

Marian Banaś
Pomiar składu ziarnowego
za pomocą wagi sedymentacyjnej

Spis treści

1. Waga sedymentacyjna	2
1.1. Stanowisko pomiarowe.....	2
1.2. Charakterystyka wagi Mettler Toledo AT460 DeltaRange	3
1.3. Sprzęg wagi z komputerem.....	4
2. Wykonanie oprogramowania do akwizycji danych z wagi sedymentacyjnej – program WSB	5
2.1.1. Wymagania sprzętowe programu.....	5
2.1.2. Środowisko programisty	5
2.1.3. Budowa i obsługa programu	6

Spis rysunków

Rys. 1.1. Widok ogólny stanowiska wagi sedymentacyjnej	2
Rys. 1.2. Wygląd wagi AT460 DeltaRange	3
Rys. 2.1. Zakładka „Konfiguracja”	6
Rys. 2.2. Zakładka „Komunikacja z wagą”	7
Rys. 2.3. Zakładka „Wykres”	8
Rys. 2.4. Wygląd okna przeglądarki WWW z podglądem stanu wagi	9
Rys. 2.5. Wygląd okienka podglądu wykresu	10

1. Waga sedymentacyjna

Do wyznaczania charakterystyk granulometrycznych zawiesin wykorzystano stanowisko wagi sedymentacyjnej. Z uwagi na znaczny koszt oryginalnej wagi sedymentacyjnej oraz ułatwienie dalszej obróbki cyfrowej wyników pomiarów zbudowano własne stanowisko wagi sedymentacyjnej posiadającej możliwość rejestracji komputerowej procesu pomiaru.

1.1. Stanowisko pomiarowe



Rys. 1.1. Widok ogólny stanowiska wagi sedymentacyjnej

Do budowy stanowiska wagi sedymentacyjnej wykorzystano oryginalną wagę elektroniczną firmy Mettler Toledo AT460 DeltaRange. Model ten ma możliwość podwieszenia szalki od spodu wagi, wyposażony jest również w interfejs umożliwiający sprzężenie z zewnętrznym urządzeniem cyfrowym (np. komputerem lub drukarką szeregową).

Cylinder sedymentacyjny został zaadoptowany z oryginalnej pneumatycznej wagi sedymentacyjnej WA-32.

Waga została ustawiona na specjalnie zbudowanym statywie umożliwiającym podwieszenie od spodu szalki cylindra sedymentacyjnego. Statyw został wyposażony w stół dający możliwości pełnej regulacji położenie cylindra sedymentacyjnego względem wagi, zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i współosiowości cylindra i zawiesia szalki podwieszanej pod wagą.

Aby można było badać zawiesiny o znacznej koncentracji części stałych wykonano dodatkową szalkę o podwyższonych burtach (materiał sedymentujący nie zsypuje się z szalki podczas pomiaru).

1.2. Charakterystyka wagi Mettler Toledo AT460 DeltaRange



Rys. 1.2. Wygląd wagi AT460 DeltaRange

Waga Mettler Toledo AT460 jest nowoczesną elektroniczną wagą wyposażoną w rozszerzenie DeltaRange, które pozwala na zwiększenie czułości pomiarowej (wraz ze zmniejszeniem zakresu).

Model ten wyposażony jest w funkcję proFACT umożliwiającą liniową samokalibrację wagi, uwzględniającą wpływ temperatury i drgań środowiska pomiarów.

Poniżej podano podstawowe charakterystyki techniczne tej wagi, w nawiasach podano wielkości dla zakresu 60g DeltaRange.

Czułość	1 mg	(0,1 mg)
Zakres pomiarowy	405 g	(62 g)
Zakres tarowania	405 g	(62 g)
Powtarzalność wskazań	0,3 mg	(0,15 mg)
Liniiowość wskazań	±1,4 mg	(±0,5 mg)
Interfejs zewnętrzny	RS-232, dwukierunkowy, separowany galwanicznie	
Dryft temperaturowy	± 1,5 ppm/°C	
Wrażliwość	± 0,00015 %	
Rozmiary	241x433x289 mm	

1.3. Sprzęg wagi z komputerem

Waga AT-460 została wyposażona w firmowy interfejs zgodny ze standardem RS-232, umożliwiający podłączenie do niej dowolnego zewnętrznego urządzenia komunikującego się z użyciem standardu RS-232. Sprzęg ten jest wyposażony w niestandardowe gniazdo, dlatego należy wykonać specjalny kabel łączący gniazdo interfejsu na wadze z portem RS-232 w komputerze.

Komunikacja z wagą odbywa się w trybie znakowym ASCII (co umożliwia podłączenie do wagi bez dodatkowych urządzeń drukarki szeregowej).

Każda operacja wykonywana przez wagę ma swój symboliczny kod (*mnemonic*) w postaci ciągu znaków ASCII, np. „T” – taruj wagę, „S” podaj wskazanie wagi... Odpowiedzi wagi są podawane również w postaci znakowej.

Zestaw wbudowanych poleceń obsługiwany przez wagę jest bardzo bogaty, pozwala nie tylko na uzyskiwanie prostych wyników wskazań wagi, lecz również tarowanie wagi, korektę wskazań o wybraną wartość, podawanie wyników w 13 różnych jednostkach (g, mg, karaty, uncje...), cykliczne podawanie wskazań (zarówno ustabilizowanych jak i nieustabilizowanych).

Waga obsługuje także polecenia umożliwiające zmianę jej ustawień (np. zakresu pomiarowego, poziomu detekcji stabilności, poziomu drgań...)

2. Wykonanie oprogramowania do akwizycji danych z wagi sedymentacyjnej – program WSB

Dostarczony wraz z wagą program komputerowy umożliwiający współpracę komputera z wagą nie spełniał wymagań stawianych przez zestaw wagi sedymentacyjnej (np. nie umożliwiał prowadzenia pomiarów powtarzanych w zaprogramowanych odcinkach czasowych, nie umożliwiał zapisu danych w wybranym formacie tekstowym jak również jego interfejs użytkownika był skomplikowany i trudny w obsłudze). Z tych powodów został stworzony specjalnie dla pomiarów na stanowisku wagi sedymentacyjnej program pomiarowy o roboczej nazwie WSB.

2.1.1. Wymagania sprzętowe programu

Program WSB jest programem pracującym w środowisku Win32, czyli Windows 95/98, Windows NT 4.0 oraz wersje wyższe.

Program nie ma dodatkowych wymagań co do pamięci operacyjnej, procesora i karty graficznej. Są one limitowane przez system operacyjny. Jedynym wymogiem programu jest pozostawienie większej ilości wolnego miejsca w pamięci dyskowej na zapis wyników pomiarów. Należy przyjąć, że plik zawierający wynik około 8-godzinnych pomiarów (1 pomiar na sekundę) ma rozmiar 1 MB (plik tekstowy).

2.1.2. Środowisko programisty

Program WSB został napisany z użyciem języka programowania Borland Delphi 3.0. Jest to wizualne, obiektowe środowisko programowania, implementujące technikę Rapid Application Development. Umożliwia ono tworzenie w łatwy sposób programów zawierających estetyczny i wygodny interfejs użytkownika, co powoduje że powstałe programy są funkcjonalne i intuicyjne w obsłudze.

W programie wykorzystano kilka zewnętrznych komponentów takich jak:

- ComPortDriver – komponent do obsługi portów szeregowych,
- TeeChart – komponent do tworzenia dynamicznych wykresów,
- WinShoes – komponent do obsługi TCP/IP.

2.1.3. Budowa i obsługa programu

Okno programu składa się kilku wydzielonych zakładek, zawierających kontrolki graficzne do zarządzania programem, przechodzenie pomiędzy poszczególnymi zakładkami można realizować klikając w nie myszką lub z użyciem klawiszy Ctrl+PgDn, Ctrl+PgUp.

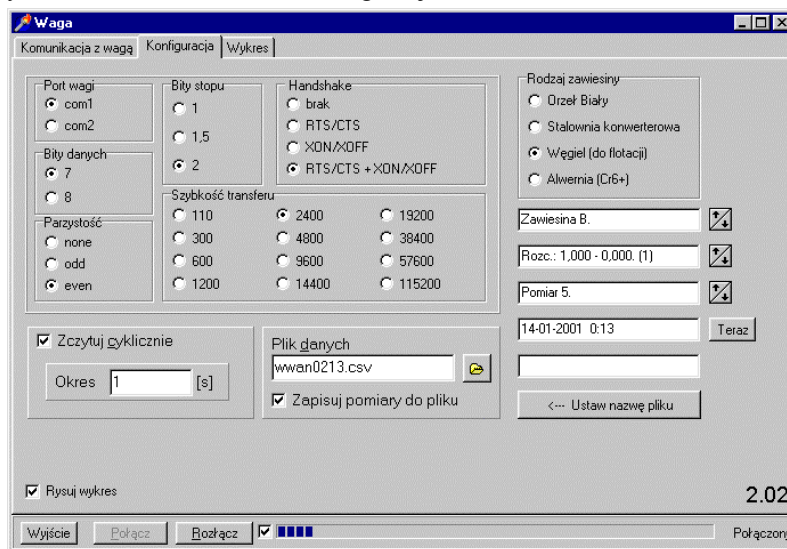
Cykl obsługi pomiaru składa się z:

- ustawienia (sprawdzenia) konfiguracji portu komunikacyjnego, opisów serii pomiarowych i trybu pomiarów (zakładka KONFIGURACJA),
- uruchomienia procedury wczytywania danych (klawisz „Połącz”),
- właściwych pomiarów (w zasadzie bezobsługowych),
- zatrzymaniu pomiarów (klawisz „Rozłącz”).

Poniżej opisano szczegółowo interfejs użytkownika.

2.1.3.1. Zakładka KONFIGURACJA

Przed pomiarami należy skonfigurować parametry połączenia komputera z wagą. Parametry te ustawia się w zakładce konfiguracja



Rys. 2.1. Zakładka „Konfiguracja”

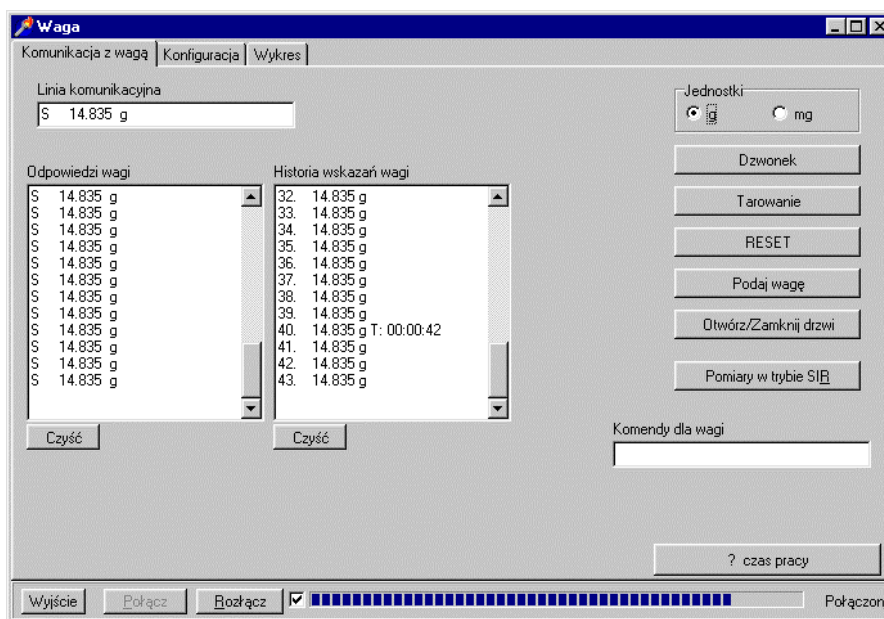
Typowe ustawienia portu szeregowego są uwidocznione na rysunku 2.1. Wagę AT460 można skonfigurować (za pomocą klawiatury na wadze) do pracy z każdym z powyższych ustawień portu szeregowego.

Na zakładce „Konfiguracja” ustawia się również opis pomiaru (rodzaj zawiesziny, rozcieńczenie próbki, numer kolejny pomiaru, datę i czas pomiaru oraz własny komentarz do serii), opis ten jest umieszczany w pliku z wynikami. Używając klawisza „ustaw nazwę pliku” ustala się nazwę pliku, do którego będą zapisywane wyniki pomiarów, na podstawie opisów pomiaru. Nazwę tę można modyfikować ręcznie. Przy starcie pomiarów program sprawdza, czy plik o podanej nazwie istnieje w aktualnym katalogu, jeżeli tak, to zakładany jest plik o nowej nazwie, różniącej się ostatnim znakiem (ostatni znak nazwy traktowany jest jak liczba i podwyższany o jeden).

Jeżeli pomiary mają być cykliczne, należy zaznaczyć opcję „pomiary cykliczne” i ustawić żądany okres pomiarowy w linii edycji zatytułowanej „okres pomiarowy”.

Na tej zakładce można również ustawić tryb bezpośredniej wizualizacji wyników na wykresie (opcja „Rysuj wykres”).

2.1.3.2. Zakładka KOMUNIKACJA Z WAGĄ



Rys. 2.2. Zakładka „Komunikacja z wagą”

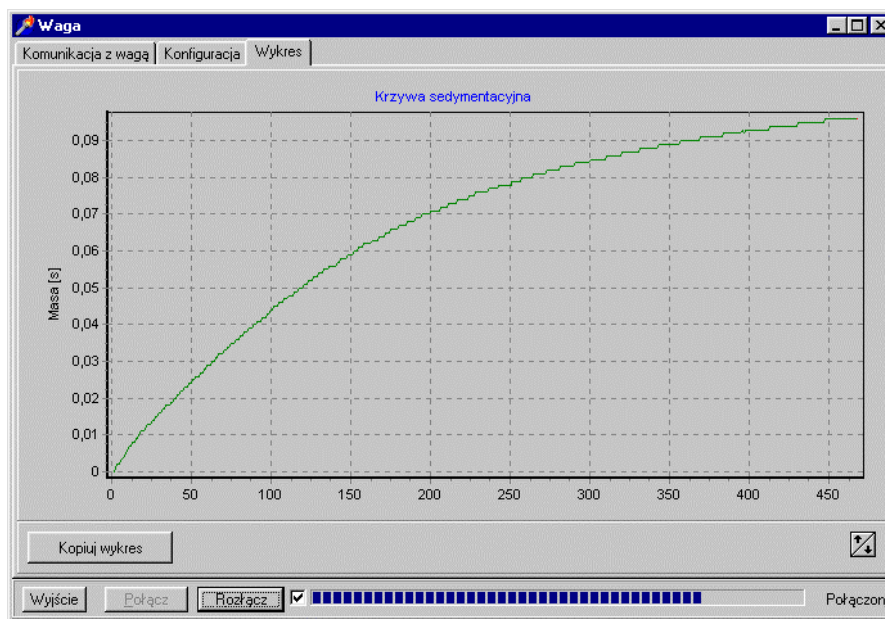
W zakładce tej umieszczone jest szereg kontrolerek umożliwiających kontrolę manualną współpracy z wagą.

W linii „Linia komunikacyjna” jest informacja odebrana z wagi, informacja ta jest kierowana również do podokienka „Odpowiedź wagi”, jeżeli odpowiedź zawiera wskazanie, wówczas wartość wskazania jest po przetworzeniu umieszczana w podokienku „Wskazania wagi”. W celu identyfikacji kolejnych wskazań są one numerowane kolejno i co dziesiąty opatrywane czasem pomiarów.

Kontrolki po prawej stronie tej zakładki służą do manualnej kontroli nad wagą:

- Opcje „Jednostki” pozwalają na wymuszenie podawania wskazań w wybranych jednostkach (niezależnie od wybranej jednostki program przelicza wskazania na mg),
- Klawisz „Dzwonek” powoduje wygenerowanie przez wagę krótkiego sygnału dźwiękowego – stosowany jest do sprawdzenia poprawności komunikacji,
- Klawisz „Tarowanie” pozwala na wyzerowanie wskazania wagi i ważenie przy założeniu bieżącej masy na wadze jako wskazania „0”,
- Klawisz „RESET” powoduje zerowanie wewnętrzne wagi,
- Klawisz „Podaj wagę” służy do odczytania aktualnego wskazania wagi,
- Klawisz „Otwórz/Zamknij drzwi” kontroluje stan drzwi przesuwanych wagi – w zastosowaniu wagi jako wagi sedymentacyjnej nie ma to żadnego znaczenia,
- Klawisz „Pomiary w trybie SIR” powoduje przestawienie wagi w tryb ciągłego podawania wskazań z maksymalną częstością, limitowaną szybkością łącza. W praktyce jest to ok. 4÷3 pomiary na sekundę.

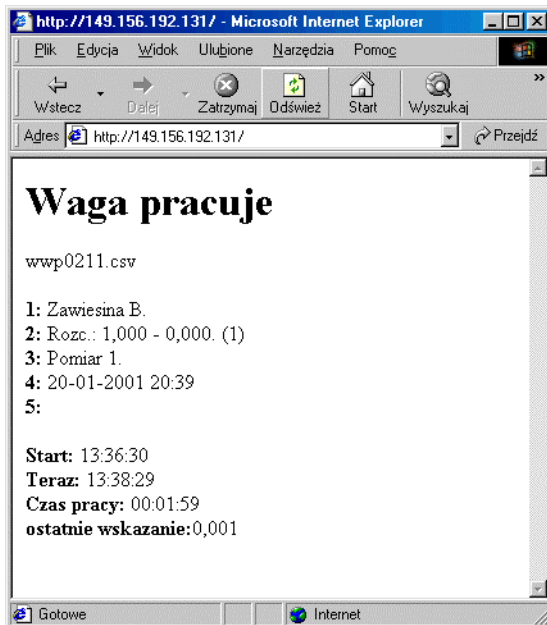
2.1.3.3. Zakładka WYKRES



Rys. 2.3. Zakładka „Wykres”

Jeżeli na zakładce KONFIGURACJA jest zaznaczona opcja „Rysuj wykres” wówczas na zakładce WYKRES są dynamicznie odwzorowywane wskazania wagi w funkcji czasu. Wykres ten można skopiować do schowka (w postaci grafiki wektorowej) w celu dalszej obróbki w zewnętrznych programach (np. edytorze grafiki lub tekstu).

2.1.3.4. Kontrola pracy wagi z okna przeglądarki WWW

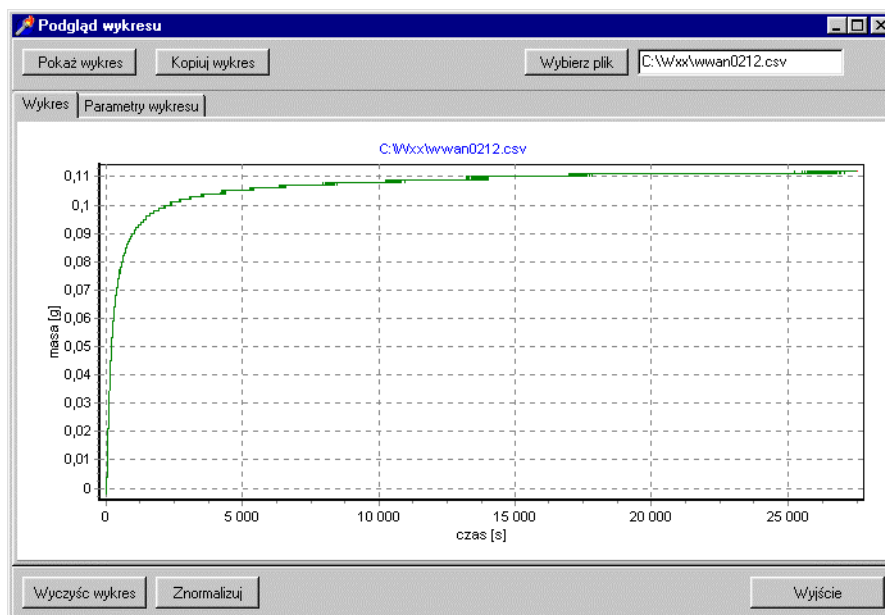


Rys. 2.4. Wygląd okna przeglądarki WWW z podglądem stanu wagi

Pomiar przy pomocy wagi sedymentacyjnej często jest pomiarem długotrwałym – czasy pomiarów mieszczą się w przedziale 2÷10 godzin. Pomiaru takie często są pomiarami nocnymi. Dlatego zaimplementowano w programie opcję sprawdzenia poprzez sieć WWW stanu wagi. Jeżeli na komputerze, na którym uruchomiono program WSB jest zainstalowany i skonfigurowany protokół TCP/IP, wówczas program obsługuje żądania przeglądarek WWW. Po wpisaniu adresu komputera, na którym uruchomiono program pomiarowy można kontrolować stan wagi.

2.1.3.5. Podgląd wykresów archiwalnych

Do przeglądania zarejestrowanych serii pomiarowych przeznaczony jest zewnętrzny program o nazwie SBView. Pozwala on na przeglądanie wybranego pliku z wynikami. Można również pokazywany w nim wykres znormalizować, czyli tak zreskalować, aby wielkości wskazań aby mieściły się w przedziale (0,1).



Rys. 2.5. Wygląd okienka podglądu wykresu

2.1.4. Wykonanie ćwiczenia

Pobierz próbkę zawiesiny od prowadzącego zajęcia. Wlej do naczynia pomiarowego wagi. Zmierz temperaturę. Uruchom program WSB. Zinterpretuj wyniki i oblicz parametry rozkładu wielkości ziaren zakładając, że mają one rozkład logarytmiczno-normalny.

2.1.5. Literatura

1. Kowalski W.P.: *Zastosowania uogólnionego rozkładu gamma w modelowaniu matematycznym procesu sedymentacji*. *Structural Acoustic and Mechanics for Environmental Protection'2000*, vol. IX, (2000) 165-168, ISBN 83-909641-3-9
2. Kowalski W.P., Banaś, M., Mięso R.: *Charakterystyki granulometryczne zawiesin o bardzo drobnych cząstkach fazy stałej*. Zesz. Nauk. Politechn. Białostockiej, Nauki Techniczne Nr 139, seria: Budowa i Eksploatacja Maszyn, z. 8, Białystok, 2001, 277-284, ISSN 0860-9292
3. Kowalski W. (1991c): *Sedimentation balance – interpretation method of information about particle composition*. Arch. Ochr. Środ., 1–2, 159–167 (Polish).