenie zawartości CO₂.

W fazie szoku użytkownik ustawia (uruchamiając funkcję *PROGRAM*):

- czas trwania operacji (np. 72 godziny),
- Hpocz - wilgotność początkową (np. 96%),
- Hkońc - wilgotność końcową (np. 96%, tzn. bez zmiany),
- Tpocz - temperaturę początkową (np. 21 °C),
- Tkońc - temperaturę końcową (np. 18 °C),
- Fpocz - wentylację początkową (np. 30 %),
- Fkońc - wentylację końcową (np. 20 %),
- Cpocz - stężenie CO₂ początkowe (np. 3000 ppm),
- Ckońc - stężenie CO₂ końcowe (np. 1600 ppm),
- Tpmin - minimalną temperaturę powietrza (np. 17°C),
- wybiera stabilizację temperatury powietrza albo podłoża, t.j. regulację temperatury na podstawie pomiaru temperatury powietrza albo średniej temperatury podłoża,
- preferencji dla świeżego powietrza.

W fazie szoku następuje samoczynna płynna zmiana parametrów, poczynając od wartości początkowych, a kończąc (po czasie trwania operacji) na wartościach końcowych. Parametry są zmieniane z możliwie małym krokiem, t.j. odpowiednio: 0,1 °C, 0,1 % RH i 1 % wentylacji.

W przypadku pracy w trybie stabilizacji temperatury podłoża regulator nie obniży temperatury powietrza poniżej minimalnej temperatury powietrza Tpmin, co może powodować konieczność zwiększenia wentylacji przez użytkownika.

W fazie szoku wykorzystuje się dla uzyskania powyższych parametrów urządzenia:

- nawilżające,
- ogrzewające,
- chłodzące,
- doprowadzające świeże powietrze,
- wentylujące.

W fazie szoku jest istotne dokładne utrzymywanie (oprócz temperatury i wilgotności) założonej (płynnie obniżanej) wartości stężenia CO₂. Regulacji tej dokonuje się poprzez regulowanie dopływu świeżego powietrza na podstawie pomiaru stężenia CO₂. W związku z tym w tej fazie do dodatkowego obniżania temperatury powinno wykorzystywać się tylko urządzenia chłodzące.

Po upływie czasu trwania operacji zadane parametry zatrzymują się na ustawionych wartościach końcowych, co jest równoznaczne z przejściem do następnej fazy - fazy plonowania (wzrostu grzyba).

g) Faza plonowania - wzrostu grzyba

Faza plonowania ma na celu tworzenie się owocników. W tym celu temperatura powietrza, wilgotność względna i zawartość CO₂ muszą być utrzymywane na stałym, zadanym poziomie.

W fazie plonowania użytkownik dokonuje wyboru:

- H - wilgotności względnej (np. 95%),
- T - temperatury powietrza (np. 18 °C),
- F - wentylacji (przewiewu),
- C - stężenia poziomu CO₂,
- preferencji dla świeżego powietrza.

W fazie plonowania wykorzystuje się dla uzyskania powyższych parametrów urządzenia:

- nawilżające,
- ogrzewające,
- chłodzące,
- doprowadzające świeże powietrze,
- wentylujące.

W fazie plonowania jest istotne dokładne utrzymywanie założonej stałej wartości stężenia CO₂. Regulacji tej dokonuje się poprzez regulowanie dopływu świeżego powietrza na podstawie pomiaru stężenia CO₂. W związku z tym w tej fazie do dodatkowego obniżania temperatury powinno wykorzystywać się tylko urządzenia chłodzące.

h) Faza parowania

Faza parowania polega na przetrzymaniu powietrza i podłoża w wysokiej temperaturze przez określony czas (kilkanaście godzin) w celu zniszczenia bakterii i grzybni. Faza ta zostaje zakończona po utrzymaniu wymaganej temperatury (zwykle 70 °C) przez określony czas (zwykle 12 godzin).

W fazie parowania dokonuje się następujących wstępnych ustawień regulatora:

- zablokowany zostaje pomiar CO₂ (nie jest pobierane z hali powietrze do systemu pomiaru CO₂),
- wyłączone zostają funkcje sygnalizacji alarmowej regulatora,
- kłapa dopływu świeżego powietrza zostaje zamknięta,
- zawór chłodnicy zostaje zamknięty,
- nie jest dokonywany pomiar wilgotności względnej.

W fazie parowania wymaganą temperaturę w hali najczęściej uzyskuje się przez podawanie do wnętrza hali pary o wysokiej temperaturze. Regulator może uczestniczyć w podawaniu pary, jeżeli do wyjścia przełącznikowego grzania dołączony zostanie odpowiedni zawór elektromagnetyczny. Można również przeprowadzać parowanie tylko z użyciem nagrzewnicy w kanale wentylacyjnym, o ile jej wydajność jest wystarczająca do podniesienia temperatury w hali do wymaganego poziomu.

W fazie parowania użytkownik ma możliwość pomiaru:

- T_p - temperatury powietrza (do 100 °C),
- T_k - temperatury podłoża (do 100 °C).

W fazie parowania użytkownik dokonuje wyboru:

- T - temperatury parowania,
- F - wentylacji (zwykle na wartość 0 % - wyłączone).

Zalecane jest, aby w tej fazie usunąć z hali psychrometr o ile jest on wyposażony w dodatkową obudowę przewiewową, ze względu na możliwość uszkodzenia silniczka wentylatora w podwyższonej temperaturze. W tym przypadku pomiaru i stabilizacji dokonuje się na podstawie sond do podłoża, zawieszonych w tej fazie pomiędzy półkami.

i) Faza wyłączenia

Faza wyłączenia ma na celu schłodzenie hali po fazie parowania. Zwykle w hali nie ma już podłoża, a więc pomiar temperatur podłoża jest wówczas faktycznie pomiarem temperatur powietrza w różnych miejscach hali.

W fazie wyłączenia dokonuje się następujących wstępnych ustawień regulatora:

- zablokowany zostaje pomiar CO₂ (nie jest pobierane z hali powietrze do systemu pomiaru CO₂),
- wyłączone zostają funkcje sygnalizacji alarmowej regulatora,
- zawory nagrzewnicy i chłodnicy zostają zamknięte,
- nie jest dokonywany pomiar wilgotności względnej.

W fazie wyłączenia użytkownik ma jedynie możliwość pomiaru:

- T - temperatury powietrza, podłoża (do 100 °C),
- Tk - temperatury podłoża (do 100 °C).

W fazie wyłączenia użytkownik programuje na skalę wielkość:

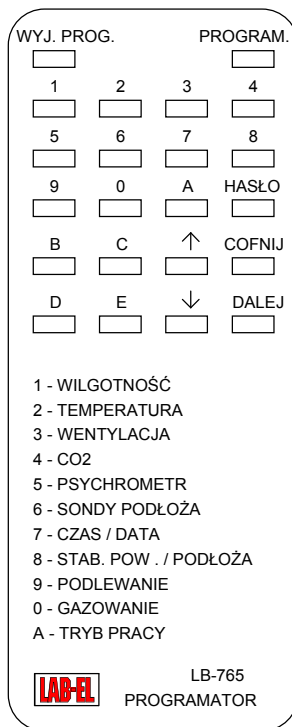
- procent otwarcia kłapy dopływu świeżego powietrza,
- F - wentylacji.

4. Sterowanie regulatorem przy pomocy pilota zdalnego sterowania

Do sterowania regulatorem klimatu przeznaczony jest pilot zdalnego sterowania. Przyjęte rozwiązanie (w przeciwieństwie np. do przycisków w regulatorze) zapewnia największą wygodę sterowania, gdyż trzymając w ręku pilot możemy kontrolować z dogodnego miejsca regulator, który często może być zamontowany na znacznej wysokości lub w miejscu utrudniającym dogodny dostęp.

a) Pilot zdalnego sterowania

Pilot służący do zdalnego sterowania regulatorem LB760/LB760A wygląda następująco:



Rysunek 12 - pilot zdalnego sterowania

Klawisz pilota:	Podstawowa funkcja klawisza:
PROGRAM.	wejście do programowania regulatora,
WYJ. PROG.	wyjście z programowania regulatora,
1 (WILGOTNOŚĆ)	klawisz numeryczny 1, oraz ustawianie parametrów związanych z wilgotnością,
2 (TEMPERATURA)	klawisz numeryczny 2, oraz ustawianie parametrów związanych z temperaturą,
3 (WENTYLACJA)	klawisz numeryczny 3, oraz ustawianie parametrów związanych z wentylacją (przewiewem) hali,
4 (CO ₂)	klawisz numeryczny 4, oraz ustawianie parametrów związanych ze stężeniem CO ₂ ,
5 (PSYCHROMETR)	klawisz numeryczny 5, oraz funkcje związane z obsługą psychrometru,
6 (SONDY PODŁOŻA)	klawisz numeryczny 6, oraz funkcje związane z obsługą sond temperatury podłoża,
7 (CZAS/DATA)	klawisz numeryczny 7, oraz funkcje związane z zegarem,
8 (STAB. POW./PODŁ.)	klawisz numeryczny 8, oraz przełączanie pomiędzy stabilizacją temperatury powietrza i podłoża,
9 (PODLEWANIE)	klawisz numeryczny 9, oraz włączenie/wyłączenie podlewania,
0 (GAZOWANIE)	klawisz numeryczny 0, oraz włączenie/wyłączenie gazowania,
A (TRYB PRACY)	klawisz dodatkowy A, oraz przełączenie pomiędzy trybem pracy automatycznej i ręcznej,
B	klawisz dodatkowy B (przy ustawianiu: zwiększanie danej wartości 100 razy szybciej),
C	klawisz dodatkowy C (przy ustawianiu: zwiększanie danej wartości 10 razy szybciej),
D	klawisz dodatkowy D (przy ustawianiu: zmniejszanie danej wartości 100 razy szybciej),
E	klawisz dodatkowy E (przy ustawianiu: zmniejszanie danej wartości 10 razy szybciej),
HASŁO	klawisz dostępu do ustawień systemowych, wymagających podania hasła,
↑	klawisz „strzałka do góry” - zwiększenie danej wartości,
↓	klawisz „strzałka do dołu” - zmniejszenie danej wartości,
COFNIJ	zakończenie, cofnięcie się do tyłu
DALEJ	zatwierdzenie, przejście dalej

W niektórych opcjach programu sterującego regulatorem, (np. przy zmianach wartości liczbowych parametrów) dostępne są tylko niektóre klawisze. Na wciśnięcie „dozwolonego” w danym momencie klawisza urządzenie reaguje krótkim sygnałem dźwiękowym. Wciśnięcie niedozwolonego w danym momencie klawisza nie daje żadnego efektu. Możliwe jest również, że zależnie od stanu regulatora niektóre klawisze zmieniają swoje znaczenie. Szczegółowy opis funkcji klawiszy znajduje się dalej.

b) Numer regulatora

W celu umożliwienia kontroli nad kilkoma regulatorami klimatu LB760 przy pomocy jednego pilota zdalnego sterowania, przyjęto następujący system: każdy regulator ma nadany indywidualny numer, z zakresu od 01 do 99. Zanim będziemy mogli zmieniać różne nastawy w danym regulatorze, musimy wcześniej przy pomocy pilota podać numer regulatora, którym chcemy sterować - czynność ta będzie nazywana dalej **wejściem do programowania**. Ma to na celu uniknięcie sytuacji, gdy kilka regulatorów znajduje się w zasięgu pilota, my chcemy sterować tylko jeden z nich, a reagują wszystkie. Czynności, w czasie których zmieniamy różne nastawy w regulatorze, sterujemy nim, podglądamy różne wyniki, itp. będą dalej ogólnie nazywane **programowaniem**. Po zakończeniu **programowania**, należy wyłączyć regulator z trybu programowania - tak, aby już nie reagował na pilota zdalnego sterowania, a my będziemy mogli zająć się programowaniem innego regulatora. Czynność ta nazywana będzie dalej **wyjściem z programowania**. Ponowne sterowanie danym regulatorem jest możliwe po powtórnym **wejściu do programowania**. W czasie gdy programowanie jest włączone (czyli od momentu **wejścia do programowania**, do momentu **wyjścia z programowania**, świeci się dioda PROGRAMOWANIE, sygnalizując ten stan.

Nadania numeru regulatorowi dokonuje się w ustawieniach systemowych (patrz dalej). Należy zadbać o to, aby wszystkie regulatory miały unikalne numery, gdyż nadanie identycznych numerów kilku regulatorom LB760 uniemożliwi indywidualne sterowanie poszczególnymi regulatorami. Również po połączeniu regulatorów z komputerem, numer regulatora odgrywa podstawową rolę w umożliwieniu wyboru regulatora, którym chcemy przy pomocy komputera sterować.

Numery regulatorów mogą być wybrane dowolnie (uważając tylko, aby się nie powtarzały). Np. jeśli hale uprawowe są ponumerowane kolejno od 1 w górę, to najbardziej naturalne jest nadanie takich samych numerów regulatorom, które sterują tymi halami.

c) Wejście do programowania

W czasie normalnego działania, regulator klimatu LB760 nie reaguje na wciskanie klawiszy pilota zdalnego sterowania, z wyjątkiem jednego klawisza - PROGRAM. Aby wejść do programowania któregoś z regulatorów, wcisnąć należy właśnie ten klawisz. Na wyświetlaczach wszystkich regulatorów znajdujących się w zasięgu pilota zdalnego sterowania ukaże się następująca treść:

Pod.	nr
nr lokalny	

czyli np.

Pod.	nr
14	

Na górnych wyświetlaczach ukazuje się skrót komunikatu „Podaj numer”, na lewym dolnym wyświetlaczu ukazuje się numer lokalny, odpowiadający numerowi tego regulatora. Jednocześnie zaświeca się dioda PROGRAMOWANIE, która oznacza, że polecenia z pilota zdalnego sterowania docierają do tego regulatora. Jeżeli dioda ta się nie świeci, oznacza to, że ten regulator zareaguje wyłącznie na klawisz PROGRAM. W przykładzie po prawej stronie, numer regulatora który wywołaliśmy to 14. Ten właśnie wyświetlony numer należy podać z pilota zdalnego sterowania, wciskając kolejno dwa klawisze numeryczne (0-9). Zawsze należy wcisnąć kolejno dwa klawisze - jeżeli numerem regulatora jest 01, to należy wcisnąć kolejno klawisze 0 i 1. Na wciśnięcie tych klawiszy regulator oczekuje przez 5 sekund (po wciśnięciu pierwszej cyfry na wciśnięcie drugiej mamy znowu 5 sekund) - jeżeli w tym czasie nie zostanie podany numer, to regulator gasi diodę PROGRAMOWANIE, a na wyświetlaczach ponownie ukazują się wyniki pomiarów - nie udało się wejść do programowania.

W czasie wciskania wyżej wspomnianych dwóch klawiszy oznaczających numer, podawane cyfry ukazują się na prawym dolnym wyświetlaczu. Jeżeli podany numer jest taki sam, jak numer danego regulatora, to pomiędzy dwoma numerami na dolnych wyświetlaczach ukazują się znaki równości, regulator wydaje dłuższy sygnał dźwiękowy, dioda PROGRAMOWANIE świeci się nadal, a na wyświetlaczach ponownie ukazują się wyniki pomiarów - **wejście do programowania** powiodło się, w wyniku czego możemy sterować danym regulatorem przy pomocy pilota. Jeżeli podany numer jest inny niż numer danego regulatora, to dioda PROGRAMOWANIE gaśnie, a po krótkiej chwili na wyświetlaczach ponownie ukazują się wyniki pomiarów - nie udało się wejść do programowania:

Podany numer jest właściwy:

Pod.	nr
14 =	= 14

Podany numer nie jest właściwy:

Pod.	nr
14	24

Żaden z regulatorów nie może mieć nadanego numeru 00. Jeżeli w momencie gdy regulator prosi o podanie numeru podamy numer 00 (dwa zera), to również wejdziemy do programowania danego regulatora, niezależnie od jego numeru - co oznacza, że jeżeli w zasięgu pilota zdalnego sterowania jest kilka regulatorów, to wszystkie zostaną wprowadzone w stan programowania - dalsze sterowanie będzie dotyczyło tych wszystkich regulatorów naraz.

d) Wyjście z programowania

Wyjście z programowania jest bardzo proste - wystarczy wcisnąć klawisz WYJ. PROG. Wytwarzany jest wtedy dłuższy sygnał dźwiękowy, identyczny z tym przy wejściu do programowania, gaśnie dioda PROGRAMOWANIE, a dany regulator przestaje reagować na pilota zdalnego sterowania (oprócz klawisza PROGRAM., który daje nam szansę ponownego wejścia do programowania). Jeżeli wciskamy klawisz WYJ. PROG. w momencie, gdy regulator nie jest w stanie programowania (zgaszona dioda PROGRAMOWANIE), to nic się nie dzieje. Jeżeli wciśniemy klawisz WYJ. PROG. w momencie gdy jesteśmy w trakcie zmiany jakiejś wartości, podglądamy jakieś wyniki, czas, itp., to regulator wróci do wyświetlania wyników pomiarów na wyświetlaczach (standardowy zestaw wyników opisany wcześniej), a programowanie zostanie wyłączone. Wszelkie dokonane zmiany w nastawach, w czasie których wciśnięty został klawisz WYJ. PROG. zostaną zapamiętane.

Jeżeli regulator jest w stanie programowania (świeci się dioda PROGRAMOWANIE), natomiast przez minutę nie był wciśnięty żaden z przycisków pilota zdalnego sterowania, to po wytworzeniu pięciu krótkich sygnałów dźwiękowych następuje samoczynne wyjście z programowania - identycznie jak po wciśnięciu przycisku WYJ. PROG. Minuta jest odliczana od momentu, gdy wcisnęliśmy ostatni klawisz, a nie od momentu wejścia do programowania - oznacza to, że wciśnięcie dowolnego klawisza przedłuża o minutę czas, który musi minąć zanim nastąpi samoczynne wyjście z programowania.

Samoczynne wyjście z programowania po minucie bezczynności zdalnego sterowania jest zabezpieczeniem przed nieumyślnymi szkodami. Wyobraźmy sobie sytuację, w której regulator uznał, że należy włączyć grzanie. Teraz użytkownik zaczyna programować regulator, zaczyna zmieniać jakąś wartość - ale coś go oderwało od tej czynności (np. telefon) i odszedł od regulatora pozostawiając go w momencie zmiany wartości. Jest to moment, w którym regulator nie wykonuje pomiarów, ani nie steruje urządzeniami wykonawczymi - włączone uprzednio grzanie, pozostawione w tym stanie np. na godzinę może spowodować szkodę - przed taką sytuacją właśnie daje nam zabezpieczenie automatyczne wyjście z programowania - po minucie bezczynności regulator wyjdzie z programowania, ponownie sterując już grzaniem.

5. Program sterujący działaniem regulatora LB760/LB760A

Działaniem regulatora LB760 steruje program, który został do niego załadowany. Gdy regulator zostanie wybrany do zdalnego sterowania (*programowanie* zostanie włączone), reaguje on na opisane wcześniej klawisze pilota zdalnego sterowania. Sterowanie regulatorem - czyli wszystkie możliwe podstawowe nastawy i operacje - zostały pomyślane w ten sposób, że tworzą one jednopoziomowe menu, rozchodzące się i wracające do jednego wspólnego punktu - **główne menu sterowania**. Są też takie nastawy, które dokonywane są bardzo rzadko (podczas instalacji), lub mają bardzo duże znaczenie dla właściwego działania regulatora - zostały one zgrupowane oddzielnie w stosunku do nastaw podstawowych - w **menu ustawień systemowych**.

a) Główne menu sterowania

Główne menu sterowania jest bardzo ważna w pracy regulatora - tylko w tym momencie dokonywane są pomiary i sterowane są urządzenia wykonawcze. Charakterystycznym znakiem rozpoznawczym głównego menu sterowania jest wyświetlanie wszystkich wyników pomiarów, w sposób opisany wcześniej. W głównym menu sterowania regulator znajduje się zawsze wtedy, gdy *programowanie* jest wyłączone, oraz zaraz po wejściu do programowania. Dokonywanie wszelkich nastaw powoduje chwilowe zaprzestanie pomiarów i regulacji - wszelkie zmiany w nastawach należy wykonać jak najszybciej i powrócić do głównego menu sterowania. Jak wspomniano wcześniej, regulator jest zabezpieczony przez zbyt długim pozostawieniem go w stanie, w którym nie odbywają się pomiary i regulacja (*samoczynne wyjście z programowania*). Wszystkie nastawy zostały pomyślane w ten sposób, że w głównym menu sterowania należy wcisnąć któryś z klawiszy, a po dokonaniu zmian w nastawach regulator wróci do głównego menu sterowania.

b) Menu ustawień systemowych

Jak już wspomniano wcześniej, w menu ustawień systemowych zgrupowane zostały takie nastawy, które zmieniane są rzadko, lub mają bardzo duże znaczenie, a ich przypadkowa zmiana mogłaby się skończyć katastrofalnie. Menu ustawień systemowych jest to takie miejsce, do którego można dostać się z głównego menu sterowania po podaniu hasła, mającego na celu zabezpieczenie przed przypadkowym przejściem do tego menu. Po dokonaniu zmian nastaw zgrupowanych w tym menu regulator nie wraca do głównego menu sterowania (jak w przypadku nastaw podstawowych), lecz ponownie znajduje się w menu ustawień systemowych. Powrotu do głównego menu sterowania dokonuje użytkownik wciskając odpowiedni klawisz (POWRÓT). Regulator znajdując się w menu ustawień systemowych nie dokonuje pomiarów i regulacji - dzieje się to tylko w głównym menu sterowania. Jest on zabezpieczony przed pozostawieniem go w tym stanie na dłuższy czas (*samoczynne wyjście z programowania*).

c) Zmiany nastaw i funkcji regulatora

Poniższe tabele i następujące za nimi szczegółowe opisy wymieniają dostępne funkcje i nastawy regulatora. We wszystkich przypadkach sposób postępowania jest identyczny: po wciśnięciu któregoś z klawiszy wymienionych jako dostępne w głównym menu sterowania lub menu ustawień systemowych, regulator przechodzi do podanej grupy nastaw. Na wyświetlaczu ukazuje się wartość pierwszej nastawy z danej grupy, a regulator oczekuje na dalsze działania użytkownika. Do zmiany nastaw służą dwa klawisze: $\uparrow\downarrow$ (zwiększenie i zmniejszenie lub po prostu zmiana nastawy). Po ustawieniu żądanej wartości, możliwe są dwie możliwości: wciśnięcie klawisza DALEJ lub COFNIJ. Po wciśnięciu klawisza DALEJ regulator przechodzi do kolejnej nastawy wymienionej w danej grupie nastaw, lub jeśli była to ostatnia (lub jedyna w danej grupie) nastawa, to powraca do głównego menu sterowania lub menu ustawień systemowych, zależnie od tego z którego stanu wywołana została dana grupa nastaw. Natomiast po wciśnięciu klawisza COFNIJ regulator powraca bezpośrednio do głównego menu sterowania lub menu ustawień systemowych, z pominięciem dalszych nastaw w danej grupie. Jeżeli aktualna nastawa jest w danej grupie ostatnia lub jedyna, to wciśnięcie klawisza DALEJ lub COFNIJ daje identyczny skutek. Niezależnie od tego, czy wciśniemy klawisz DALEJ, czy COFNIJ, dokonana zmiana nastawy zostanie zapamiętana. Wciśnięcie klawisza COFNIJ nie powoduje cofnięcia wprowadzonych zmian - służy on do wycofania się z grupy nastaw bez przechodzenia wszystkich po kolei, szczególnie jeśli nie chcemy zmieniać nastaw znajdujących się w grupie za tą, którą zmienialiśmy. Jeżeli chcemy tylko podejrzeć nastawy, to należy wywołać odpowiednią grupę (tą, w której znajdują się interesujące nas nastawy), a następnie wcisnąć klawisz DALEJ bez dokonywania zmiany nastaw. Wcisnięcie klawisza DALEJ bez wprowadzania zmiany w nastawie powoduje zachowanie jej aktualnej wartości.

W czasie dokonywania zmian nastaw działają praktycznie tylko 4 klawisze: $\uparrow\downarrow$, DALEJ i COFNIJ. Pozostałe klawisze (0-9, A-E), służące do przechodzenia do odpowiednich nastaw w tym momencie nie działają. Aby dokonać zmian nastaw w innej grupie, należy klawiszem DALEJ lub COFNIJ zakończyć zmiany nastaw w danej grupie, a następnie gdy regulator powróci do głównego menu sterowania lub menu ustawień systemowych odpowiednim klawiszem należy wywołać inną grupę nastaw.

Po dokonaniu zmian w nastawach należy zawsze powrócić do głównego menu sterowania, gdyż umożliwi to regulatorowi dalsze działanie, a w szczególności wprowadzenie dokonanych zmian w życie. Jeżeli pozostawimy regulator zbyt długo poza głównego menu sterowania, to sam on do niej powróci - jeśli regulator pozostał ze zmienioną nastawą, ale jeszcze nie

zatwierdzoną klawiszem DALEJ/COFNIJ, to przez samoczynnym powrotem do *głównego menu sterowania* zmieniona nastawa zostanie zapamiętana.

Uwaga 1: rozróżnienie w kolumnie „Funkcja i dostępne *nastawy*” pomiędzy trybem sterowania automatycznym i ręcznym dotyczy trybu sterowania tą wielkością, do której odnosi się dana nastawa.

Uwaga 2: nastawy oznaczone (*) wstępują lub nie w zależności od wersji regulatora (LB760/LB760A); szczegółowy opis znajduje się dalej, przy omawianiu każdej z nastaw.

Dostępne nastawy i funkcje *głównego menu sterowania*:

Klawisz	Funkcja i dostępne <i>nastawy</i>
1 (WILGOTNOŚĆ)	Regulacja wilgotności tryb automatyczny: - faza 1 (inkubacja), 2 (szok) i 3 (plonowanie): - wilgotność zadana (<i>rh</i>) - odchyłka wilgotności zwiększająca wentylację (<i>od.C</i>) - odchyłka górna alarmowej wilgotności (<i>AL.d</i>) - odchyłka dolna alarmowej wilgotności (<i>AL.G</i>) - faza 4 (parowanie) i 5 (wyłączenie): - brak nastaw tryb ręczny: - moc nawilżania (<i>NAW.</i>) - moc osuszania (<i>SUS.</i>) (*)
2 (TEMPERATURA)	Regulacja temperatury tryb automatyczny: - faza 1 (inkubacja): - minimalna temperatura powietrza <i>Tpmin</i> (<i>tP1</i>) - maksymalna temperatura powietrza <i>Tpmax</i> (<i>tP2</i>) - minimalna temperatura podłoża <i>Tkmin</i> (<i>tP3</i>) - maksymalna temperatura podłoża <i>Tkmax</i> (<i>tP4</i>) - współczynnik zależności temperatury powietrza od podłoża <i>d</i> (<i>td</i>) - odchyłka górna alarmowej temperatury (<i>AL.d</i>) - odchyłka dolna alarmowej temperatury (<i>AL.G</i>) - faza 2 (szok): - temperatura zadana (<i>t</i>) - minimalna temperatura powietrza <i>Tpmin</i> (<i>tP1</i>) - odchyłka górna alarmowej temperatury (<i>AL.d</i>) - odchyłka dolna alarmowej temperatury (<i>AL.G</i>) - faza 3 (plonowanie): - temperatura zadana (<i>t</i>) - odchyłka górna alarmowej temperatury (<i>AL.d</i>) - odchyłka dolna alarmowej temperatury (<i>AL.G</i>) - faza 4 (parowanie): - temperatura zadana (<i>t</i>) - faza 5 (wyłączenie): - brak nastaw tryb ręczny: - moc grzania (<i>Gr.</i>) - moc chłodzenia (<i>CH.</i>)
3 (WENTYLACJA)	Regulacja wentylacji tryb autom. i ręczny: - wentylacja zadana (<i>F</i>) - przyrost wentylacji od wilgotności (<i>P.F</i>)
4 (CO2)	Regulacja stężenia CO ₂ tryb autom.: - stężenie zadane (CO ₂) - odchyłka zmniejszenia stężenia przy mniejszej entalpii zewn. od wewn. (<i>odch.</i>) - odchyłka górna alarmowego stężenia CO ₂ (<i>AL.d</i>) - odchyłka dolna alarmowego stężenia CO ₂ (<i>AL.G</i>) tryb ręczny: - brak nastaw
5 (PSYCHROMETR)	Podgląd wyników pomiarów z psychrometru
6 (SONDY PODŁOŻA)	Podgląd wyników pomiarów z sond temperatury podłoża (*)
7 (CZAS/DATA)	Podgląd aktualnego czasu i daty
8 (STAB. POW./PODL.)	Wybór temperatury do stabilizacji tryb autom.: przełączenie pomiędzy stabilizacją temperatury powietrza i podłoża tryb ręczny: brak nastaw
9 (PODLEWANIE)	Włączenie lub wyłączenie podlewania

	włączenie: - <i>czas podlewania</i> - <i>przyrost wilgotności po podlewaniu (P.rh)</i> - <i>przyrost temperatury po podlewaniu (P.t)</i> - <i>przyrost wentylacji po podlewaniu (P.F)</i> wyłączenie: - brak nastaw
0 (GAZOWANIE)	Włączenie lub wyłączenie gazowania włączenie: - <i>czas gazowania</i> wyłączenie: - brak nastaw
A (TRYB PRACY)	Ustawienie trybu sterowania poszczególnymi wielkościami - <i>wybór fazy uprawy (FAZA)</i> - <i>tryb sterowania wilgotnością (rh -)</i> - <i>tryb sterowania temperaturą (t -)</i> - <i>tryb sterowania wentylacją (F -)</i> - <i>tryb sterowania stężeniem CO₂ (CO₂-)</i> - <i>tryb sterowania dopływem świeżego powietrza (POU.-)</i>
B	Podgląd wyników pomiarów parametrów powietrza zewnętrznego
C	Sterowanie dopływem świeżego powietrza poprzez ustawianie priorytetu: tryb autom.: - <i>priorytet (Pr)</i> tryb ręczny: - <i>wielkość dopływu świeżego powietrza (POW)</i>
D	Podgląd wyników pomiarów temperatury chłodnicy i nagrzewnicy klimatyzacji (*)
HASŁO	Przejsięcie do menu ustawień systemowych

Dostępne nastawy i funkcje w menu ustawień systemowych:

Klawisz	Funkcja i dostępne nastawy
1 (WILGOTNOŚĆ)	Regulacja wilgotności - <i>odchyłka górna szybkiego włączenia suszenia (od.G)</i> - <i>odchyłka dolna szybkiego włączenia nawilżania (od.d)</i> - <i>współczynnik proporcjonalny regulacji nawilżania (P)</i> - <i>współczynnik całkowity regulacji nawilżania (I)</i> - <i>współczynnik różniczkowy regulacji nawilżania (d)</i> - <i>czas uśredniania różniczki nawilżania (td)</i> - <i>współczynnik proporcjonalny regulacji osuszania (P)</i> - <i>współczynnik całkowity regulacji osuszania (I)</i> - <i>współczynnik różniczkowy regulacji osuszania (d)</i> - <i>czas uśredniania różniczki osuszania (td)</i> - <i>odchyłka opóźnionej zmiany kierunku regulacji (oo)</i> - <i>czas opóźnienia zmiany kierunku (to)</i> - <i>zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika nawilżania (Un) (*)</i> - <i>czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika nawilżania (tn) (*)</i> - <i>przekaźnik „światło” zmienia funkcję na „suszenie”</i> - <i>czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika suszenia (tS)</i>
2 (TEMPERATURA)	Regulacja temperatury - <i>odchyłka górna szybkiego włączenia chłodzenia (wylączenia grzania) (od.G)</i> - <i>odchyłka dolna szybkiego włączenia grzania (od.d)</i> - <i>współczynnik proporcjonalny regulacji grzania (P)</i> - <i>współczynnik całkowity regulacji grzania (I)</i> - <i>współczynnik różniczkowy regulacji grzania (d)</i> - <i>czas uśredniania różniczki grzania (td)</i> - <i>współczynnik proporcjonalny regulacji chłodzenia (P)</i> - <i>współczynnik całkowity regulacji chłodzenia (I)</i> - <i>współczynnik różniczkowy regulacji chłodzenia (d)</i> - <i>czas uśredniania różniczki chłodzenia (td)</i> - <i>odchyłka opóźnionej zmiany kierunku regulacji (oo)</i> - <i>czas opóźnienia zmiany kierunku (to)</i> - <i>zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika grzania (UGr) (*)</i> - <i>zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika chłodzenia (Uch) (*)</i> - <i>czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika grzania (tGr)</i> - <i>czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika chłodzenia (tch)</i>
3 (WENTYLACJA)	Regulacja wentylacji - <i>wentylacja minimalna (Fd)</i>

	- wentylacja maksymalna (FG) - zakres zmian napięcia wyjściowego sterującego falownikiem (UF)
4 (CO2)	Pomiar i regulacja stężenia CO ₂ - metoda pomiaru stężenia (CO2-) dla lokalnej metody pomiaru CO ₂ : - zakres pomiarowy miernika CO ₂ (CO2G) dla lokalnej lub systemowej metody pomiaru CO ₂ : - minimalny czas na stabilizację pomiaru (t CO2) - współczynnik proporcjonalny regulacji stężenia (P) - współczynnik całkowity regulacji stężenia (I) - współczynnik różniczkowy regulacji stężenia (d) - czas uśredniania różniczki stężenia (n)
5 (PSYCHROMETR)	Kalibracja psychrometru - kalibracja termometru suchego (rh S) - kalibracja termometru mokrego (rh M)
6 (SONDY PODŁOŻA)	Kalibracja sond temperatury podłoża - kalibracja sondy nr 1 (CAL. Pod.1) - kalibracja sondy nr 2 (CAL. Pod.2) - kalibracja sondy nr 3 (CAL. Pod.3) - kalibracja sondy nr 4 (CAL. Pod.4) (*)
7 (CZAS/DATA)	Ustawienie aktualnego czasu i daty - aktualny czas - aktualna data
8	Wybór sposobu sterowania klimatyzacją (SUSZ)
9	Ustawienie numeru regulatora (nr)
0	Włączenie/wyłączenie automatycznej regulacji jasności świecenia wyświetlaczy
A	Przejsie do funkcji serwisowych
B	Ustawienie okresu rejestracji wyników pomiarów (CZAS rEJ)
C	Sterowanie dopływem świeżego powietrza (zezwolenie na otwarcie kłapy powietrza) - temperatura bezpieczeństwa klimatyzacji (tb) (*) - dopuszczalna odchyłka wilgotności (odch. rh) - dopuszczalna odchyłka temperatury (odch. t) - histereza entalpii albo wilgoci wykorzystywana przy priorytecie (HISt) - czas oczekiwania na zadziałanie nagrzewnicy przy osuszaniu przez klimatyzację (to) (*) - limit dolny dopływu świeżego powietrza (LOPd) - limit górny dopływu świeżego powietrza (LOPG) - zakres zmian napięcia wyjściowego sterującego siłownikiem dopływu świeżego powietrza (UP)
D	Kalibracja sond temperatury klimatyzacji - kalibracja termometru nagrzewnicy (CAL. GrZ) (*) - kalibracja termometru chłodnicy (CAL. CHŁ) (*)
E	Wybranie źródła pomiaru parametrów powietrza: - L – LB-710 - P – Psychrometr
HASŁO	Ustawienie nowego hasła dostępu do menu ustawień systemowych (nouE HAS.)

d) Funkcje i parametry dostępne w głównym menu sterowania

Uwaga (*1): Nastawa występuje tylko w regulatorze LB760A.

Uwaga (*2): Nastawa występuje tylko w regulatorze LB760.

Uwaga (*3): Zakres napięć wejściowych urządzeń współpracujących należy dostosować do danych technicznych zawartych w dokumentacji tych urządzeń, np. dla siłowników Belimo zakres ten wynosi 2-10 V.

• Regulacja wilgotności (klawisz 1 - WILGOTNOŚĆ)

- Tryb sterowania automatycznego wilgotnością w fazach 1 (inkubacja), 2 (szok) i 3 (plonowanie):

wilgotność zadana z zakresu 0.0 do 100.0 %	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>rh =</td><td>wartość</td></tr> </table>	rh		rh =	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>rh =</td><td>91.0</td></tr> </table>	rh		rh =	91.0
rh											
rh =	wartość										
rh											
rh =	91.0										

odchyłka wilgotności zwiększająca wentylację z zakresu 0.0 do 100.0 %	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>od.C=</td><td>wartość</td></tr> </table>	rh		od.C=	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>od.C=</td><td>10.0</td></tr> </table>	rh		od.C=	10.0
rh											
od.C=	wartość										
rh											
od.C=	10.0										

odchyłka dolna alarmowej wilgotności z zakresu 0.0 do 100.0 %	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>AL.d=</td><td>wartość</td></tr> </table>	rh		AL.d=	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>AL.d=</td><td>5.0</td></tr> </table>	rh		AL.d=	5.0
rh											
AL.d=	wartość										
rh											
AL.d=	5.0										

odchyłka górna alarmowej wilgotności z zakresu 0.0 do 100.0 %	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>AL.G=</td><td>wartość</td></tr> </table>	rh		AL.G=	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>AL.G=</td><td>10.0</td></tr> </table>	rh		AL.G=	10.0
rh											
AL.G=	wartość										
rh											
AL.G=	10.0										

- fazy: 4 (parowanie) i 5 (wyłączenie) - brak nastaw.

- Tryb sterowania ręcznego wilgotnością:

moc nawilżania z zakresu 0 do 100 %	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>NAW.=</td><td>wartość</td></tr> </table>	rh		NAW.=	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>NAW.=</td><td>28</td></tr> </table>	rh		NAW.=	28
rh											
NAW.=	wartość										
rh											
NAW.=	28										

moc osuszania (*2) z zakresu 0 do 100 %	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>SUS.=</td><td>wartość</td></tr> </table>	rh		SUS.=	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>rh</td><td></td></tr> <tr><td>SUS.=</td><td>50</td></tr> </table>	rh		SUS.=	50
rh											
SUS.=	wartość										
rh											
SUS.=	50										

• Regulacja temperatury (klawisz 2 - TEMPERATURA)

- Tryb sterowania automatycznego temperaturą:

- faza 1 (inkubacja)

minimalna temperatura powietrza T _{pmin} z zakresu 0.0 do 100.0 °C	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>tP1 =</td><td>wartość</td></tr> </table>	t		tP1 =	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>t P1 =</td><td>13.0</td></tr> </table>	t		t P1 =	13.0
t											
tP1 =	wartość										
t											
t P1 =	13.0										

maksymalna temperatura powietrza T _{pmax} z zakresu 0.0 do 100.0 °C	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>tP2 =</td><td>wartość</td></tr> </table>	t		tP2 =	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>tP2 =</td><td>22.0</td></tr> </table>	t		tP2 =	22.0
t											
tP2 =	wartość										
t											
tP2 =	22.0										

minimalna temperatura podłoża T _{kmin} z zakresu 0.0 do 100.0 °C	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>tP3 =</td><td>wartość</td></tr> </table>	t		tP3 =	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>t P3 =</td><td>25.0</td></tr> </table>	t		t P3 =	25.0
t											
tP3 =	wartość										
t											
t P3 =	25.0										

maksymalna temperatura podłoża T _{kmax} z zakresu 0.0 do 100.0 °C	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>tP4 =</td><td>wartość</td></tr> </table>	t		tP4 =	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>tP4 =</td><td>30.0</td></tr> </table>	t		tP4 =	30.0
t											
tP4 =	wartość										
t											
tP4 =	30.0										

Współcz. zależności temperatury powietrza od podłoża d z zakresu 0.0 do 100.0 °C	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>td =</td><td>wartość</td></tr> </table>	t		td =	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>td =</td><td>1.0</td></tr> </table>	t		td =	1.0
t											
td =	wartość										
t											
td =	1.0										

odchyłka dolna alarmowej temperatury z zakresu 0.0 do 100.0 °C	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>AL.d=</td><td>wartość</td></tr> </table>	t		AL.d=	wartość	np.	<table border="1"> <tr><td>t</td><td></td></tr> <tr><td>AL.d=</td><td>2.5</td></tr> </table>	t		AL.d=	2.5
t											
AL.d=	wartość										
t											
AL.d=	2.5										

odchyłka górna alarmowej temperatury
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
AL.G=	wartość

np.

t	
AL.G=	3.0

- faza 2 (szok)

temperatura zadana
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
t =	wartość

np.

t	
t =	20.5

minimalna temperatura powietrza T_{pmin}
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
tP1 =	wartość

np.

t	
tP1 =	17.0

odchyłka dolna alarmowej temperatury
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
AL.d=	wartość

np.

t	
AL.d=	2.5

odchyłka górna alarmowej temperatury
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
AL.G=	wartość

np.

t	
AL.G=	3.0

- faza 3 (plonowanie)

temperatura zadana
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
t =	wartość

np.

t	
t =	20.5

odchyłka dolna alarmowej temperatury
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
AL.d=	wartość

np.

t	
AL.d=	2.5

odchyłka górna alarmowej temperatury
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
AL.G=	wartość

np.

t	
AL.G=	3.0

- fazy 4 (parowanie)

temperatura zadana
z zakresu 0.0 do 100.0 °C

t	
t =	wartość

np.

t	
t =	20.5

- faza 5 (wyłączenie) - brak regulacji.

- Tryb sterowania ręcznego temperaturą:

moc grzania
z zakresu 0 do 100 %

t	
Gr. =	wartość

np.

t	
Gr. =	30

moc chłodzenia
z zakresu 0 do 100 %

t	
CH. =	wartość

np.

t	
CH. =	80

- **Regulacja wentylacji (klawisz 3 - WENTYLACJA)**

- Tryb sterowania automatycznej wentylacją:

wentylacja zadana, w %
z zakresu wentylacja minimalna-wentylacja
maksymalna, które z kolei są ustawiane w menu ustawień
systemowych.

F	
F =	wartość

np.

F	
F =	30

przyrost wentylacji od wilgotności, w %
z zakresu 0 do wentylacja maksymalna

F	
P.F =	wartość

np.

F	
P.F =	10

- Tryb sterowania ręcznego wentylacją:

wentylacja zadana, w %

z zakresu wentylacja minimalna-wentylacja maksymalna, które z kolei są ustawiane w menu ustawień systemowych.

F	
F =	wartość

np.

F	
F =	30

- Regulacja stężenia CO₂ (klawisz 4 - CO₂)**

- Tryb sterowania automatycznego stężeniem CO₂ w fazach 1 (inkubacja), 2 (szok) i 3 (plonowanie):

Stężenie CO₂ zadane

z zakresu 0.0 - 10.0 tysięcy ppm, z krokiem 100 ppm

CO ₂	
CO ₂ =	wartość

np.

CO ₂	
CO ₂ =	2.0

Odchyłka zmniejszenia stężenia dla mniejszej entalpii

Zewnętrznej od entalpii hali przy prioritycie CO₂, tyś. ppm

CO ₂	
odch.	wartość

np.

CO ₂	
odch.	1.0

Odchyłka dolna alarmowego stężenia CO₂

z zakresu 0.0 - 10.0 tysięcy ppm, z krokiem 100 ppm

CO ₂	
AL.d=	wartość

np.

CO ₂	
AL.d=	0.5

Odchyłka górna alarmowego stężenia CO₂

z zakresu 0.0 - 10.0 tysięcy ppm, z krokiem 100 ppm

CO ₂	
AL.G=	wartość

np.

CO ₂	
AL.G=	1.0

- fazy: 4 (parowanie) i 5 (wyłączenie): brak nastaw.

- Tryb sterowania ręcznego stężeniem CO₂: brak nastaw.

- Podgląd psychrometru (klawisz 5 - PSYCHROMETR)**

Na wyświetlaczach ukazują się wyniki pomiarów dokonane przy pomocy psychrometru: wilgotność (rh) i temperatura

Powietrza (t.suchy). Dodatkowo wyświetlana jest wartość

Temperatury termometru mokrego (t.mokry). Wyniki są cały czas aktualizowane, jeżeli któryś z wyników jest

niedostępny (np. brak lub uszkodzenie sondy), na danym wyświetlaczu ukazują się poziome kreski.

Powrót go *głównej pętli sterowania* następuje po wciśnięciu klawisza COFNIIJ.

rh	t.suchy
	t.mokry

np.

95.4	21.2
	21.0

- Podgląd temperatur podłoża (klawisz 6 - SONDY PODŁOŻA)**

Na wyświetlaczach ukazują się wyniki pomiarów dokonane przy pomocy sond podłoża. (**Wersja LB760: nie ma sondy**

Podłoża nr 4 - wyświetlacz „sonda 4” jest pusty).

Wyniki są cały czas aktualizowane, jeżeli któryś z wyników jest niedostępny (np. brak lub uszkodzenie sondy), na danym wyświetlaczu ukazują się poziome kreski.

Powrót go *głównej pętli sterowania* następuje po wciśnięciu klawisza COFNIIJ.

sonda 1	sonda 2
sonda 3	sonda 4

np.

20.0	20.6
20.3	21.0

- Podgląd czasu i daty (klawisz 7 - CZAS/DATA)**

- wyłączone podlewanie i gazowanie:

Na wyświetlaczach ukazuje się aktualny czas i data.

Wyświetlanie odbywa się w postaci HH.MM.SS (godzina, minuty i sekundy), oraz DD.MM (dzień i miesiąc).

Przykład: 17 czerwiec, godzina 12:34 i 56 sekund. Czas i data są na bieżąco aktualizowane.

Powrót go *głównej pętli sterowania* następuje po wciśnięciu klawisza COFNIIJ.

HH.MM	SS
DD.MM	

np.

12.34	56
17.06	

- włączone podlewanie lub gazowanie:

Na górnych wyświetlaczach ukazuje się aktualny czas (a), natomiast na dolnych - czas zakończenia danej operacji (k).

HH.MM	SS (a)
HH.MM	SS (k)

np.

12.34	56
12.54	12

Obydwa czasy przedstawione są w postaci HH.MM.SS

(godzina, minuty, sekundy). Czas aktualny jest na bieżąco aktualizowany. Przykład: czas aktualny - 12:34 i 56 sekund, czas zakończenia operacji podlewania lub gazowania - 12:54 i 12 sekund. Nie ma możliwości zobaczenia bieżącej daty. W momencie gdy czas bieżący dojdzie do godziny pokazanej na dolnych wyświetlaczach, podlewanie lub gazowanie (zależnie od tego, która funkcja była włączona) zostanie wyłączone, a na wyświetlaczu zostaną wyświetlone bieżący czas i data (jak zostało pokazane wyżej, przy wyłączonym podlewaniu i gazowaniu). Powrót go *głównej pętli sterowania* następuje po wciśnięciu klawisza COFNIIJ.

• Wybór temperatury do stabilizacji (klawisz 8 - STAB. POW./PODŁOŻA)

Wciśnięcie klawisza 8 (STAB. POW./PODŁOŻA) daje efekt wyłącznie w trybie sterowania automatycznego temperaturą, natomiast w trybie sterowania ręcznego nie daje żadnego efektu. Wynikiem wciśnięcia tego klawisza jest przełączenie pomiędzy stabilizacją temperatury powietrza i podłoża. W wyniku przełączenia zmienia się stan diod STABILIZACJA TEMPERATURY POWIETRZA i STABILIZACJA TEMPERATURY PODŁOŻA, które wskazują na aktualnie wybraną do stabilizacji temperaturę. Regulator cały czas pozostaje w *głównej pętli sterowania*, wyświetlając wyniki pomiarów. Stabilizacja temperatury podłoża może objawiać się niestabilną pracą regulatora, ponieważ duża masa cieplna podłoża wymaga zastosowania innych współczynników regulacji *PID* niż to było w przypadku stabilizacji temperatury powietrza. Dlatego zalecane jest wykorzystywanie zamiast tej funkcji - praca regulatora w fazie inkubacji.

• Osuszanie po podlewaniu (klawisz 9 - PODLEWANIE)

- Osuszanie po podlewaniu włączone: po wciśnięciu klawisza zostaje ono natychmiastowo wyłączone. Regulator cały czas pozostaje w *głównej pętli sterowania*, natomiast gaśnie dioda PODLEWANIE.
- Gazowanie włączone: jeżeli włączone jest *gazowanie*, to przed włączeniem *osuszania po podlewaniu* musi ono zostać wyłączone. W przeciwnym wypadku włączenie *osuszania po podlewaniu* nie jest możliwe.
- Osuszanie po podlewaniu wyłączone: po dokonaniu poniższych nastaw *osuszanie po podlewaniu* zostaje włączone. Jeżeli w czasie dokonywania nastaw wciśnięty zostanie klawisz COFNIIJ, regulator zapamiętuje dokonane nastawy, ale nie włącza *osuszania po podlewaniu*.

czas podlewania

HH.MM - godziny:minuty, z zakresu 00:01 do 23:59

PODL.	
CZAS	HH.MM

np.

PODL.	
CZAS	1:30

Przyrost wilgotności

z zakresu -100.0 do 100.0 %

PODL.	
P.rh=	wartość

np.

PODL.	
P.rh=	0.0

Przyrost temperatury

z zakresu -50.0 do 50.0 °C

PODL.	
P.t =	wartość

np.

PODL.	
P.t =	5.0

Przyrost wentylacji

z zakresu 0 do wentylacja maksymalna

PODL.	
P.F =	wartość

np.

PODL.	
P.F =	15

• Gazowanie (klawisz 0 - GAZOWANIE)

- Gazowanie włączone: po wciśnięciu klawisza zostaje ono natychmiastowo wyłączone. Regulator cały czas pozostaje w *głównej pętli sterowania*, natomiast gasną diody sygnalizujące *gazowanie*.
- Osuszanie po podlewaniu włączone: jeżeli włączone jest *osuszanie po podlewaniu*, to przed włączeniem *gazowania* musi ono zostać wyłączone. W przeciwnym wypadku włączenie *gazowania* nie jest możliwe.
- Osuszanie po podlewaniu i gazowanie wyłączone: po ustawieniu czasu *gazowanie* zostaje włączone. Jeżeli w czasie dokonywania nastaw wciśnięty zostanie klawisz COFNIIJ, regulator zapamiętuje dokonane nastawy, ale nie włącza *gazowania*.

czas gazowania

HH.MM - godziny:minuty, z zakresu 00:01 do 23:59

GAZ.	
CZAS	HH.MM

np.

GAZ.	
CZAS	3:00

- **Tryb pracy (klawisz A - TRYB PRACY)**

wybór fazy uprawy
faza: 1, 2, 3, 4 albo 5

FAZA	faza

np.

FAZA	3

tryb sterowania wilgotnością
tryb: ręczny (rECZ.) lub automatyczny (AUtO)

rh -	tryb

np.

rh -	rECZ.

tryb sterowania temperaturą
tryb: ręczny (rECZ.) lub automatyczny (AUtO)

t -	tryb

np.

t -	AUtO

tryb sterowania wentylacją
tryb: ręczny (rECZ.) lub automatyczny (AUtO)

F -	tryb

np.

F -	rECZ.

tryb sterowania stężeniem CO₂
tryb: ręczny (rECZ.) lub automatyczny (AUtO)

CO2-	tryb

np.

CO2-	AUtO

tryb sterowania dopływem świeżego powietrza
tryb: ręczny (rECZ.) lub automatyczny (AUtO)

POU.-	tryb

np.

POU.-	rECZ.

- **Podgląd wyników pomiarów parametrów powietrza zewnętrznego (klawisz B)**

Na wyświetlaczach ukazują się wyniki pomiaru parametrów powietrza zewnętrznego - wilgotność (rh) i temperatura (t). Wyniki te są udostępniane przez komputer sterujący - jeżeli regulator nie zna aktualnych wyników, na wyświetlaczach ukazują się poziome kreski. Powrót go *głównej pętli sterowania* następuje po wciśnięciu klawisza COFNIIJ.

rh	t

np.

56.2	22.8

- **Regulacja dopływu świeżego powietrza (klawisz C)**

- Tryb sterowania automatycznego dopływem świeżego powietrza:

priorytet sterowania dopływem świeżego powietrza
z zakresu CO₂, rH, t

POW.	
Pr =	wartość

np.

POW.	
Pr =	CO ₂

- Tryb sterowania ręcznego dopływem świeżego powietrza:

dopływ świeżego powietrza
z zakresu 0 do 100 %

POW.	
POW.=	wartość

np.

POW.	
POW.=	50

- **Podgląd wyników pomiarów temperatury chłodnicy i nagrzewnicy klimatyzacji (klawisz D - tylko LB760A)**

Na wyświetlaczach ukazują się wyniki pomiaru temperatur klimatyzacji - nagrzewnicy (t grz.) i chłodnicy (t chl.)

	t grz.
	t chl.

np.

	19.2
	8.7

Wyniki pomiaru są na bieżąco aktualizowane. Jeżeli brak jest aktualnego pomiaru (np. uszkodzenie lub brak sondy), na odpowiednim wyświetlaczu ukazują się poziome kreski.

Powrót go *głównej pętli sterowania* następuje po wciśnięciu klawisza COFNIIJ.

- **Przejdź do menu ustawień systemowych (klawisz HASŁO)**

Na wyświetlaczu ukazuje się zachęta do podania hasła. Podanie hasła polega na wprowadzeniu czterech cyfr z klawiatury (0-9). Każda wprowadzona cyfra ukazuje

Pod.	HAS.

Pod.	HAS.

się w postaci kreski na lewym dolnym wyświetlaczu. Jeżeli podane hasło nie jest właściwe, to po krótkiej chwili regulator powraca do *głównej pętli sterowania* - nie udało się przejść do *menu ustawień systemowych*. Jeżeli wprowadzone hasło było właściwe, to na wyświetlaczu ukaze się napis oznaczający menu ustawień systemowych (patrz opis dalej). Wprowadzanie hasła można przerwać klawiszem COFNIJ - regulator wraca do *głównej pętli sterowania*.

UWAGA: Hasło ustawione fabrycznie to 1111 (cztery jedynki).

e) Opcje dostępne w menu ustawień systemowych

Uwaga (*2): Zakres napięć wejściowych urządzeń współpracujących należy dostosować do danych technicznych zawartych w dokumentacji tych urządzeń, np. dla siłowników Belimo zakres ten wynosi 2-10 V.

Po pomyślnym przejściu z głównej pętli sterowania do menu ustawień systemowych na wyświetlaczach ukazuje następujący skrót oznaczający ustawienia systemowe:

USt.	SYSt.

W tym momencie regulator nie dokonuje pomiarów, ani nie steruje urządzeniami wykonawczymi - pozostają one w takim stanie, jak przed wejściem do menu ustawień systemowych. Po dokonaniu jakichkolwiek nastaw dostępnych w tym menu, regulator nie wraca do głównej pętli sterowania, lecz pozostaje w menu ustawień systemowych (na wyświetlaczu ukazuje się powyższy napis). Aby powrócić do głównej pętli sterowania, należy w momencie gdy jest wyświetlany powyższy napis wcisnąć klawisz COFNIJ. Wcisnięcie klawisza COFNIJ w trakcie zmian jakichś nastaw dostępnych z tego menu spowoduje tylko powrót do tego menu - aby wrócić do głównej pętli sterowania należy klawisz COFNIJ nacisnąć jeszcze raz.

• Regulacja wilgotności (klawisz 1 - WILGOTNOŚĆ)

odchyłka dolna szybkiego włączenia nawilżania
z zakresu 0.0 do 100.0 %

rh	NAW.
Od.d=	wartość

np.

rh	NAW.
Od.d=	10.0

odchyłka górna szybkiego włączenia osuszania
z zakresu 0.0 do 100.0 %

rh	SUS.
Od.G=	wartość

np.

rh	SUS.
Od.G=	10.0

współczynnik proporcjonalny regulacji nawilżania
z zakresu 0 do 9999

rh	NAW.
P =	wartość

np.

rh	NAW.
P =	400

współczynnik całkowity regulacji nawilżania
z zakresu 0 do 9999

rh	NAW.
I =	wartość

np.

rh	NAW.
I =	20

współczynnik różniczkowy regulacji nawilżania
z zakresu 0 do 9999

rh	NAW.
d =	wartość

np.

rh	NAW.
d =	200

czas uśredniania różniczki nawilżania
z zakresu 0.00 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund

rh	NAW.
td =	wartość

np.

rh	NAW.
td =	2.00

współczynnik proporcjonalny regulacji osuszania
z zakresu 0 do 9999

rh	SUS.
P =	wartość

np.

rh	SUS.
P =	400

współczynnik całkowity regulacji osuszania
z zakresu 0 do 9999

rh	SUS.
I =	wartość

np.

rh	SUS.
I =	20

współczynnik różniczkowy regulacji osuszania
z zakresu 0 do 9999

rh	SUS.
d =	wartość

np.

rh	SUS.
d =	200

czas uśredniania różniczki osuszania
z zakresu 0.00 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund

rh	SUS.
td =	wartość

np.

rh	SUS.
td =	2.00

odchyłka opóźnionej zmiany kierunku regulacji wilgotności
z zakresu 0.0 do 100.0 %

rh	
oo =	wartość

np.

rh	
oo =	2.0

czas opóźnienia zmiany kierunku wilgotności
z zakresu 0.00 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund

rh	
to =	wartość

np.

rh	
to =	4.0

zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika nawilżania
0-10 lub 2-10 (*2), w voltach (*1, *3)

rh	NAW.
U =	zakres

np.

rh	NAW.
U =	2-10

czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika nawilżania z zakresu 0.10 do 10.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund	rh t =	NAW. wartość	np.	rh t =	NAW. 1.00
Przekaźnik „światło” zmienia funkcję na „suszenie” t lub n, oznaczające tak lub nie (*1)	rh P.SUS	SUS. wartość	np.	rh P.SUS	SUS. t
czas cyklu włączenia i wyłączenia przekaźnika suszenia z zakresu 0.10 do 10.00 (minuty:sekundy)	rh t =	SUS. wartość	np.	rh t =	SUS. 0.30

• **Regulacja temperatury (klawisz 2 - TEMPERATURA)**

odchyłka dolna szybkiego włączenia grzania z zakresu 0.0 do 100.0 °C	t od.d=	Gr. wartość	np.	t od.d=	Gr. 2.5
odchyłka górna szybkiego wyłączenia grzania z zakresu 0.0 do 100.0 °C	t od.G=	CH. wartość	np.	t od.G=	CH. 2.5
współczynnik proporcjonalny regulacji grzania z zakresu 0 do 9999	t P =	Gr. wartość	np.	t P =	Gr. 2500
współczynnik całkowity regulacji grzania z zakresu 0 do 9999	t I =	Gr. wartość	np.	t I =	Gr. 50
współczynnik różniczkowy regulacji grzania z zakresu 0 do 9999	t d =	Gr. wartość	np.	t d =	Gr. 1000
czas uśredniania różniczki grzania z zakresu 0.00 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund	t td =	Gr. wartość	np.	t td =	Gr. 2.00
współczynnik proporcjonalny regulacji chłodzenia z zakresu 0 do 9999	t P =	CH. wartość	np.	t P =	CH. 2500
współczynnik całkowity regulacji chłodzenia z zakresu 0 do 9999	t I =	CH. wartość	np.	t I =	CH. 50
współczynnik różniczkowy regulacji chłodzenia z zakresu 0 do 9999	t d =	CH. wartość	np.	t d =	CH. 1000
czas uśredniania różniczki chłodzenia z zakresu 0.00 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund	t td =	CH. wartość	np.	t td =	CH. 2.00
odchyłka opóźnionej zmiany kierunku regulacji temperatury z zakresu 0.0 do 100.0 °C	t oo =		np.	t oo =	
czas opóźnienia zmiany kierunku temperatury z zakresu 0.00 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund	t to =		np.	t to =	
zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika grzania 0-10 lub 2-10 (*2), w woltach (*1, *3)	t U =	Gr. zakres	np.	t U =	Gr. 2-10
zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika chłodzenia 0-10 lub 2-10 (*2), w woltach (*1, *3)	t U =	CH. zakres	np.	t U =	CH. 2-10

czas cyklu włączenia i wyłączenia przełącznika grzania
z zakresu 0.10 do 10.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund

t	Gr.
tGr=	wartość

np.

t	Gr.
tGr=	1.00

czas cyklu włączenia i wyłączenia przełącznika chłodzenia
z zakresu 0.10 do 10.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund

t	CH.
tch=	wartość

np.

t	CH.
tch=	2.00

• Nastawy regulacji wentylacji (klawisz 3 - WENTYLACJA)

wentylacja minimalna
z zakresu 0 do 100 %

F	
Fd =	wartość

np.

F	
Fd =	0

wentylacja maksymalna
z zakresu 0 do 100 %, nie mniej niż wentylacja minimalna

F	
FG =	wartość

np.

F	
FG =	100

zakres zmian napięcia wyjściowego sterującego falownikiem
0-10 lub 2-10 , w voltach (*3)

F	
U =	zakres

np.

F	
U =	0-10

• Nastawy regulacji stężenia CO₂ (klawisz 4 - CO2)

metoda pomiaru stężenia CO₂
metoda określona jest jedną z poniższych możliwości:
pozioma kreska (-) - brak pomiaru stężenia CO₂
litera L - lokalny pomiar stężenia CO₂
litera S - systemowy pomiar stężenia CO₂

CO2	
tp -	metoda

np.

CO2	
tp -	S

- Jeżeli włączony jest lokalny pomiar stężenia CO₂, to dodatkowo dostępny jest parametr:

zakres pomiaru miernika CO₂ odpowiadający 10V
z zakresu 0.0 do 10.0 tysięcy ppm, z krokiem co 100 ppm

CO2	
CO2G	wartość

np.

CO2	
CO2G	10.0

- Jeżeli włączony jest lokalny lub systemowy pomiar stężenia CO₂, to dodatkowo dostępne są parametry:

okres analizy danych o stężeniu CO₂
z zakresu 0.10 do 99.00 (minuty:sekundy) co 10 sekund

CO2	
t =	wartość

np.

CO2	
t =	15.0

Czas ten określa, co ile minimalnie minut dokonywany jest pomiar stężenia CO₂. Chodzi o to, aby po tym czasie można było zauważyć dostatecznie duże zmiany stężenia, co jest niezbędne dla poprawnego działania procedury regulacji kłapą dopływu świeżego powietrza.

współczynnik proporcjonalny regulacji CO₂
z zakresu 0 do 9999

CO2	
P =	wartość

np.

CO2	
P =	2000

współczynnik całkowity regulacji CO₂
z zakresu 0 do 9999

CO2	
I =	wartość

np.

CO2	
I =	600

współczynnik różniczkowy regulacji CO₂
z zakresu 0 do 9999

CO2	
d =	Wartość

np.

CO2	
d =	200

czas uśredniania różniczki CO₂
liczony w wielokrotnościach czasu t (okres analizy danych)

CO2	
n =	wartość

np.

CO2	
n =	3

• Kalibracja psychrometru (klawisz 5 - PSYCHROMETR)

Na wyświetlaczu ukazuje się wynik pomiaru temperatury termometru suchego. Klawiszami ↑↓ doprowadzamy pokazywaną wartość do temperatury rzeczywistej.

CAL.	
rh S	wartość

np.

CAL.	
rh S	35.5

Klawisz A ustawia standardową, domyślną wartość współczynnika kalibracji. Klawiszem DALEJ przechodzimy do kolejnej kalibracji - termometru mokrego (na wyświetlaczu zamiast napisu rh S pojawia się napis rh M). Kalibracji dokonuje się identycznie jak przy termometrze suchym.

- **Kalibracja sond temperatury podłoża (klawisz 6 - SONDY PODŁOŻA)**

Kalibracji sond temperatury podłoża dokonuje się identycznie jak termometrów psychrometru - kalibrowane są kolejno sondy 1-4 (Pod.1 - Pod.4). W wersji LB760 nie ma kalibracji sondy nr 4 - są tylko 3 sondy.

- **Zmiana czasu i daty (klawisz 7 - CZAS/DATA)**

Czas bieżący

HH.MM - godziny i minuty

CZAS	HH.MM

np.

CZAS	12.15

Data bieżąca

DD.MM - dzień i miesiąc

dAtA	DD.MM

np.

dAtA	17.06

UWAGA: Każda zmiana czasu lub daty powoduje wyzerowanie sekund.

- **Sposób sterowania klimatyzacją (klawisz 8)**

Osuszanie przy pomocy klimatyzacji

stan: t lub n, oznaczające tak lub nie

Ustawienie początkowe jest dla regulatorów LB760A - „t”, a dla regulatorów LB760 - „n”.

SUSZ.	stan

np.

SUSZ.	t

- **Numer regulatora (klawisz 9)**

Numer regulatora

z zakresu 01 do 99

nr =	wartość

np.

nr =	17

- **Regulacja jasności (klawisz 0)**

Wciśnięcie w *menu ustawień systemowych* klawisza 0, powoduje włączenie lub wyłączenie automatycznej regulacji jasności świecenia wyświetlaczy, w zależności od natężenia oświetlenia zewnętrznego. Jeżeli regulacja jasności była włączona, to zostanie teraz wyłączona, i na odwrót - jeśli była wyłączona, to zostanie włączona. Na wyświetlaczu nic się nie ukazuje (pozostaje on cały czas w *menu ustawień systemowych* wyświetlając napis UST. SYST.), natomiast regulator będzie reagował (jeśli automatyczna regulacja jasności została włączona), lub przestanie reagować (jeśli automatyczna regulacja jasności została wyłączona) na natężenie oświetlenia zewnętrznego.

- **Funkcje serwisowe (klawisz A)**

Po wciśnięciu w *menu ustawień systemowych* klawisza A regulator prosi o podanie hasła. Hasło to służy do przejścia do funkcji serwisowych regulatora, co powinno być dokonywane WYŁĄCZNIE przez serwis - odnalezienie hasła i samodzielne próby użycia tych funkcji zwykle powinny się skończyć poważnymi problemami z właściwym działaniem regulatora.

- **Okres rejestracji wyników (klawisz B)**

Okres rejestracji wyników

MM.SS - minuty:sekundy

CZAS	MM.SS
rEJ.	

np.

CZAS	10.00
rEJ.	

- **Regulacja dopływu świeżego powietrza (klawisz C)**

temperatura bezpieczeństwa klimatyzacji (*1)

z zakresu 0.1 do 50.0 °C, wartość 0.0 blokuje tą funkcję

POW.	
tb =	wartość

np.

POW.	
tb =	1.0

dopuszczalna odchyłka wilgotności

z zakresu 0.1 do 100.0 %, wartość 0.0 blokuje tą funkcję

POW.	
o. rh	wartość

np.

POW.	
o. rh	20.0

dopuszczalna odchyłka temperatury z zakresu 0.1 do 100.0 °C, wartość 0.0 blokuje tą funkcję	POW. o. t wartość	np.	POW. o. t 15.0
histereza entalpii albo wilgoci wykorzystywana przy priorytecie, z zakresu 0 do 100.0 %	POW. HISt wartość	np.	POW. HISt 10
czas oczekiwania na zadziałanie nagrzewnicy przy osuszaniu przez klimatyzację, (minut : sekund) (*1)	POW. to wartość	np.	POW. to 10.00
limit dolny dopływu świeżego powietrza z zakresu 0 do 100.0 %	POW. LOPd wartość	np.	POW. LOPd 10
limit górny dopływu świeżego powietrza z zakresu 0 do 100.0 %	POW. LOPG wartość	np.	POW. LOPG 90
zakres zmian napięcia wyjściowego siłownika powietrza 0-10 lub 2-10, w woltach (*1, *3)	POW. U = zakres	np.	POW. U = 2-10

- Kalibracja sond temperatury klimatyzacji (klawisz D) (tylko LB760A)**

Kalibracji sond temperatury klimatyzacji dokonuje się identycznie jak termometrów psychrometru.

kalibracja termometru nagrzewnicy (*1) z zakresu 0 do 100.0 °C	CAL. Gr. wartość	np.	CAL. Gr. 20.0
kalibracja termometru chłodnicy (*1) z zakresu 0 do 100.0 °C	CAL. CH. wartość	np.	CAL. CH. 20.0

- Zmiana źródła pomiarów parametrów powietrza (klawisz E) (tylko LB760A)**

Możliwa jest wybór czujników mierzących parametry powietrza (temperaturę i wilgotność) pomiędzy: psychrometrem (standardowe wyposażenie) lub termohigrometrem LB-710 (wyposażenie opcjonalne). Zmiany dokonuje się klawiszem GÓRA – DÓŁ. Przy pomiarze LB-710 wyświetlacz termometru mokrego jest wygaszony. LB-710 nie jest kalibrowany, natomiast pozostają możliwości kalibracji psychrometru.

Wybór źródła pomiarów parametrów powietrza (*1) P – psychrometr, L – termohigrometr LB-710	POM wartość POW	np.	POM P POW
---	-----------------------	-----	-----------------

- Zmiana hasła (klawisz HASŁO)**

Regulator wyświetla zachętę do zmiany hasła. Oczekuje on w tym momencie na podanie nowego hasła w postaci kolejnych czterech cyfr (0-9). W trakcie podawania kolejnych cyfr na lewym dolnym wyświetlaczu ukazują się poziome kreski (identycznie jak to było przy podawaniu hasła w celu przejścia do <i>menu ustawień systemowych</i>). Po wprowadzeniu czterech cyfr lewy dolny wyświetlacz gaśnie, a regulator oczekuje na ponowne wprowadzenie nowego hasła. Ma to na celu sprawdzenie, czy nie została dokonana pomyłka we wprowadzaniu nowego hasła, co by mogło uniemożliwić późniejszy dostęp do <i>menu ustawień systemowych</i> . Jeżeli wprowadzone za pierwszym i drugim razem hasła są różne, to regulator po chwili powraca do <i>menu ustawień systemowych</i> . Jeżeli oba podane hasła są takie same, to regulator wyświetla przez chwilę na lewym górnym wyświetlaczu napis -H-.	NOWE HAS. 		NOWE HAS. ----
--	------------------	--	----------------------

6. Najważniejsze czynności po instalacji regulatorów lub po załadowaniu nowej wersji programu

Działaniem regulatora LB760/LB760A steruje program, który działa poprawnie, o ile zostaną wybrane właściwe funkcje i wartości parametrów nastaw tych regulatorów. Funkcje i parametry przedstawione w rozdziale 5 zostały podzielone na 2 grupy:

- **Główne menu sterowania** (w skrócie UG) - są to funkcje i parametry związane z bieżącym prowadzeniem uprawy (a więc np. zadana temperatura i wilgotność w hali, progi alarmowe). Parametry te można w większości zmieniać przy pomocy dołączonego do systemu komputera PC i uruchomionego na tym komputerze programu, w sposób przedstawiony w części III instrukcji do regulatora: *Instrukcji Obsługi Programu Sterującego dla PC*.

- **Menu ustawień systemowych** (w skrócie US) - są to funkcje i parametry związane z przystosowaniem regulatora do urządzeń współpracujących (a więc np.: typu kanału wentylacyjnego, mocy urządzeń klimatyzacyjnych, rozmiaru hali, rodzaju siłowników do zaworów i klap). Nastawy te powinien ustawić serwis w procesie instalacji, ale ich znajomość przez użytkownika zapobiegnie nieporozumieniom i ewentualnym stratom w produkcji. Nastawy te nie są dostępne za pośrednictwem komputera PC. Można je zmieniać tylko przy pomocy pilota, a ponadto dostęp do nich jest chroniony hasłem.

Przed załadowaniem programu do regulatorów należy zapoznać się z częścią III instrukcji do regulatora: *Instrukcja Obsługi Programu Sterującego dla PC*, gdzie omówiono sposób wymiany oprogramowania. Należy zwrócić uwagę na fakt, że regulator z programem wewnętrznym w nowej wersji 5.4 („load 5.4”, zbiór ładowany do regulatora: „760_5_4.OVL” wymaga do poprawnej pracy również nowej wersji programu sterującego zainstalowanego w komputerze PC („LB-760.EXE” z dnia 08.06.2000 lub późniejszego), oraz nowej wersji programu do rysowania wykresów („WYKRES.EXE” z dnia 19.09.1999 lub późniejszego).

W szczegółowym omówieniu nastaw w rozdziale 5 podano jako przykładowe takie wartości nastaw, jakie pojawiają się w regulatorze po zmianie oprogramowania sterownika z wersji „load” 3.x lub 4.x na wersję 5.x.

A oto najważniejsze nastawy, na które powinien zwrócić uwagę użytkownik po zainstalowaniu regulatorów albo po załadowaniu nowej wersji oprogramowania (co jest szczególnie istotne przy przejściu z wersji oprogramowania 3.x i 4.x na wersję oprogramowania 5.x !)

- Zaprogramować właściwy numer regulatora, gdyż po powyższym załadowaniu programu wszystkie będą miały numer „01” (US - klawisz 8).
- Dokonać kalibracji termometrów (szczególnie ważna jest kalibracja sond psychrometru, a zwłaszcza wyrównanie wskazań tych termometrów z termometrem wzorcowym).
- Wybrać odpowiednie zakresy napięć (0-10 albo 2-10 V) do sterowania siłownikami i falownikiem (po załadowaniu programu wartością początkową jest zakres 0-10 V).
- Wybrać sposób sterowania klimatyzacją (jeżeli chcemy osuszać przez wykraplanie wody na chłodnicy w kanale wentylacyjnym - wybieramy wartość „tak” - „t”, US - klawisz 8). Należy zwrócić uwagę, że w regulatorze LB760 brak jest kontroli temperatur w kanale za chłodnicą i nagrzewnicą, co może prowadzić do przechłodzenia hali przy osuszaniu przez klimatyzację, dlatego standardowe ustawienie dla tego typu regulatora wynosi „nie” - „n”.
- Wybrać priorytet regulacji dopływu świeżego powietrza (standardowo ustawiony jest w regulatorze priorytet CO₂). Jeżeli chcemy go zmienić - to najpierw włączamy automatyczny tryb sterowania dopływem świeżego powietrza: UG - klawisz A, potem UG - klawisz C - dokonujemy zmiany priorytetu.
- Ustawić odpowiednie do swoich wymagań parametry bezpieczeństwa związane z dopływem świeżego powietrza (US - klawisz C). Według uznania należy zmniejszyć dopuszczalną odchyłkę wilgotności (standardowa wartość 20 %) lub temperatury (standardowa wartość 15 °C). Należy pamiętać, że większa (niż tu zaprogramowana) różnica pomiędzy wartością zadaną i zmierzoną będzie powodować ustawienie przepustnicy dopływu świeżego powietrza na wartość limit dolny dopływu świeżego powietrza (LOPd).
- Ustalić odpowiednie do swoich wymagań odchyłki alarmowe górne i dolne: wilgotności, temperatury i stężenia CO₂ (UG - klawisze 1, 2 i 4). Właściwy wybór tych progów oraz sprawna instalacja alarmowa jest gwarancją wykrycia uszkodzeń w systemie, a tym samym, pozwala zminimalizować straty w produkcji !
- Ustawić zadane parametry klimatu i po włączeniu (w regulatorze lub w programie PC) automatycznego trybu sterowania, sprawdzić poprawność działania (po załadowaniu programu wszystkie tryby sterowania zostały przestawione na ręczne).