

# Instrukcja obsługi programu



## DERYPID

dla Windows 95 / 98 / NT / 2000 / XP / VISTA etc.

*FREEWARE*

### *Przedmowa\**

*Instrukcja ta opracowana została przez nasz Zakład w celu umożliwienia Wam właściwego wykorzystania programu “DERYPID” – zgodnie z jego przeznaczeniem. Zapoznanie z jej treścią personelu bezpośrednio zatrudnionego przy instalacji, uruchomieniu i eksploataowaniu programu to podstawowy obowiązek Zakładu otrzymującego program.*

*Dokładne wykonywanie wszystkich naszych zaleceń ujętych niniejszą instrukcją bezwzględnie wpłynie dodatnio na wskazania oraz żywotność programu.*

*Życzymy Wam jak najlepszej pracy na otrzymanym programie “DERYPID”.*

*Elektronika Jądrowa*

*Kraków*

\*Opracowana na podstawie “Przedmowy” do instrukcji obsługi twardościomierza “ŁUCZNIK” z 1961 roku produkcji Zakładów Metalowych im. Gen. Waltera w Radomiu

## Przeznaczenie

Program "DERYPID" przeznaczony jest do sterowania temperaturą pieca derywatografu oraz jednoczesnego odczytu i gromadzenia danych z pomiaru derywatograficznego. Jest niejako zespoleniem w jedno urządzenie komputerowego systemu akwizycji danych ze sterownikiem "PC-PID" autorstwa naszej firmy.

Główny cel przygotowania tego programu to wykonywanie eksperymentów derywatograficznych. Cel ten realizuje się przy pomocy poleceń zawartych w menu *Measurement*.

Innym zastosowaniem programu jest obróbka termiczna substratów – wystarczy odpowiednio ustawić aparaturę i zaprogramować przebiegi temperaturowe. Przydatne do tego polecenia zawiera menu *Measurement / Heating*.

## Porządek czynności

Przeprowadzenie typowego eksperymentu derywatograficznego składa się z następujących etapów:

1. włączenie aparatury ( komputer, derywatograf ) i odczekanie kilkadziesiąt minut na ustabilizowanie się wskazań termopar i wagi.
2. Odważenie badanej substancji i wyzerowanie wagi.
3. dobranie czułości wagi tak, by spodziewany ubytek masy spowodował przesunięcie się wagi o cały jej zakres
4. przemyślenie warunków eksperymentu i właściwe zaprogramowanie przebiegów temperatury, tj. reżimu pracy, prędkości narostów, temperatur końcowych, czasów wygrzewania w stałych temperaturach, częstości próbkowania sygnału derywatografu, itp.
5. uruchomienie pomiaru
6. dorywcza kontrola przebiegu eksperymentu ( wskazania temperatury, wielkość przesunięć wagi ) wraz z okresowym zapisywaniem zebranych danych na dysk
7. po skończonym pomiarze zapisanie zebranych danych
8. wyłączenie aparatury, schłodzenie pieca

## Cechy użytkowe programu

- zakres temperatur pieca **-30..+1500°C**
- zakres prędkości narostu / opadania temperatury **0.01 .. 50°C/min**
- zakres czasów wygrzewania **0 .. 10080 min ( 7 dób )**
- zakres nastaw parametrów PID
  - P : **0 .. 100 %/°C**
  - I : **1 .. 999 s**
  - D : **0 .. 240 s**
- pojemność bufora okrężnego na historię temperatury pieca **10000 punktów**
- okres zapamiętywania historii temperatury **>= 1 s**
- zapis do pliku kontrolnego pełnej historii temperatur pieca, setpointu i mocy grzania
- jednoczesne wykreślanie przebiegów temperatury pieca i setpointu w funkcji czasu
- powiększanie wykresu dla obejrzenia szczegółów przebiegu
- przeglądanie wykresów z użyciem ruchomego markera i wyświetlaniem wartości liczbowych w punkcie pomiarowym wskazywanym przez marker
- maks. ilość punktów pomiarowych **10000 punktów**
- zakres okresów próbkowania przebiegów derywatograficznych **1.. 60 s**
- maks. ilość segmentów narostu temperatury i wygrzewania **8**
- możliwość włączania i wyłączania próbkowania sygnałów DER ( TA, DTA, TG, DTG ) dla poszczególnych etapów narostu temperatury i wygrzewania
- możliwość zadawania różnych okresów próbkowania sygnałów DER dla poszczególnych etapów narostu temperatury i wygrzewania
- zapis danych pomiarowych do pliku w formacie ASCII
- możliwość wykreślania przebiegu sygnałów DER w funkcji czasu bądź temperatury próbki

- możliwość selektywnego wykreślania poszczególnych przebiegów TA, DTA, TG, DTG
- wydruk na drukarce systemowej wykresu sformatowanego wg dowolnych wymagań użytkownika
- zapis wykresu do pliku w formatach BMP, GIF, JPG
- możliwość prowadzenia jednoczesnego pomiaru i obrabiania innych danych wczytanych z pliku dyskowego
- wielorakie możliwości obróbki matematycznej wyników :
  - wygładzanie linii TG i DTA
  - całkowanie linii DTA
  - poziomowanie i justowanie linii DTA
- brak ograniczeń licencyjnych programu ( *freeware* )

## Zasada działania

Program DERYPID współpracuje z kartą pomiarową PCI-ICL7109 naszej firmy. Jest to karta 4-wejściowa z dokładnym, całkującym, 12-bitowym przetwornikiem A/C oraz z 8-ma wejściami i 8-ma wyjściami cyfrowymi w standardzie TTL. Do karty podpięty jest poczwórny wzmacniacz pomiarowy sygnałów TA, DTA, TG i termopary piecowej.

Tor pomiarowy ta służy do :

- pomiaru napięcia z termopary typu S w piecu (-0.23 .. +17 mV )
- pomiaru napięcia z termopary typu S sygnału TA (-0.23 .. +17 mV )
- pomiaru napięcia z termopar różnicowych typu S sygnału DTA ( +0.23 mV )
- pomiaru napięcia z czujnika przesunięć wagi ( 0 .. +0.5 mV )
- wysyłania do tyrystorowego, fazowego regulatora wartości mocy grzewczej pieca ( 0..+5V )

Program DERYPID składa się z 3 modułów :

1. moduł akwizycji danych z derywatografu
2. moduł regulacji temperatury wg algorytmu PID
3. moduł koordynujący pracę modułów 1 i 2

Moduł akwizycji bez przerwy odczytuje i wyświetla wartości napięć z termopar pieca, TA, DTA i czujnika przesunięć wagi TG. Pozwala to m.in. śledzić i korygować położenie wagi oraz stopień wychłodzenia pieca jeszcze przed uruchomieniem pomiaru. Podczas pomiaru dane z modułu akwizycji są zapamiętywane przez moduł koordynujący w tablicy danych pomiarowych.

Moduł regulacji temperatury wylicza niezbędną moc grzewczą w taki sposób, by temperatura pieca ( *Temp* ) była jak najbardziej zbliżona do temperatury zadanej ( *Setpoint* ). Wyliczenia są przeprowadzane wg algorytmu PID.

Wyliczona moc grzania o zakresie 0 .. 100% wysyłana jest do tyrystorowego, fazowego regulatora mocy jako napięcie analogowe o zakresie 0..+5V.

Moduł koordynujący na podstawie zaprogramowanego przez użytkownika algorytmu pomiarowego wyznacza przebiegi czasowe temperatury zadanej i co 4 sekundy wysyła wyliczoną wartość *setpointu* do modułu regulacji, a także włącza i wyłącza gromadzenie danych z derywatografu.

Dane z pomiaru gromadzone są w wydzielonym obszarze pamięci komputera zwanym *buforem*. Dane wykreślane na wykresie znajdują się w innym obszarze pamięci zwanym *tablicą danych*. Dane do *tablicy danych* można wczytać z pliku dyskowego albo skopiować z *bufora*. Takie rozwiązanie pozwala jednocześnie prowadzić pomiar ( dane idą do *bufora* ) i obrabiać *off-line* dane z innych pomiarów, wczytanych do *tablicy danych* z plików dyskowych.

## Instalacja programu

Program w postaci zestawu plików :

```
DERYPID.EXE
zlportio.sys
manual_deripid.PDF
```

kopiuje się do dowolnego katalogu na dysku komputera. Następnie należy utworzyć na pulpicie skrót do

DERYPID.EXE i ustawić we “Właściwościach” domyślny katalog roboczy, w którym będą przechowywane pliki danych wejściowych i wyjściowych.

## Obsługa programu

Program obsługuje się wybierając z menu potrzebne opcje myszką lub klawiaturą. Każda opcja ma tzw. “gorący klawisz”, który w połączeniu z klawiszem *ALT* szybko uruchamia żadaną akcję. Niektóre opcje w podmenu są zaznaczone **pogrubioną czcionką**. Są to tzw. “opcje domyślne”. Po szybkim, dwukrotnym kliknięciu w opcję z menu nadrzędnego zostanie z podmenu wybrana opcja domyślna. Przyspiesza to znacznie dostęp do częściej używanych funkcji programu.

Jeszcze szybszy dostęp do najpotrzebniejszych funkcji zapewniają “skróty klawiszowe”, czyli jednoczesne wciśnięcie klawisz *CTRL* i odpowiedniej litery. Można tak m.in. szybko zapisać na dysk dane pomiarowe ( *CTRL + S* ), włączyć na wykresie przebieg temperatury pieca ( *CTRL + P* ), itp.

Po uruchomieniu programu rozpoczyna się nieustanny odczyt danych z derywatografu oraz zapamiętywanie historii temperatury wraz z rysowaniem wykresu temperatury w funkcji czasu. Dla prawidłowego działania algorytmu PID konieczna jest znajomość ostatnich 4-ech wartości temperatury, toteż program nie od razu jest gotowy do pracy, co zaznacza się nieaktywnością niektórych opcji w menu.

### 1. *File --> List History* - wyświetlenie wartości liczbowych historii termicznej

Otwiera się okienko edytora tekstu, a w nim wyświetla się zawartość pliku z historią termiczną układu. Danych nie można zmieniać, można je tylko przeglądać.

Każde uruchomienie programu DERYPID powoduje utworzenie pliku HISTORY.DAT, a w nim w 4 kolumnach cyklicznie zapisywane są następujące parametry :

1. czas [s]
2. setpoint [°C]
3. temperatura pieca [°C]
4. moc grzania [%]

Prócz tego pierwsza i ostatnia linia w pliku zawierają odpowiednio czas uruchomienia i czas zakończenia działania programu DERYPID :

```
Start :      Śr.      29-09-2008      10:12:24
          4.00      22.32      22.32      0.0
          8.00      22.33      22.33      0.0
          12.00     22.31      22.31      0.0
          .....
          96.16     30.51      22.31      4.5
          100.16    31.18      22.31      5.0
          104.16    31.85      22.33      5.5
          108.16    32.51      22.29      6.5
Finish :      Śr.      29-09-2008      10:14:23
```

Poprzednie pliki historii są przemianowywane wg następującego schematu :

```
HISTORY.DAT --> HISTORY0.DAT
HISTORY0.DAT --> HISTORY1.DAT
HISTORY1.DAT --> HISTORY2.DAT
HISTORY2.DAT --> HISTORY3.DAT
HISTORY3.DAT --> HISTORY4.DAT
HISTORY4.DAT --> HISTORY5.DAT
HISTORY5.DAT --> HISTORY6.DAT
HISTORY6.DAT --> HISTORY7.DAT
HISTORY7.DAT --> HISTORY8.DAT
HISTORY8.DAT --> HISTORY9.DAT
HISTORY9.DAT --> usuwany z dysku
```

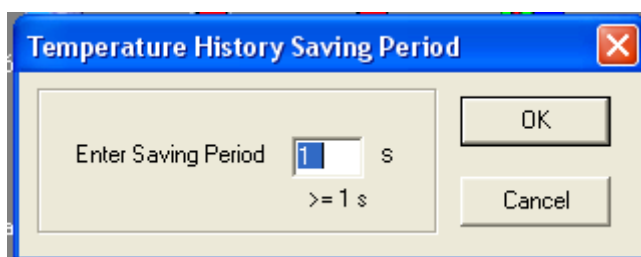
Dzięki temu użytkownik przez długi czas ma szansę skopiować interesujący go plik do archiwum.

Start	Cz.	30-10-2008	11:40:06
4.05	25.47	25.47	0.0
9.05	25.47	25.47	0.0
14.05	25.47	25.47	0.0
19.05	25.47	25.47	0.0
24.05	25.47	25.47	0.0
29.05	25.81	25.47	0.0
34.05	26.64	25.47	0.0
39.05	27.47	25.47	0.0
44.05	28.31	25.47	0.5
49.05	29.14	26.19	0.0
54.05	29.97	26.90	0.0
59.05	30.81	27.62	0.0
64.05	31.64	27.62	0.5
69.05	32.47	28.33	0.5
74.05	33.31	28.33	0.0
79.22	34.17	27.62	1.5
84.22	35.00	27.62	5.0
89.22	35.84	27.62	6.5
94.22	36.67	26.90	9.5
99.22	37.50	26.90	11.5
104.24	38.34	26.90	11.0
109.25	26.19	26.19	14.5
114.25	26.19	26.19	14.5
119.25	26.19	26.19	14.5

Row : 1      Column : 1

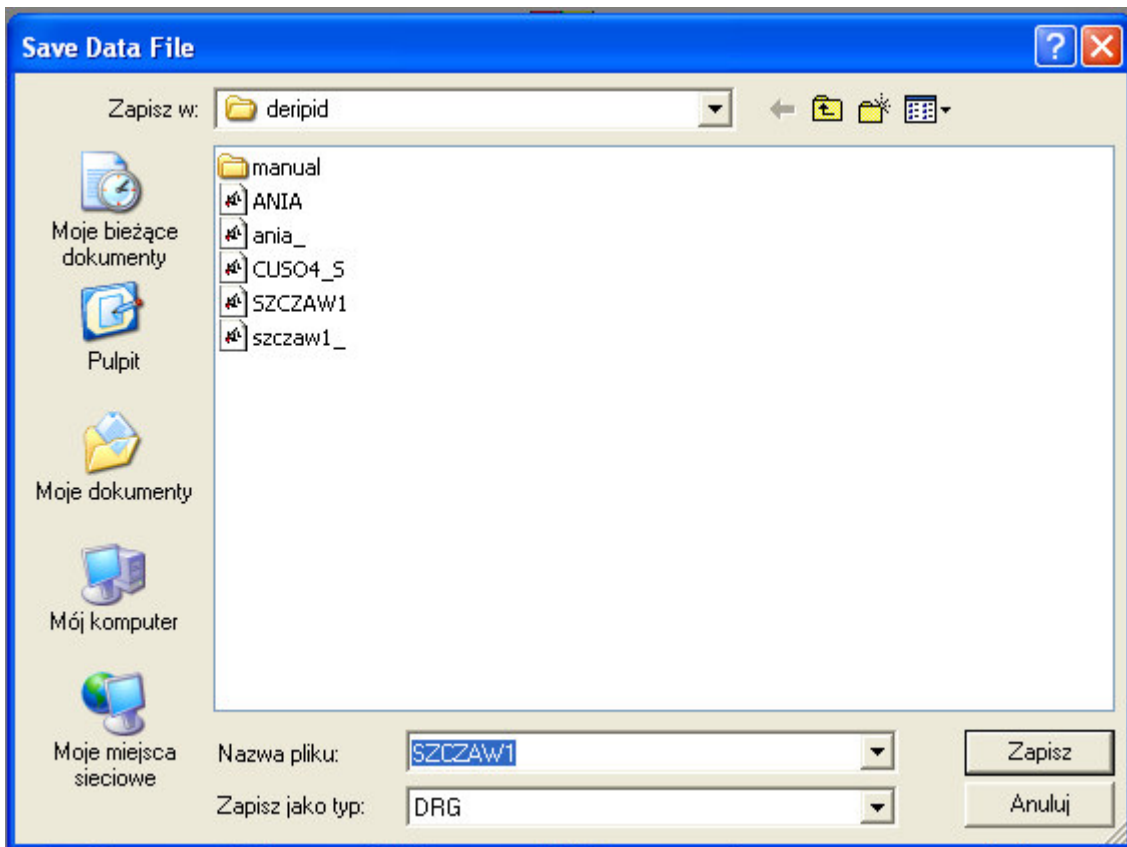
2. *File--> Saving period* - wybór okresu zapisywania historii termicznej

Użytkownik może określić, co ile sekund do pliku historii termicznej HISTORY.DAT mają być dopisywane nowe dane. Najkrótszy okres to 1 sekunda.



3. *File--> Save Data As* - zapis danych pomiarowych na dysk do pliku o wybranej nazwie

Pojawia się standardowe okienko windowsowe do wyboru nazwy pliku, dysku i katalogu, w którym ma zostać zapisany plik z danymi pomiarowymi DERYPID.

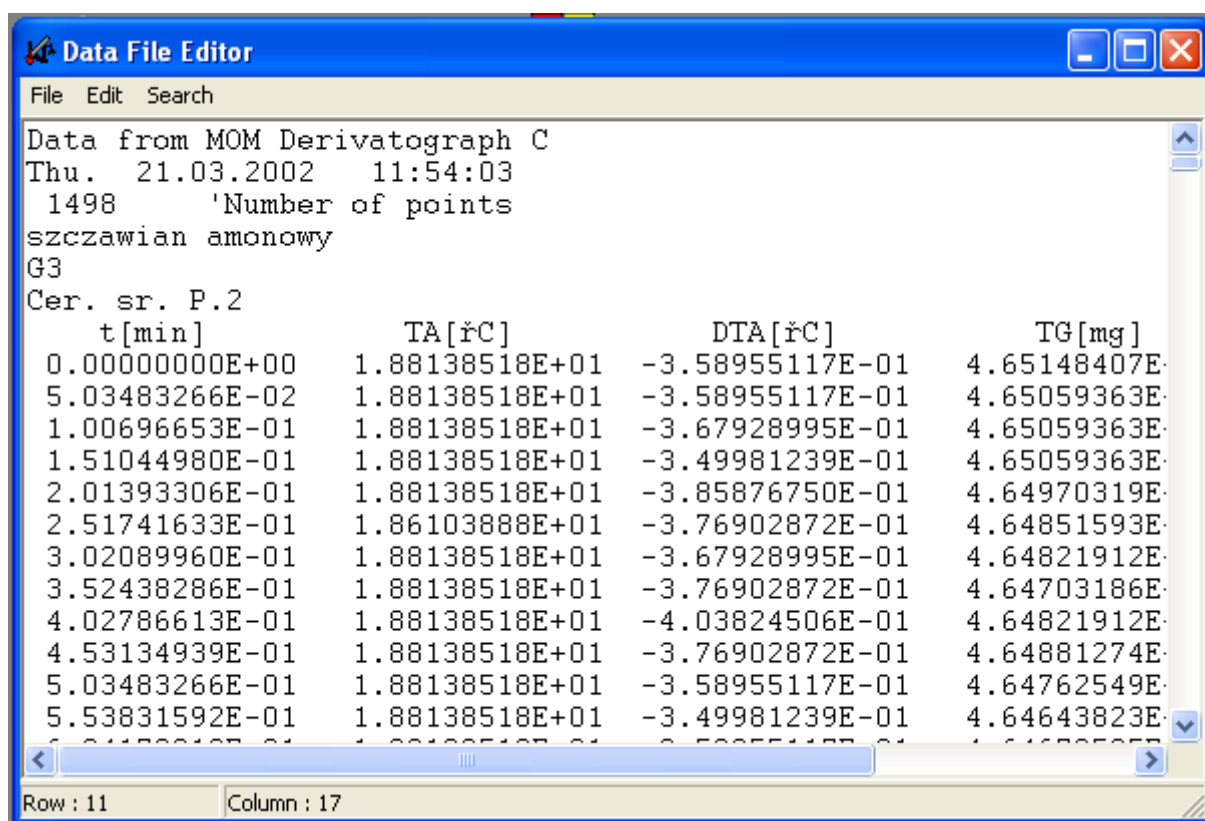


4. File--> Save Data *Ctrl+S* - zapis danych pomiarowych do pliku na dysk

Dane pomiarowe są zapisywane do pliku, którego nazwa i miejsce w strukturze dysków i katalogów zostało zdefiniowane w opcji File--> Save Meas As. Skrót klawiszowy *Ctrl+S* pozwala rozpocząć tę operację bardzo szybko.

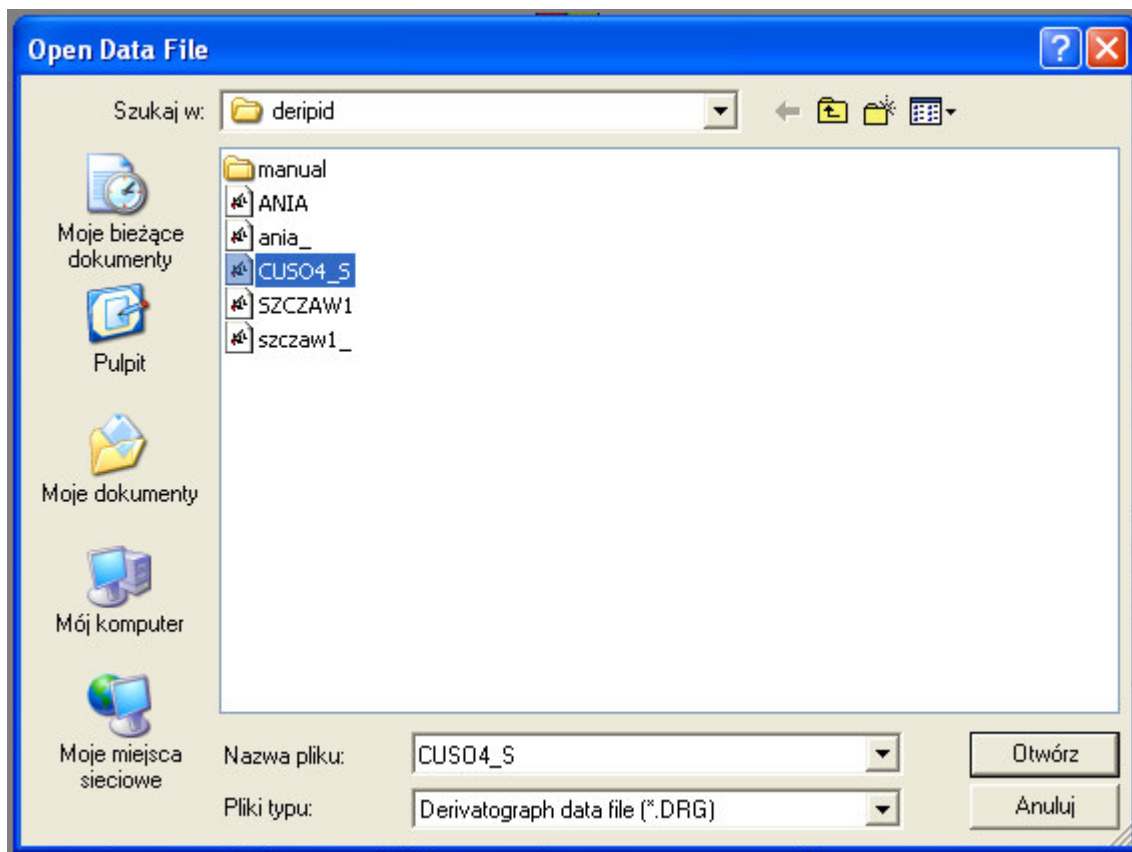
5. File--> Edit Data - wyświetlenie zawartości pliku z danymi pomiarowymi

Otwiera się okienko edytora tekstu, a w nim wyświetla się zawartość pliku z danymi pomiarowymi. Dane można zmieniać i zapisywać zmienione na dysk. Jest to czasem konieczne, gdy usuwamy jakieś błędne odczyty.



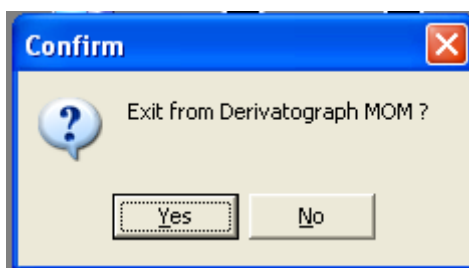
6. File --> Load Data - załadowanie danych z pliku dyskowego


Pojawia się standardowe okienko windowsowe do wyboru nazwy pliku, dysku i katalogu, z którego ma zostać wczytany plik z danymi pomiarowymi DERYPID.

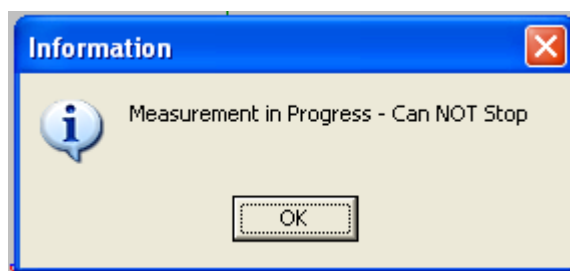


6. File--> Exit - zakończenie pracy programu DERYPID

Program zakończy pracę, gdy użytkownik potwierdzi swą wolę klikając w guzik "Yes"



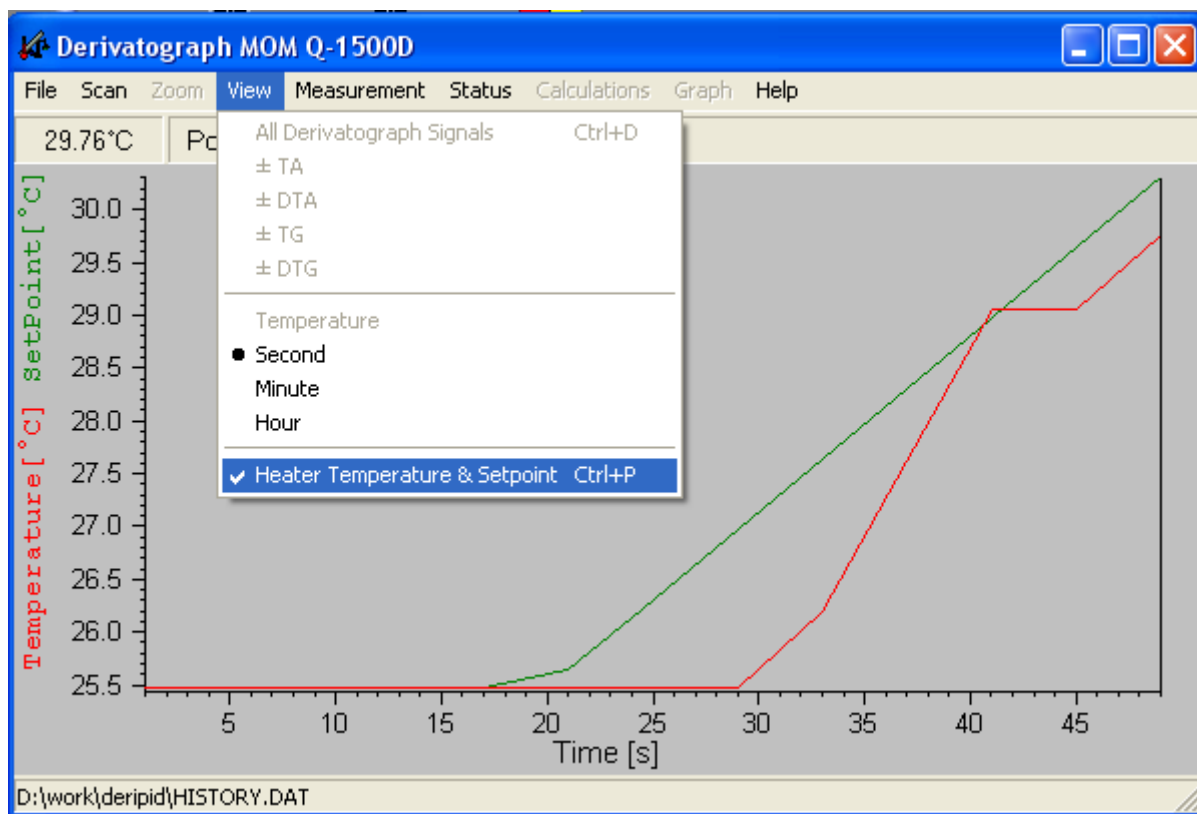
Jeśli trwa pomiar, to opcja File--> Exit jest zablokowana. Próba zakończenia pracy przez naciśnięcie klawiszy Alt + F4 lub ikonki  skutkuje wyświetleniem komunikatu :



7. View --> Heater Temperature & Setpoint Ctrl+P - wykreślanie historii termicznej układu

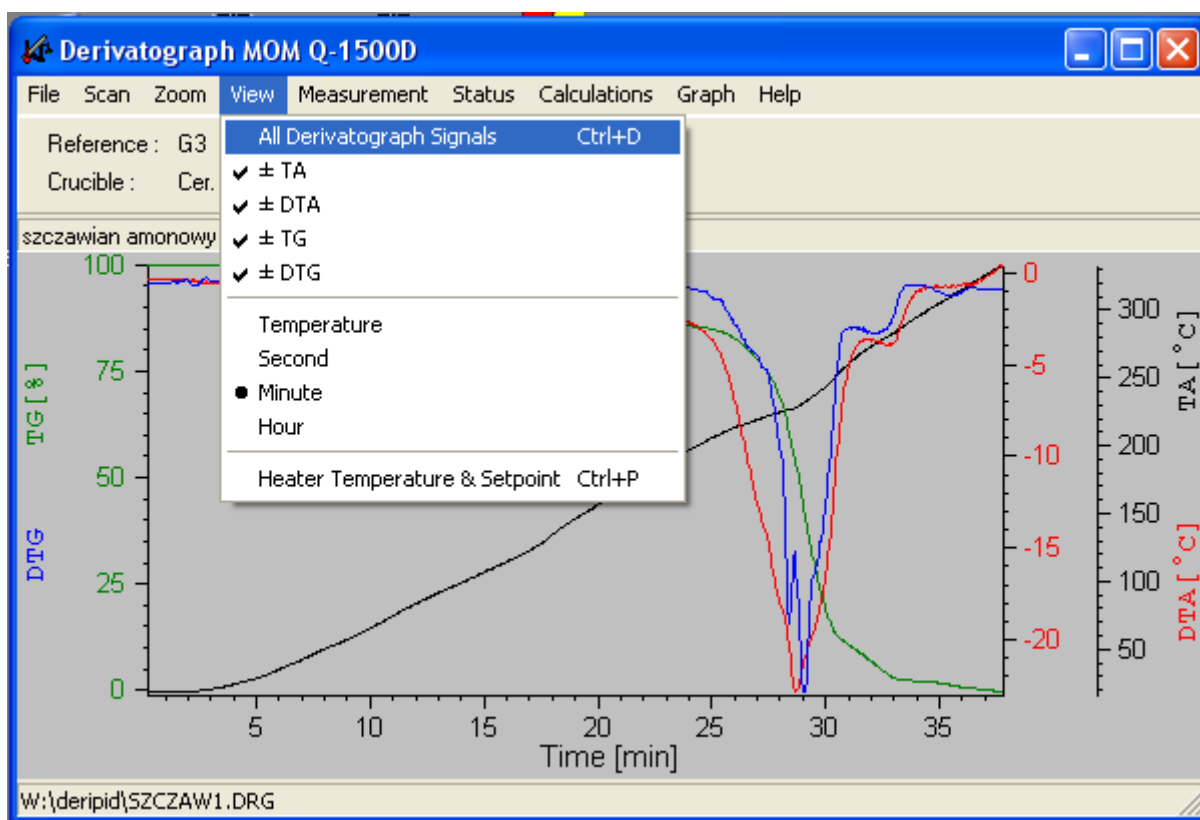
Jest to podstawowy tryb pracy programu pozwalający śledzić na bieżąco zachowanie się układu grzewczego, dobierać parametry PID i oceniać poprawność ich doboru. Punkty na wykresie są

dorysowywane co 4 sekundy i mieści się ich nie więcej niż 10000. Korzystając z opcji Zoom --> Select można odciąć część punktów początkowych i wykreślać resztę na całej szerokości wykresu.



8. View --> All Derivatograph Signals Ctrl+D - wykreślanie danych pomiarowych w funkcji czasu

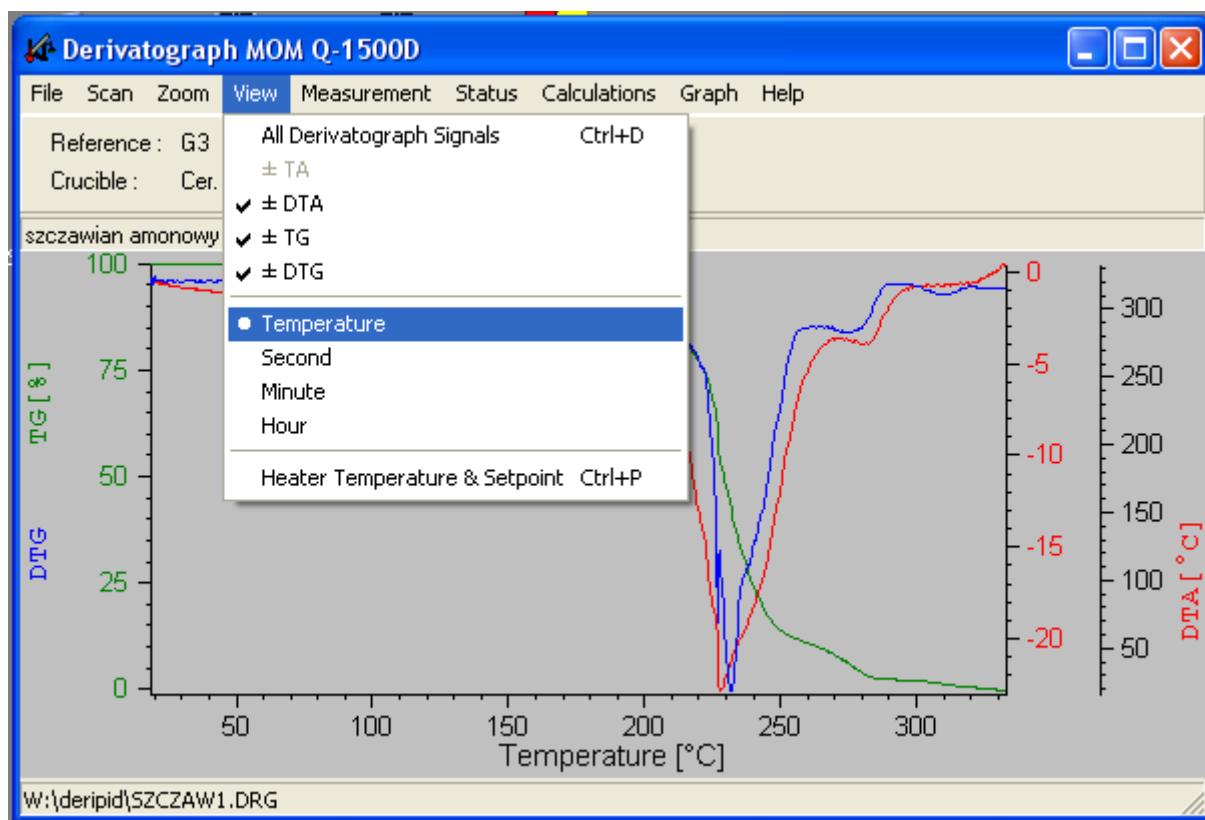
Po uruchomieniu pomiaru z derywatografu można w tym trybie obejrzeć wykres zbieranych danych pomiarowych. Korzystając z opcji Zoom --> Select można wyciąć część punktów i wykreślać je na całej szerokości wykresu.





9. View --> Temperature - wykreślanie danych pomiarowych w funkcji temperatury próbki

W tym trybie pracy można łatwo określić położenia charakterystycznych punktów derywatograficznych w dziedzinie temperatury próbki. Dla wytrawnego eksperymentatora od razu staje się jasne, czy pomiar idzie prawidłowo, a wyniki są zbliżone do spodziewanych.



10. View --> Second  
--> Minute  
--> Hour - wybór jednostek czasu na osi poziomej wykresu

11. View --> ± TA  
--> ± DTA  
--> ± TG  
--> ± DTG - włączenie lub wyłączenie rysowania danego przebiegu na wykresie

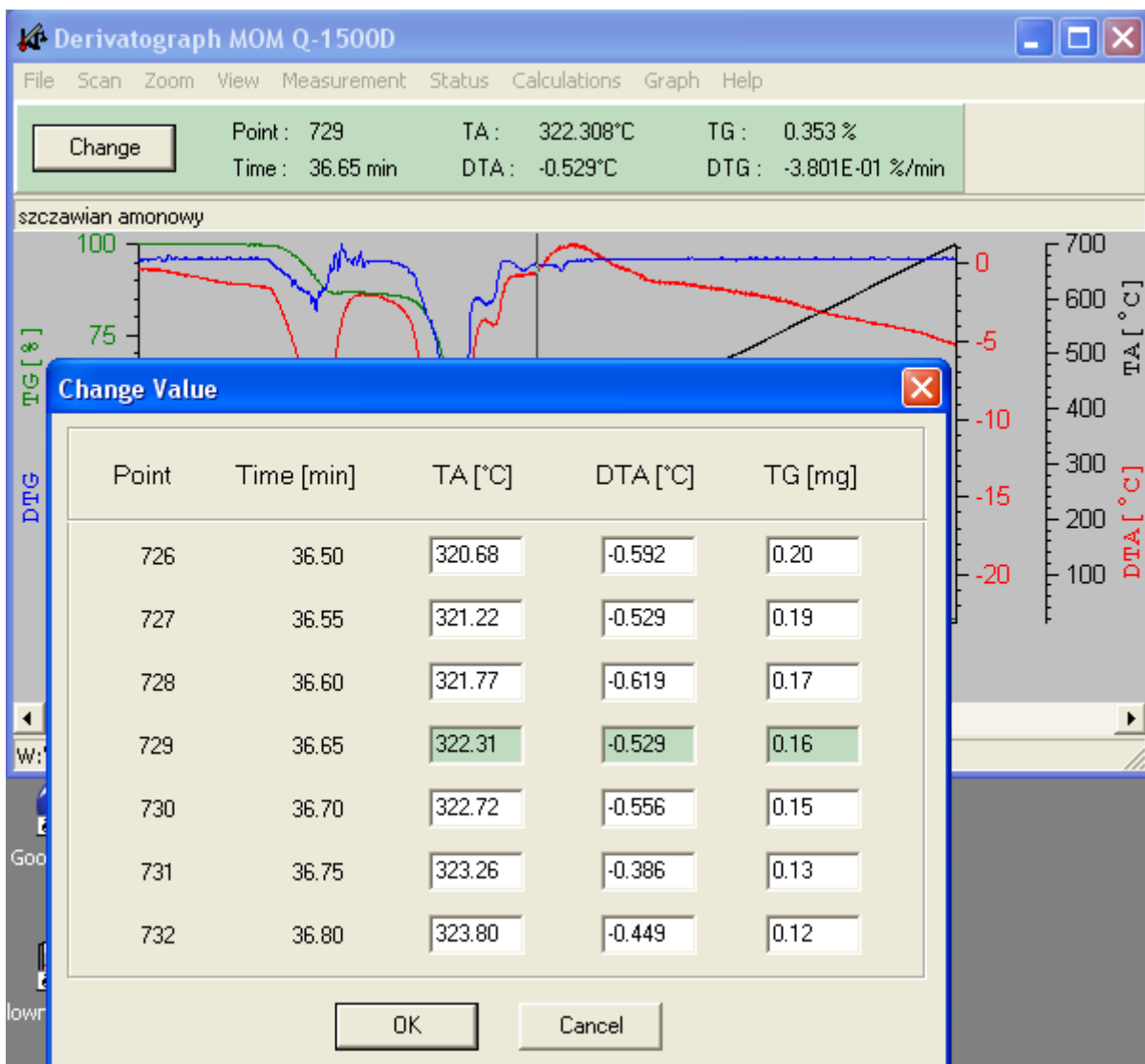
12. Scan - przeglądanie wykresu

Na wykresie pojawia się ruchomy marker przemieszczany suwakiem na dole okienka. Na zielonym tle paska statusu wyświetlane są współrzędne punktu pomiarowego wskazywanego przez marker. Współrzędne te zależą od rodzaju skanowanego wykresu.

Dla wykresu temperatury i setpointu w funkcji czasu są to : numer punktu, czas, temperatura pieca, setpoint.

Dla wykresu danych pomiarowych są to : numer punktu, czas, TA, DTA, TG, DTG.

Podczas przeglądania danych pomiarowych można łatwo poprawić wartości liczbowe danych w poszczególnych punktach : ustawia się marker w zadanym punkcie i naciska guzik *Change*. Wyświetla się wtedy okienko z wartościami liczbowymi, które zmieniamy i zatwierdzamy guzikiem *OK*.

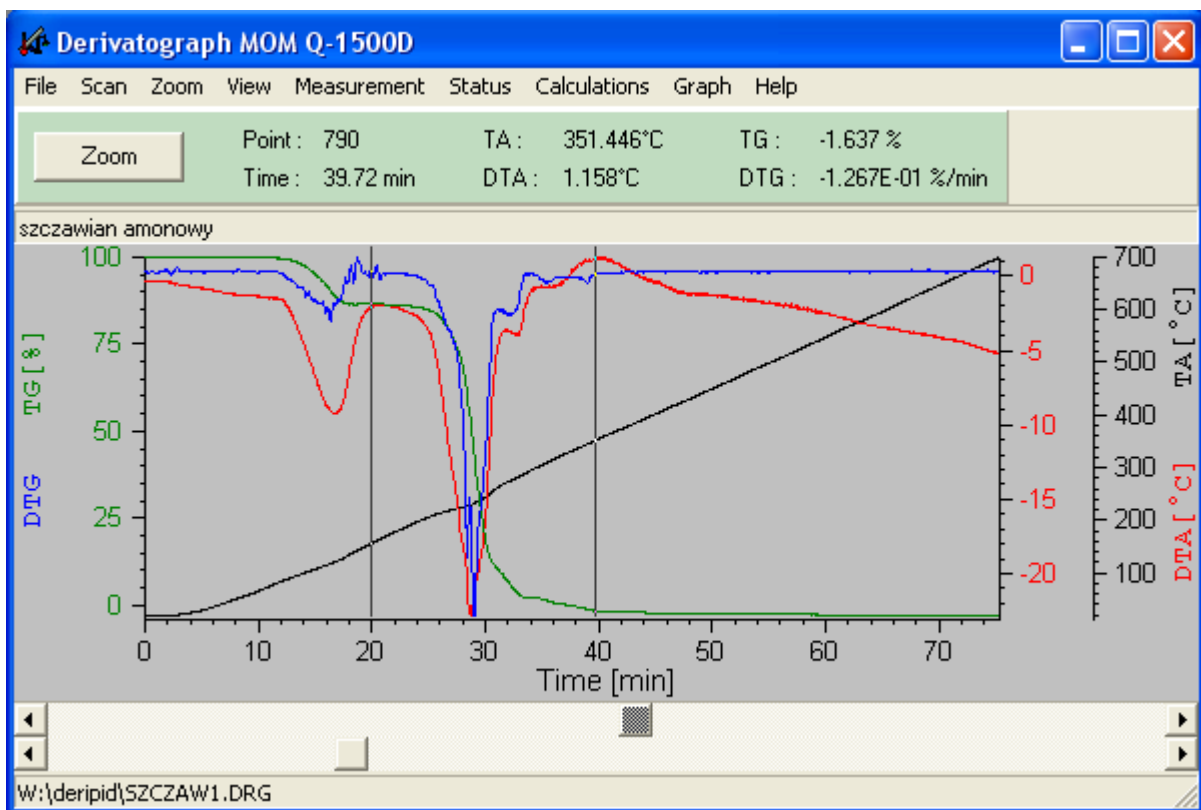


13. Zoom --> Sector - powiększanie wybranego fragmentu widma

Zależnie od rodzaju oglądanych danych (Temperatura i Setpoint albo Dane Derywograficzne) na wykresie pojawia się jeden albo dwa pionowe, ruchome markery przemieszczane suwakami na dole okienka. Należy tak ustawić markery, by interesujący fragment wykresu znalazł się na prawo od markera (Temp. i Setpoint) albo między markerami (Dane Deryw.) i nacisnąć guzik "Zoom". Wybrany fragment zostanie narysowany na całym obszarze wykresu. Operację można powtarzać wycinając coraz mniejszy kawałek wykresu.

14. Zoom --> All - powrót do wykreślenia całego widma

Jest to operacja przywracająca wgląd na całość widma i pozwalająca wybierać inny fragment do powiększeń.



16. Calculations --> Smooth TG - wygładzanie przebiegu TG

Dane TG są wygładzane, a dane DTG liczone na nowo od wygładzonego przebiegu. Operacja bardzo poprawia wygląd krzywej. Można ją wykonywać wiele razy.

17. Calculations --> UndoTG Process - anulowanie wygładzania przebiegu TG

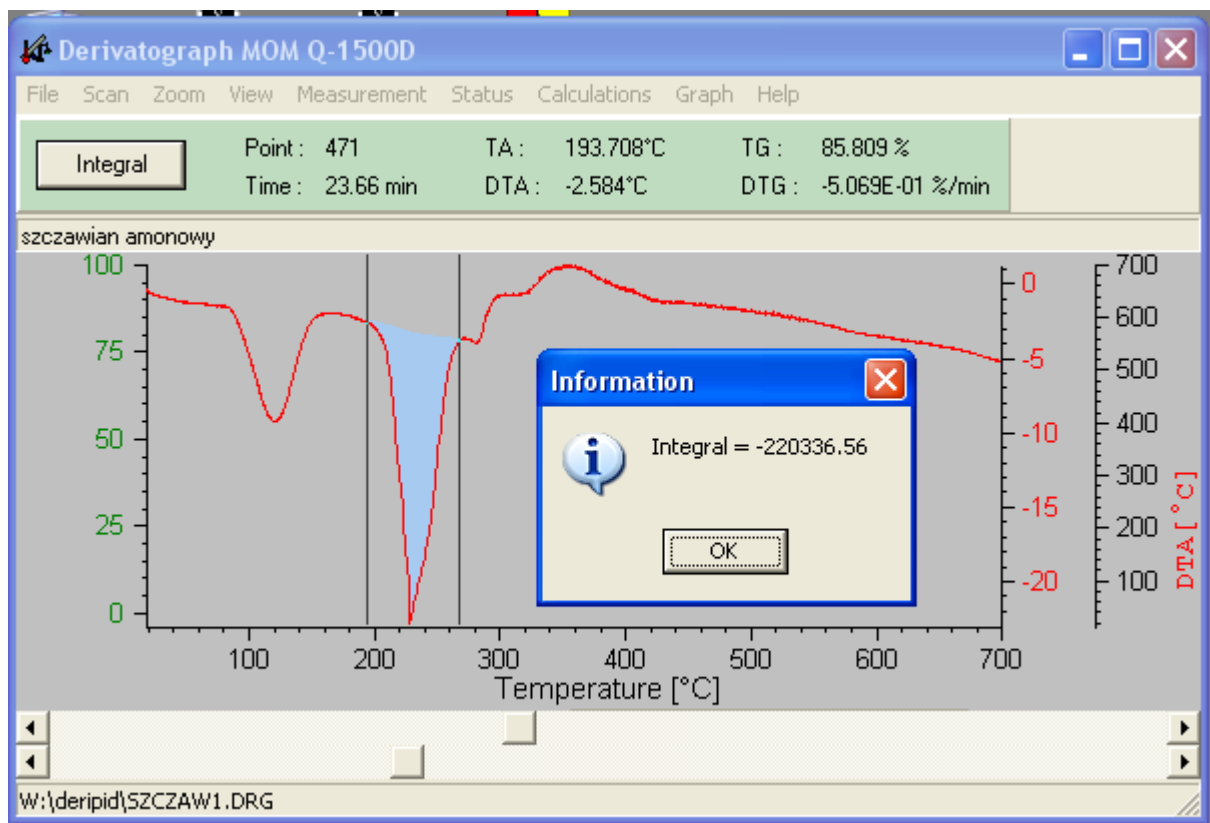
Dane TG powracają do postaci, w jakiej zostały wczytane z dysku bądź z bufora pomiarowego

18. Calculations --> Smooth DTA - wygładzanie przebiegu DTA

Dane DTA są wygładzane. Operacja bardzo poprawia wygląd krzywej. Można ją wykonywać wiele razy.

19. Calculations --> Integ DTA - całkowanie pików DTA

W prosty sposób można obliczyć powierzchnię pików DTA przez scałkowanie go metodą trapezów. Na wykresie pojawiają się dwa markery, które ustawiamy suwakami na dole okienka w pozycjach odpowiadających granicom całkowania pików. Potem naciskamy guzik *Integral* i odczytujemy wyliczoną wartość całki. Jednostkami powierzchni są [°C\*s]. Tę wartość można potem przeliczyć na jednostki energii, o ile wykonało się kalibrację derywatografu i zna się odpowiednie współczynniki.



20. Calculations --> Align DTA - likwidacja płynięcia linii DTA

Pomiędzy skrajnymi punktami przebiegu DTA rysowana jest linia prosta obrazująca stopień płynięcia linii DTA w funkcji temperatury. Użytkownik jest pytany, czy wypoziomować tę linię wraz z wykresem DTA. Jeśli odpowie twierdząco, przebieg DTA jest poziomowany.

21. Calculations --> Level DTA - likwidacja garbów przebiegu DTA

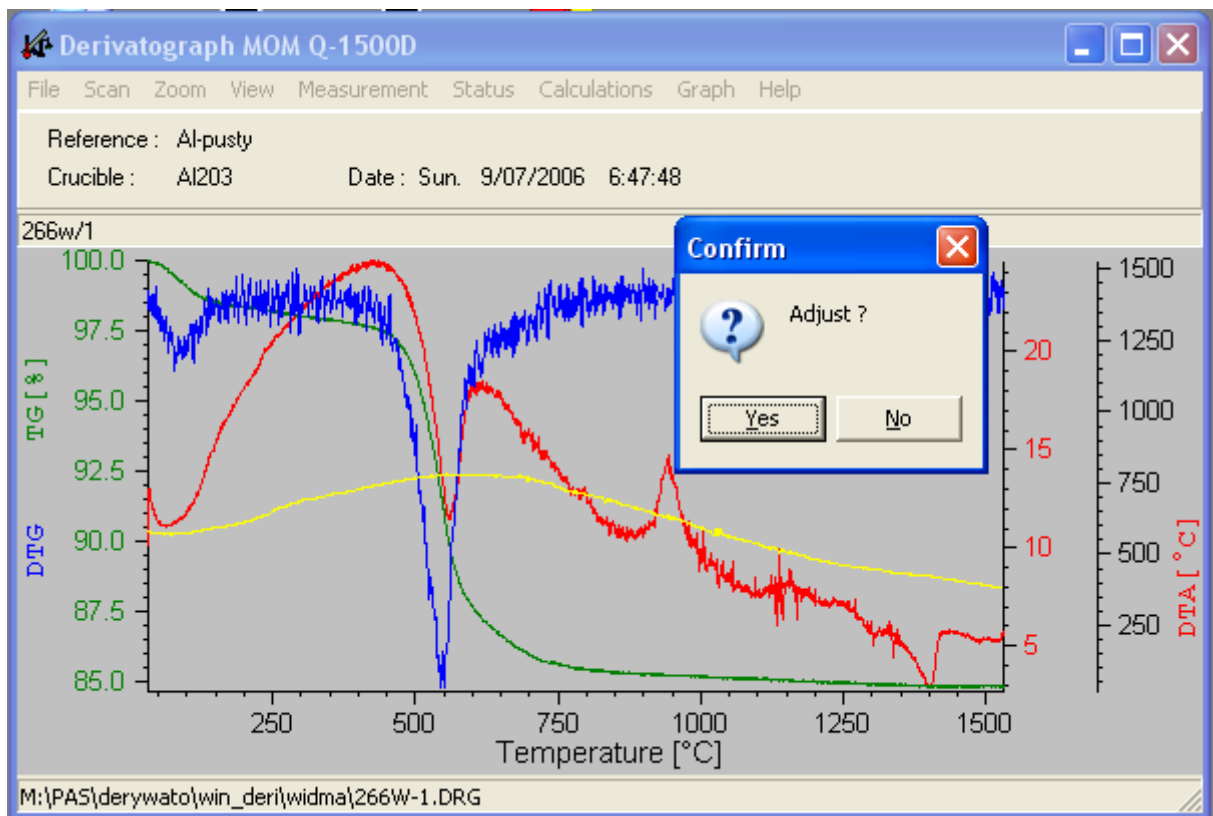
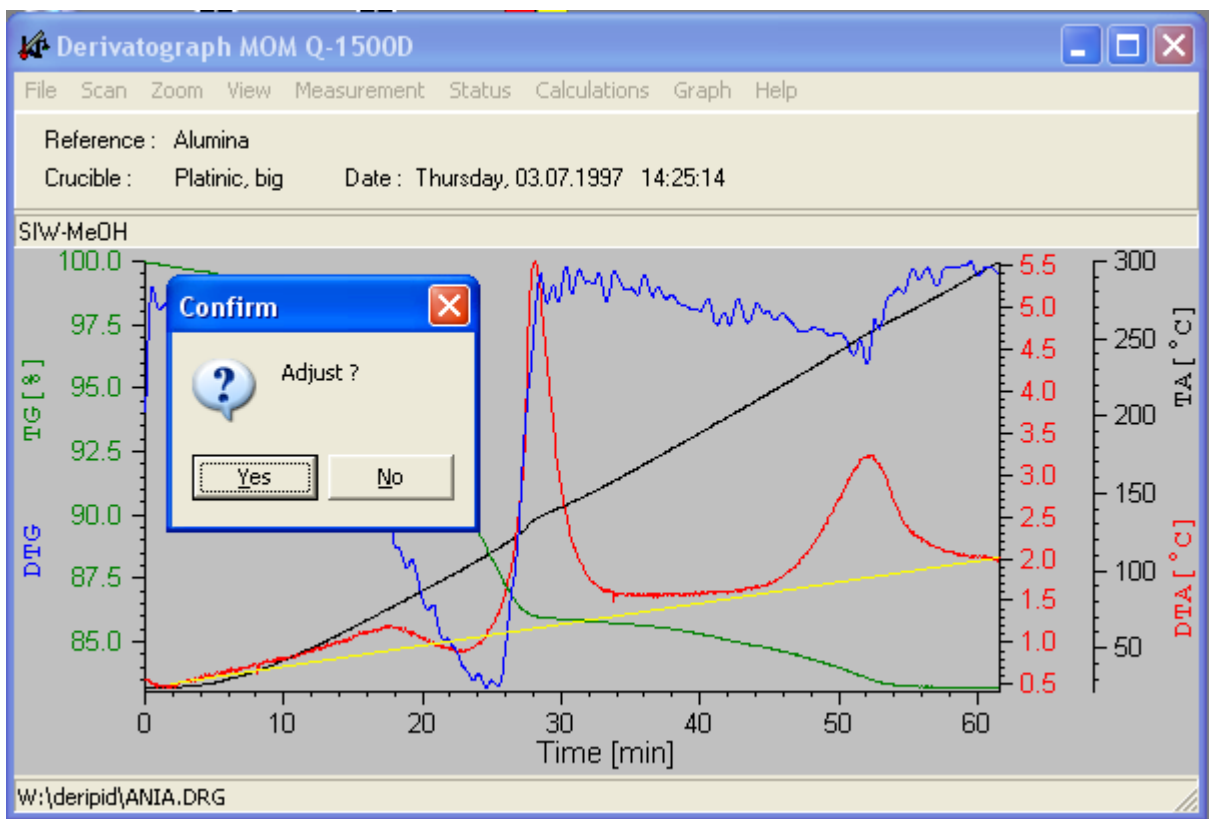
Nawet podczas pomiarów na pustych tyglach linia DTA wykazuje odchylenia od idealnie poziomego przebiegu. Może to być płynięcie linii w jednym kierunku, co jest łatwe do skorygowania przez Calculations --> Align DTA lub mogą to być wybrzuszenia podobne pików pochodzących od badanych próbek. Polecenie Calculations --> Level DTA usuwa te garby.

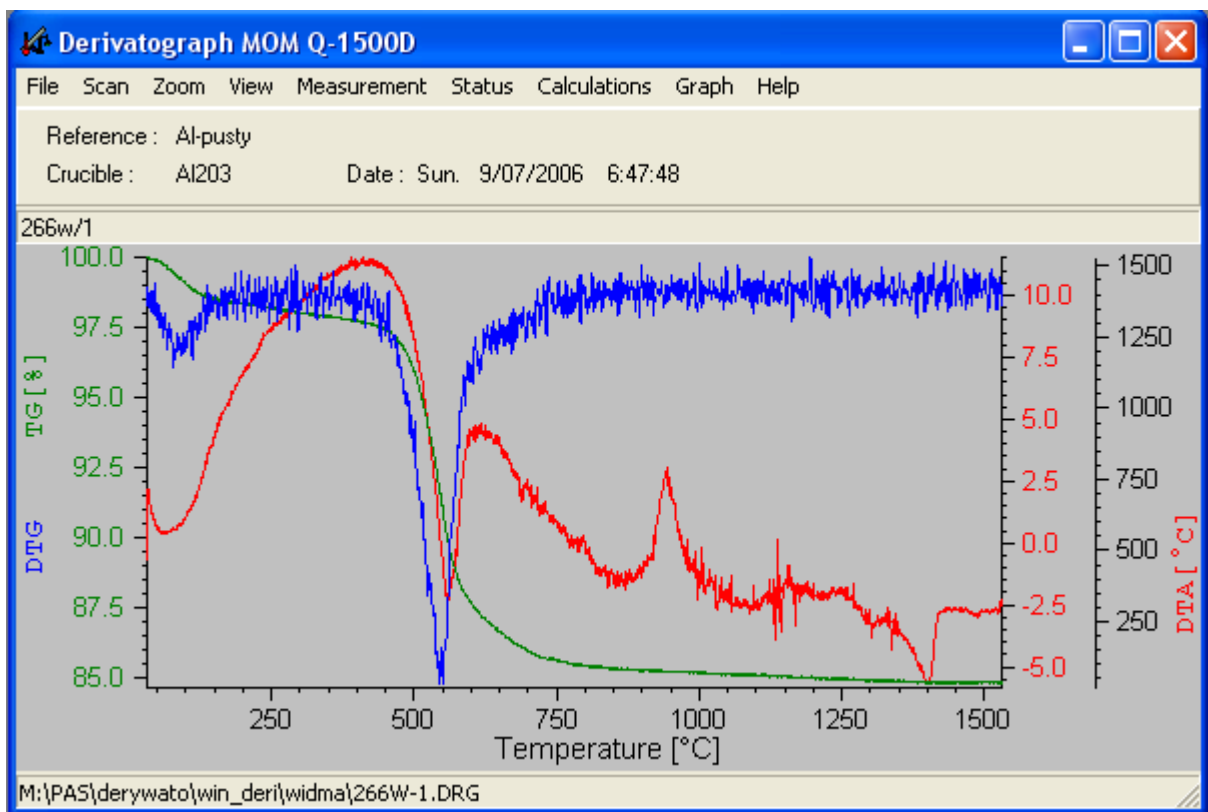
Aby go użyć należy :

- przeprowadzić pomiar na pustych tyglach i zapisać dane do pliku.
  - przeprowadzić pomiar badanej próbki
  - wybrać z menu polecenie Calculations --> Level DTA
  - wybrać z listy plików ten, w którym są dane z pomiaru na pustych tyglach
- ocenić efekt odjęcia od linii DTA próbki linii DTA pustych tygli.

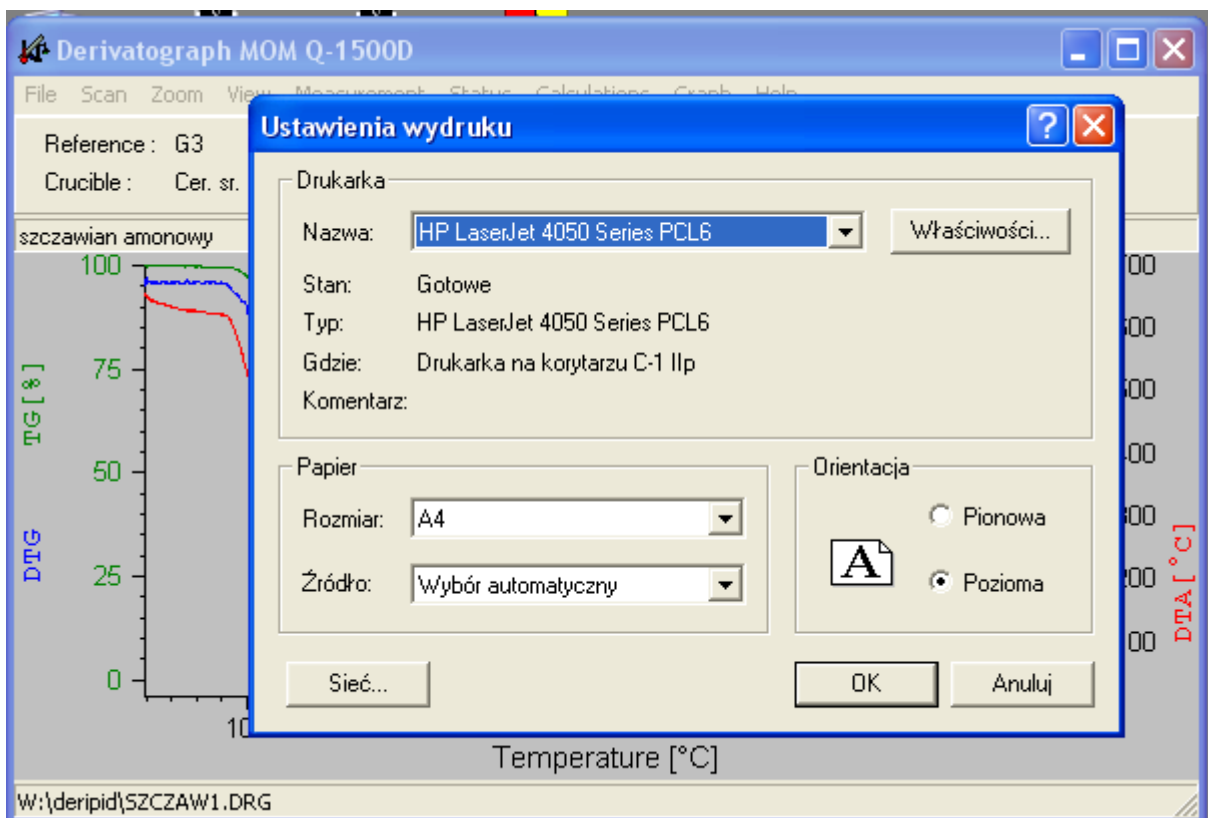
22. Calculations --> Undo DTA Processing - anulowanie przekształceń przebiegu DTA

Dane DTA powracają do postaci, w jakiej zostały wczytane z dysku bądź z bufora pomiarowego



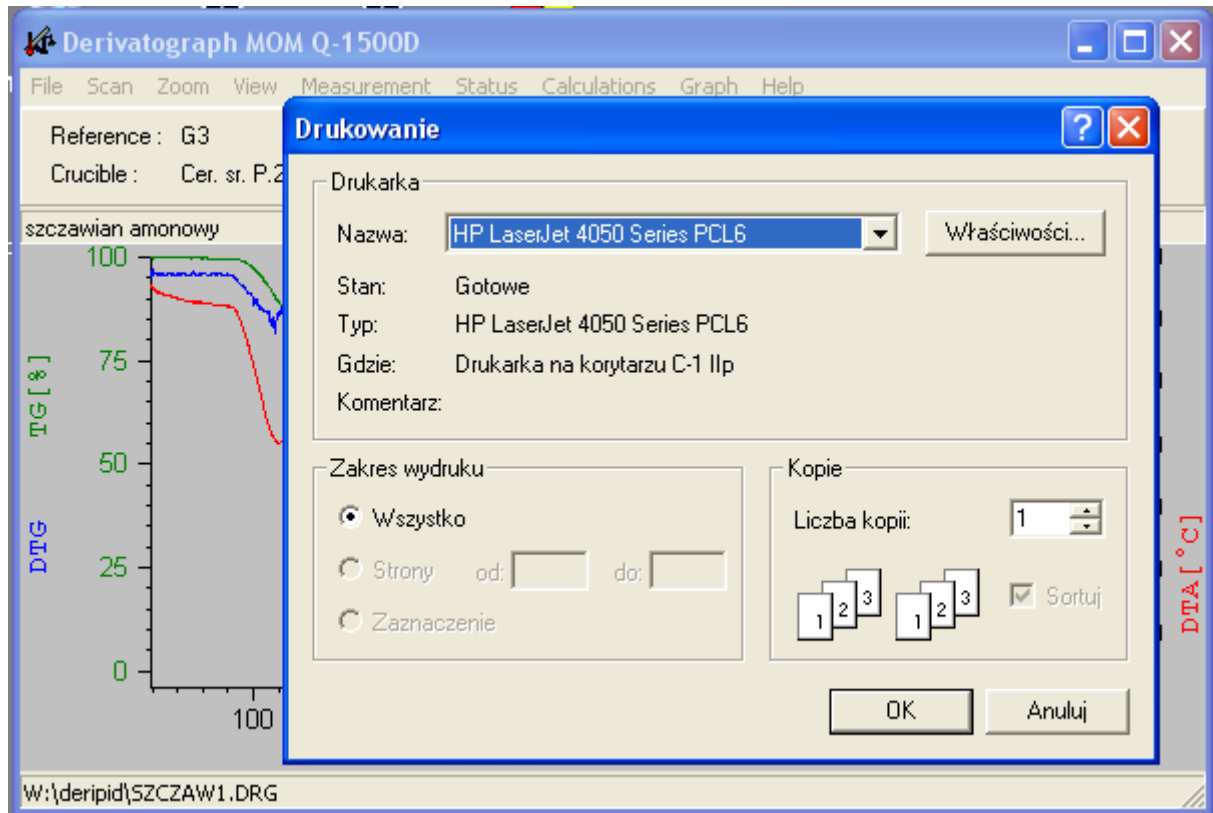


23. Graph --> Printer Setup - wybór i ustawienie parametrów drukarki systemowej



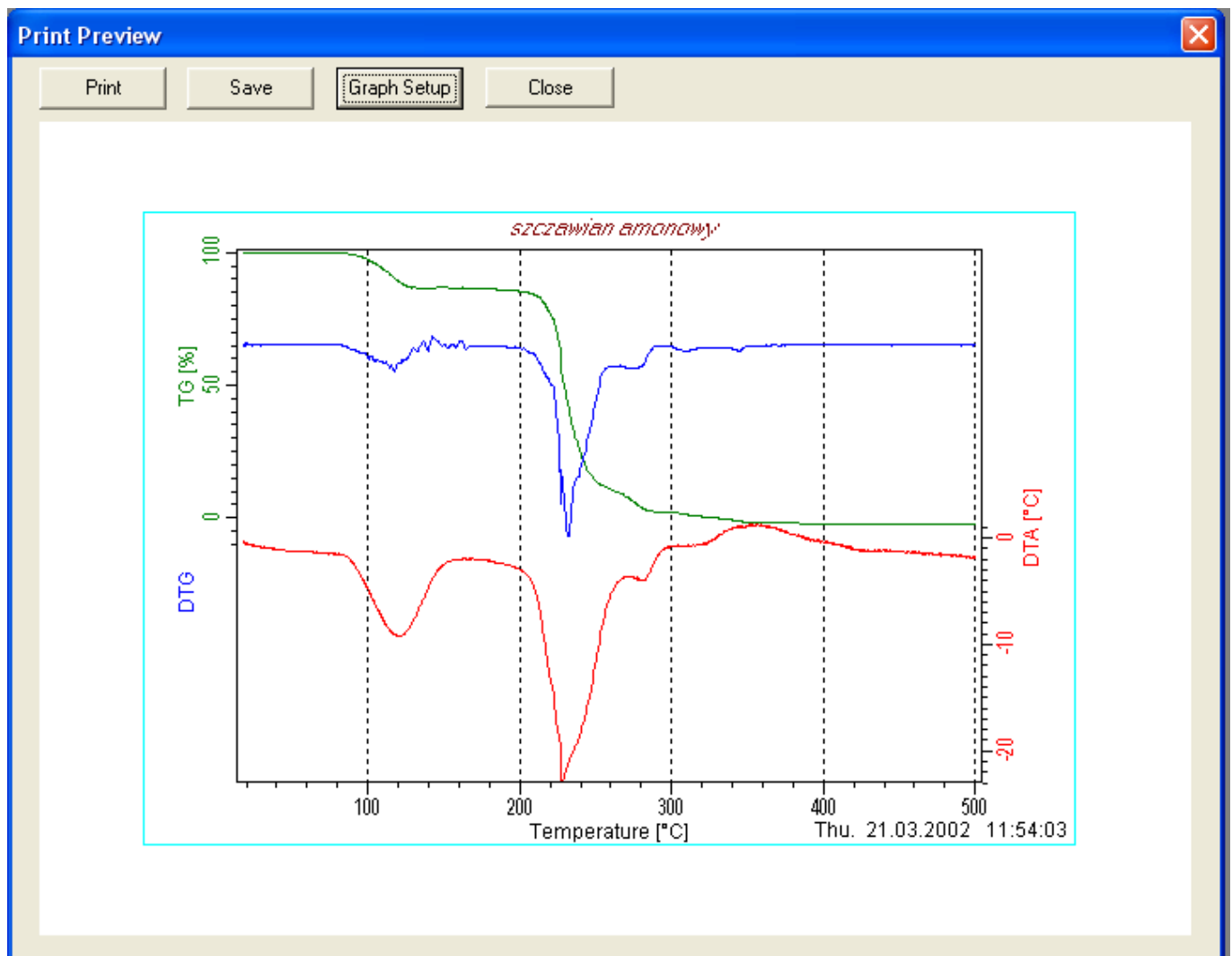
24. Graph --> Print

- wydruk wykresu na drukarce systemowej



25. Graph --> Print Preview

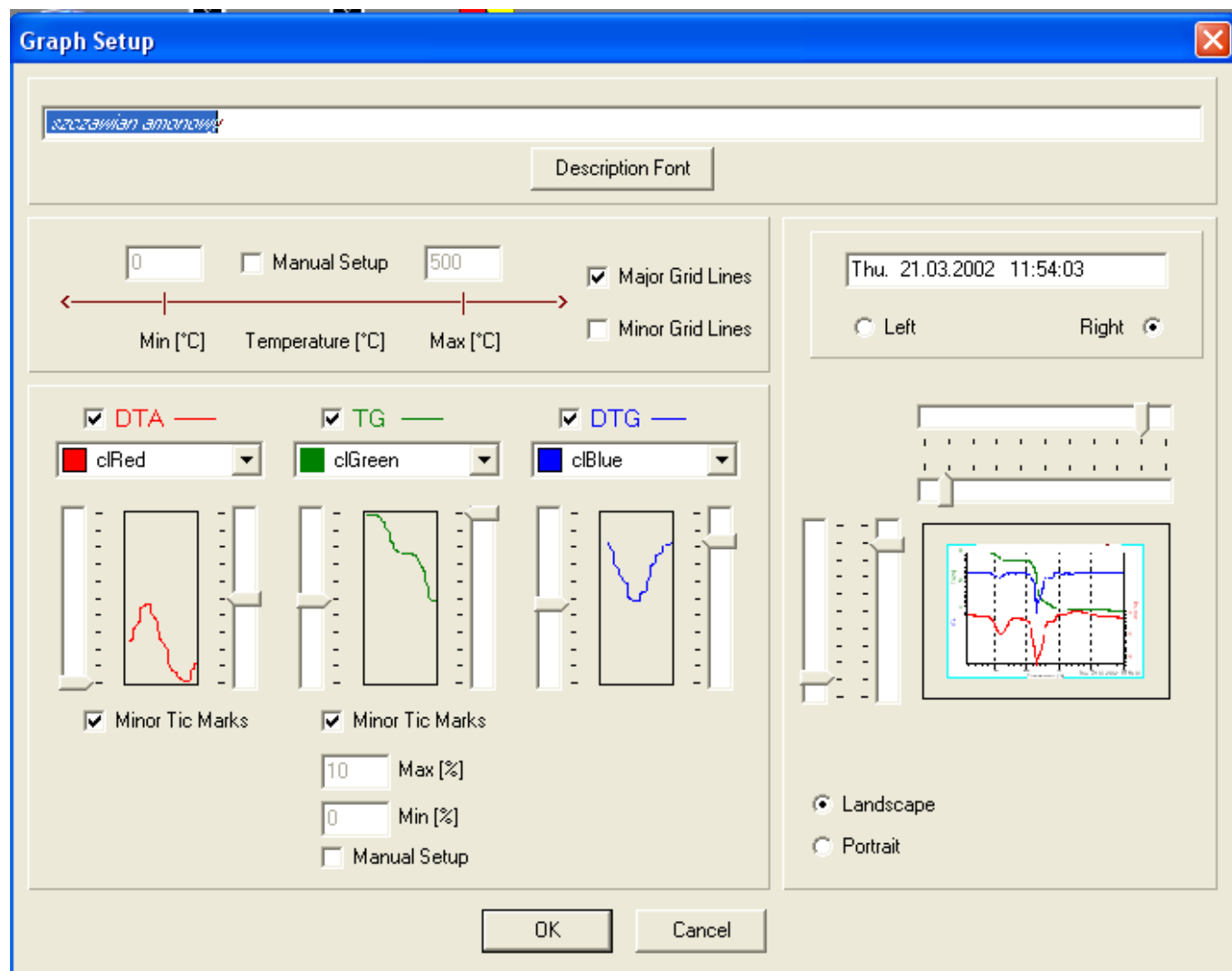
- podgląd i ustawienie wyglądu wykresu



26. Graph --> **Print Preview** --> *Graph Setup* - ustawienie wyglądu wykresu

Można dostosować wygląd wykresu do bieżących wymagań użytkownika :

- orientacja kartki pozioma lub pionowa
- dowolny rozmiar rysunku i jego położenie na kartce
- włączenie bądź wyłączenie rysowania poszczególnych przebiegów TG, DTG, DTA
- dowolna skala, kolor i usytuowanie pionowe poszczególnych przebiegów
- włączenie bądź wyłączenie małych znaczników osi dla przebiegów TG i DTA
- ręczny lub automatyczny dobór zakresu przebiegu TG
- ręczny lub automatyczny dobór zakresu temperatury na osi poziomej
- włączenie lub wyłączenie dużych i małych linii siatki temperaturowej
- edycja tytułu wykresu wraz z doбором kroju, wielkości i koloru czcionki
- edycja opisu daty pomiaru i jego usytuowania na wykresie

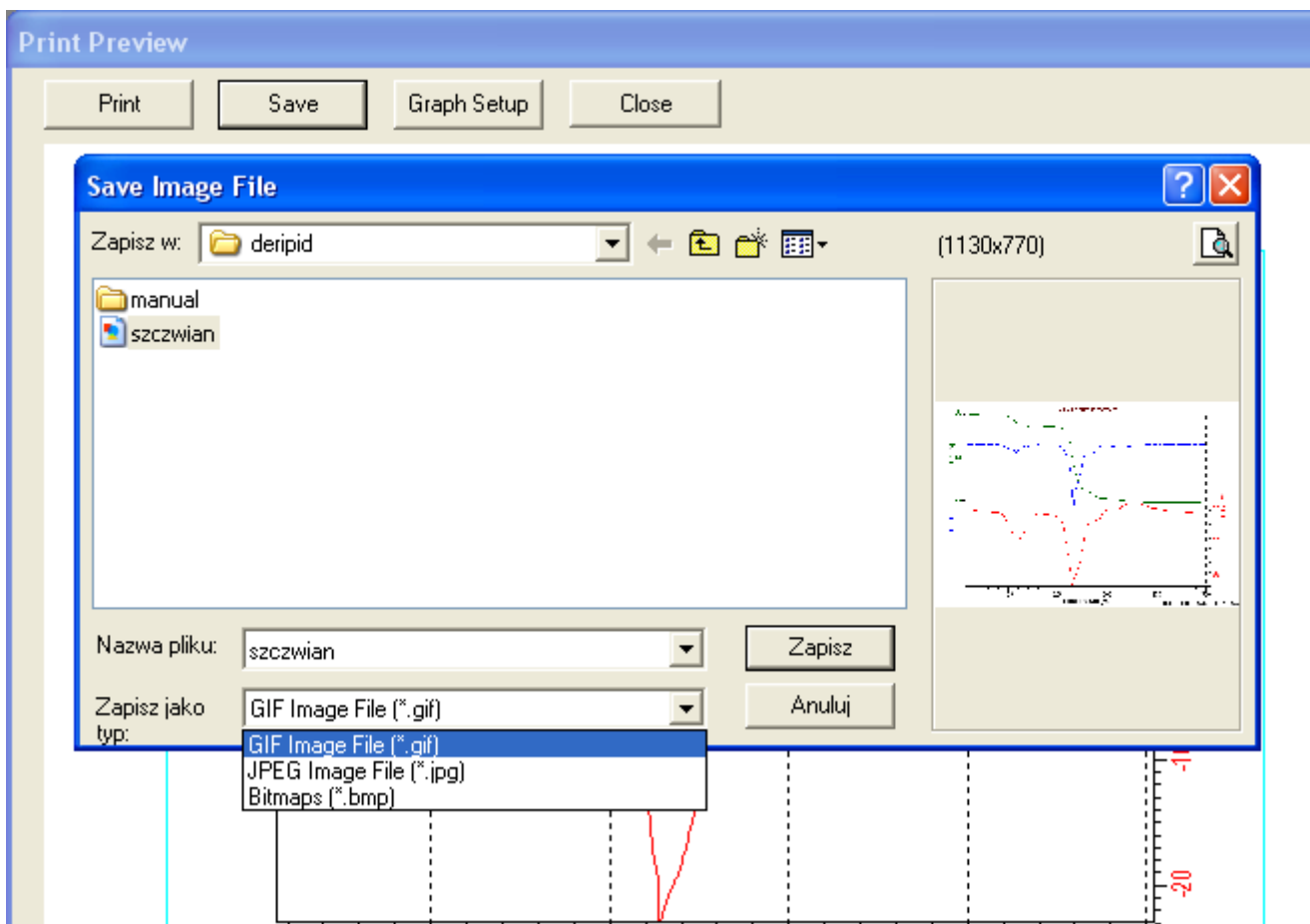


27. Graph --> **Print Preview** --> *Save* - zapis wykresu do pliku graficznego

Wykres może zostać zapisany do pliku graficznego w formacie GIF, JPEG lub BMP i używany później do wklejania wprost w publikacje. Rozmiary rysunku w pikselach są 10 razy większe od rozmiarów ustawionych w opcji Graph --> **Print Preview** --> *Graph Setup*

Najkorzystniejszy jest zapis w formacie GIF, gdyż daje on największą, bezstratną kompresję, a co za tym idzie najmniejszy rozmiar pliku i najlepszą jakość obrazu.





## 28. Measurement --> Parameters - definiowanie parametrów pomiaru

Zestaw poleceń zawartych w menu Measurement służy do przeprowadzania pomiarów derywatograficznych oraz do uzyskiwania złożonych przebiegów temperaturowych.

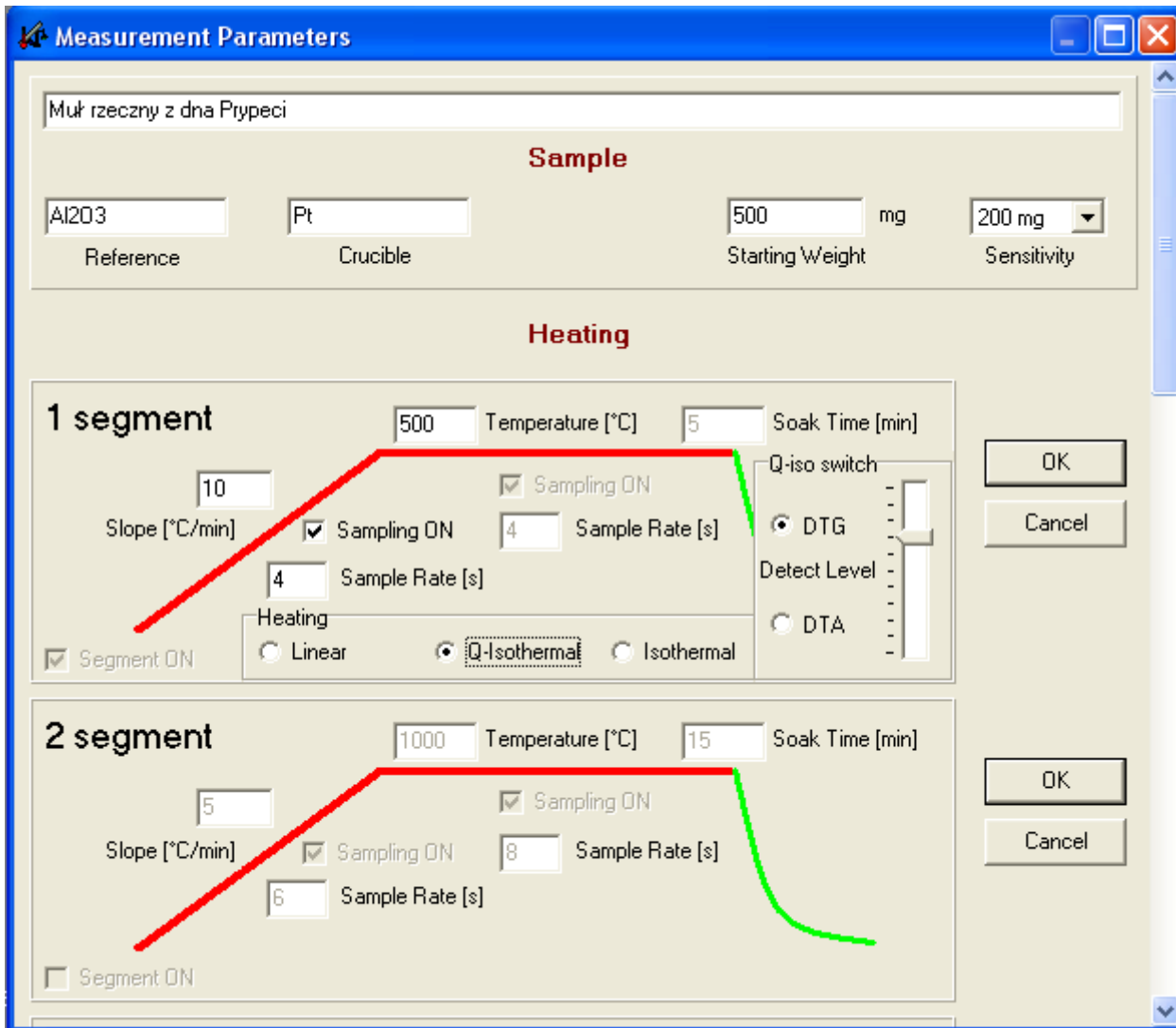
Pomiar składa się z maksymalnie 8-miu segmentów, w których określamy przebiegi temperatury i sposoby zbierania danych z dylatometru. Należy wypełnić poszczególne pola wyświetlonego formularza i wcisnąć jeden z guzików *OK*.

Znaczenia pól są następujące :

- Sample - dowolny opis pomiaru zamieszczany jako pierwsza linia w pliku danych. Pozwala łatwiej zorientować się, co było przedmiotem badań. **UWAGA: nie mylić tytułu pomiaru z nazwą pliku danych !**
- Reference - nazwa substancji odniesienie ( Inert ), np.: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Crucible - nazwa tygielka, np. Pt, ceramic
- Starting Weight - masa początkowa próbki w mg
- Sensitivity - nastawiona czułość wagi do wyboru z 7-miu dostępnych wartości
- Segment ON - zaznaczenie kwadracika pozwala na zdefiniowanie danego segmentu pomiarowego. Tylko zaznaczony segment jest wykonywany przez program pomiarowy.
- Slope [°C/min] - prędkość zmiany temperatury od wartości bieżącej do docelowej
- Temperature [°C] - docelowa wartość temperatury
- Soak Time [min] - czas wygrzewania w temperaturze docelowej
- Sampling ON - zaznaczenie kwadracika skutkuje zbieraniem danych z derywatografu podczas wykonywania danej fazy sterowania temperaturą. Jeśli podczas którejś fazy grzania dane z derywatografu nie są dla nas interesujące, to odpowiadającego jej kwadracika nie zaznaczamy.
- Sample Rate [s] - odstęp czasu między zbieranymi punktami pomiarowymi. Ten parametr wpływa na gęstość próbkowania sygnału z derywatografu. Należy oszacować spodziewane największe szybkości przemian [sek] i ustawić okres próbkowania około 20 razy krótszy.
- Heating
  - Linear - setpoint kontynuuje ruch liniowy w górę, dopóki temperatura nie osiągnie nastawionej wartości docelowej. W momencie osiągnięcia tej wartości grzanie wyłącza się

i pomiar się kończy. Temperatura z rozpędu zwykle znacznie przekracza nastawioną wartość, ale za to w zakresie pomiaru jej przebieg jest cały czas liniowy. Niemożliwe jest dalsze wygrzewanie próbki, ani realizacja kolejnych segmentów.

- Q-Isothermal – tak, jak w trybie Linear, ale z zatrzymywaniem narostu temperatury na czas trwania przemian próbki. Sygnałem o zachodzeniu przemiany może być do wyboru DTA albo DTG. Próg czułości detekcji przemiany ustawia się suwakiem *Q-iso switch*. Im suwak wyżej, tym niższa czułość detekcji, czyli konieczność wystąpienia silniejszego sygnału DTA lub DTG dla zatrzymania narostu temperatury TA.



- Isothermal - setpoint po dojściu do nastawionej wartości docelowej zatrzymuje się, a temperatura łagodnie dochodzi do wartości ustalonej. Możliwe jest następnie wygrzewanie próbki przez ustalony czas i realizacja kolejnych segmentów.

Zanim temperatura dojdzie do nastawionego Setpointu i będzie można rozpocząć wygrzewanie ( Soak ) mija pewien czas zwany dociąganiem ( Pull ). Trwa on tak długo, aż różnica między temperaturą aktualną, a zadaną do wygrzewania stanie się mniejsza niż 0.1%. Dopiero wtedy rozpocznie się odliczanie czasu wygrzewania.

**Measurement Parameters**

Muk rzeczny z dna Płypoci

**Sample**

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Reference Pt Crucible 500 mg Starting Weight 200 mg Sensitivity

**Heating**

**1 segment**

10 Slope [°C/min] 500 Temperature [°C] 5 Soak Time [min]

Sampling ON  Sampling ON 4 Sample Rate [s]

4 Sample Rate [s]

Heating  Linear  Q-Isothermal  Isothermal

Segment ON

**2 segment**

5 Slope [°C/min] 1000 Temperature [°C] 15 Soak Time [min]

Sampling ON  Sampling ON 8 Sample Rate [s]

6 Sample Rate [s]

Segment ON

OK Cancel

Dla łatwiejszego zorientowania się w przebiegu uruchomionego pomiaru ramka otaczająca wykonywany właśnie segment pulsuje. Operator może na bieżąco zmieniać wartości wpisane w pola formularza i zatwierdzać je guzikami *OK*, ale zmiany te skutkują tylko w odniesieniu do parametrów faz przyszłych.

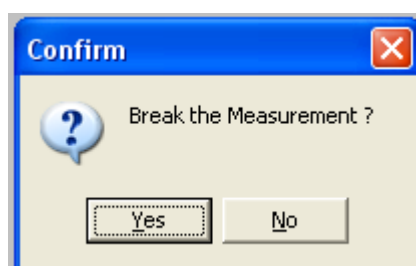
Założmy np., że realizowana jest **faza narostu** temperatury w segmencie 2. Możemy skutecznie zmienić wszystkie parametry segmentów 3, 4, 5, 6, 7, 8 oraz parametry **fazy wygrzewania** segmentu 2.

26. *Measurement* --> *Run* - uruchomienie pomiaru

Uruchomienie pomiaru poprzedzone jest zawsze wyświetleniem formularza do definiowania parametrów pomiaru. Daje to operatorowi wgląd w nastawione wartości i ostatnią szansę wprowadzenia zmian. Po wciśnięciu guzika *OK* pomiar rusza.

27. *Measurement* --> *Stop* - zatrzymanie pomiaru

Pomiar można w każdej chwili przerwać, jednakże ze świadomością braku możliwości wznowienia od punktu przerywania.



28. Measurement --> Read - skopiowanie danych pomiarowych z bufora

Dane z trwającego pomiaru gromadzą się w wydzielonym obszarze pamięci programu, zwanym *buforem*. Tych danych nie widzimy na wykresie do czasu, dopóki poleceniem *Read* nie skopiujemy zawartości *bufora* do obszar pamięci obsługiwanej przez wykres. Dzięki temu rozwiązaniu możemy spokojnie prowadzić pomiar, a w międzyczasie oglądać i obrabiać off-line inne dane wczytane z pliku dyskowego.

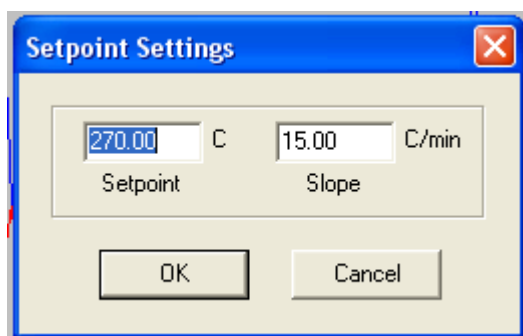
29. Measurement --> Recorder - włączenie lub wyłączenie ciągłego kopiowania danych pomiarowych z bufora

Jeśli akurat nie obrabiamy off-line żadnych innych danych można przełączyć program w tryb ciągłego kopiowania danych z bufora i rysowania wykresu z pomiaru na bieżąco

30. Measurement --> Heating - zestaw poleceń do strojenia parametrów grzania

Zestaw poleceń zawartych w menu *Heating* służy do dobierania parametrów PID regulacji temperatury oraz do uzyskiwania prostych przebiegów temperaturowych typu narost / wygrzewanie, ale **bez możliwości** rejestracji pomiarów derywatograficznych

31. Measurement --> Heating --> Setpoint - zadawanie temperatury docelowej i prędkości jej zmian



Po zadaniu wartości temperatury docelowej ( Setpoint ) i prędkości dojścia do niej ( Slope ) należy uruchomić tryb sterowania automatycznego *Measurement --> Heating --> Run*

32. Measurement --> Heating --> Run - tryb sterowania automatycznego z narostem / opadaniem temperatury

Uruchamia się zmiana Setpointu z zadaną szybkością od wartości bieżącej do wartości docelowej. Program używając algorytmu PID oblicza właściwą, chwilową moc grzania tak, by temperatura pieca *Temp* zdążyła do chwilowej wartości ruchomego setpointu. Po dojściu do wartości docelowej program przełącza się w tryb *Hold* i stabilizuje temperaturę docelową.

33. Measurement --> Heating --> Hold - tryb sterowania automatycznego z trzymaniem stałej temperatury

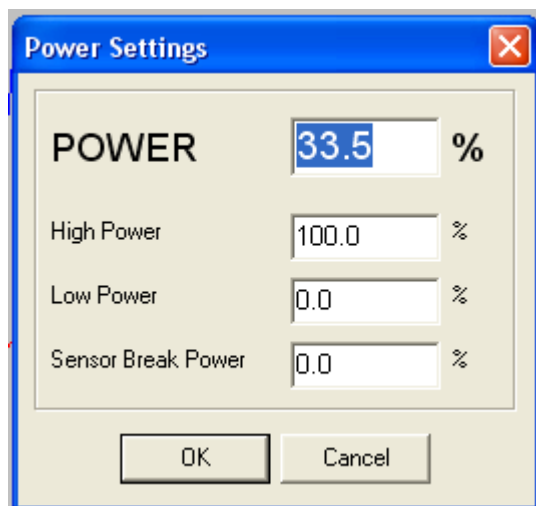
Ruchomy Setpoint zatrzymuje swój bieg. Temperatura jest stabilizowana wokół zatrzymanego setpointu. Poleceniem *Measurement --> Heating --> Run* można wznowić ruch setpointu do wartości docelowej

34. Measurement --> Heating --> Manual - tryb ręcznego sterowania mocą

Operacje stabilizowania temperatury i automatycznej regulacji mocy wyłączają się, moc pozostaje na poziomie takim, jak w chwili włączenia trybu *Manual*. Operator może teraz zadawać moc grzania ręcznie ( *Measurement --> Heating --> Power* ).

Najczęstszym przypadkiem użycia tej komendy jest zakończenie grzania i wyłączenie mocy ( *Power = 0* )

35. Measurement --> Heating --> Power - wprowadzanie ograniczeń mocy i wartości mocy bieżącej



W trybie pracy automatycznej ( Run / Hold / SelfTune ) okienko edycyjne *Power* jest zablokowane i służy tylko do odczytu mocy bieżącej ustawionej przez algorytm PID.

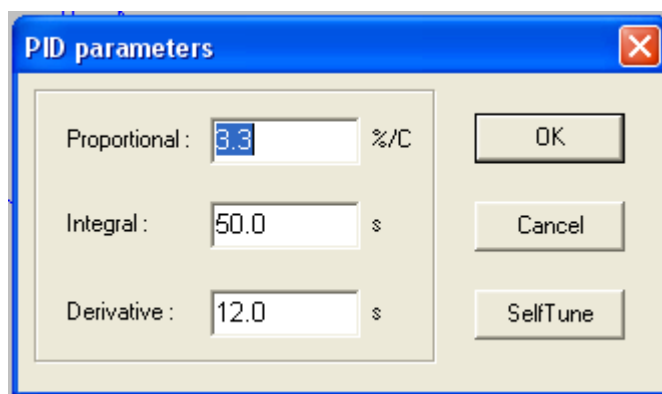
Okienko *High Power* służy do wprowadzania górnego ograniczenia mocy grzania wyliczonej w trybach pracy automatycznej. Ze względów konstrukcyjnych pieca może być niewskazane przykładanie do niego całej dostępnej mocy.

Okienko *Low Power* służy do wprowadzania dolnego ograniczenia mocy grzania wyliczonej w trybach pracy automatycznej, gdy ze względów technologicznych może być niewskazane całkowite wyłączenie mocy grzania.

Podobnie okienko *Sensor Break Power* określa moc przykładaną do pieca po wykryciu uszkodzenia czujnika temperatury. Czasem niedopuszczalne jest całkowite wychłodzenie pieca i ten parametr trzeba wtedy ustawić różny od zera.

W trybie pracy ręcznej ( Measurement --> Heating --> Manual ) operator może zadawać dowolną moc grzania bez względu na nastawione wartości *High Power* i *Low Power*. Dlatego **należy być ostrożnym i dokładnie przemyśleć każdą podejmowaną czynność !**

36. Measurement --> Heating --> PID - wprowadzanie parametrów PID



Algorytm PID stabilizujący temperaturę jest proporcjonalno-całkująco-różniczkujący. Reakcja programu na odchylenie temperatury rzeczywistej od zadanej jest proporcjonalna do :

- wartości odchyłki ( parametr PROportional )
- czasu trwania odchyłki ( parametr INTegral )
- prędkości zmiany odchyłki ( parametr DERivative )

Algorytm ten daje znakomite rezultaty, gdy temperatura rzeczywista jest bliska temperaturze zadanej ( błąd do kilku % ). Z tego względu nie należy ustawiać zbyt wielkich prędkości narostu temperatury ( Setpoint/Slope ), gdyż termiczna bezwładność pieca i tak nie pozwoli na osiągnięcie tych szybkości, a odchyłka temperatury przekroczy dopuszczalne granice.

Trzeba zdawać sobie sprawę, że wymagania, aby piec szybko osiągnął zadaną temperaturę i nie

przekroczył jej z rozpędu są sprzeczne. Odpowiedni dobór nastaw PID pozwala na uzyskać przebieg temperatury tzw. aperiodyczny - krytyczny : tj. najszybsze możliwe dla danego pieca dojście do ustalonej temperatury bez wpadania w oscylacje - PID łagodnie doprowadza piec do stanu ustalonego.

## Dobór nastaw PID

Parametry PID odpowiadają za sprawne regulowanie temperatury. Ich właściwy dobór zapewnia najszybsze z możliwych osiągnięcie temperatury zadanej, bez przegrzania i bez niedogrzenia, oraz szybkie reagowanie na zakłócenia zewnętrzne w przepływie ciepła.

Zbyt małe wartości czasu całkowania i różniczkowania, oraz zbyt wielka wartość parametru proporcjonalności PRO powodują silne oscylacje temperatury. Z kolei za duże wartości INT i DER wydłużają czas dochodzenia do równowagi i pogarszają jakość stabilizacji przy silnych zakłóceniach ( otwarcie okna, zmiana napięcia w sieci, etc. ).

Jeśli zamierza się pracować w szerokim zakresie temperatur należy uprzednio przeprowadzić dobór parametrów PID dla kilku temperatur z przedziału. Parametry dynamiczne pieca zmieniają się przy zmianach temperatury. Z reguły im wyższa temperatura i większe straty ciepła, tym mniejsza bezwładność i piec szybciej reaguje na zmiany mocy grzewczej. Trzeba wtedy zmniejszać wartości INT i DER. Wartość PRO określa się doświadczalnie przez stopniowe jej powiększanie, aż do uzyskania wyraźnych oscylacji temperatury. Jest to tzw. wartość krytyczna. Wartość roboczą oblicza się ze wzoru :

$$Pro_{rob} = 0.6 * Pro_{kryt}$$

**Zła stabilizacja temperatury jest zazwyczaj spowodowana ustawieniem złych parametrów PID, a nie wadliwym programem sterującym !**

### 37. Measurement --> Heating --> SelfTune - tryb automatycznego doboru nastaw PID

Program doprowadza Setpoint zadaną szybkością do wartości docelowej ( analogicznie do Measurement --> Heating --> Run ), a potem włączając i wyłączając gwałtownie moc grzewczą wytwarza oscylacje temperatury wokół tej wartości.

Program mierzy czas trwania jednej pełnej oscylacji temperatury i wylicza parametry PID ze wzorów Zieglera-Nicholsa :

- $T_{int} = 0.5 * T_{osc}$
- $T_{der} = 0.12 * T_{osc}$
- $P_{prop} = 0.6 * P_{kryt}$

Ponieważ określanie  $P_{prop}$  jest długotrwałe, a współczynnik ten nie ma bardzo wielkiego wpływu na jakość stabilizacji, w programie zrezygnowano z jego wyznaczania i przyjmuje się  $P_{prop} = 3.3$  [%/°C]. Użytkownik może później dostroić precyzyjnie regulację zmieniając tę wartość.

Pomiar czasu oscylacji rozpoczyna się w chwili pierwszego przejścia temperatury z wartości wyższej do wartości niższej od nieruchomego setpointu i trwa do chwili powtórnego takiego samego przejścia. Jeśli bezwładność pieca jest wielka i spadek temperatury bardzo powolny, to momenty przejścia mogą być fałszywie odczytane i automatyczne wyznaczanie parametrów PID nie da prawidłowych wyników. Należy wówczas posługując się ruchomym markerem na wykresie samodzielnie odczytać czas oscylacji, wyliczyć wartości PID i wpisać w formularz Measurement --> Heating --> PID.

### 38. Help --> Manual - wyświetlenie instrukcji niniejszej obsługi

Uruchamia się przeglądarka *Acrobat Reader* i wyświetla niniejsza instrukcja obsługi. Aby wyświetlenie nastąpiło plik `manual_derypid.pdf` musi znajdować się w tym samym katalogu, co `derypid.exe`

### 39. Help --> About - informacje o programie i autorze

W typowym okienku znajdują się m.in. informacje o wersji programu, adres e-mailowy autora oraz

łącze do strony internetowej, z której można pobrać najnowszą wersję programu po kliknięciu w napis [web info](#)



Wszelkie uwagi odnośnie działania programu oraz propozycje zmian i ulepszeń prosimy zgłaszać na adres e-mailowy :

[wjmusial@agh.edu.pl](mailto:wjmusial@agh.edu.pl)

---