



ZENIT

**INSTRUKCJA OBSŁUGI PROGRAMU JZ-2005**

AUTO-GAZ CENTRUM Samochodowe Systemy LPG i CNG

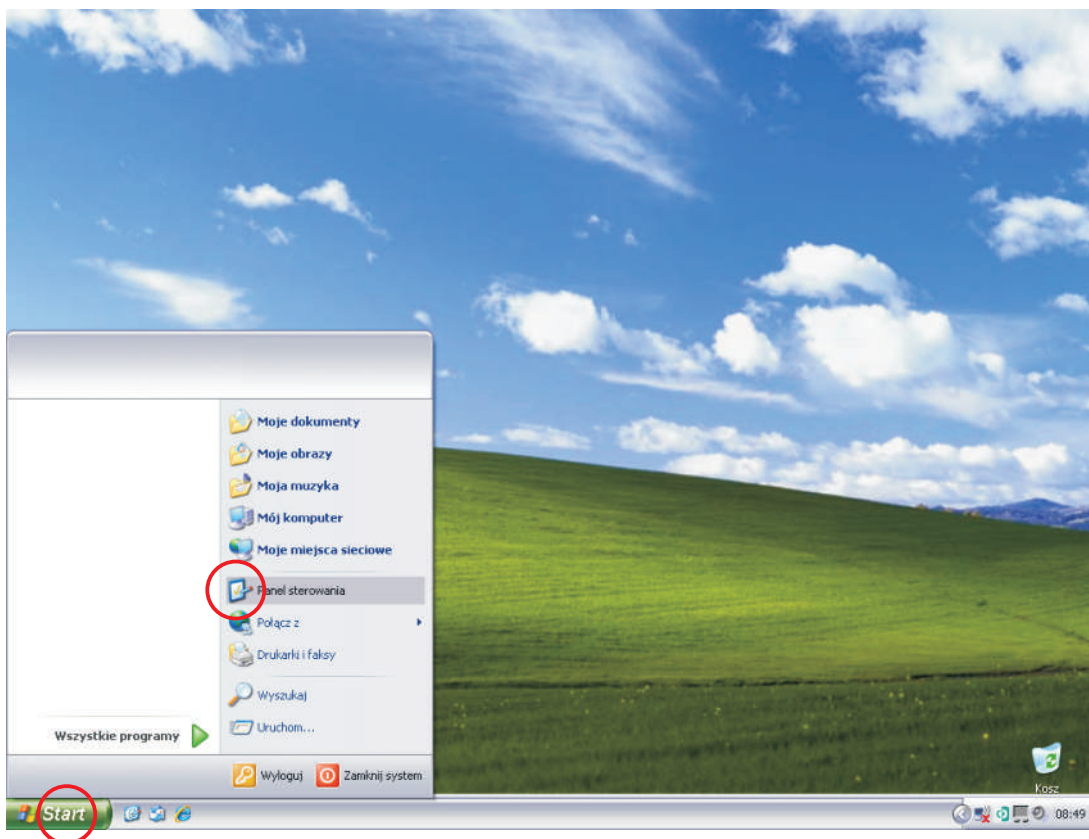
**Antoniówka 2008**

## I. INSTALACJA PROGRAMU JZ 2005.

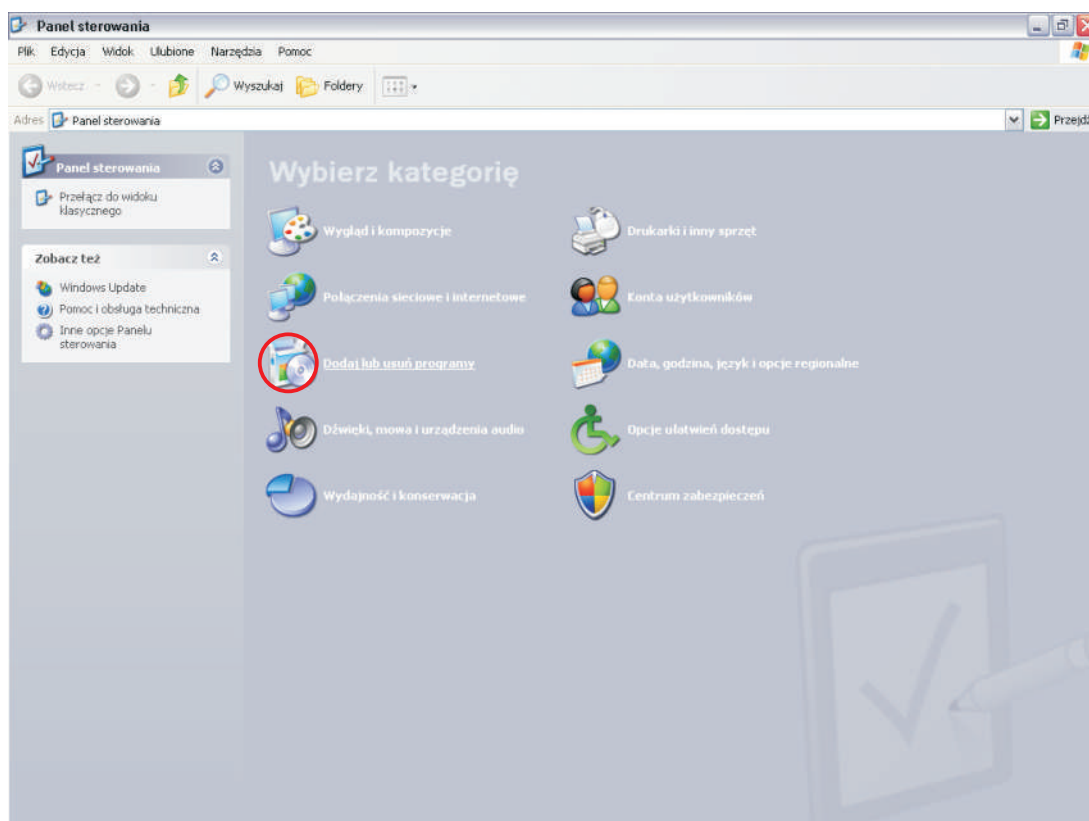
### 1. Deinstalacja poprzedniej wersji programu JZ 2005.

Jeśli na komputerze, na którym zamierzamy zainstalować nową wersję programu **JZ 2005**, jest już ten program w starszej wersji - trzeba **odinstalować poprzednią wersję programu**. W tym celu należy postępować według poniższych instrukcji:

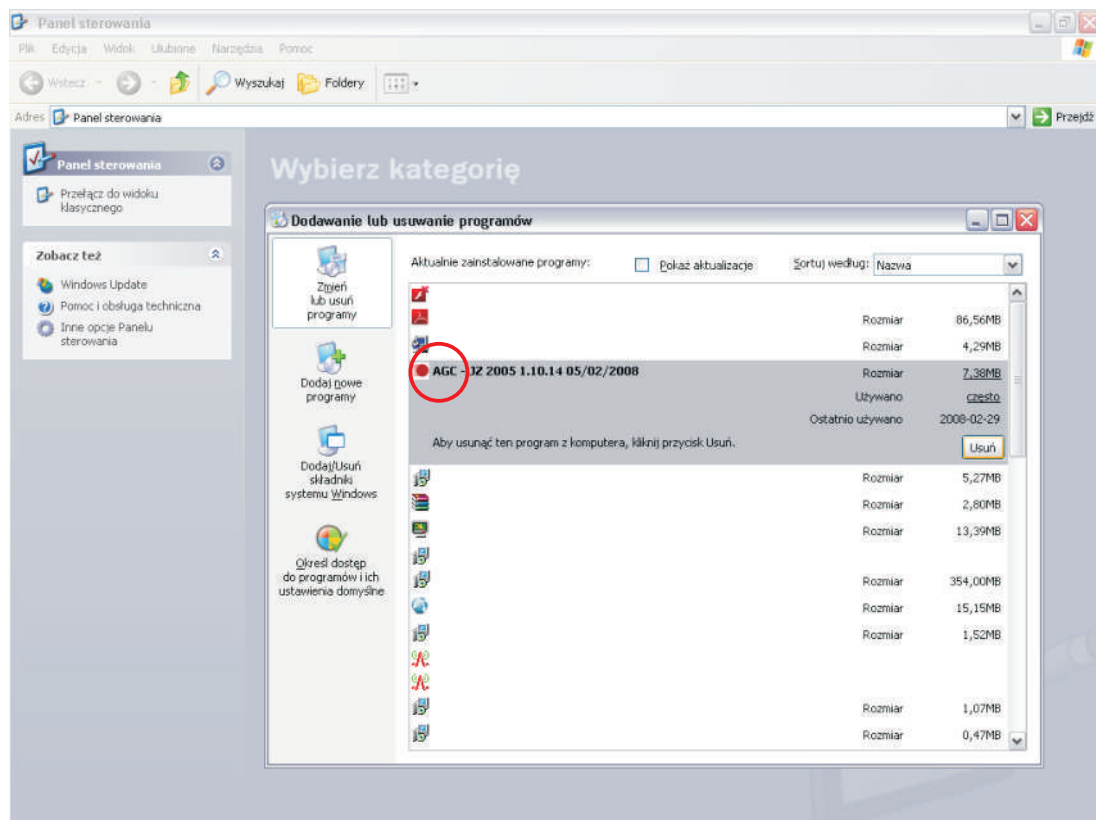
**Start ->  
Panel sterowania**



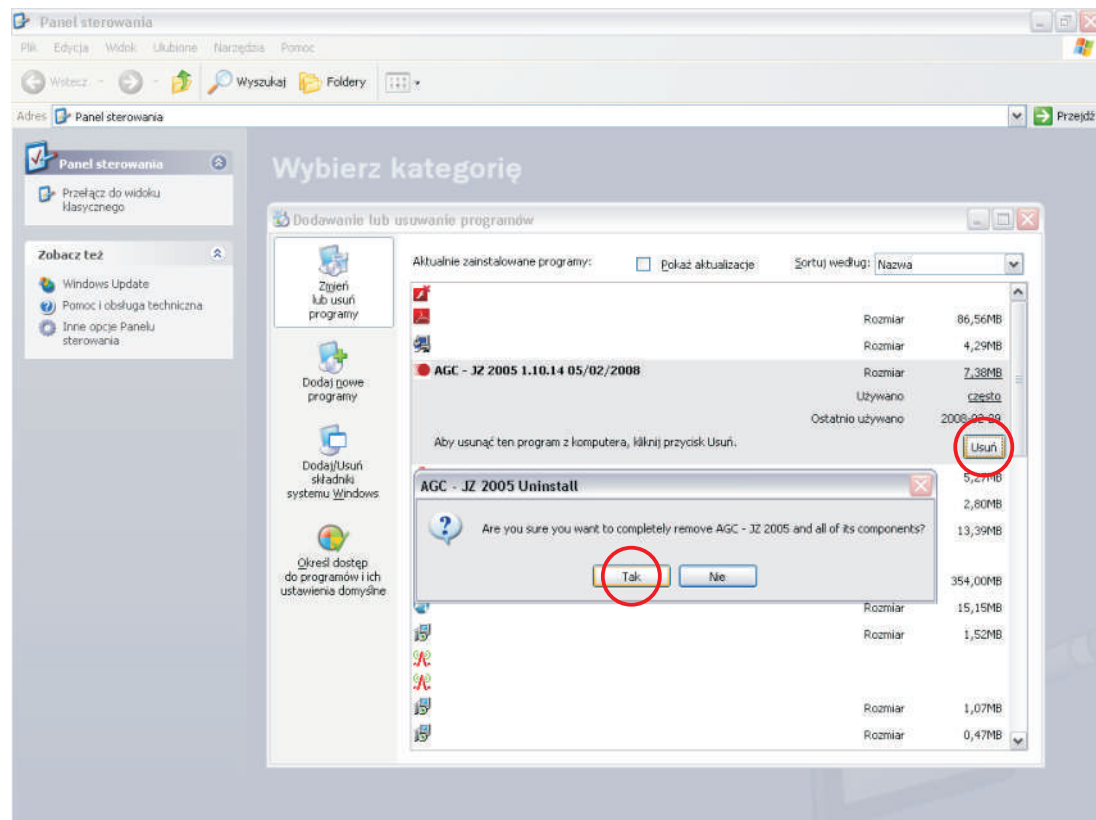
**Dodaj lub usuń programy**



**Na liście zaznacz program  
AGC - JZ 2005**



**Naciśnij przycisk  
"Usun" i potwierdź  
"Tak"**



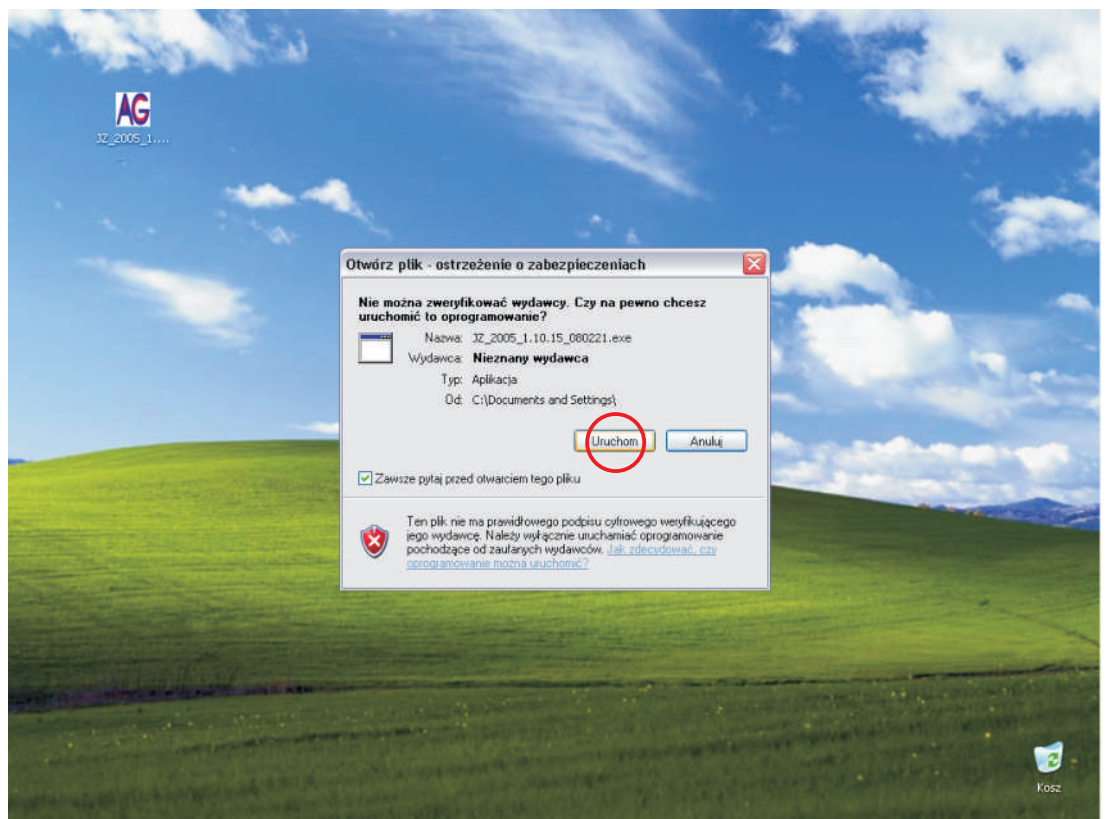
## 2. Instalacja programu JZ 2005.

W celu zainstalowania najnowszej wersji oprogramowania **JZ 2005** należy uruchomić odpowiedni plik instalacyjny znajdujący się na dołączonej płycie CD, lub pobrać program ze strony [www.agcentrum.com.pl](http://www.agcentrum.com.pl) -> strefa dla klientów -> logowanie. Aby ściągnąć program należy wpisać login: "**klient**" i hasło: "**agc**".

### Uruchom plik instalacyjny



### Potwierdź uruchomienie instalacji

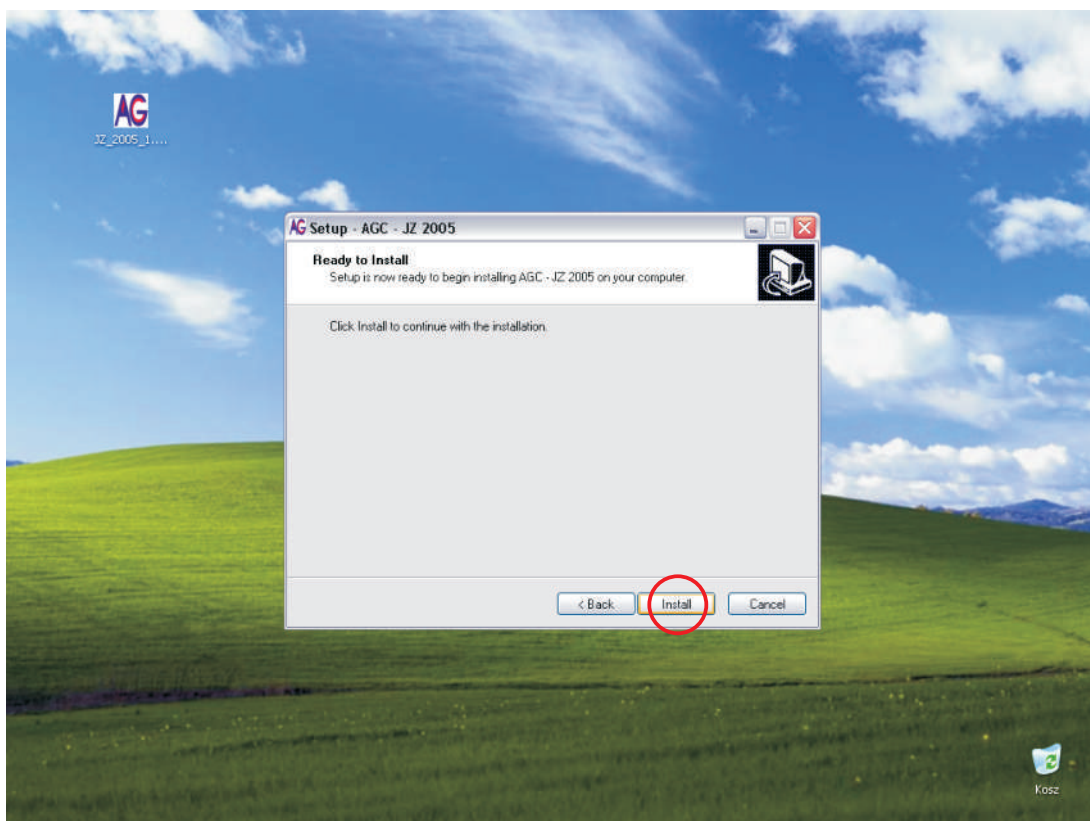




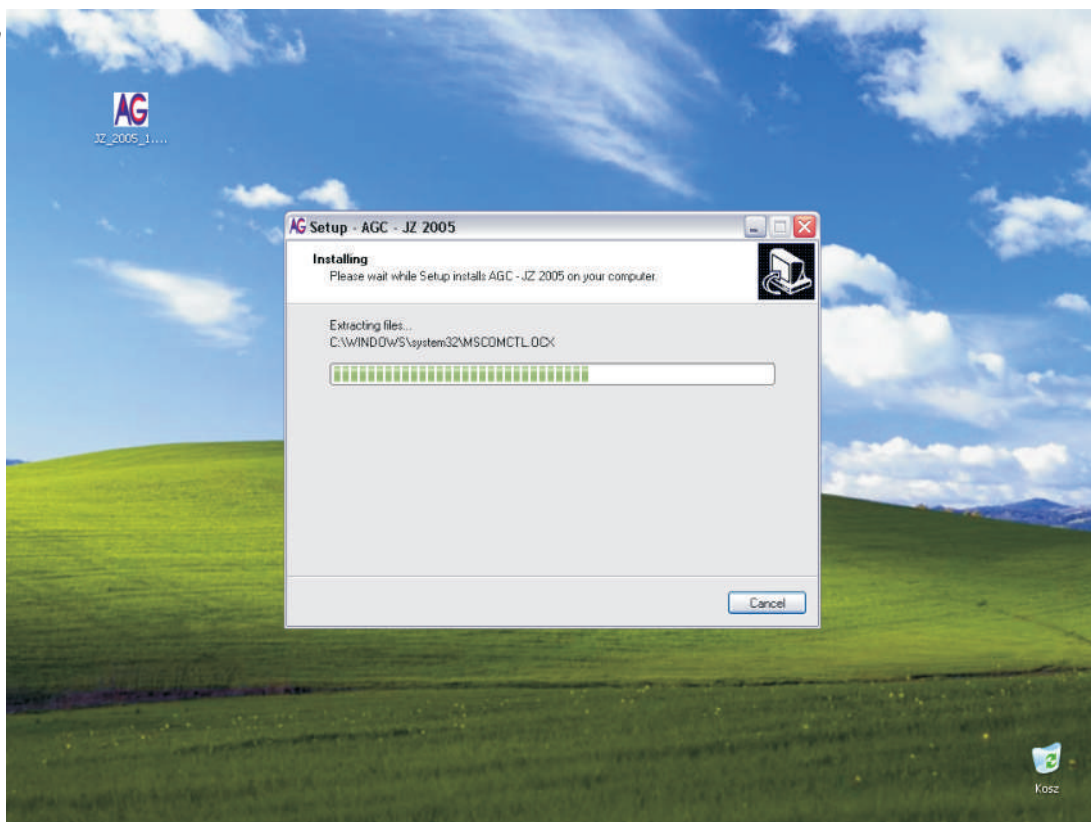
**Kontynuuj instalację przyciskiem "Next"**



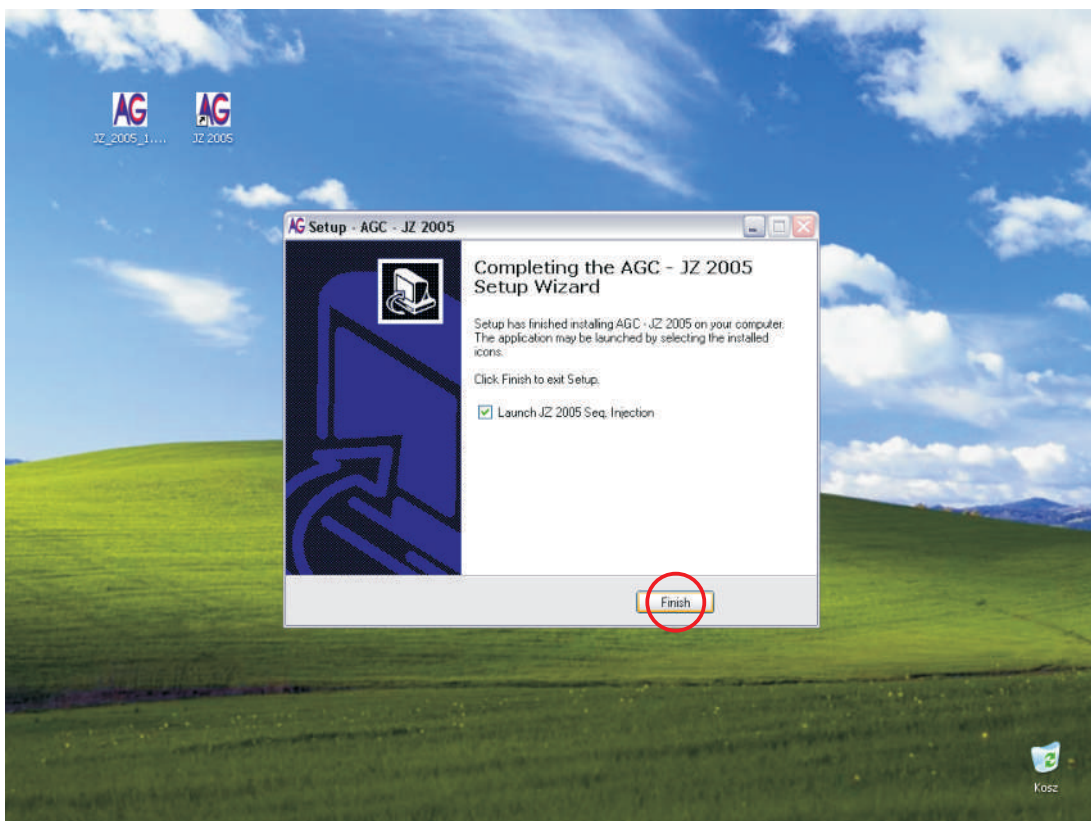
**Następnie kliknij przycisk "Install"**



**Poczekaj, aż instalacja zakończy się**



**Zakończ instalację przyciskiem "Finish"**

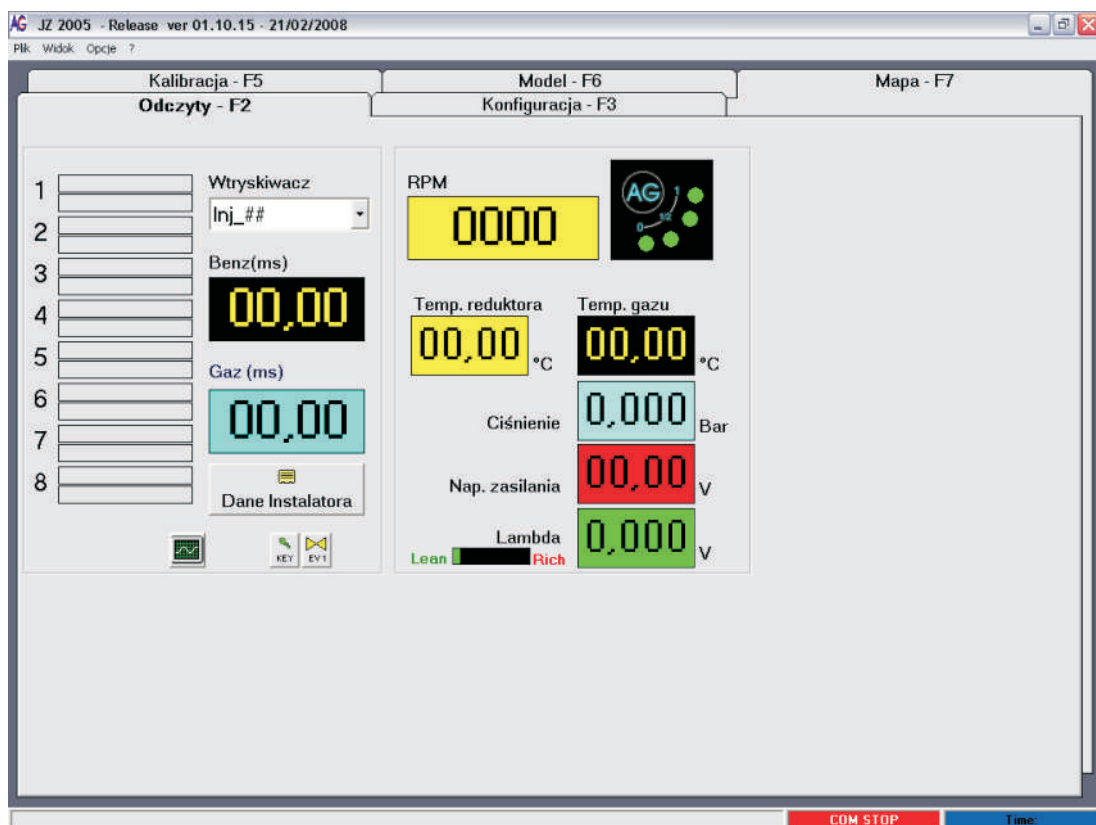


**Na pulpicie pojawi się nowy skrót do programu JZ 2005**

**Skrót ten służy do uruchamiania programu**



**Uruchomiony program JZ 2005**





## II. Połączenie centrali ZENIT z komputerem.

### 1. Interfejs.

Do połączenia komputera z centralą ZENIT konieczny jest **interfejs**. Obecnie dostępne są dwa rodzaje interfejsów:



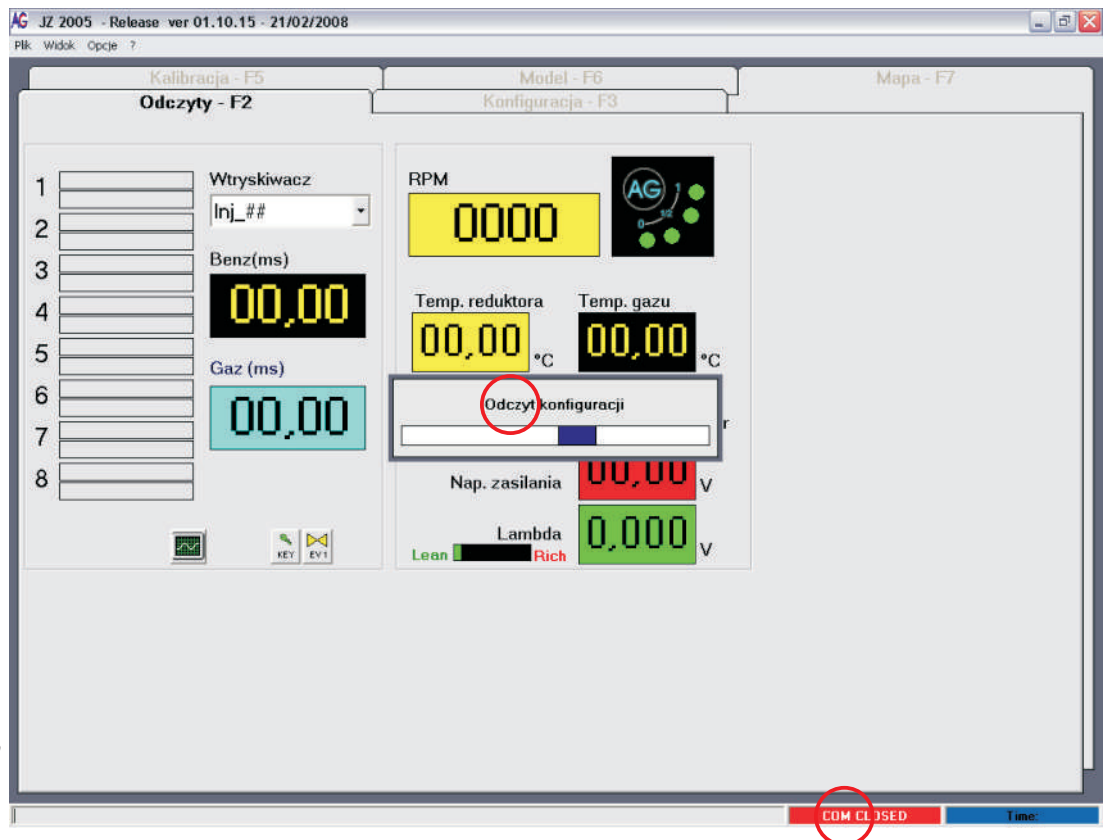
Interfejs ze złączem **RS 232**



Interfejs ze złączem **USB**

Odpowiedni interfejs podłączamy do komputera i do złącza diagnostycznego centrali ZENIT. Złącze to umieszczone jest na wiązce elektrycznej w odległości około 20 cm od gniazd elektrycznych centrali. Do interfejsu ze złączem USB dodawana jest płyta ze sterownikami, które trzeba zainstalować przed podłączeniem. Po włożeniu CD do napędu instalacja sterowników rozpocznie się automatycznie.

**Do chwili uzyskania połączenia widoczne jest okno "Odczyt konfiguracji"**



Dodatkowo w prawym dolnym rogu wyświetlana jest informacja o stanie połączenia

**COM OK. - połączenie aktywne**



**COM CLOSED - brak komunikacji**





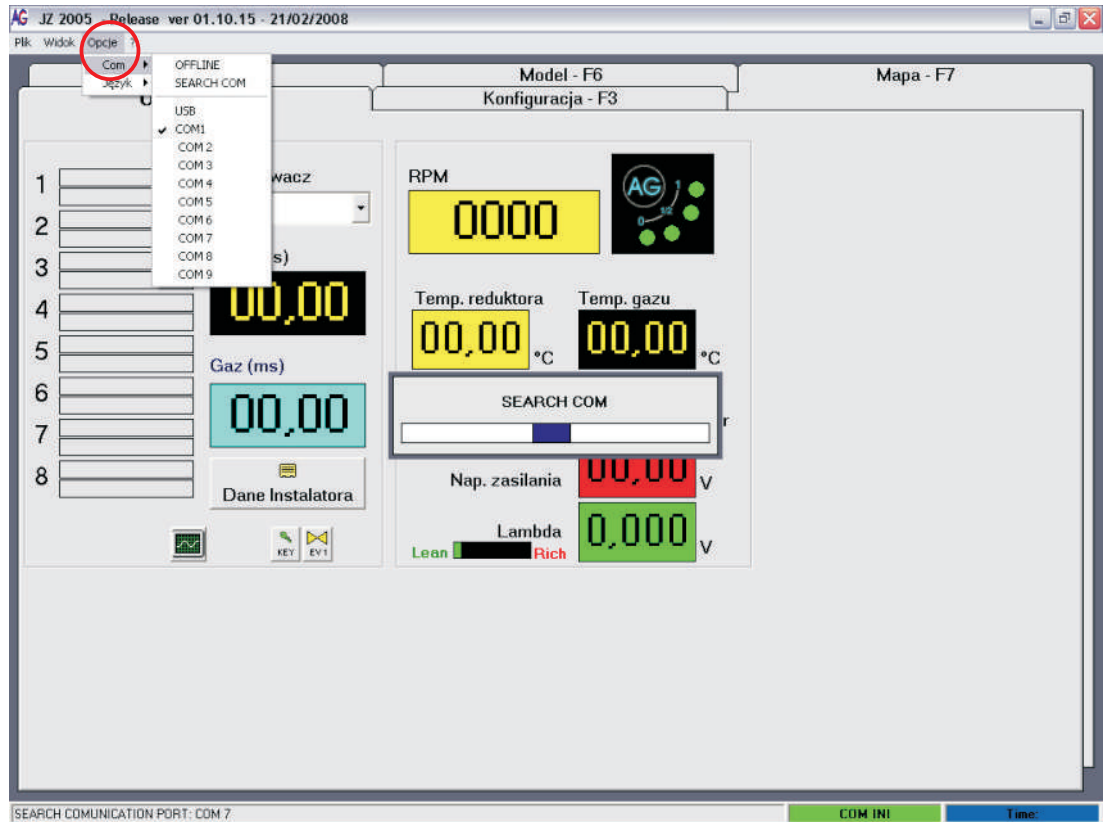
**W menu Opcje ->  
Com -> wybierz  
właściwy port lub**

**Dodatkowe opcje:**

*OFFLINE - połączenie  
zawieszono*

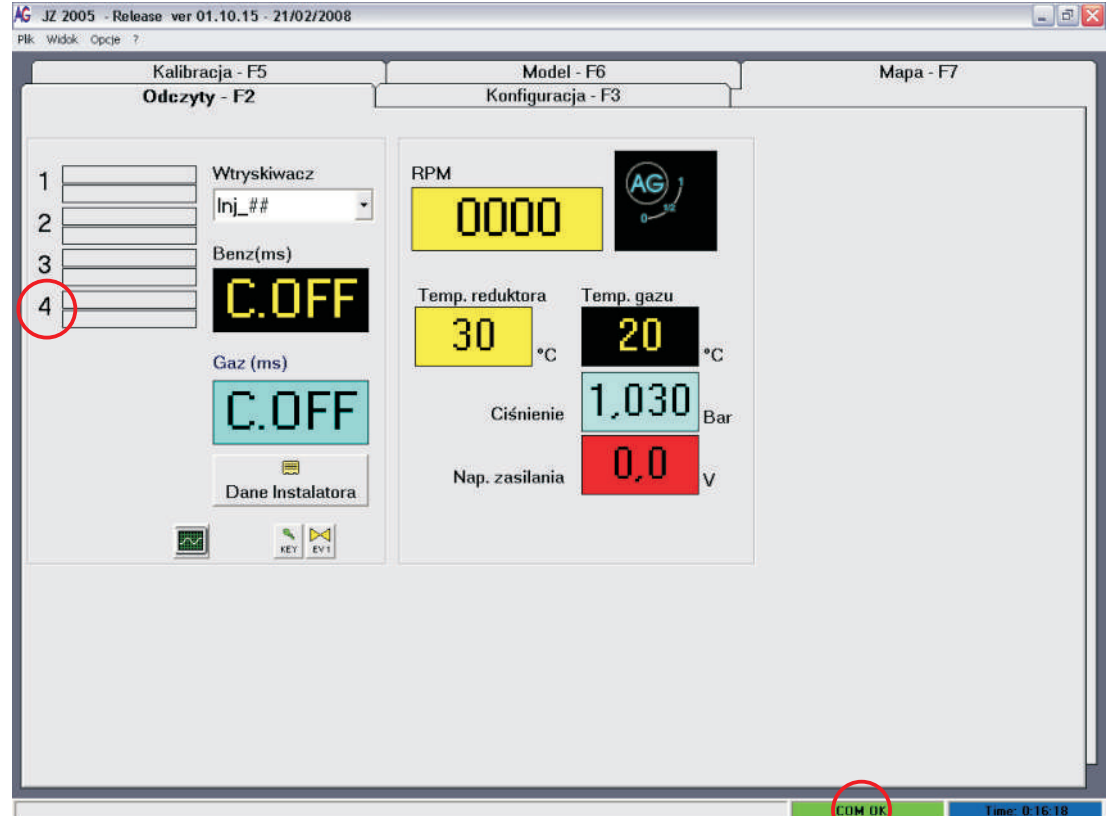
*SEARCH COM -  
- znajdź port*

*COM 1 - COM 9 -  
port do wyboru*



**Gdy połączenie  
jest aktywne  
znika okno "Odczyt  
konfiguracji",  
pojawia się  
informacja "COM  
OK." i odczyty  
z czujników.**

*W tym przypadku  
połączenie z centralą  
silnika 4 - cyl.*



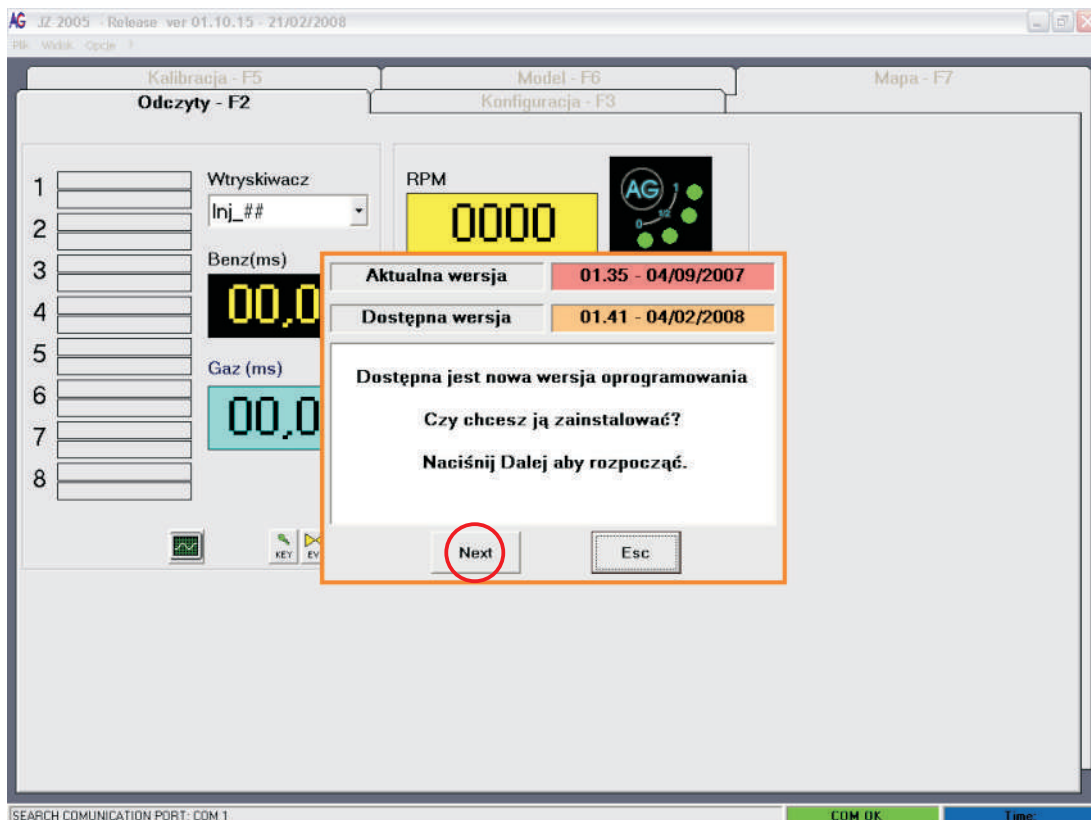
## 2. Aktualizacja oprogramowania centrali ZENIT.

Po zainstalowaniu na komputerze nowszej wersji oprogramowania, pierwsze połączenie z centralą ze starszym programem będzie uruchamiało proces aktualizacji. Gdy wersja programu centrali ZENIT jest zgodna z programem zainstalowanym na komputerze - krok aktualizacji oprogramowania zostanie automatycznie pominięty. Proces aktualizacji **nie może być przerwany!** Zerwanie połączenia podczas programowania grozi nieodwracalnym uszkodzeniem centrali. Wobec tego zalecamy:

- jeśli używasz komputer przenośny - podłącz go do sieci
- upewnij się, że akumulator samochodu jest w dobrym stanie technicznym
- podłącz interfejs w sposób uniemożliwiający jego przypadkowe rozłączenie
- podczas aktualizacji nie korzystaj z innych programów zainstalowanych na komputerze
- postępuj zgodnie z wyświetlanymi instrukcjami

**System wykrywa wersję programu. Gdy odkryje starszą wersję automatycznie rozpocznie aktualizację.**

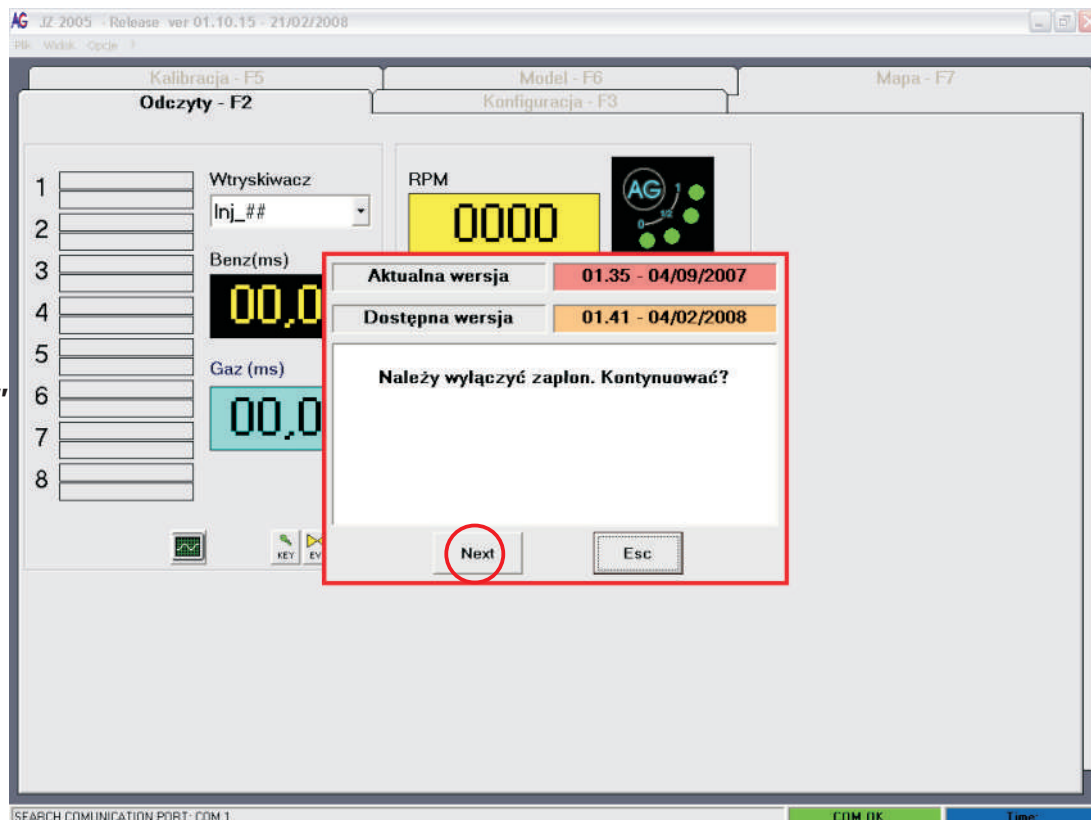
**Potwierdź ją naciskając przycisk "Next"**



**Aktualizację przeprowadzaj na wyłączonym zapłonie.**

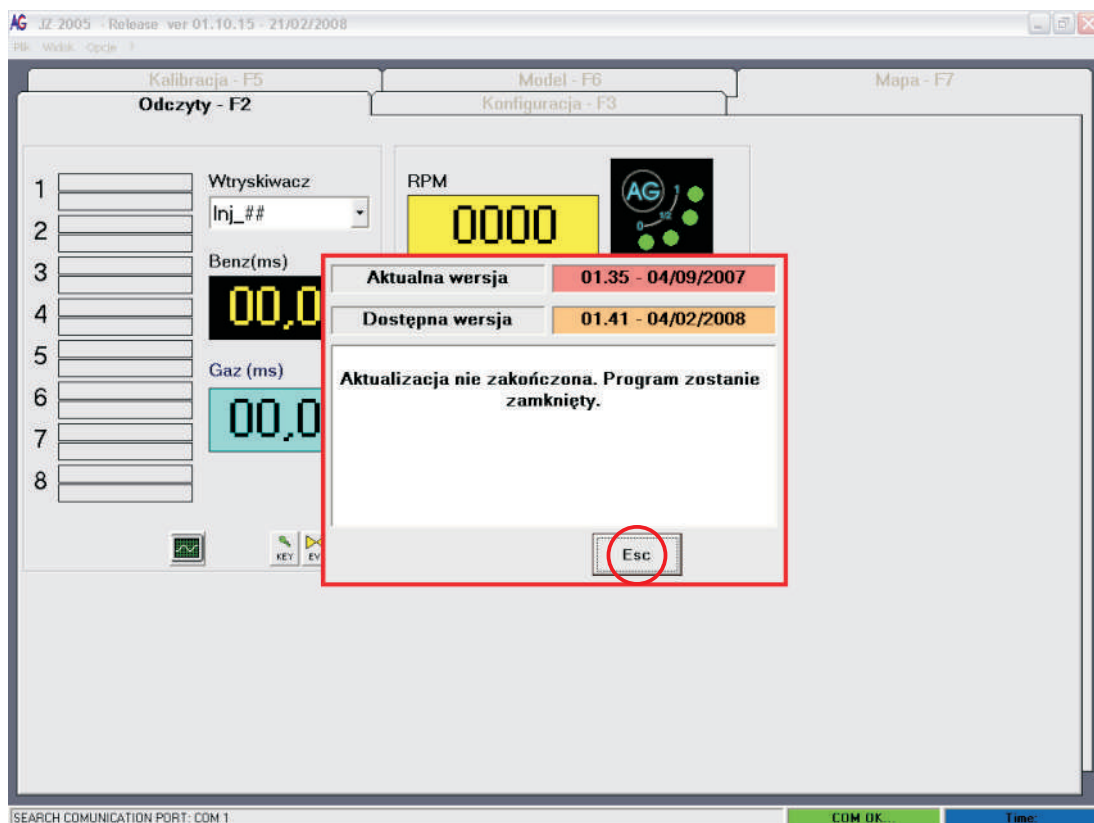
**Jeśli pojawi się taki komunikat - wyłącz zapłon i wciśnij "Next"**

**Jeśli wciśniesz "Esc" aktualizacja zostanie zatrzymana.**

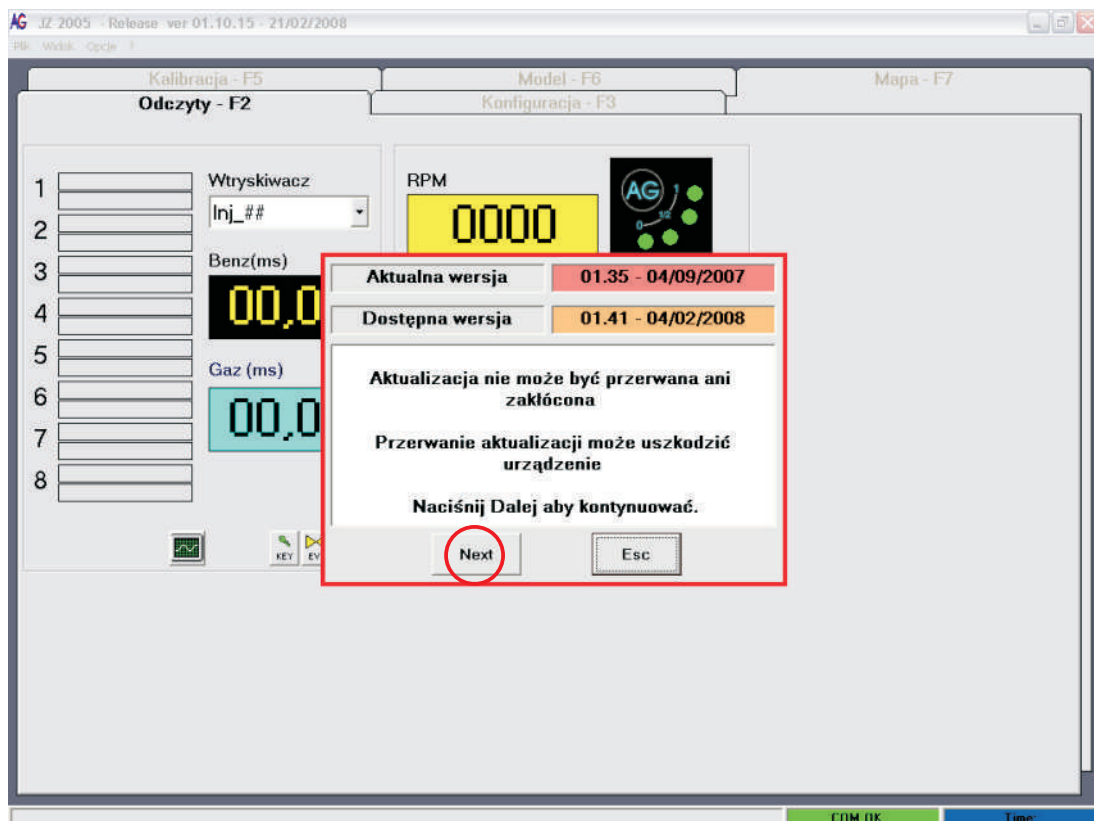


**Zatrzymanie aktualizacji w taki sposób nie uszkadza centrali. Podczas następnego próby połączenia system rozpocznie proces od nowa.**

Po naciśnięciu "Esc" program zostanie zamknięty.



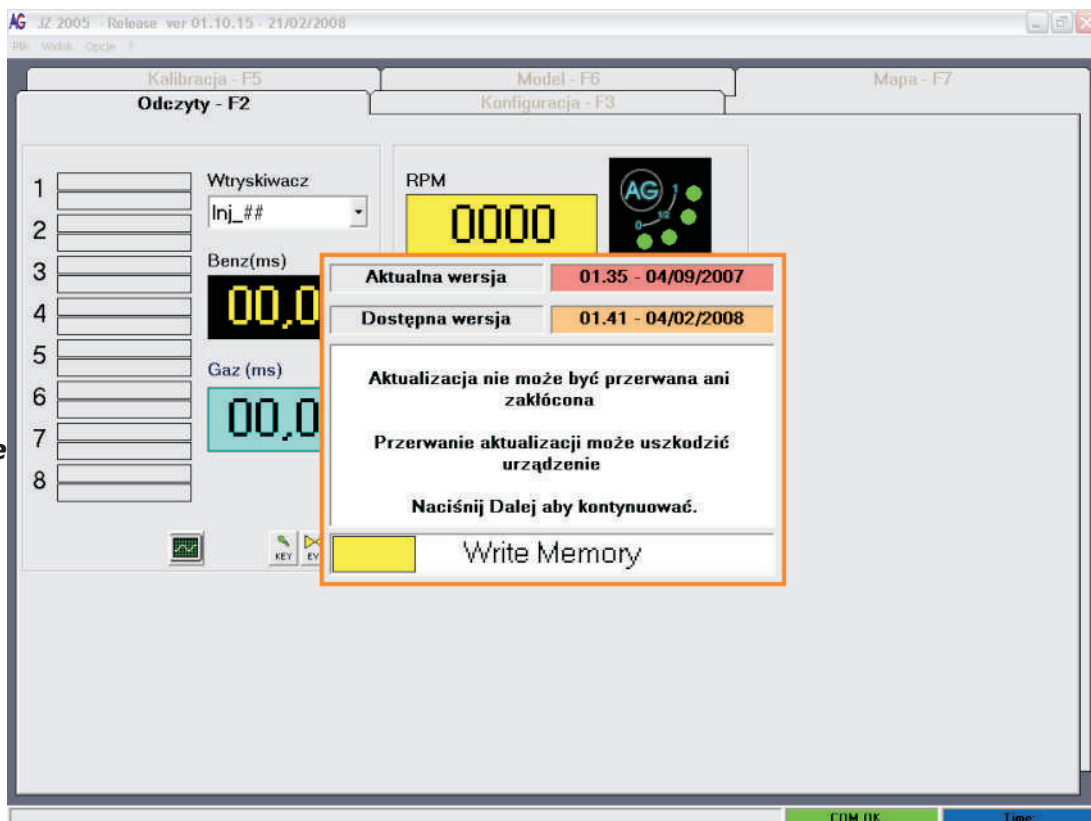
**Jeśli zapłon był wyłączony i nie naciśnięto przycisku "Esc" w poprzednich etapach, to system przechodzi do kolejnego okna, w którym należy potwierdzić ostatecznie aktualizację naciskając "Next"**



**Aktualizacja może trwać od kilku do kilkunastu minut.**

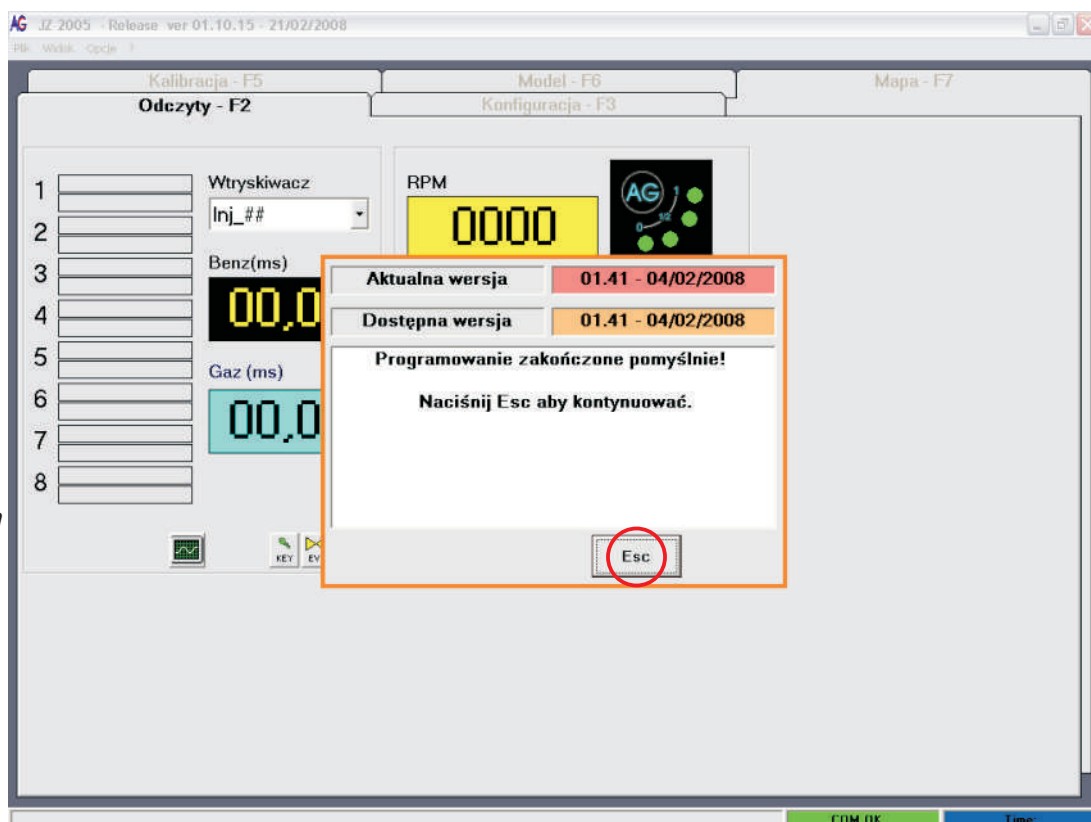
**Uzależnione jest to od szybkości komputera.**

**W tym czasie nie może zostać przerwane połączenie między komputerem a centralą.**



**Proces kończy się informacją, która potwierdza dokonanie aktualizacji.**

**Przycisk "Esc" zamyka okno aktualizacji.**





### III. OPIS PROGRAMU JZ 2005

#### 1. Odczyty - F2

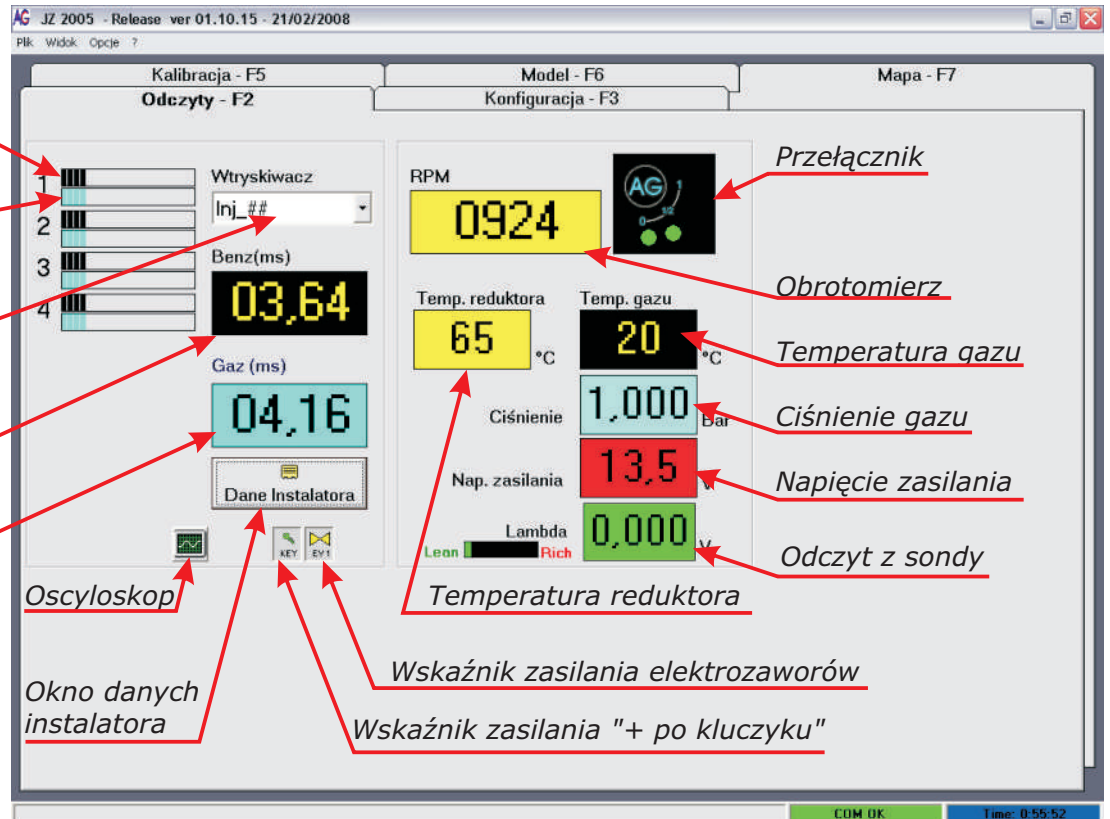
Poglądowy wykres czasu wtrysku benzyny

Poglądowy wykres czasu wtrysku gazu

Lista wyboru odczytu z poszczególnych wtryskiwaczy

Czas wtrysku benzyny

Czas wtrysku gazu



**Poglądowe wykresy czasów wtrysków benzyny i gazu** - obrazują czas otwarcia wtryskiwaczy. Wyświetlane wartości są wartościami średnimi ze wszystkich cylindrów. W celu odczytu czasu wtrysku konkretnego wtryskiwacza, należy wybrać go z **rozwijanej listy**. Wtedy jego numer zostaje podświetlony na żółto.

**Temperatura reduktora** odczytywana przez czujnik umieszczony na reduktorze.

**Temperatura gazu** odczytywana jest przez czujnik umieszczony za listwą wtryskową.

**Ciśnienie** jest to odczyt ciśnienia panującego w układzie gazowym, za reduktorem.

**Napięcie zasilania** - napięcie w instalacji elektrycznej samochodu. Wartość napięcia pojawia się po przekręceniu kluczyka.

**Lambda** - odczyt napięcia z sondy lambda. Okno nie jest wyświetlane, gdy w zakładce **Konfiguracja** -> **Sonda Lambda** -> wybrane jest **"Nieaktywne"**.

**RPM** - obrotomierz. Jego wskazania można korygować za pomocą zmiany ilości cewek w zakładce **Konfiguracja** -> **RPM** -> **Cewka**.

**Przełącznik** - jest to przycisk pełniący taką samą funkcję jak ten, zamontowany w kabinie samochodu. Służy do włączania / wyłączenia instalacji gazowej oraz wskazuje poziom gazu w zbiorniku. Wszystkie funkcje przycisku opisane są w punkcie **"Przełącznik"**.

**Oscyloskop** otwiera się w nowym oknie i pozwala na bieżąco śledzić poszczególne parametry w funkcji czasu. Działanie i funkcje oscyloskopu opisane są w punkcie **"Oscyloskop"**.

**Wskaźnik zasilania elektrozaworów** - wciśnięty oznacza, że napięcie na zawory zostało podane.

**Wskaźnik zasilania "+ po kluczyku"** - wciśnięty oznacza podanie napięcia do centrali. Powinien uaktywniać się zaraz po włączeniu zapłonu. Po wyłączeniu powinien natychmiast się wyłączyć.

## 1a. Odczyty - F2 -> Oscyloskop.

Nazwa śledzonej funkcji

Wartość chwilowa funkcji

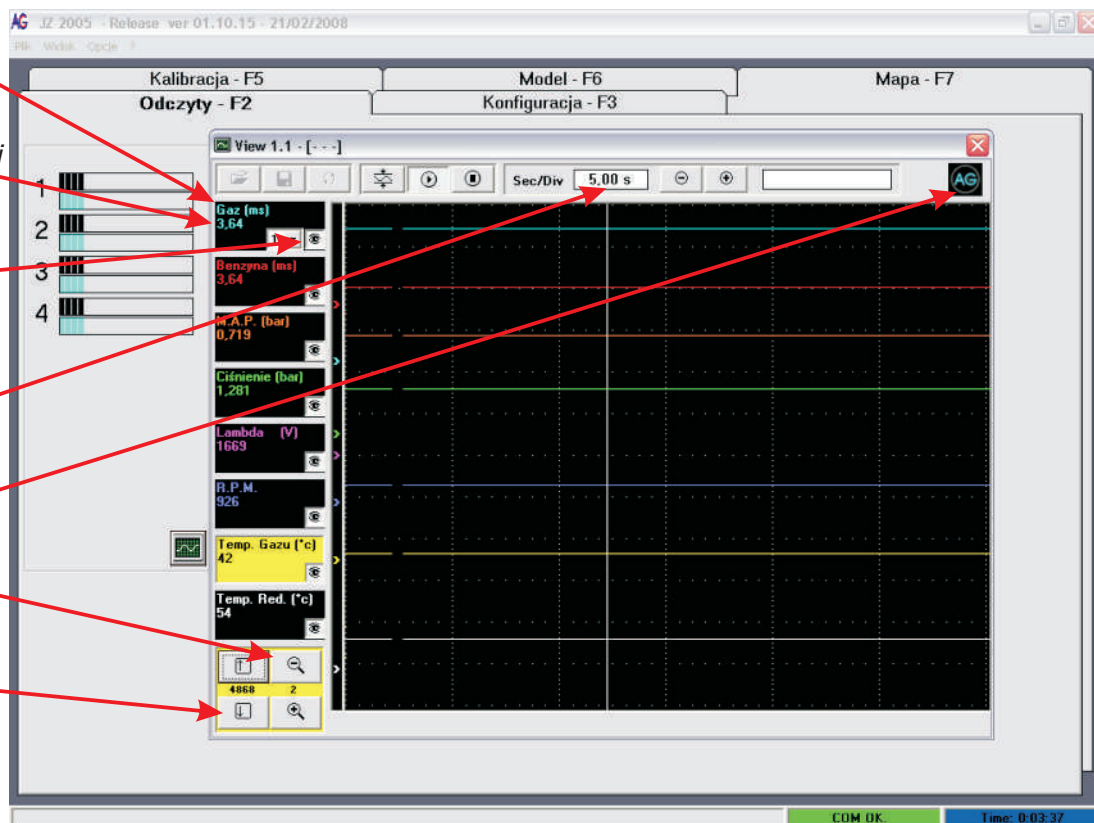
Włącz/wyłącz funkcję

Szybkość odświeżania

Przełącznik

Skala

Położenie linii funkcji



**OSCYLOSKOP** pozwala na jednoczesne śledzenie ośmiu parametrów w funkcji czasu. Odczyty dokonywane są na bieżąco z prędkością wybraną przez obsługującego. Położenie linii poszczególnych wykresów oraz ich skalę można dowolnie zmieniać. W tym celu należy zaznaczyć parametr, który chcemy zmienić - naciskając na jego nazwę - i odpowiednimi przyciskami ustawić żadaną pozycję. Aktywna funkcja posiada podświetlone pole (pod jej nazwą) w kolorze odpowiednim do linii jej wykresu.

Oscyloskop jest bardzo przydatnym narzędziem diagnostycznym, dzięki któremu obsługujący może w łatwy sposób ocenić stan i zachowanie się całej instalacji Sekwencyjnego Wtrysku ZENIT. Przebieg śledzonych funkcji można zapisać na dysku w celu późniejszej analizy.

## 1b. Odczyty - F2 -> Dane Instalatora.

Okno "**Dane Instalatora**" umożliwia zapisanie w centrali ZENIT kilku dowolnych informacji oraz zablokowanie centrali hasłem w celu uniemożliwienia zmian konfiguracji instalacji przez osoby trzecie.

Aby zabezpieczyć centralę hasłem należy wprowadzić **WŁASNE** hasło i nacisnąć przycisk "**Zapisz i zablokuj**".

Zabezpieczona hasłem centrala pozwala połączyć się z komputerem ale nie można dokonywać żadnych zmian w ustawieniach. Aktywne jest tylko okno "**Odczyty**".

Po naciśnięciu przycisku "**Dane Instalatora**" ukazuje się okno do wprowadzenia hasła. Wpisanie właściwego pozwala na podgląd i zmianę wszystkich ustawień programu. Nie znając hasła można jedynie wykasować wszystkie ustawienia naciskając przycisk "**Reset ecu**". Hasło wtedy również wykasuje się, ale konieczne będzie zaprogramowanie całej instalacji od początku.

## 1c. Odczyty - F2 -> Przełącznik.

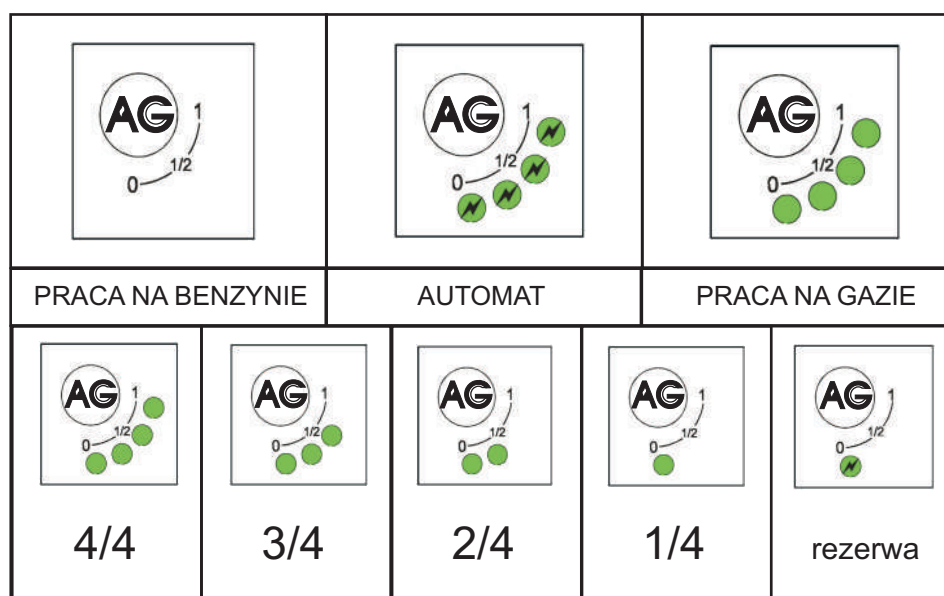
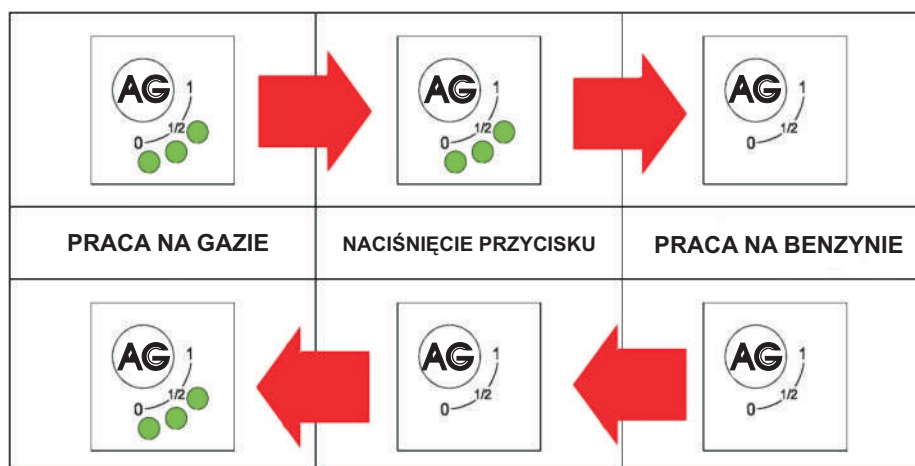
Przełącznik umożliwia wybór rodzaju paliwa, działa tak samo jak ten w kabinie kierowcy. Każdorazowo uruchomienie silnika następuje na benzynie, procedura przejścia na zasilanie gazowe jest uzależniona od temperatury reduktora.

- **Uruchomienie zimnego silnika** (pierwsze) - przełączenie następuje po uzyskaniu przez reduktor ustalonej temperatury oraz przekroczeniu zadanych obrotów silnika.

- **Uruchomienie ciepłego silnika** (temperatura reduktora wyższa od zadanej w konfiguracji) - przełączenie następuje po upływie zadanego czasu od momentu uruchomienia silnika oraz przekroczeniu zadanych obrotów. W przypadku braku progu obrotów (wartość w konfiguracji „0”) przełączenie następuje automatycznie po upływie zadanego czasu (zakładka "Konfiguracja"/ "Przełączanie na gaz”).  
Naciśnięcie przycisku przy pracującym silniku powoduje kolejne przełączenia gaz-benzyna, benzyna-gaz, nie jest wymagane wtedy przejście przez próg obrotów.

- **Uruchomienie awaryjne na gazie** - w przypadku awarii układu paliwowego, możliwe jest uruchomienie silnika bezpośrednio na gazie. W tym celu należy nacisnąć i przytrzymać przełącznik, włączyć zapłon, uruchomić rozrusznik.

**Sposób działania przełącznika obrazują poniższe schematy:**



DIODA ŚWIECI

DIODA PULSUJE

## 1d. Odczyty - F2 -> Błędy.

Instalacja sekwencyjnego wtrysku gazu ZENIT posiada narzędzie diagnostyczne, które zapamiętuje ewentualne błędy, identyfikuje je i wyświetla w dodatkowym oknie **Błędy**. Jeśli instalacja pracuje bez żadnych anomalii przycisk **Błędy** jest ukryty.

The screenshot shows the diagnostic software interface. The main window is titled 'Odczyty - F2' and displays fuel injection parameters: 'Wtryskiwacz' (Injector) with a dropdown menu, 'Benz(ms)' (03,11), and 'Gaz (ms)' (05,71). A 'Błędy' button is circled in red. An 'Wyświetl błędy' (Show errors) window is open, displaying a table of error codes and their status. The 'Kasuj' (Clear) button in the error window is also circled in red.

| Nazwa                | Obecne        | Zapisane      |
|----------------------|---------------|---------------|
| WTR_1 II             | PRZERWA W OBW | PRZERWA W OBW |
| WTR_2 II             | PRZERWA W OBW | PRZERWA W OBW |
| WTR_3 II             | PRZERWA W OBW | PRZERWA W OBW |
| WTR_4 II             | PRZERWA W OBW | PRZERWA W OBW |
| WTR_5 II             | ---           | ---           |
| WTR_6 II             | ---           | ---           |
| WTR_7 II             | ---           | ---           |
| WTR_8 II             | ---           | ---           |
| CIŚNIENIE I          | ---           | ---           |
| M.A.P.               | ---           | ---           |
| TEMP. REDUKTORA I    | POWYZEJ NORMY | ---           |
| TEMP.GAZU II         | POWYZEJ NORMY | ---           |
| SONDA LAMBDA I       | ---           | ---           |
| NAPIECIE ZASILANIA I | ---           | ---           |
| ELEKTROZAWÓR LPG 1 I | ---           | ---           |
| ELEKTROZAWÓR LPG 2 I | ---           | ---           |

Wyświetlone błędy można skasować przyciskiem **Kasuj**. Jeśli niedomagania zostały usunięte lista pozostanie czysta. Przycisk **Błędy** zniknie z okna **Odczyty**.

Przycisk **Esc** zamyka okno bez kasowania błędów.

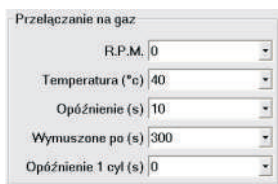
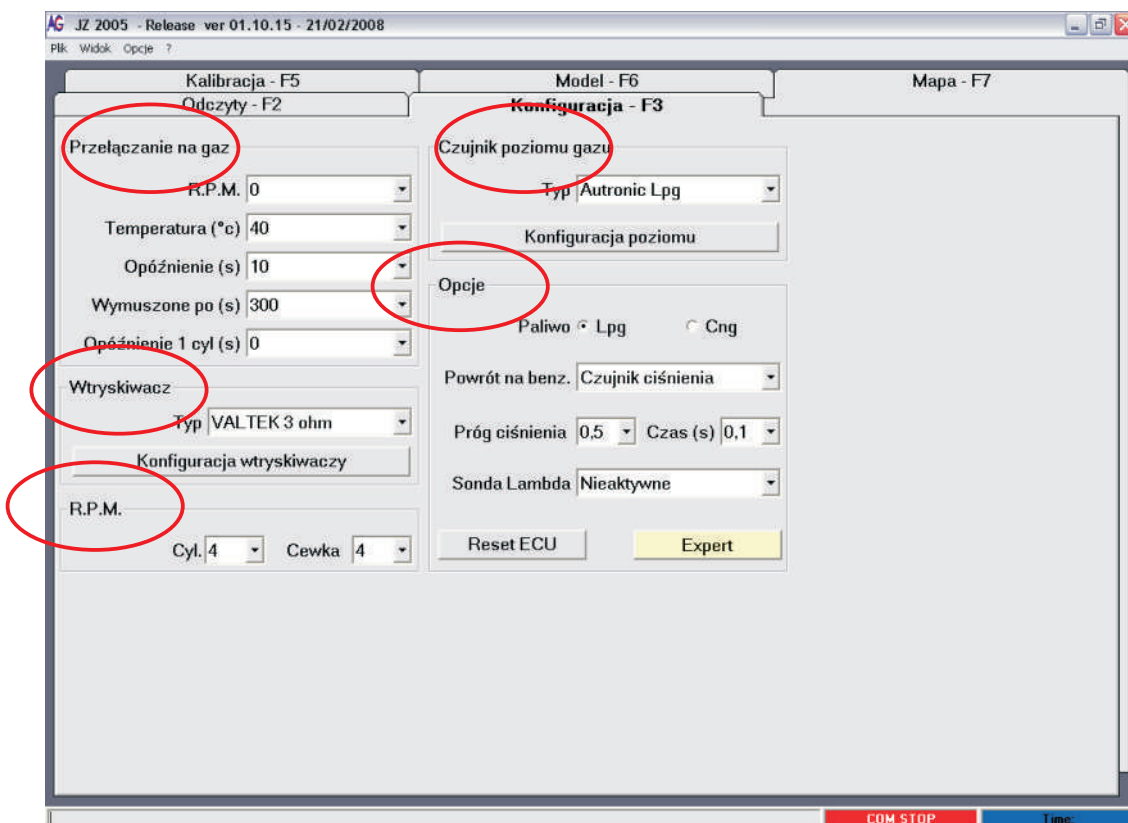
The screenshot shows the diagnostic software interface. The main window is titled 'Odczyty - F2' and displays fuel injection parameters: 'Wtryskiwacz' (Injector) with a dropdown menu, 'Benz(ms)' (03,11), and 'Gaz (ms)' (05,71). An 'Wyświetl błędy' (Show errors) window is open, displaying a table of error codes and their status. The 'Kasuj' (Clear) button in the error window is circled in red.

| Nazwa                | Obecne | Zapisane |
|----------------------|--------|----------|
| WTR_1 II             | ---    | ---      |
| WTR_2 II             | ---    | ---      |
| WTR_3 II             | ---    | ---      |
| WTR_4 II             | ---    | ---      |
| WTR_5 II             | ---    | ---      |
| WTR_6 II             | ---    | ---      |
| WTR_7 II             | ---    | ---      |
| WTR_8 II             | ---    | ---      |
| CIŚNIENIE I          | ---    | ---      |
| M.A.P.               | ---    | ---      |
| TEMP. REDUKTORA I    | ---    | ---      |
| TEMP.GAZU II         | ---    | ---      |
| SONDA LAMBDA I       | ---    | ---      |
| NAPIECIE ZASILANIA I | ---    | ---      |
| ELEKTROZAWÓR LPG 1 I | ---    | ---      |
| ELEKTROZAWÓR LPG 2 I | ---    | ---      |



## 2. Konfiguracja - F3

Na zakładce **Konfiguracja** ustawia się główne parametry instalacji. Okno konfiguracji podzielone jest na 5 sekcji:



### PRZEŁĄCZANIE NA GAZ

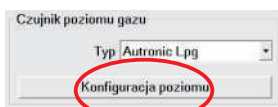
**RPM** - obroty na minutę wału korbowego silnika, po przekroczeniu których nastąpi przełączenie zasilania. Wartości można wybierać w zakresie od **0** (funkcja wyłączona) do **3000** (przełączenie nastąpi po osiągnięciu 3000 obr/min).

**Temperatura** - wybierana w zakresie od **20** do **70** st. C. Jest to temperatura reduktora, po osiągnięciu której zostanie przełączone zasilanie na gazowe.

**Opóźnienie** - czas zwłoki systemu, który czeka na przełączenie, wybraną ilość sekund, po osiągnięciu nastawionej temperatury. **0** - funkcja wyłączona - przełączenie na gaz następuje natychmiast po osiągnięciu nastawionej temperatury.

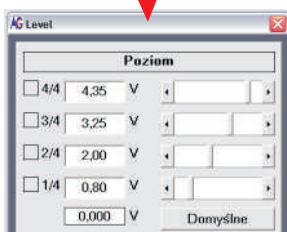
**Wymuszone po** - czas w sekundach, po którym zasilanie zostanie przełączone na gazowe **bez względu na temperaturę**. Jeśli podczas przełączania wymuszonego temperatura reduktora będzie niższa od 10 st. C to system przełączy się na zasilanie benzynowe i uruchomi sygnał dźwiękowy.

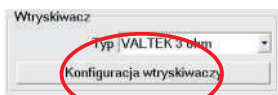
**Opóźnienie 1 cyl.** - czas w sekundach, po którym podczas przełączania zasilania zostanie przełączony kolejny cylinder. Jeśli ustawiony jest na **0** - wszystkie cylindry przełączają się w tej samej chwili.



### KONFIGURACJA POZIOMU

W sekcji **Czujnik poziomu gazu** wybrać należy typ czujnika, który został zamontowany w konkretnej instalacji. Każdy sensor poziomu można kalibrować zmieniając napięcie poszczególnych progów. W tym celu należy wejść do **Konfiguracji poziomu** i strzałkami w lewo lub w prawo ustawić żądaną pozycję.





## WTRYSKIWACZ

**Wtryskiwacz** - pole wyboru wtryskiwacza gazowego. W tym miejscu należy wybrać zastosowany w instalacji wtryskiwacz bądź listwę wtryskową. Dodatkowo opcja **MATRIX** obsługuje wtryskiwacze **MAGIC**.

**VALTEK 3ohm -> RAIL 3ohm.**

**VALTEK 1ohm -> RAIL 1ohm.**

Pozostałe zgodnie z nazwą.



W **Konfiguracji wtryskiwaczy** można sterować każdym wtryskiwaczem indywidualnie. W przypadku, kiedy występują różnice w pracy pomiędzy poszczególnymi cylindrami lub grupami cylindrów (w silnikach 6 i 8 -cylindrowych) można je zniwelować zmieniając wartość **Stałej korekty**. Dodatkowo można ustawić **Tryb** pracy wtryskiwacza:

**Normalny** - praca z uwzględnieniem modelu oraz korekt.

**Wyłączony** - wyłączony wtryskiwacz benzynowy i gazowy.

**Benzyna** - praca na benzynie.



## R.P.M.

**RPM** - sekcja w której ustawia się liczbę cylindrów i cewek silnika. Centrale do silników **4-cylindrowych** obsługują silniki 1-, 2-, 3- i 4-cylindrowe. Centrala **6-cylindrowa** dodatkowo silniki 5 - i 6 - cylindrowe. Centrale do silników **8 - cylindrowych** obsługują dodatkowo, w stosunku do centrali 6-cylindrowej, silnik 8-cylindrowy.



## OPCJE

W opcjach do wyboru są następujące parametry:

**Paliwo** - rodzaj używanego zasilania -> LPG lub CNG

**Powrót na benzynę** - sposób zachowania się systemu przy wyczerpywaniu się gazu ze zbiornika. Gdy wybrane jest **Nieaktywne** układ gazowy będzie pracował do chwili aż silnik samoczynnie wyłączy się z powodu braku gazu. Wybór opcji **Czujnik ciśnienia** uruchamia dodatkowe parametry: **Próg ciśnienia** i **Czas**. Wartości te służą do określenia parametrów, po osiągnięciu których system przełączy się na zasilanie benzynowe. W przykładzie zamieszczonym obok widoczne są parametry:

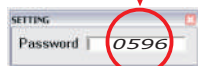
**Próg ciśnienia (bar) -> 0,5**

**Czas (s) -> 0,1**

Oznacza to, że przy spadku ciśnienia **poniżej 0,5 bar trwającym 0,1 s** układ przełączy się na zasilanie benzynowe.

**Sonda Lambda** - wybór typu sondy lambda. Podłączenie sondy nie jest konieczne do właściwego działania instalacji ZENIT. W przypadku nie podłączenia sondy lub wybrania z listy opcji **Disable**, znikają odczyty napięcia z sondy w oknie **Odczyty - F2**.

**Reset ECU** - wykasowanie wszystkich informacji z centrali ZENIT i przywrócenie ustawień fabrycznych. Po naciśnięciu tego przycisku konieczna jest kalibracja układu od początku.



**EXPERT** - przejście do dodatkowych opcji programu. Hasło dostępu to: **0596** następnie nacisnąć **ENTER**.

**Minimum power rpm control** - funkcja służąca do zmiany zasilania z gazu na benzynę i z powrotem. Aktywowanie tej funkcji (zaznaczenie pola z lewej strony nazwy) powoduje, że centrala przełącza na zasilanie benzynowe poniżej obrotów wybranych w polu "przełącz na benzynę poniżej rpm" i powraca na zasilanie gazowe po przekroczeniu obrotów zaznaczonych w polu "przełącz na gaz powyżej rpm".

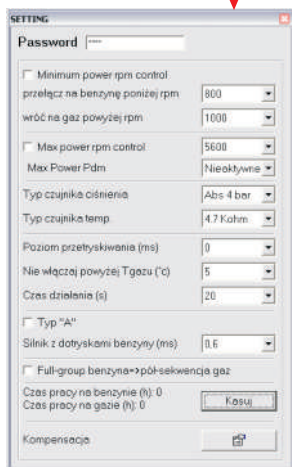
**Max power rpm control** - przełączanie z zasilania gazowego na benzynowe po przekroczeniu wybranego progu obrotów i powrót na zasilanie gazowe poniżej jego.

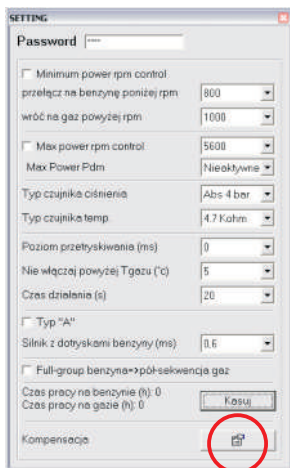
**Max power PDM** - przełączanie z zasilania gazowego na benzynowe po przekroczeniu wybranego, procentowego stopnia wypełnienia impulsu wtryskiwacza benzynowego.

Funkcje **Minimum** i **Max power** działają w sposób niezauważalny dla użytkownika, czyli przełącznik wskazuje aktualną ilość gazu w zbiorniku, a buzer nie zostaje uruchomiony.

**Typ czujnika ciśnienia** - wybór typu zamontowanego czujnika ciśnienia. Obecnie jest to czujnik Abs 4bar. W starszych systemach był to czujnik 5 bar.

**Typ czujnika temperatury** - wybór typu czujnika. Większość instalacji posiada czujnik 4,7 Kohm.





**Przetryskiwanie** - jest to dotryskiwanie małych dawek gazu w czasie gdy samochód pracuje jeszcze na benzynie. Ma na celu wstępny rozruch wtryskiwaczy gazowych, wypełnienie układu odparowanym gazem tak, aby przełączenie na zasilanie gazowe było płynne. Przetryskiwanie określone jest trzema parametrami:

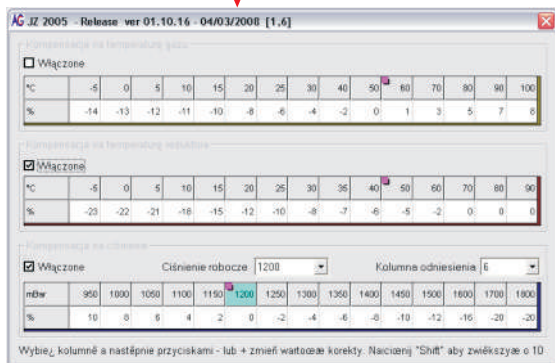
**Poziom przetrzynania (ms)** - czas otwarcia wtryskiwacza gazowego w czasie przetrzynania - wielkość dawki gazu która ma być dotryśnięta, 0 - przetrzynanie wyłączone, 0,5 ms, 1 ms, 1,5 ms, 2 ms, 2,5 ms. **Zalecane 2 ms.**

**Nie włączaj powyżej Temp. gazu(C)** - temperatura wtryskiwaczy poniżej której przetrzynanie jest uruchamiane. Gdy temperatura wtryskiwaczy (temperatura gazu) jest większa przetrzynanie nie jest uruchamiane. **Zalecane 10 st. C.**

**Czas działania (s)** - czas działania funkcji (w sekundach). **Zalecane 10 s.**

Procedura uruchamiania przetrzynania jest rozpoczynana gdy temperatura reduktora osiągnie wartość wymaganą do przełączenia. Wtedy centrala sprawdza jaka jest temperatura wtryskiwaczy (gazu) i jeżeli jest niższa niż ustawiona w parametrze "Nie włączaj poniżej T gazu" centrala czeka na otwarcie wtryskiwaczy benzynowych dłuższe niż 5 ms. Przy pierwszym takim impulsie dotryskuje gaz w dawce określonej parametrem "Poziom przetrzynania" i rozpoczyna odliczanie czasu "Czas działania". Jeżeli w czasie tego odliczania pojawią się impulsy czasów otwarcia wtryskiwaczy benzynowych dłuższe niż 5 ms, nastąpi dotryśnięcie gazu. Po upływie czasu "Czas działania" następuje przełączenie na zasilanie gazowe z uwzględnieniem parametrów konfiguracji - obrotów i opóźnienia.

## KOMPENSACJA



Włączenie **korekty na temperaturę gazu i reduktora** pomagają utrzymać optymalną mieszankę gdy silnik jest w fazie nagrzewania lub gdy temperatura gazu rośnie powyżej normy :

- zaraz po przełączeniu po długim postoju kiedy silnik jest jeszcze nie rozgrzany a gaz ma niską temperaturę i dużą gęstość - włączona korekta zapobiega zbyt bogatej mieszance - czasy otwarcia wtryskiwaczy gazowych są skracane, np.. przy  $T_{red} = 30$  o 8%

- gdy temperatura gazu rośnie staje się on coraz rzadszy i grozi to zbyt dużym zubożeniem mieszanki, po włączeniu korekty, przy wysokich temperaturach gazu sterownik wzbogaca mieszankę, np.. przy  $T_{gazu} = 80$  o 5% .

**Korekta na ciśnienie gazu** zapobiega zmianom mieszanki przy wahaniami ciśnienia.

**Ciężnienie robocze** - ciśnienie przy którym korekta = 0.

Zmieniając **kolumnę odniesienia** zmieniamy zakres ciśnień podlegających korekcie.

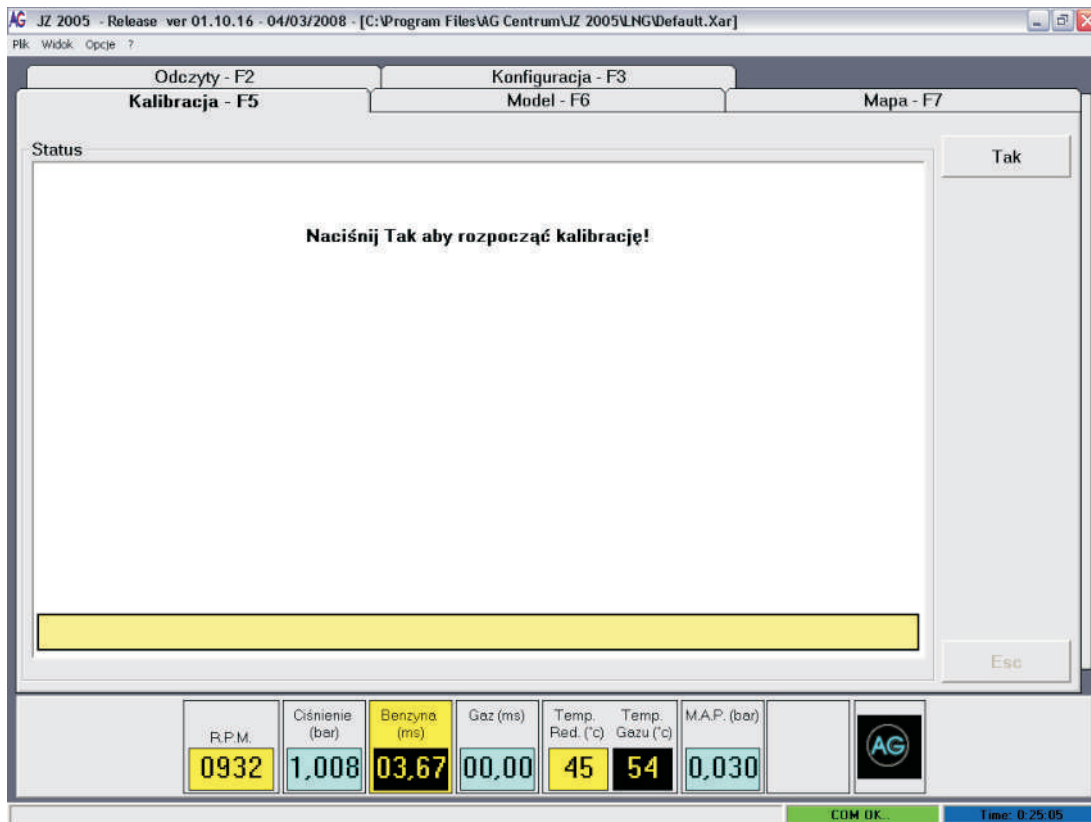
Zalecamy włączenie jednej kompensacji na temperaturę oraz włączenie korekty na ciśnienie i ustawienie ciśnienia roboczego oraz kolumny referencyjnej.

Fabrycznie ustawione - **zalecane** - wartości korekt można zmieniać. W tym celu należy wybrać wartość, którą chcemy zmienić i przyciskami "+" i "-" ustawić żądaną wielkość. W trakcie zmian przytrzymanie klawisza "Shift" powoduje zmianę korekt co 10.

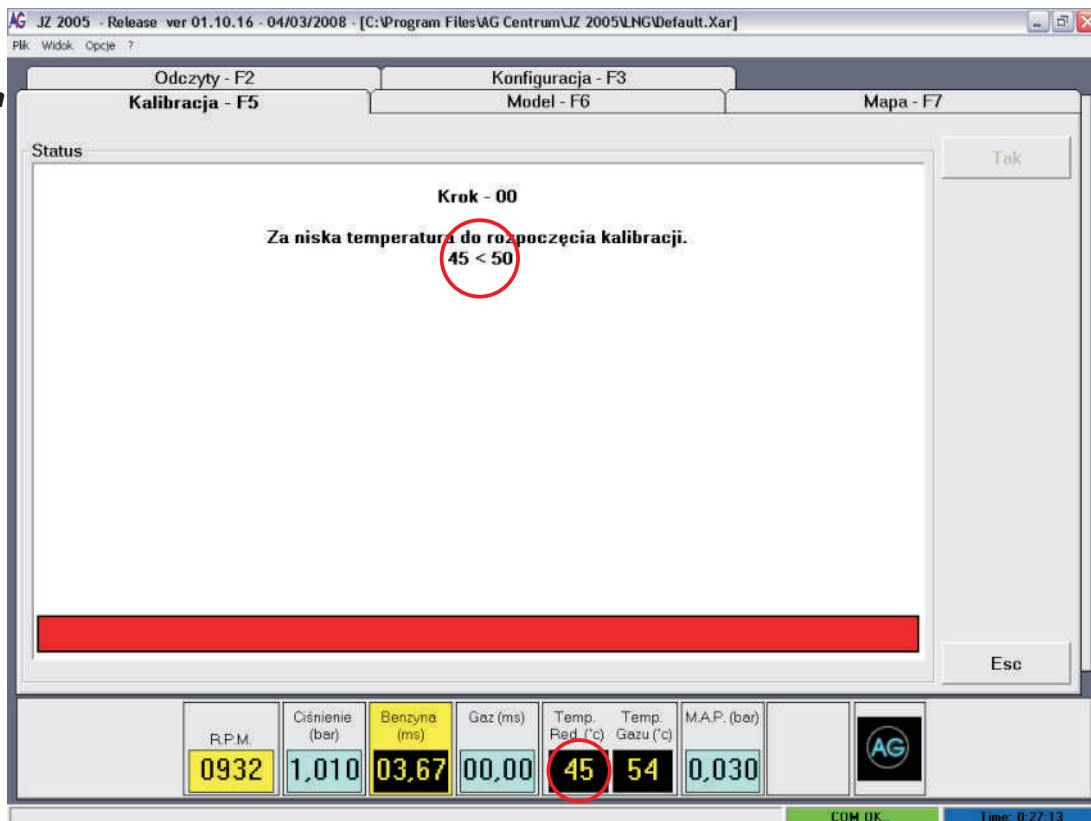
### 3. Kalibracja- F7

**Kalibracja** układu polega na podstawowym dostosowaniu instalacji ZENIT do konkretnego silnika. Przez cały proces użytkownik prowadzony jest za pomocą instrukcji wyświetlanych na ekranie.

**Naciśnij "TAK" w celu rozpoczęcia kalibracji i postępuj zgodnie z wyświetlanymi instrukcjami.**



**Rozpoczęcie kalibracji możliwe jest tylko gdy temperatura reduktora jest wyższa niż 50 st.C.**





**Kalibracja trwa od kilku do kilkunastu minut. W tym czasie postępuj zgodnie ze wskazówkami systemu ZENIT.**

*Zostaw silnik na biegu jałowym bez żadnego obciążenia ...*

*... odczekaj kilka sekund do następnego kroku kalibracji.*

The screenshot shows the ZENIT calibration software interface. The window title is "JZ 2005 - Release ver 01.10.16 - 04/03/2008 - [C:\Program Files\AG Centrum\JZ 2005\LNG\Default.Xar]". The menu bar includes "Plik", "Widok", and "Opcje". The main window has three tabs: "Odczyty - F2", "Konfiguracja - F3", and "Mapa - F7". The "Odczyty - F2" tab is active, showing "Kalibracja - F5". The status area displays "Krok - 01" and "Zostaw silnik na biegu jałowym bez żadnego obciążenia" followed by "CZEKAJ ... 6". A yellow progress bar is at the bottom of the status area. The bottom status bar shows various engine parameters: R.P.M. (0932), Ciśnienie (bar) (1,000), Benzyna (ms) (03,67), Gaz (ms) (00,00), Temp. Red. (°C) (51), Temp. Gazu (°C) (54), and M.A.P. (bar) (0,030). The AG logo is also present. The bottom right corner shows "COM OK" and "Time: 0:34:44".

**Podnieś obroty do 3000 obr/min i utrzymaj stałą pozycję pedału gazu.**

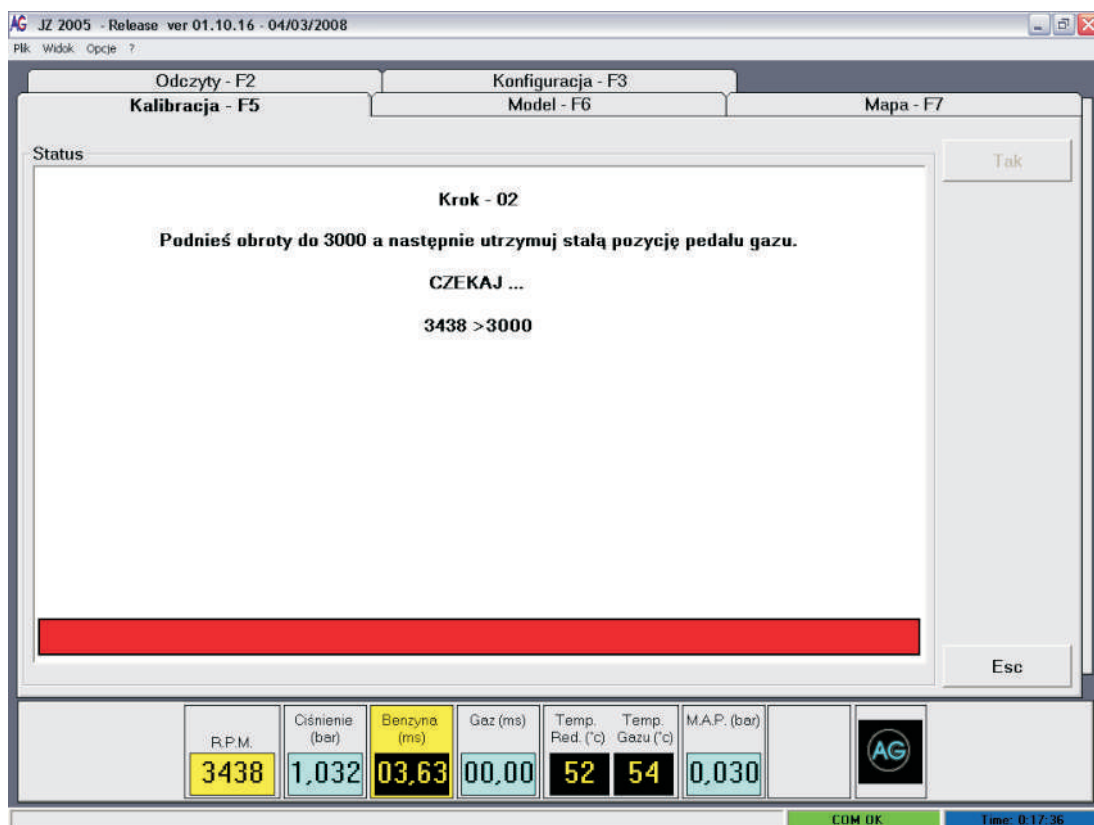
*W tym momencie system czeka na zwiększenie obrotów silnika*

The screenshot shows the ZENIT calibration software interface. The window title is "JZ 2005 - Release ver 01.10.16 - 04/03/2008 - [C:\Program Files\AG Centrum\JZ 2005\LNG\Default.Xar]". The menu bar includes "Plik", "Widok", and "Opcje". The main window has three tabs: "Odczyty - F2", "Konfiguracja - F3", and "Mapa - F7". The "Odczyty - F2" tab is active, showing "Kalibracja - F5". The status area displays "Krok - 02" and "Podnieś obroty do 3000 a następnie utrzymaj stałą pozycję pedału gazu." followed by "CZEKAJ ..." and "0932 < 1980". A red progress bar is at the bottom of the status area. The bottom status bar shows various engine parameters: R.P.M. (0932), Ciśnienie (bar) (1,002), Benzyna (ms) (03,67), Gaz (ms) (00,00), Temp. Red. (°C) (52), Temp. Gazu (°C) (54), and M.A.P. (bar) (0,030). The AG logo is also present. The bottom right corner shows "COM OK" and "Time: 0:36:23".

**Gdy obroty silnika przekroczą 3000 i ustabilizują się system kilkakrotnie przełączy zasilanie.**

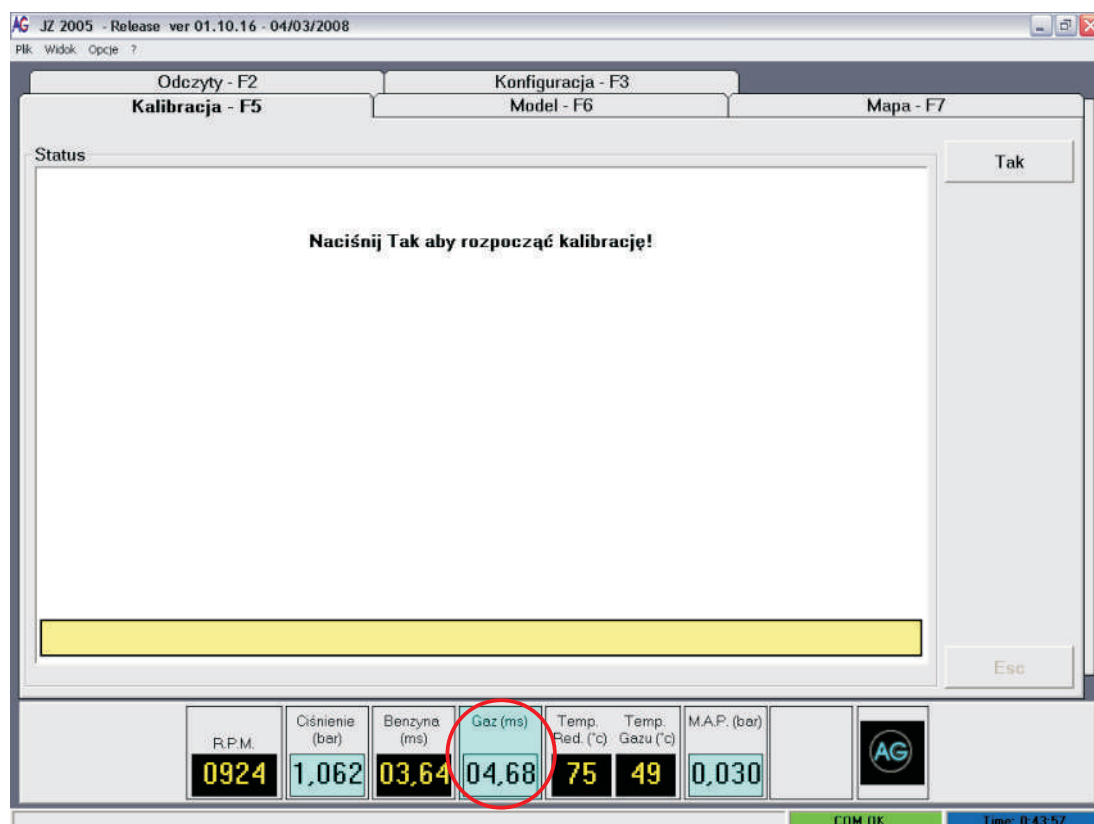
*Pomimo niewielkich wahań obrotów na tym etapie kalibracji, trzymaj pedał przyspieszenia w stałej pozycji, do chwili kiedy system wyświetli następną informację:*

**"Zostaw silnik na biegu jałowym bez żadnego obciążenia"**



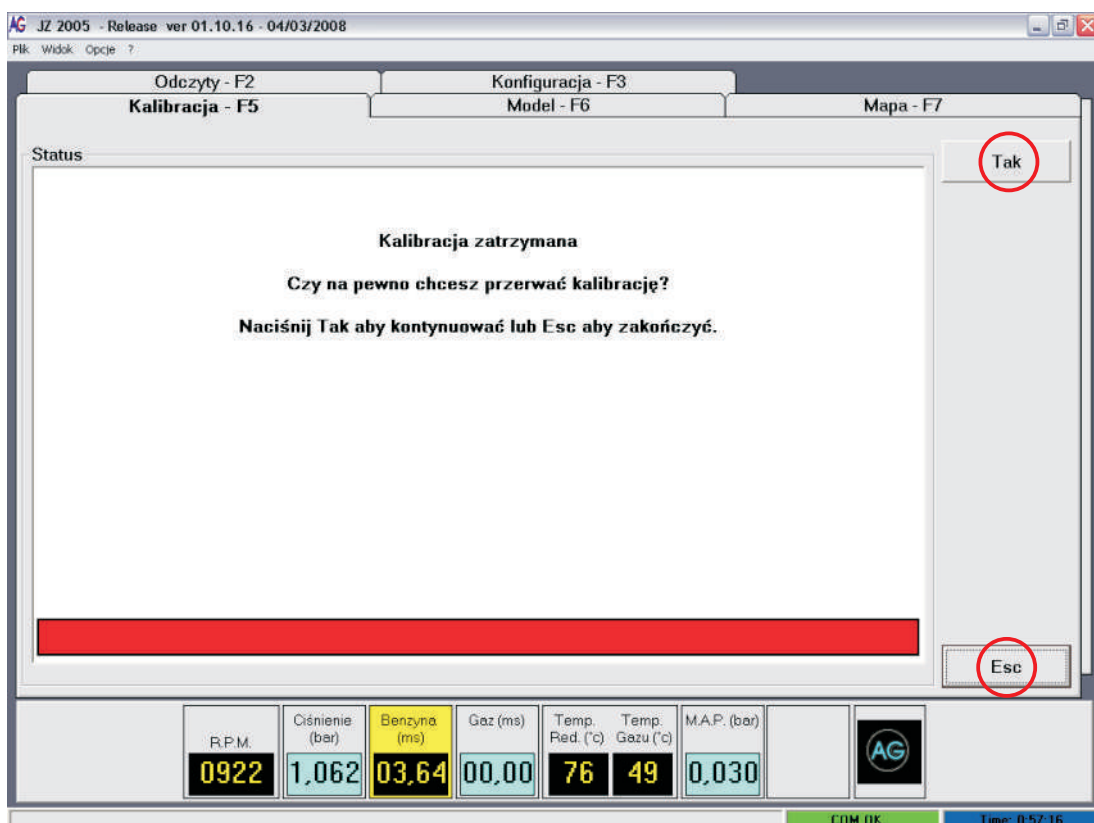
**Kalibracja kończy się informacją, że system jest gotowy do ustawienia kolejnego silnika.**

*Ekran kończący kalibrację wygląda jak ten przed jej rozpoczęciem, lecz silnik pracuje już na zasilaniu gazowym.*



**Jeśli w trakcie kalibracji został naciśnięty przycisk "Esc" - kalibracja zostanie wstrzymana, a system będzie czekał na potwierdzenie.**

*Jeśli chcesz przerwać kalibrację naciśnij "Esc" ponownie, a jeśli chcesz kontynuować "Tak".*



Podczas **Kalibracji** system informuje o poprawności podłączenia instalacji oraz o właściwie dobranej średnicy dysz wtryskiwaczy do konkretnego silnika. W takim przypadku wyświetla informacje typu:

- **Brak napięcia "po kluczyku"**
- **Brak sygnału RPM**
- **e04 - Offset za duży, wtryskiwacze mogą być za małe**
- **e03 - Offset za mały, wtryskiwacze mogą być za duże**
- **e02 - Nachylenie za duże, wtryskiwacze mogą być za małe**
- **e01 - Nachylenie za małe, wtryskiwacze mogą być za duże**

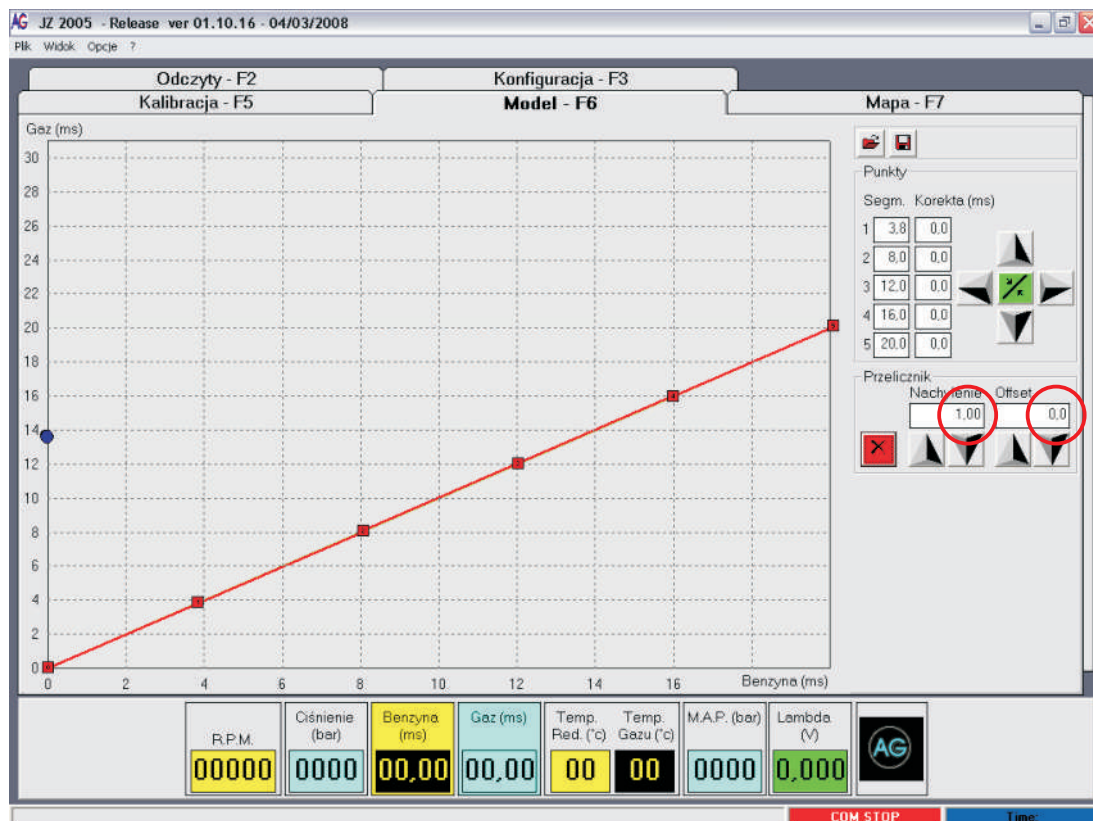
Po przerwanej **Kalibracji** należy usunąć usterkę i rozpocząć ustawianie od nowa. W trakcie pierwszej kalibracji cała instalacja gazowa musi wypełnić się gazem. Z tego powodu podczas pierwszych przełączeń Benzyna - LPG/CNG może zdarzyć się, że silnik zgaśnie. Należy wtedy również rozpocząć kalibrację od początku.

## 4. Model - F6

Zakładka **Model** składa się z wykresu obrazującego stosunek czasu wtrysku gazu do czasu wtrysku benzyny, przycisków, za pomocą których możliwa jest zmiana położenia linii wykresu oraz odczytów najważniejszych parametrów pracy instalacji.

Po kalibracji położenie linii modelu opisane jest wartościami:  
**Nachylenie - kąt**  
**Offset - przesunięcie**

Wartość **nachylenia** oraz **przesunięcia** dają informacje o poprawności doboru średnicy dysz wtryskiwaczy.



### NACHYLENIE:

**Od 0.00 do 0.75 - dysze dobrane nieprawidłowo - konieczna zmiana na MNIEJSZE.**

**Od 0.75 do 0.90 - dysze dobrane poprawnie - sugerowana zmiana na MNIEJSZE.**

**Od 0.90 do 1.10 - dysze dobrane PRAWIDŁOWO.**

**Od 1.10 do 1.25 - dysze dobrane prawidłowo - sugerowana zmiana na WIĘKSZE.**

**Od 1.25 do 1.50 - dysze dobrane nieprawidłowo - konieczna zmiana na WIĘKSZE.**

### OFFSET:

**Od 0.0 do 1.0 - dysze dobrane nieprawidłowo - konieczna zmiana na MNIEJSZE.**

**Od 1.0 do 1.5 - dysze dobrane prawidłowo - sugerowana zmiana na MNIEJSZE.**

**Od 1.5 do 2.5 - dysze dobrane PRAWIDŁOWO.**

**Od 2.5 do 3.0 - dysze dobrane prawidłowo - sugerowana zmiana na WIĘKSZE.**

**Od 3.0 do 5.0 - dysze dobrane nieprawidłowo - konieczna zmiana na WIĘKSZE.**



**Wstępny dobór dysz można przeprowadzić posługując się poniższą tabelą. Wartości te należy traktować szacunkowo. Ostateczny wymiar określony jest parametrami: **Nachylenie** i **Offset** po przeprowadzonej kalibracji.**

Wtryskiwacz **MATRIX** - sekwencyjny wtrysk paliwa

| Srednica dyszy | Moc na 1 cyl. | Moc na 4 cyl. | Moc na 6 cyl. | Moc na 8 cyl. |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1,8 mm         | 10 – 13 KM    | 40 – 56 KM    | 60 – 78 KM    | 80 – 112 KM   |
| 2,1 mm         | 14 – 20 KM    | 56 – 84 KM    | 78 – 120 KM   | 112 – 168 KM  |
| 2,4 mm         | 21 – 25 KM    | 84 – 100 KM   | 126 – 156 KM  | 168 – 200 KM  |
| 2,7 mm         | 26 – 32 KM    | 100 – 128 KM  | 156 – 192 KM  | 200 – 256 KM  |

Wtryskiwacz **VALTEK 3 OHM, RAIL 3 OHM** - sekwencyjny wtrysk paliwa

| Srednica dyszy | Moc na 1 cyl. | Moc na 4 cyl. | Moc na 6 cyl. | Moc na 8 cyl. |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1,8 mm         | 18 – 24 KM    | 70 – 98 KM    | 105 – 147 KM  | 140 – 196 KM  |
| 2,1 mm         | 25 – 32 KM    | 98 – 130 KM   | 147 – 195 KM  | 196 – 260 KM  |
| 2,4 mm         | 33 – 40 KM    | 130 – 162 KM  | 195 – 243 KM  | 260 – 325 KM  |

Wtryskiwacz **VALTEK 1 OHM, RAIL 1 OHM** - sekwencyjny wtrysk paliwa

| Srednica dyszy | Moc na 1 cyl. | Moc na 4 cyl. | Moc na 6 cyl. | Moc na 8 cyl. |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1,8 mm         | 12 – 17 KM    | 48 – 70 KM    | 72 – 105 KM   | 96 – 140 KM   |
| 2,1 mm         | 18 – 24 KM    | 70 – 98 KM    | 105 – 147 KM  | 140 – 196 KM  |
| 2,4 mm         | 25 – 32 KM    | 98 – 130 KM   | 147 – 195 KM  | 196 – 260 KM  |
| 2,7 mm         | 33 – 40 KM    | 130 – 162 KM  | 195 – 243 KM  | 260 – 325 KM  |

Wartość **nachylenia i offsetu** można również zmieniać regulując ciśnienie gazu na reduktorze w zakresie od 0.9 do 1.5 Bar. W przypadku, kiedy po kalibracji nachylenie lub/i offset ma wartość, przy której sugerowana jest zmiana dysz na WIĘKSZE - można ZWIĘKSZYĆ CIŚNIENIE. Natomiast jeśli po kalibracji wartość nachylenia lub/i offsetu jest na poziomie, w którym sugerowana jest zmiana dysz na MNIEJSZE - można ZREDUKOWAĆ CIŚNIENIE gazu na reduktorze. **Po każdej regulacji ciśnienia należy przeprowadzić ponowną kalibrację.**

**Zalecane ciśnienie w układzie to 1.0 do 1.2 Bar.**

## 5. Mapa - F7

Zakładka **Mapa** składa się z pola wykresu obrazującego stosunek czasu wtrysku benzyny do ciśnienia panującego w kolektorze dolotowym silnika, pola kalibracji oraz odczytów najważniejszych parametrów pracy instalacji. Po właściwym doborze dysz, wyregulowaniu ciśnienia gazu oraz przeprowadzeniu kalibracji należy przeprowadzić jazdę próbną, podczas której stworzone zostaną mapy: **Benzynowa** i **Gazowa**.

**Auto odczyty** - odczyt danych na bieżąco.

**R.P.M.**- zakres obrotów, w którym będą zbierane punkty map.

**Odczytaj** - przycisk przywołujący dane z pamięci centrali.

**Przelicz model**- po wciśnięciu tego przycisku, w zakładce model pojawiają się punkty kalibracyjne, pomiędzy którymi trzeba poprowadzić linię modelu. Przycisk jest aktywny przy wyłączonej funkcji Auto odczyty oraz gdy są już punkty mapy benzynowej i gazowej.

**Kasuj Benz.**- kasuje punkty benzynowe.

**Kasuj Gaz**- kasuje punkty gazowe.

**Kasuj Obliczenia** - kasuje obliczenia z zakładki model.



**Prawidłowo podłączona i skalibrowana instalacja jest niezbędna do przeprowadzenia kolejnej fazy dostrajania - stworzenia podczas jazdy charakterystycznych punktów benzynowych i gazowych zwanych mapą.**

W celu wykonania mapy wybieramy z listy zakres obrotów **R.P.M.** oraz zaznaczamy okno **Auto odczyty**.

**Zielony punkt** przemieszczający się po polu wykresu obrazuje wartości chwilowe czasu wtrysku i podciśnienia.

Gdy aktualne obroty silnika mieszczą się w wybranym zakresie i zielony punkt zatrzyma się w jednej pozycji na czas około 2 sekund to punkt mapy zostaje zapisany w centrali **ZENIT** i wyświetlony na ekranie.



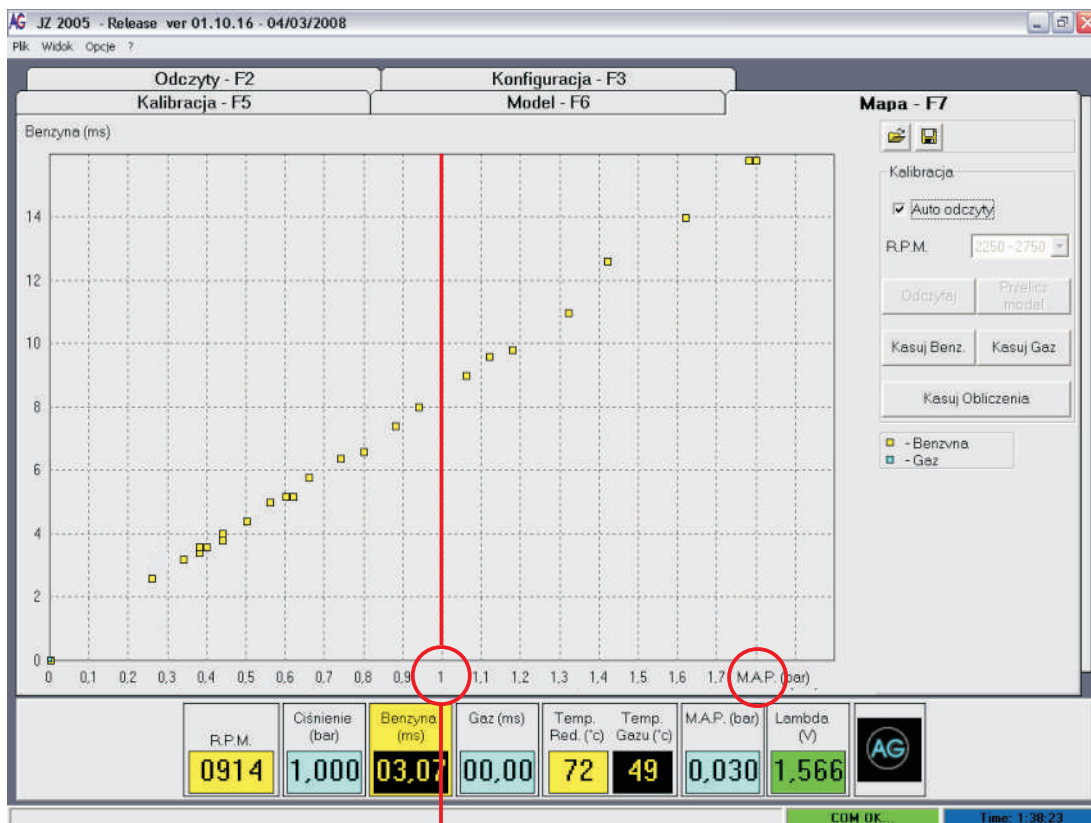
Wykonywanie **mapy** zaczynamy od jazdy "na benzynie". Punkty "zbierane" są tylko podczas jazdy w wybranym zakresie prędkości obrotowych i z różnymi obciążeniami. Jeśli punkty mapy układają się w widoczną linię wystarczy zebrać kilka punktów benzynowych i przejść do wykonywania mapy gazowej.

### Mapa benzynowa.

Podczas tworzenia mapy skala wykresu dostosowuje się automatycznie do występujących wartości.

W silnikach ze sprężarką skala podciśnienia rozszerza się do nadciśnienia panującego w kolektorze.

**M.A.P.** - podciśnienie lub ciśnienie panujące w kolektorze dolotowym silnika.



← Podciśnienie                      Ciśnienie atmosferyczne                      Ciśnienie doładowania →

### Mapa benzynowa i gazowa.


Po wykonaniu mapy benzynowej należy przełączyć zasilanie na "gazowe" i stworzyć mapę gazową.

Gdy linia punktów gazowych (niebieskich) pokrywa się z linią punktów benzynowych (żółtych) w całym zakresie obciążeń silnika to kalibracja jest zakończona.

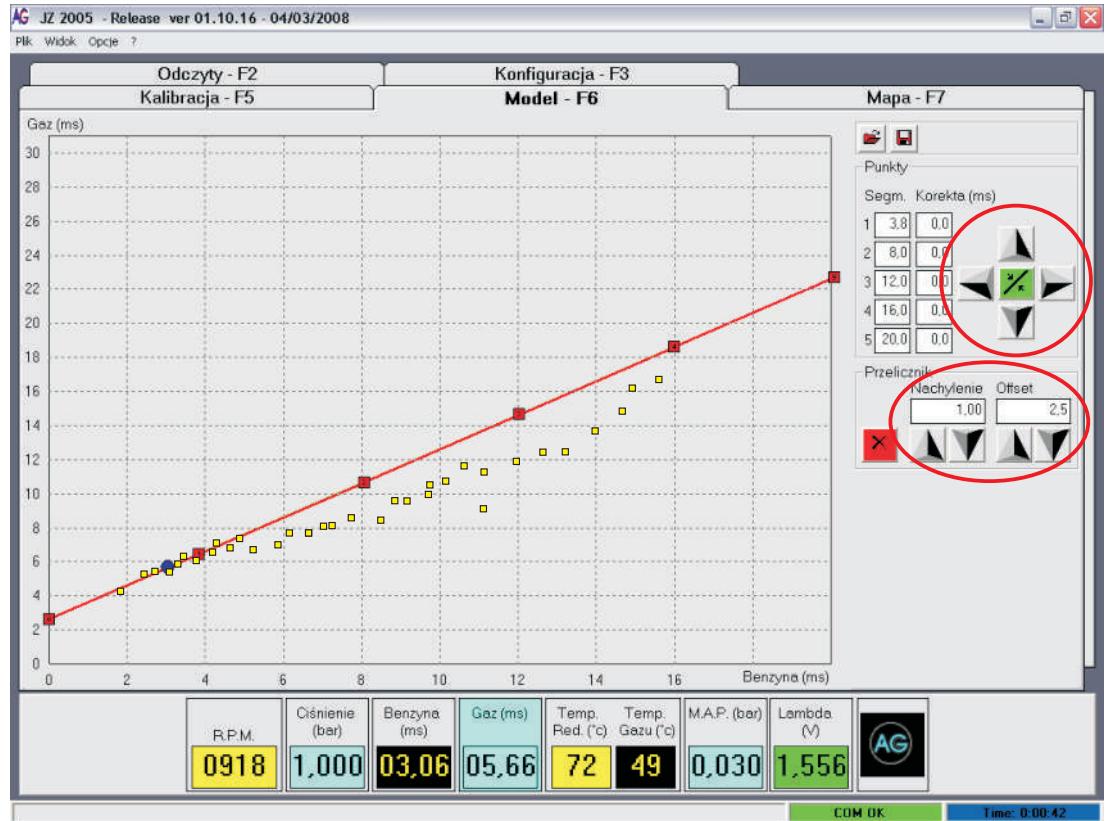
W przypadku rozbieżności należy przeprowadzić korektę modelu.





Po stworzeniu mapy benzynowej i gazowej należy odznaczyć funkcję **"Auto odczyty"**, nacisnąć przycisk **"Przelicz model"** i przejść do okna **"Model - F6"**. Na polu wykresu powinny pojawić się żółte punkty kalibracyjne. Ich liczba zależy od ilości punktów zebranych podczas tworzenia map. 

Przy pomocy przycisków nawigacji poszczególnymi punktami lub/i parametrami nachylenia i offsetu należy przeprowadzić czerwoną linię modelu pomiędzy żółtymi punktami kalibracyjnymi.



Poszczególne punkty można przesuwać wzdłuż linii modelu, używając strzałek lewo - prawo, oraz zmieniać położenie punktu i linii modelu za pomocą strzałek góra - dół.

Aktualnie zmieniany punkt podświetla się na żółto wraz ze swoimi wartościami w tabeli.

W ten sam sposób zmieniamy położenie pozostałych punktów tak, aby linia modelu przebiegała pomiędzy punktami kalibracyjnymi.





Położenie punktów kalibracyjnych zależy od wielu czynników. Między innymi od szybkości i wydajności wtryskiwaczy, średnicy dysz i ciśnienia gazu. Punkty kalibracyjne układają się indywidualnie dla każdego silnika. Niezależnie od tego, czy ułożą się nad, czy pod linią modelu, należy ją poprowadzić możliwie najbliżej punktów, w sposób łagodny, bez gwałtownych załamania.

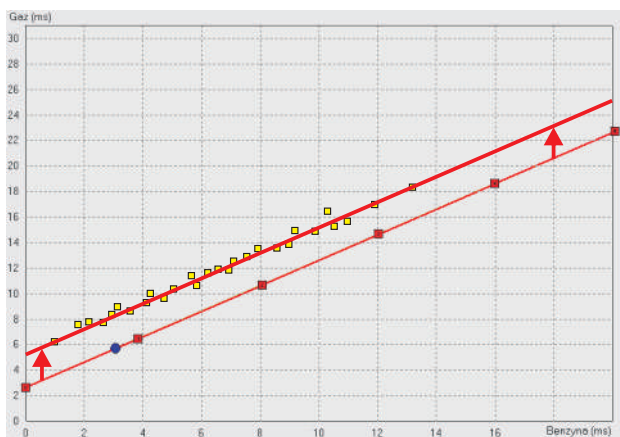
W niniejszym przykładzie punkty linii modelu zostały przemieszczone indywidualnie.

Należy pamiętać, że po ustawieniu linii modelu parametry **Nachylenie** i **Offset** powinny mieścić się w zalecanych granicach.

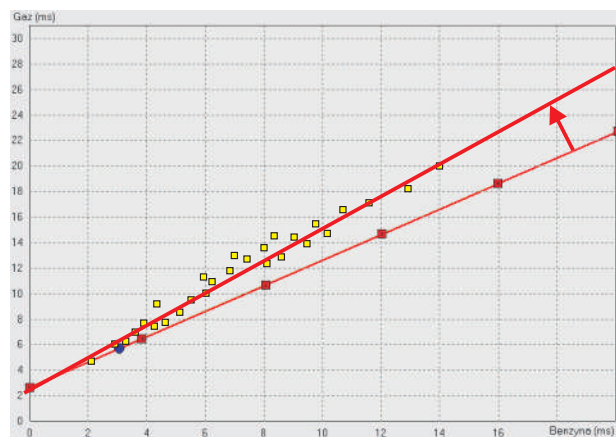


Jeśli na wykresie punkty układają się w linię prostą i tworzą linię równoległą do linii modelu, zmianę położenia linii należy przeprowadzić używając parametr **Offset**. Wartość offsetu po regulacji powinna mieścić się w zalecanych granicach. Przy innych wartościach należy skorygować średnicę dysz wtryskiwaczy lub/i ciśnienie gazu zgodnie ze wskazówkami ze strony nr 24 niniejszej instrukcji.

W analogiczny sposób postępuje się w przypadku nachylenia linii z punktów kalibracyjnych do linii modelu. W tym przypadku pomiędzy liniami tworzy się określony kąt, który koryguje się parametrem **Nachylenie**, pamiętając o zalecanych wartościach ze strony nr 24.



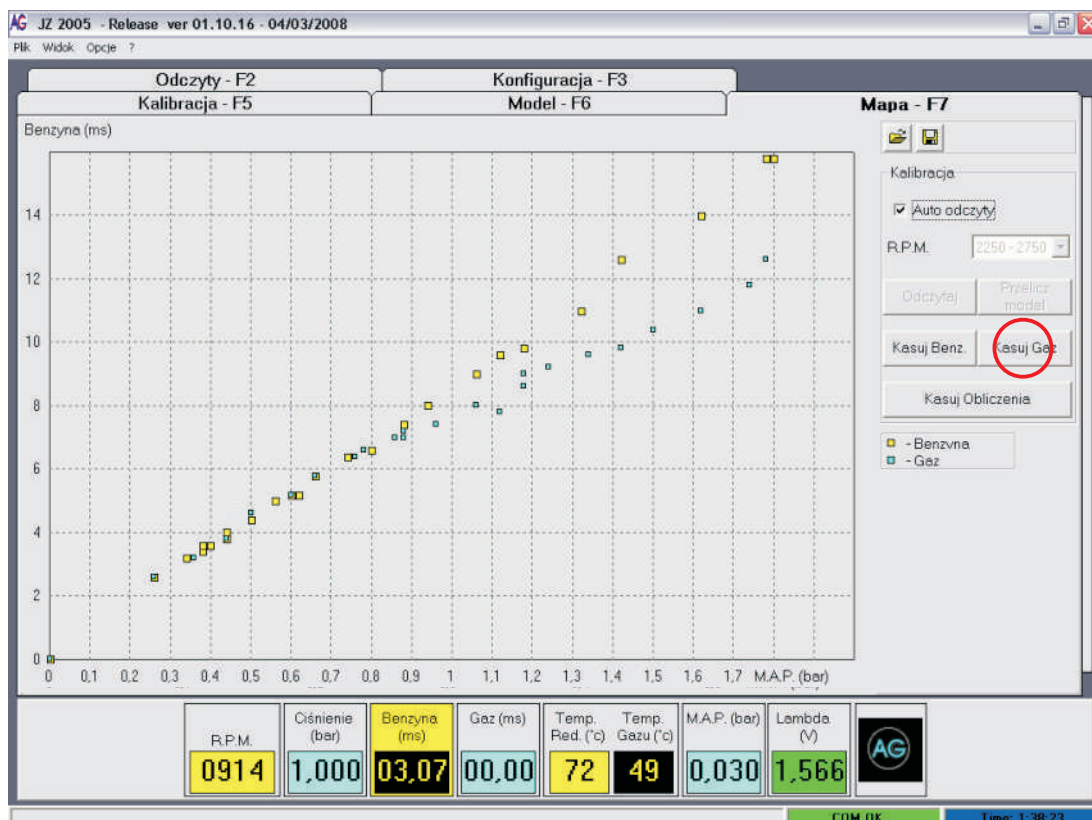
Model dostrojony przez zmianę **Offsetu**.



Model dostrojony przez zmianę **Nachylenia**.

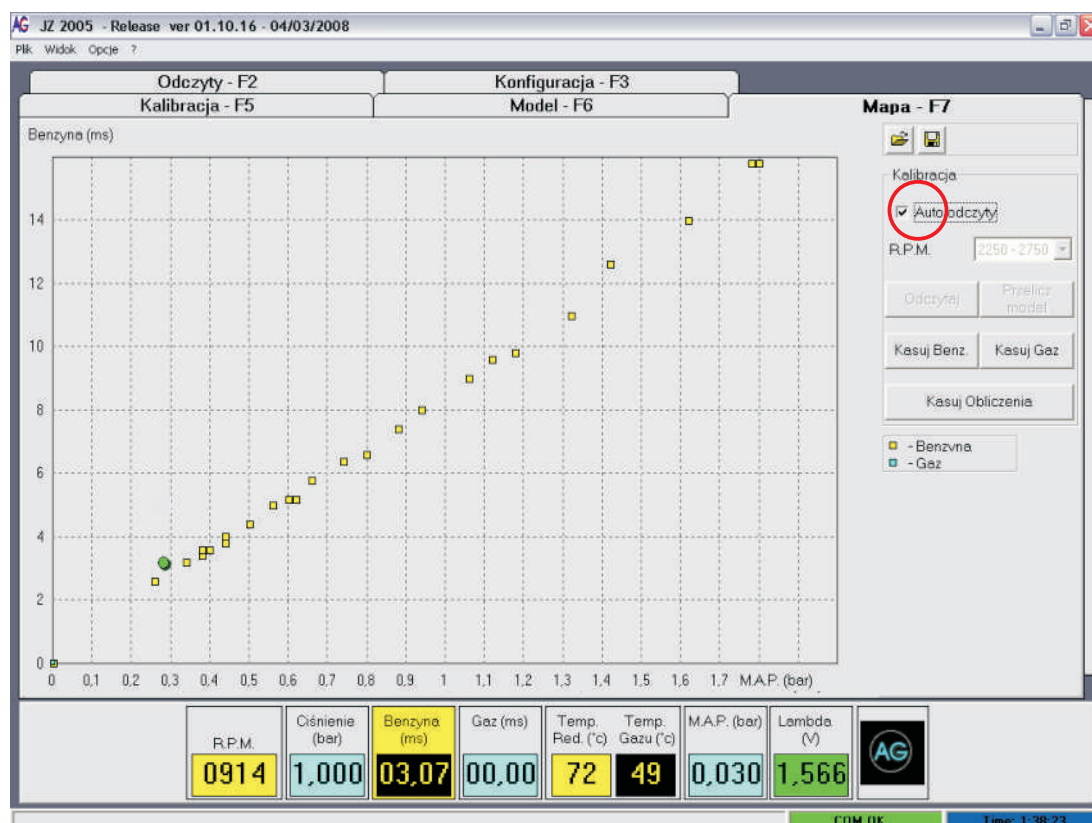
Po każdej zmianie jakichkolwiek parametrów w zakładce **Model** należy wykonać ponownie mapę gazową. W tym celu trzeba wrócić do zakładki **Mapa** i postępować według poniższej instrukcji:

Mapę gazową kasuje się za pomocą przycisku **Kasuj Gaz**. Po jego naciśnięciu niebieskie punkty zostaną usunięte i pozostaną tylko punkty benzynowe (żółte).



Mapa benzynowa zostaje niezmienną. Nową mapę gazową wykonujemy w taki sam sposób jak poprzednią.

W celu obserwacji pojawiających się punktów należy zaznaczyć opcję **Auto odczyty**. Jeśli jej nie zaznaczymy, punkty mapy będą zbierane do pamięci centrali i mogą zostać wyświetlone po naciśnięciu przycisku **Odczytaj**.

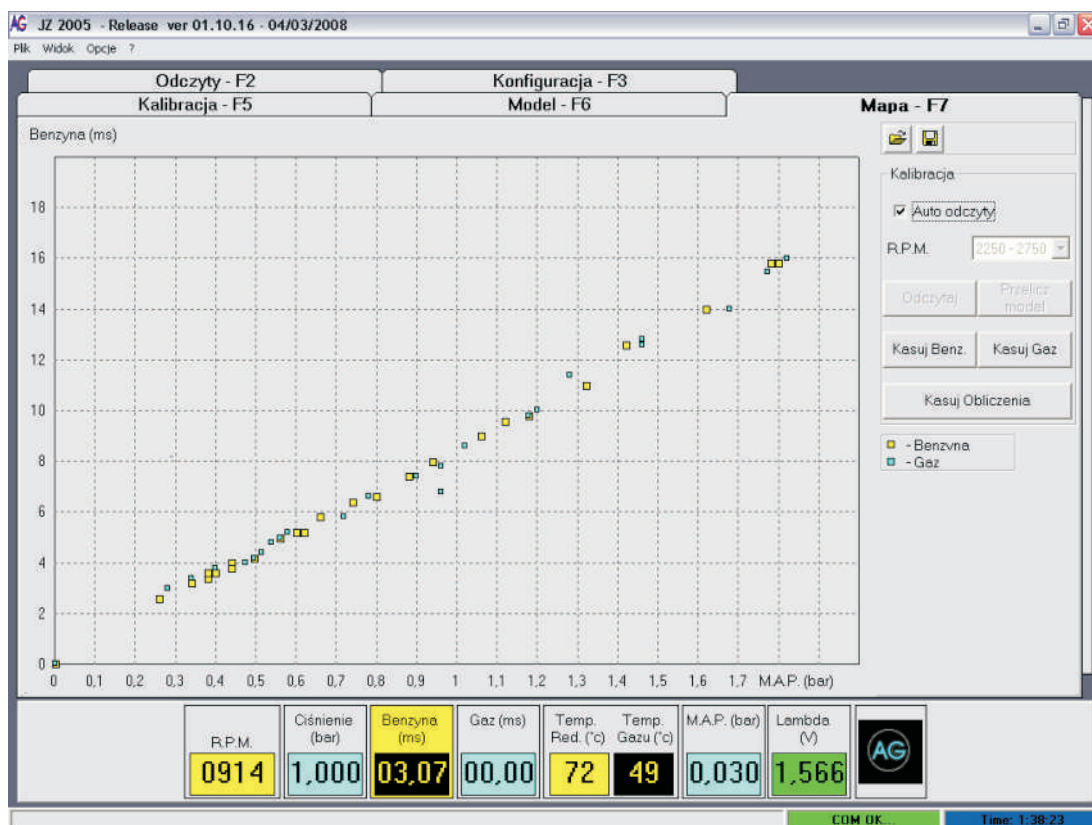


Mapa benzynowa, jak i gazowa, tworzona jest automatycznie i na bieżąco, a punkty zapisywane są w pamięci centrali. Do jej wykonania nie jest konieczne przeprowadzanie jazdy testowej z podłączonym komputerem, lecz wydłuża to proces dostrajania.



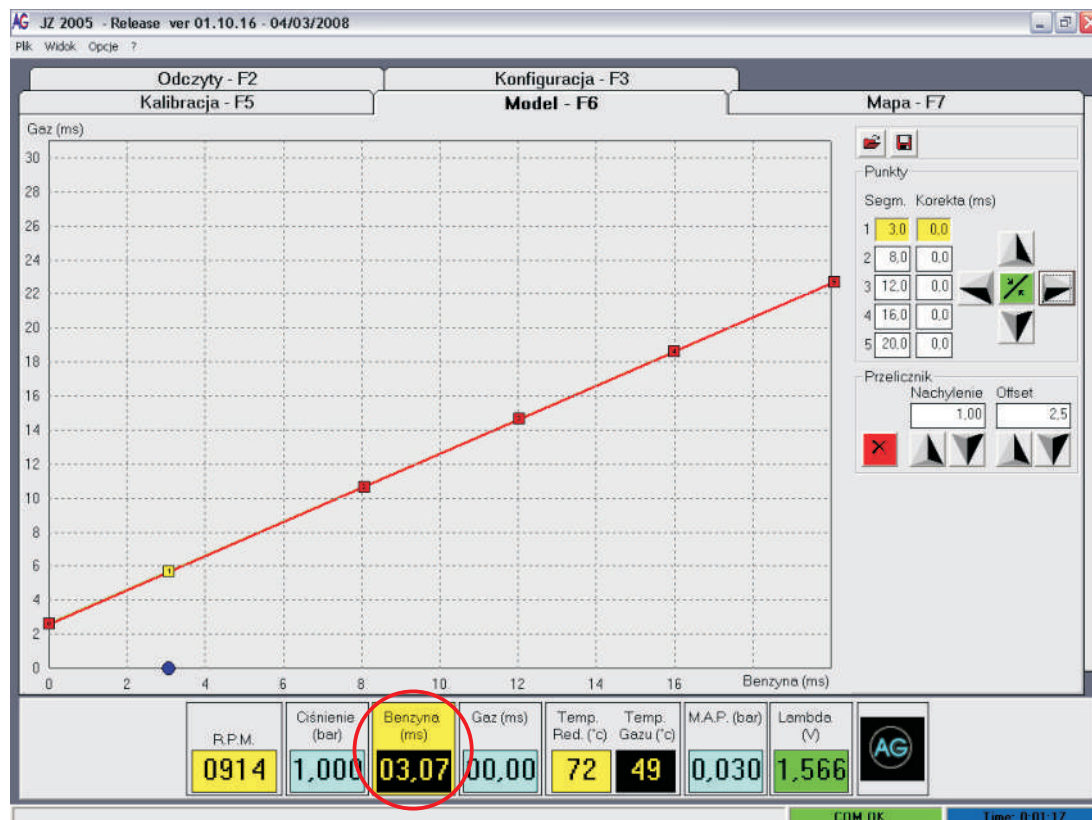
**Kalibracja jest zakończona** gdy, linia mapy gazowej pokrywa się z linią mapy benzynowej. W przypadku, gdy po zmianie parametrów w modelu linie map nie pokrywają się, należy dokonać kolejnej korekty w taki sam sposób jak za pierwszym razem. Czyli odznaczamy funkcję **Auto odczyty**, naciskamy przycisk **Przelicz model** i przeprowadzamy kolejną korektę w zakładce **Model**. Następnie kasujemy mapę gazową i tworzymy nową. Czynności te powtarzamy aż do momentu pokrycia się mapy gazowej z benzynową.

Tak wyglądająca mapa jest potwierdzeniem właściwej kalibracji układu.

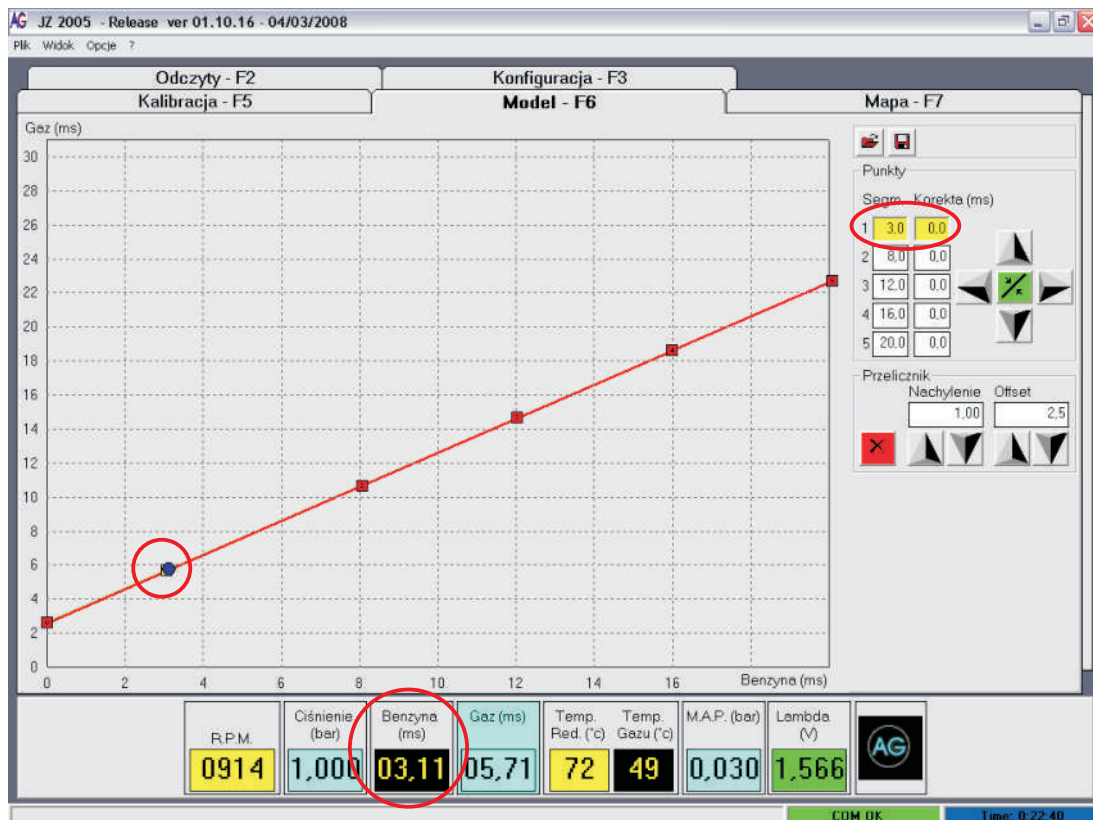


Na koniec sugerujemy sprawdzić pracę silnika na wolnych obrotach. W tym celu pozostawiamy auto na biegu jałowym, na zasilaniu **benzynowym** i obserwujemy czas wtrysku **benzyny**. Następnie zmieniamy zasilanie na **gazowe** i znów obserwujemy czas wtrysku **benzyny**. Po zmianie zasilania czas ten powinien pozostać bez zmian lub nie powinien znacząco się zmienić. Dopuszczalna różnica to około 5%. Jeśli jest większa, należy skorygować ustawienie punktu nr 1 modelu. Po zmianie położenia tego punktu należy kilkakrotnie zmienić zasilanie benzyna - gaz i aż do momentu uzyskania zbliżonych czasów wtrysku. Po zmianie położenia punktu nr 1 modelu nie jest konieczne wykonanie kolejnej mapy.

Na przykładzie obok, czas wtrysku benzyny na wolnych obrotach to 3,07 ms. Po zmianie zasilania na gazowe, czas ten powinien mieścić się w granicach 5% błędu czyli powinien wynosić od 2,92 do 3,22.



Położenie punktu **1** regulujemy za pomocą przycisków nawigacji.



Jeżeli czas wtrysku benzyny nie zmienia się więcej niż 5% regulacja jest zakończona.

Po zakończeniu kalibracji należy zamknąć program **JZ 2005** i odłączyć przewód interfejsu od instalacji, a na wtyczkę diagnostyczną nałożyć zaślepkę.





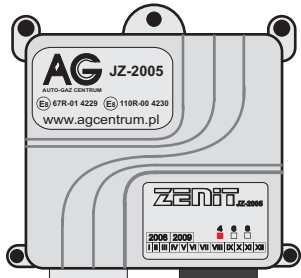
AUTO-GAZ CENTRUM

# Sekwencyjny System Wtrysku Sequential Injection System

Schemat Elektryczny - Electric Wiring

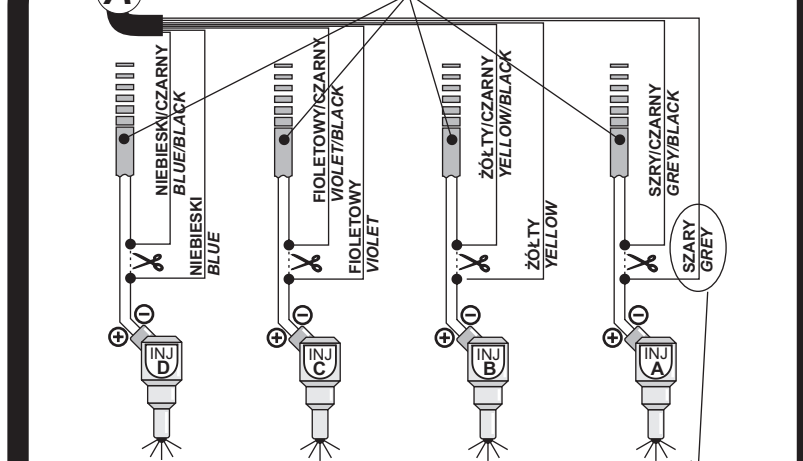
4 CYL

2008

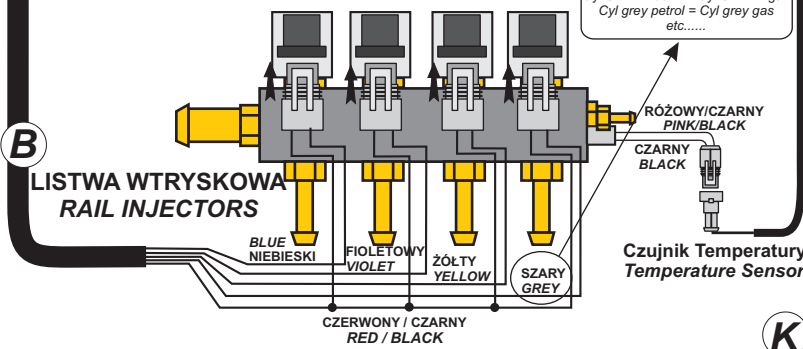


Centrała  
Central Unit

DO STEROWNIKA WTRYSKU BENZYNY  
TO PETROL E.F.I. UNIT

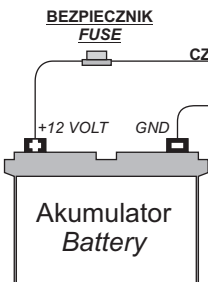


WTRYSKIWACZE BENZYNOWE  
PETROL INJECTORS



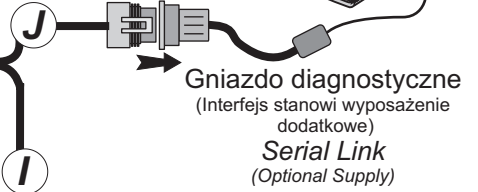
LISTWA WTRYSKOWA  
RAIL INJECTORS

⚠  
Cyl SZARY benz = Cyl SZARY gaz  
Cyl grey petrol = Cyl grey gas  
etc.....



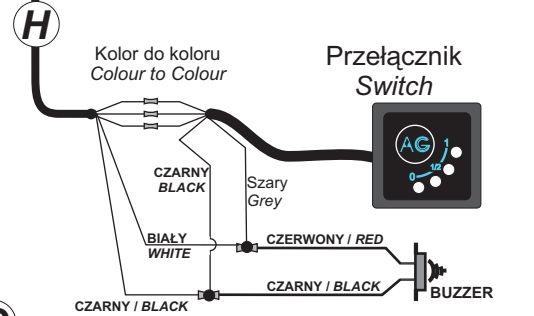
Akumulator  
Battery

+12V PO KLUCZYKU  
+12 VOLTS UNDER KEY



Gniazdo diagnostyczne  
(Interfejs stanowi wyposażenie  
dodatkowe)  
Serial Link  
(Optional Supply)

Czujnik ciśnienia gazu  
Pressure Sensor



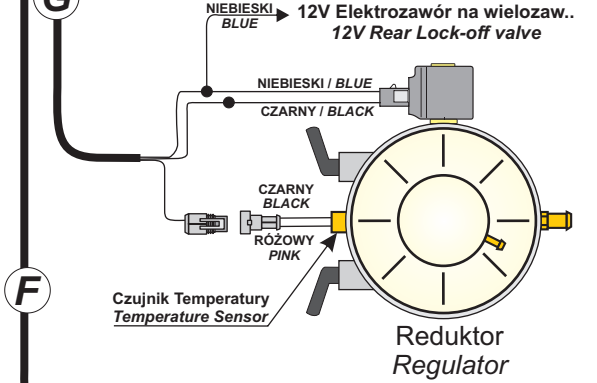
Przełącznik  
Switch

Kolor do koloru  
Colour to Colour

CZARNY / BLACK  
BIAŁY / WHITE  
CZARNY / BLACK

Szary / Grey  
CZERWONY / RED  
CZARNY / BLACK

BUZZER



NIEBIESKI / BLUE  
CZARNY / BLACK

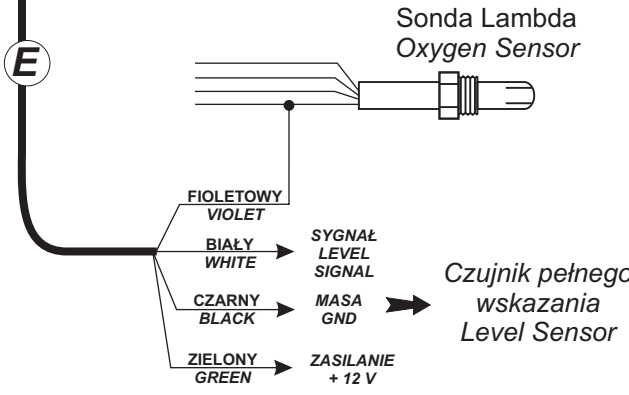
NIEBIESKI / BLUE  
CZARNY / BLACK

CZARNY / BLACK  
RÓŻOWY / PINK

Czujnik Temperatury  
Temperature Sensor

Reduktor  
Regulator

BRAZOWY / BROWN → RPM

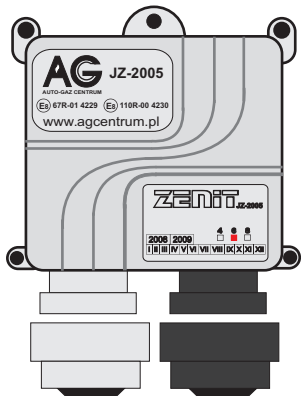


Sonda Lambda  
Oxygen Sensor

FIOLETOWY / VIOLET → SYGNAŁ / LEVEL SIGNAL  
BIAŁY / WHITE → MASA / GND  
CZARNY / BLACK → ZASILANIE / +12 V  
ZIELONY / GREEN

Czujnik pełnego  
wskazania  
Level Sensor

Przy podłączeniu innych  
sensorów - patrz schemat  
podłączeni producenta  
For other sensors,  
see separate diagrams



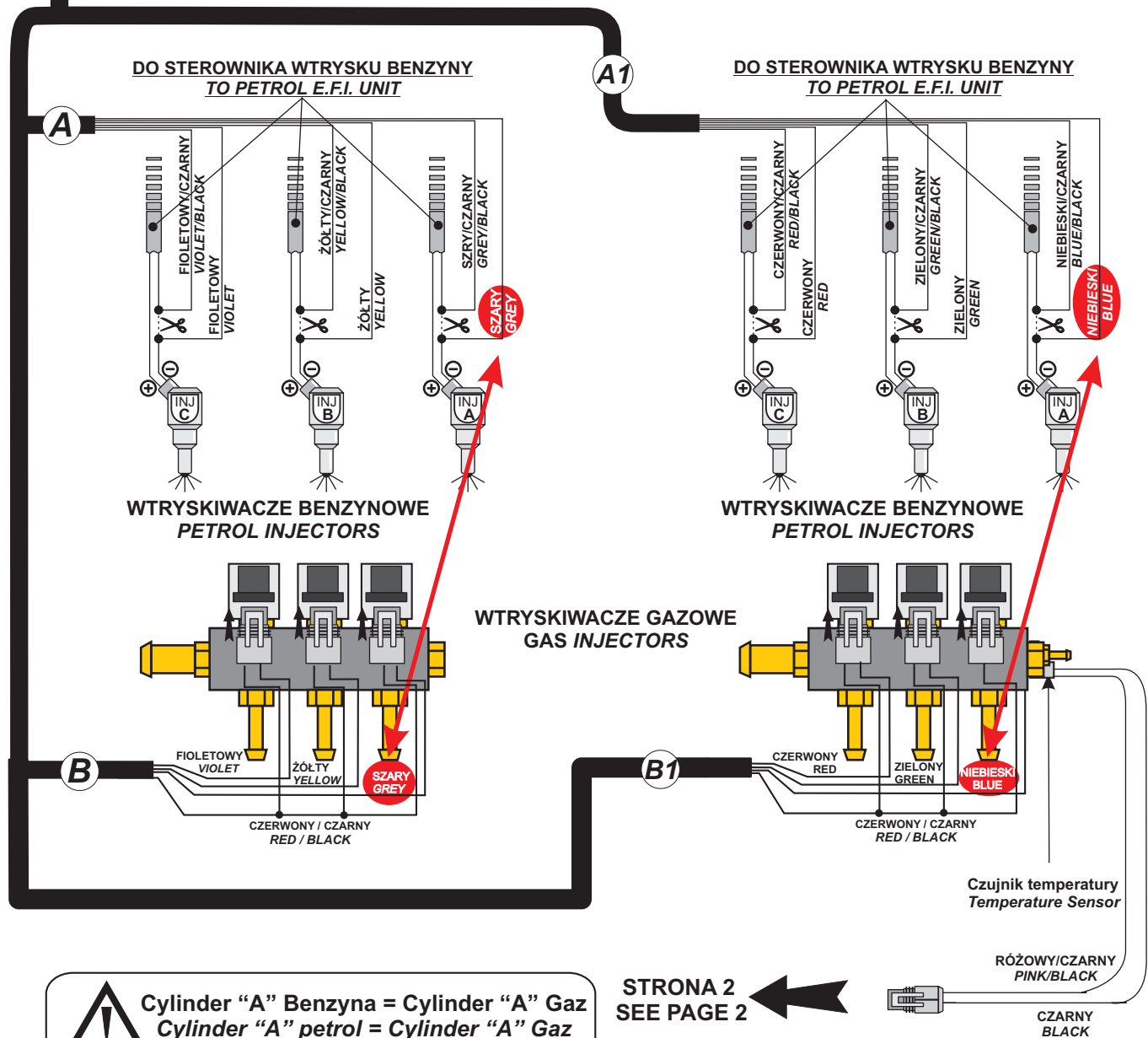
Centrala  
Central Unit

STRONA 2  
SEE PAGE 2

**Uwaga:**

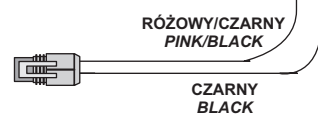
Kolory przewodów sterujących wtryskiwaczami gazowymi w wiązkach B i B1 odpowiadają kolorom w wiązkach odcinających wtryskiwacze benzynowe A-B i A1-B1.

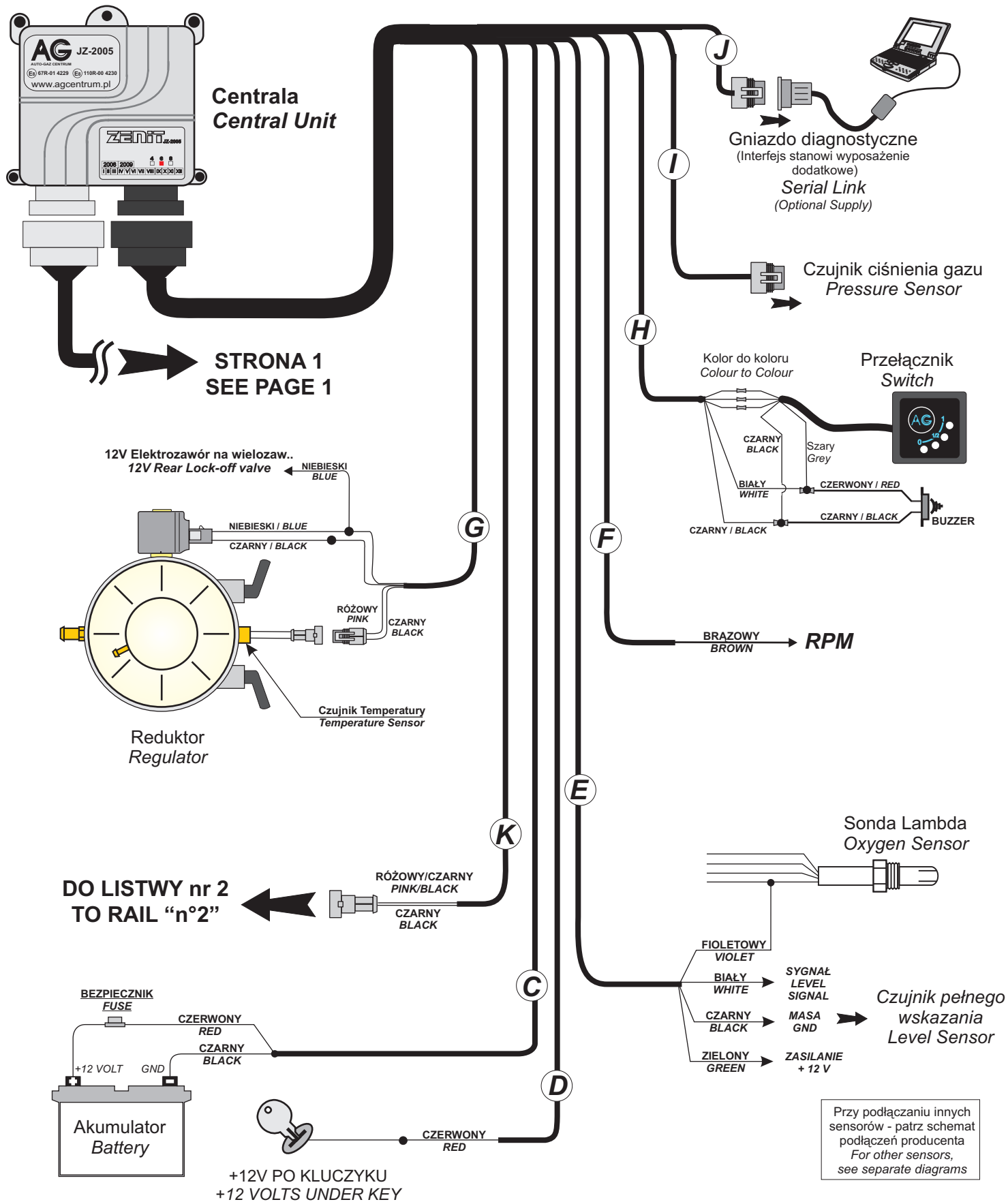
Choose according colour of wires in A & A1.  
A to B and A1 to B1



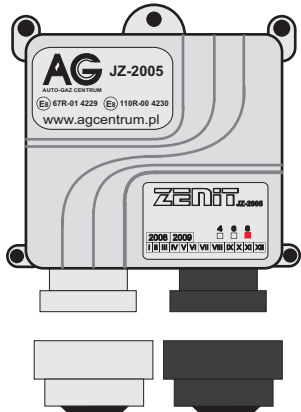
**!** Cylinder "A" Benzyna = Cylinder "A" Gaz  
Cylinder "A" petrol = Cylinder "A" Gaz  
etc....

STRONA 2  
SEE PAGE 2





2008



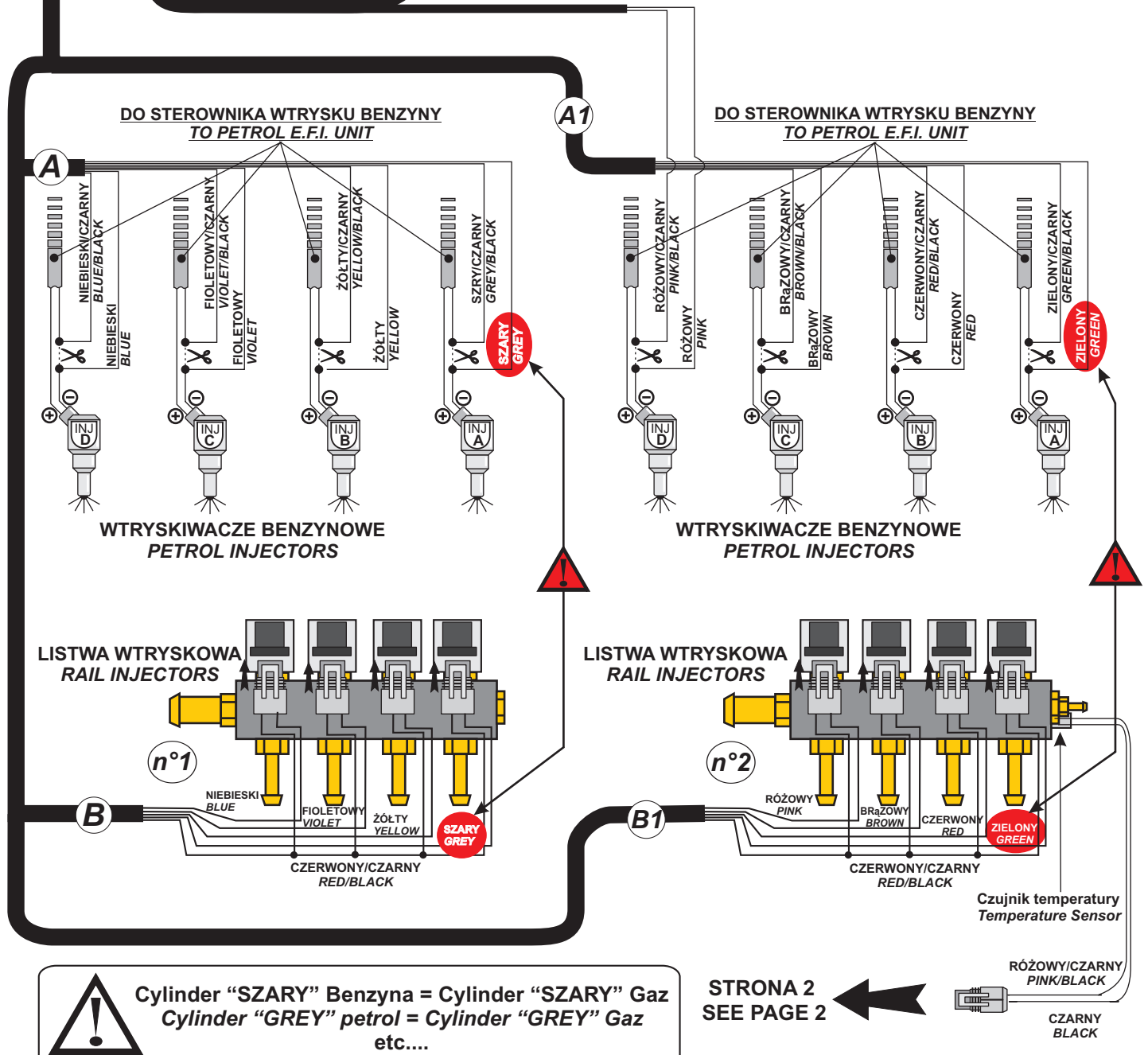
**Centrala  
Central Unit**

**STRONA 2  
SEE PAGE 2**

**Uwaga / Note :**

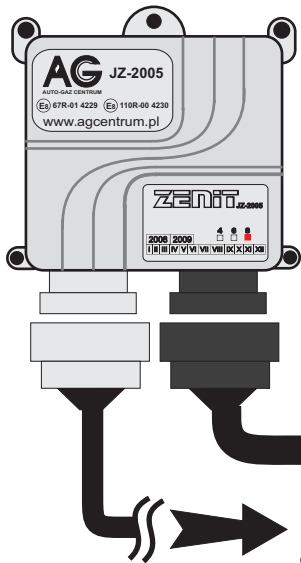
Kolory przewodów sterujących wtryskiwaczami gazowymi w wiązkach B i B1 odpowiadają kolorom w wiązkach odcinających wtryskiwacze benzynowe A-B i A1-B1.

Choose according colour of wires in A & A1. A to B and A1 to B1



**STRONA 2  
SEE PAGE 2**

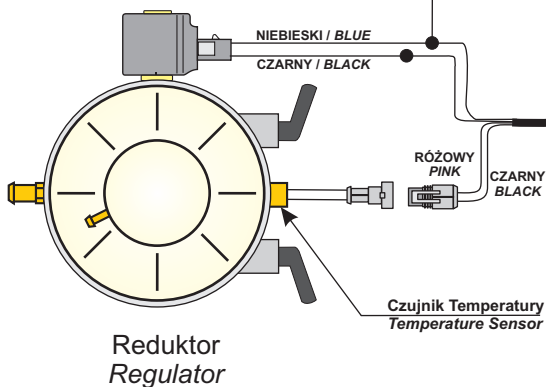




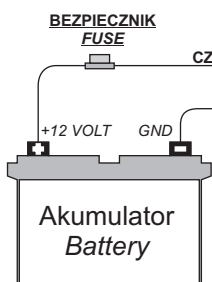
**Centrala  
Central Unit**

**STRONA 1  
SEE PAGE 1**

12V Elektrozwór na wielozaw..  
12V Rear Lock-off valve



**DO LISTWY nr 2  
TO RAIL "n°2"**



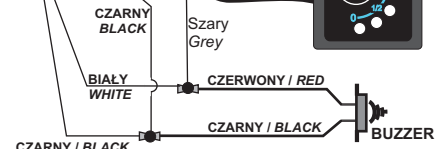
+12V PO KLUCZYKU  
+12 VOLTS UNDER KEY

**Gniazdo diagnostyczne  
(Interfejs stanowi wyposażenie  
dodatkowe)  
Serial Link  
(Optional Supply)**

**Czujnik ciśnienia gazu  
Pressure Sensor**

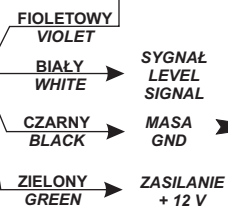
Kolor do koloru  
Colour to Colour

**Przełącznik  
Switch**



**BRAZOWY  
BROWN** → **RPM**

**Sonda Lambda  
Oxygen Sensor**



**Czujnik pełnego  
wskazania  
Level Sensor**

Przy podłączeniu innych  
sensorów - patrz schemat  
podłączeni producenta  
For other sensors,  
see separate diagrams