



Instrukcja podłączenia i eksploatacji

STAG SIGMA ECU

ver. 1.1

2026-09-07



AC S.A.

15-181 Białystok, ul. 42 Pułku Piechoty 50

tel. +48 85 743 81 00

www.ac.com.pl | biuro@ac.com.pl

Spis treści

1.	Opis systemu.....	3
1.1.	Specyfikacja techniczna	4
2.	Montaż sterownika.....	5
2.1.	Zalecenia dotyczące prowadzenia wiązki elektrycznej.....	5
3.	Komunikacja	6
3.1.	Opis programu diagnostycznego	6
3.2.	MENU główne	8
3.3.	GRAPH LOG	11
3.4.	LIVE PARAMS	12
3.5.	EDITOR.....	13
3.6.	FUELING.....	17
3.7.	CLOSE LOOP	18
3.8.	IGNITON	18
3.9.	IDLE	18
3.10.	BOOST.....	19
3.11.	VVT	20
3.12.	LIMITER.....	20
3.13.	OVERRUN	20
3.14.	KNOCK	20
3.15.	ACCDEC	20
3.16.	SENSOR.....	20
3.17.	ETC.....	21
3.18.	OUTPUTS	21
3.19.	PROTECTION.....	21
3.20.	MONITOR	21
4.	GWARANCJA/OGRANICZENIA	22

1. Opis systemu

Sterownik **STAG SIGMA** jest niezależną, elektroniczną jednostką sterującą (ECU), przeznaczoną do zarządzania pracą silników spalinowych o zapłonie iskrowym. Urządzenie umożliwia realizację sterowania układem paliwowym oraz zapłonowym w trybie **pełnej sekwencji**, **półsekwencji** oraz **full-group**, zapewniając obsługę jednostek napędowych o liczbie cylindrów od **1 do 16**.

System sterowania wtryskiwaczami paliwa obsługuje dwa typy sterowania:

- **Peak & Hold**,
- **Saturated Driver** - sterowanie nasyceniowe.

Zastosowanie obu metod sterowania umożliwia współpracę z szeroką gamą dostępnych na rynku wtryskiwaczy paliwa oraz wspiera pracę silnika z różnymi rodzajami paliw, w tym:

- benzyną,
- LPG (propan–butan),
- CNG (metan),
- wodorem (H₂),
- etanolem,
- metanolem,
- mieszankami wielopaliwowymi.

Moduł wyposażony została w rozbudowany zestaw wyjść sterujących, pozwalający na obsługę zaawansowanych systemów stosowanych we współczesnych układach napędowych, takich jak:

- dwóch elektronicznie sterowanych przepustnic (**ETC**),
- dwóch szerokopasmowych sond lambda (**WBO**),
- systemy zmiennych faz rozrządu (**VVT, VTC, VANOS**).

W zakresie ochrony silnika sterownik realizuje ciągły monitoring parametrów pracy poprzez obsługę:

- dwóch czujników spalania stukowego,
- dwóch czujników temperatury spalin (**EGT**).

Dodatkowo zaimplementowane algorytmy zabezpieczające obejmują szereg konfigurowalnych limitów i funkcji ochronnych, kontrolujących warunki krytyczne pracy jednostki napędowej. Rozwiązanie to pozwala na utrzymanie parametrów pracy w bezpiecznym zakresie eksploatacyjnym, przy jednoczesnym wykorzystaniu maksymalnego dostępnego potencjału silnika w zakresie **mocy i momentu obrotowego**, adekwatnie do aktualnych warunków pracy.



Rysunek 1 Sterownik Stag Sigma ECU

1.1. Specyfikacja techniczna

Tabela 1 Specyfikacja techniczna modułu

Zakres pracy temperaturowy:	AEC-Q100 GRADE 1 (-40 to +125°C)
Napięcie zasilania:	6-30V
Pobór prądu stan „uśpienia”:	10mA
Waga sterownika:	850gramów
Wymiary:	225mm x 180mm x 42mm
Złącze sterownika:	94P 1-1355125-1, 60P 1-1355114-1 (strona wiązki)
Piny złącza:	968221-1, 1241608-1, 1241390-1 (strona wiązki)
Wyjścia zapłonowe:	8x aktywne/pasywne (konfiguracja programowa)
Wyjścia wtryskiwaczy paliwa:	8x sterowanie saturowane/peak&hold
Obsługa WBO:	2x lambda Bosch Lsu 4.9
Obsługa DBW:	2x h-brigde
Wejścia CKP/CMP:	3x wejścia różnicowe (VR-Hall konfiguracja programowa)

Wejścia czujników stuków:	2x wejścia
Wejścia cyfrowe:	4x wejścia
Wejścia analogowe:	16x wejść
Wyjścia sterujące 0V:	6x wyjść AUX typu LS
Wyjścia sterujące 12V:	2x wyjścia AUX typu HS
Wyjścia sterujące 5V:	2x wyjścia AUX
Komunikacja CAN:	3x linie konfigurowalne CAN
Komunikacja LIN/K-line:	1x kanał ONE WIRE
Komunikacja RS:	1x kanał rx/tx bus (komunikacja dewelopera)
Wejścia EGT:	2x wejścia EGT
Zasilania AUX:	8x wyjść zasilających 5V

2. Montaż sterownika

Moduł STAG SIGMA należy zamocować za pomocą czterech śrub M6 w miejscu fabrycznego sterownika silnika (OEM ECU) lub na dedykowanym wsporniku przymocowanym do nadwozia pojazdu. Zaleca się stosowanie przekładek antywibracyjnych, które ograniczają przenoszenie drgań i obciążeń mechanicznych na obudowę urządzenia.

Ze względu na warunki środowiskowe oraz trwałość układu elektronicznego należy unikać montażu sterownika bezpośrednio w komorze silnika. W celu zapewnienia optymalnego odprowadzania ciepła rekomenduje się montaż sterownika w pozycji, w której złącze wiązki elektrycznej skierowane jest ku dołowi.

Podczas instalacji należy również uwzględnić odpowiednią przestrzeń montażową wokół złącza sterownika, umożliwiającą swobodne podłączanie i odłączanie wiązki elektrycznej bez konieczności demontażu urządzenia.

2.1. Zalecenia dotyczące prowadzenia wiązki elektrycznej

Wiązkę elektryczną należy prowadzić możliwie najkrótszą drogą, unikając nieuzasadnionego wydłużania przewodów. Szczególną uwagę należy zwrócić na przewody: zasilające, masowe, sygnałowe czujników silnika.

Ograniczenie długości przewodów pozwala zminimalizować spadki napięć oraz podatność układu na zakłócenia elektromagnetyczne (EMI).

Dla sygnałów pochodzących z czujnika położenia wału korbowego oraz czujników położenia wałków rozrządu zaleca się stosowanie przewodów ekranowanych, przeznaczonych do transmisji sygnałów o niskim poziomie napięcia i wysokiej wrażliwości na zakłócenia.

W celu zapewnienia stabilnej i niezawodnej pracy systemu wszystkie przewody masowe sterownika należy połączyć zgodnie z dokumentacją instalacyjną, zapewniając pewne połączenie zarówno z masą nadwozia pojazdu, jak i blokiem silnika. Niewłaściwe wykonanie połączeń masowych może prowadzić do zakłóceń pracy układu sterowania oraz błędów pomiarowych.

W przypadku wykorzystania magistrali CAN (Controller Area Network) należy bezwzględnie stosować przewody typu skrętka (twisted pair) o odpowiednich parametrach transmisyjnych. Magistralę należy zakończyć rezystorami terminującymi zgodnie z wymaganiami standardu CAN i architekturą danego systemu, co zapewnia integralność sygnału oraz niezawodną komunikację pomiędzy urządzeniami.

3. Komunikacja

3.1. Opis programu diagnostycznego

Oprogramowanie przeznaczone do konfiguracji, diagnostyki oraz kalibracji sterownika STAG SIGMA jest dostępne do pobrania na stronie internetowej producenta: www.sigmastag.com, w zakładce „OPROGRAMOWANIE”.

Do prawidłowej instalacji i obsługi aplikacji wymagany jest komputer klasy PC wyposażony w system operacyjny Microsoft Windows 10 lub Windows 11. Stacja robocza powinna spełniać co najmniej minimalne wymagania sprzętowe i programowe przedstawione w Tabeli 2.

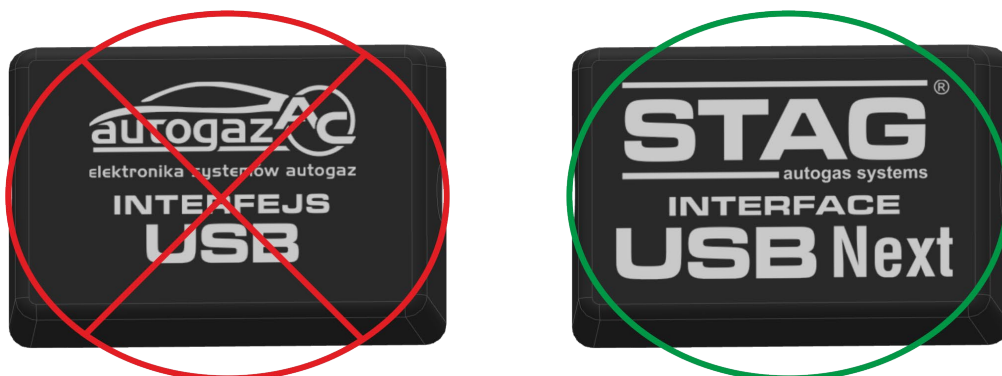
Tabela 2 Wymagania PC

Wymagania minimalne
• Procesor (CPU): 1,8 GHz lub szybszy albo SoC (System on a Chip)
• Pamięć RAM: 2 GB (zalecane 4GB)
• Miejsce na dysku: 20 GB
• Karta graficzna: Zgodna z DirectX 10 lub nowszą ze sterownikiem WDDM 1.0 (zalecana 2.0)
• Wyświetlacz: Rozdzielczość 1024x768 piksel

Do nawiązania połączenia ze sterownikiem wymagany jest interfejs diagnostyczny **STAG USB NEXT**. Aplikacja nie obsługuje starszej wersji interfejsu przedstawionej na Rysunek 2, dlatego z jej użyciem połączenie nie będzie możliwe.

Po podłączeniu interfejsu do komputera należy również zainstalować odpowiedni sterownik. Plik instalacyjny sterownika jest dostępny pod adresem: [CDM20814_Setup](#)

Po zakończeniu instalacji sterownika interfejs będzie gotowy do pracy z aplikacją.



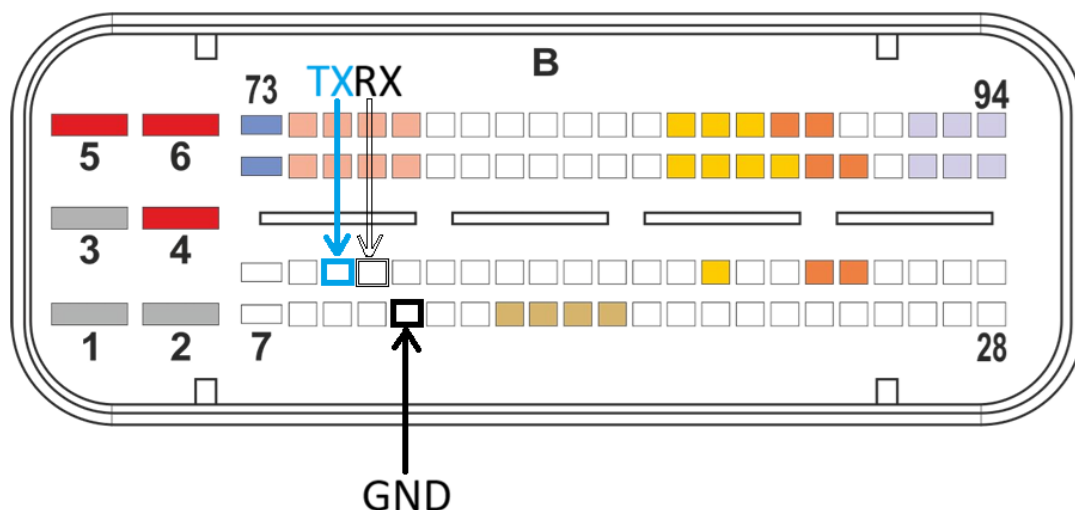
Rysunek 2 Interfejsy USB (po lewej niewłaściwy model, po prawej właściwy model).

Podłączenie złącza diagnostycznego do wiązki polega na odpowiednim podpięciu wiązki diagnostycznej (znajdującej się w komplecie akcesoriów sterownika, Rysunek 3).

- Przewód podłączony do PIN nr 1 (Rysunek 3) należy podłączyć do stałego źródła napięcia zasilania +12V przez bezpiecznik co najmniej 1A.
- Przewód podłączony do PIN nr 2 (TX) wpinamy w złącze sterownika **B** na PIN31 (Rysunek 4, TX).
- Przewód podłączony do PIN nr 3 (RX) wpinamy do złącza sterownika **B** na PIN 32 (Rysunek 4, RX),
- Przewód podłączony do PIN nr 4(GND) wpinamy do złącza sterownika **B** na PIN 11(Rysunek 4, GND).

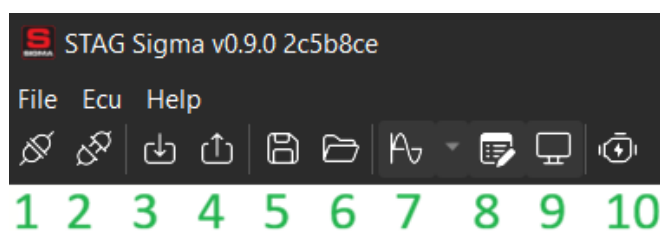


Rysunek 3 Złącze diagnostyczne sterownika.



Rysunek 4 Złącze B sterownika STAG SIGMA.

3.2. MENU główne



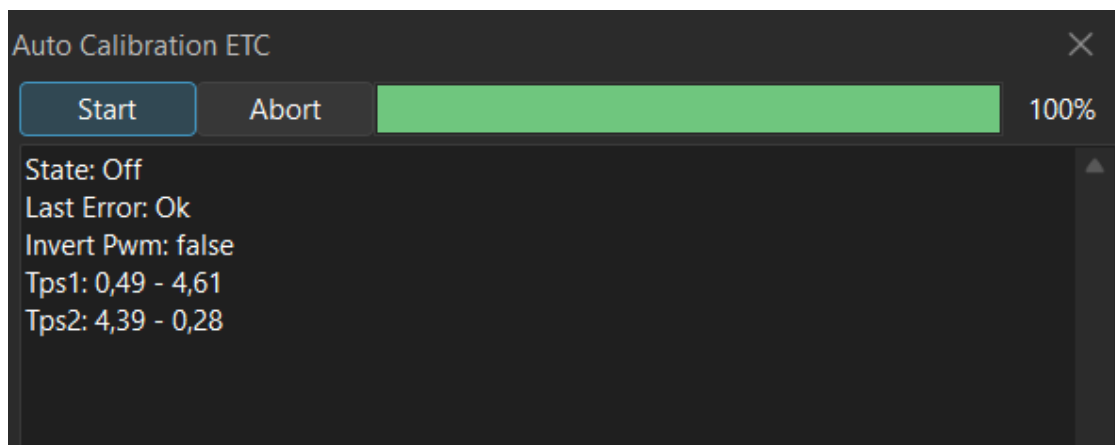
Rysunek 5 Panel główny

Panel główny aplikacji składa się z trzech zakładek: **File**, **ECU** oraz **Help**. W zakładce **ECU** dostępne są następujące funkcje:

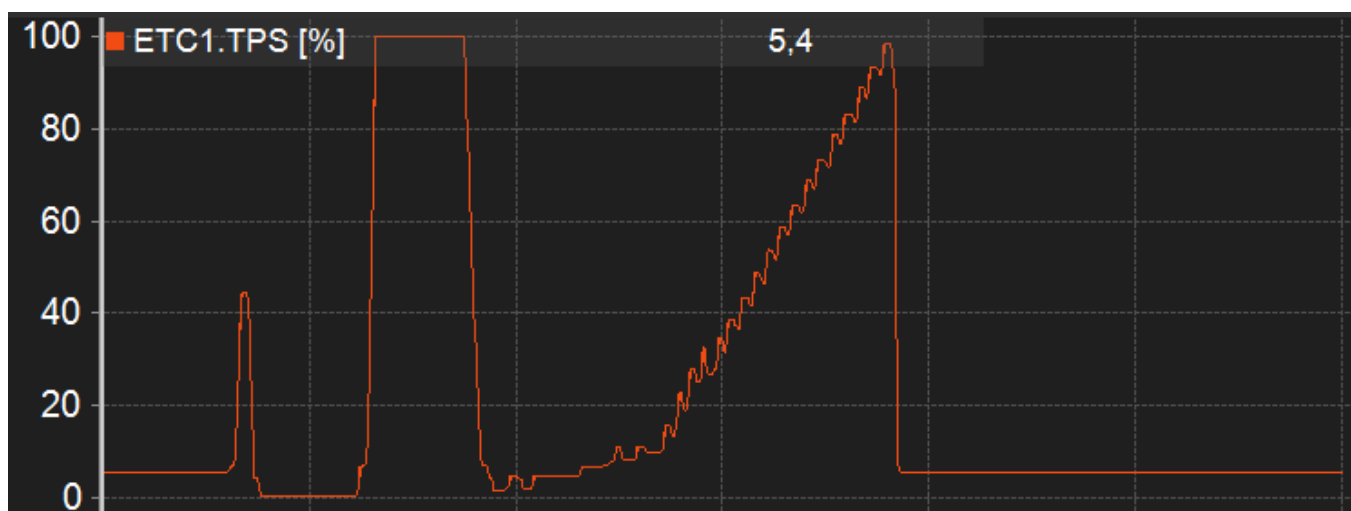
- **Settings Save** – zapisuje aktualne ustawienia sterownika do pliku,
- **Settings Load** – umożliwia wczytanie pliku z ustawieniami do sterownika,
- **Auto Calibration ETC** – uruchamia moduł odpowiedzialny za kalibrację przepustnicy,
- **Update** – służy do aktualizacji oprogramowania (firmware) sterownika.

Prawidłowo przeprowadzony proces kalibracji przepustnicy kończy się uzyskaniem wyniku przedstawionego na Rysunek 6.

Poprawna konfiguracja oraz prawidłowe podłączenie przepustnicy są również potwierdzane przez charakterystyczny przebieg sygnału **TPS** widoczny w rejestratorze parametrów. Przebieg ten powinien odpowiadać charakterystyce przedstawionej na Rysunek 7 (widok **GraphLog** z wybranym kanałem **ETC1**).



Rysunek 6 Prawidłowy rezultat kalibracji przepustnicy elektronicznej



Rysunek 7 Przebieg sygnału TPS w trakcie procesu kalibracji

Na panelu głównym aplikacji (Rysunek 5) znajdują się przyciski funkcyjne odpowiedzialne za obsługę sterownika. **Przycisk nr 1** służy do inicjowania połączenia ze sterownikiem.

Status połączenia można odczytać w dolnej części okna aplikacji, w lewym dolnym rogu. Szczegóły przedstawiono na Rysunek 8.

W tym samym miejscu wyświetlane są również informacje o podłączonym sterowniku, takie jak:

- wersja oprogramowania sterownika (**FMW**),
- numer seryjny sterownika (wartość podana w nawiasie),
- wersja sprzętowa (**hardware**).

W przedstawionym przykładzie sterownik pracuje z oprogramowaniem w wersji **FMW 1.6.0**. Dzięki tym informacjom użytkownik może zweryfikować poprawność połączenia oraz zidentyfikować wersję sprzętu i oprogramowania zainstalowanego w sterowniku.

COM8 Connected STAG Sigma ECU 90.6.1 (9006010000000010) FMW: 1.6.0 (08FD28BE)

Rysunek 8 Status połączenia i dane sterownika

Przycisk nr 2 (Rysunek 5) służy do rozłączenia połączenia ze sterownikiem.

Przyciski nr 3 i 4 odpowiadają odpowiednio za odczyt ustawień ze sterownika oraz zapis aktualnych ustawień do jego pamięci trwałej.

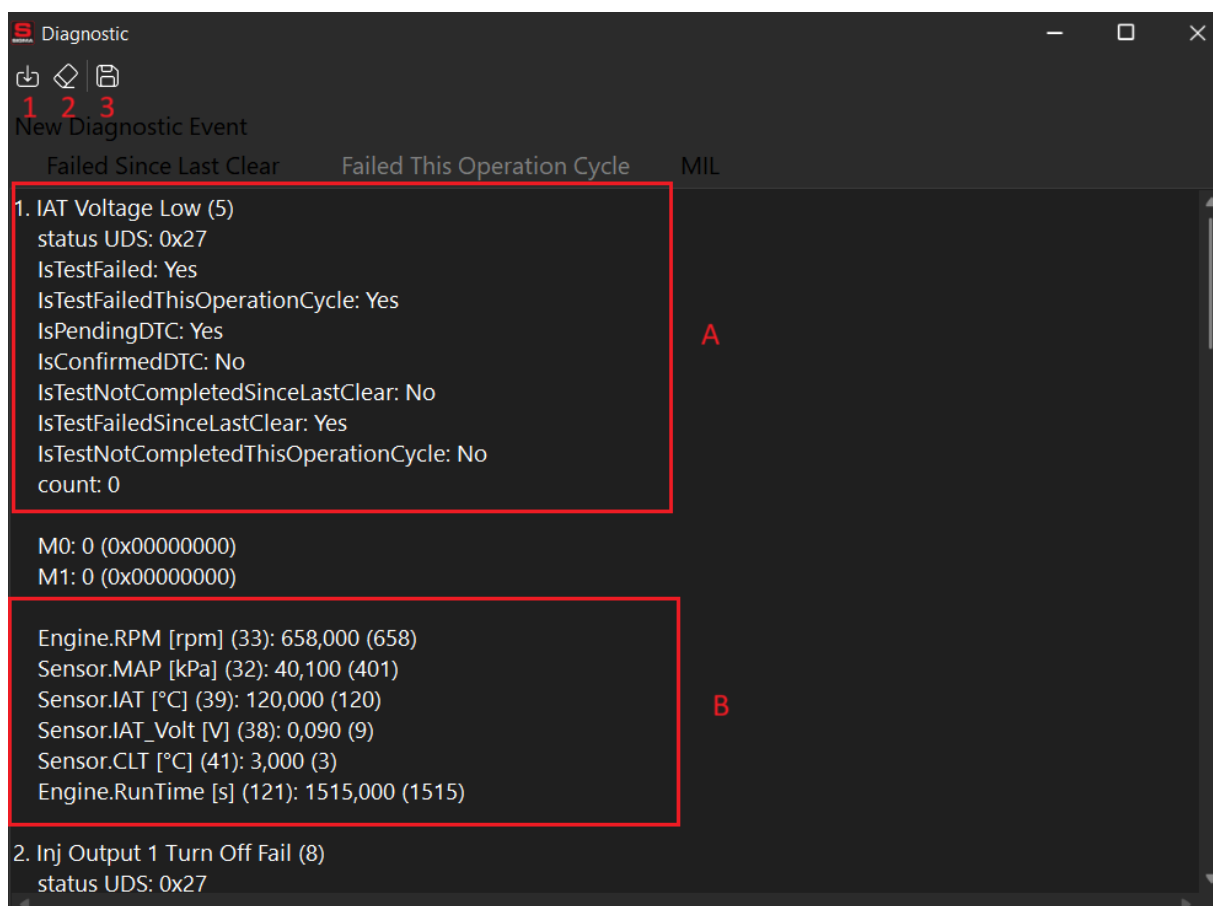
Przyciski nr 5 i 6 umożliwiają zapis ustawień do pliku oraz wczytanie ustawień z wcześniej zapisanego pliku.

Kolejny przycisk otwiera menu kontekstowe, w którym dostępne są opcje zmiany układu widoku aplikacji. Użytkownik może między innymi ukryć okno rejestratora parametrów (**Graph Log**) oraz uruchomić funkcję **State Analyzer**.

Moduł **State Analyzer** odpowiada za rejestrację sygnałów z czujnika położenia wału korbowego oraz czujników położenia wałków rozrządu. Umożliwia on analizę stanów pracy sterownika oraz weryfikację punktów synchronizacji sygnałów wykorzystywanych do wyznaczania położenia silnika.

Przyciski nr 8 i 9 odpowiadają za wyświetlanie i ukrywanie paneli **Toggle Workspace** oraz **Monitor**. Funkcje te umożliwiają dostosowanie wyglądu aplikacji do indywidualnych preferencji użytkownika poprzez zmianę układu i widoczności poszczególnych modułów.

Przycisk nr 10 uruchamia moduł diagnostyczny sterownika przedstawiony na Rysunek 9. Moduł ten umożliwia monitorowanie stanu pracy sterownika oraz odczyt informacji diagnostycznych i błędów systemowych.



Rysunek 9 Widok modułu diagnostycznego

W górnej części modułu diagnostycznego znajdują się trzy przyciski funkcyjne:

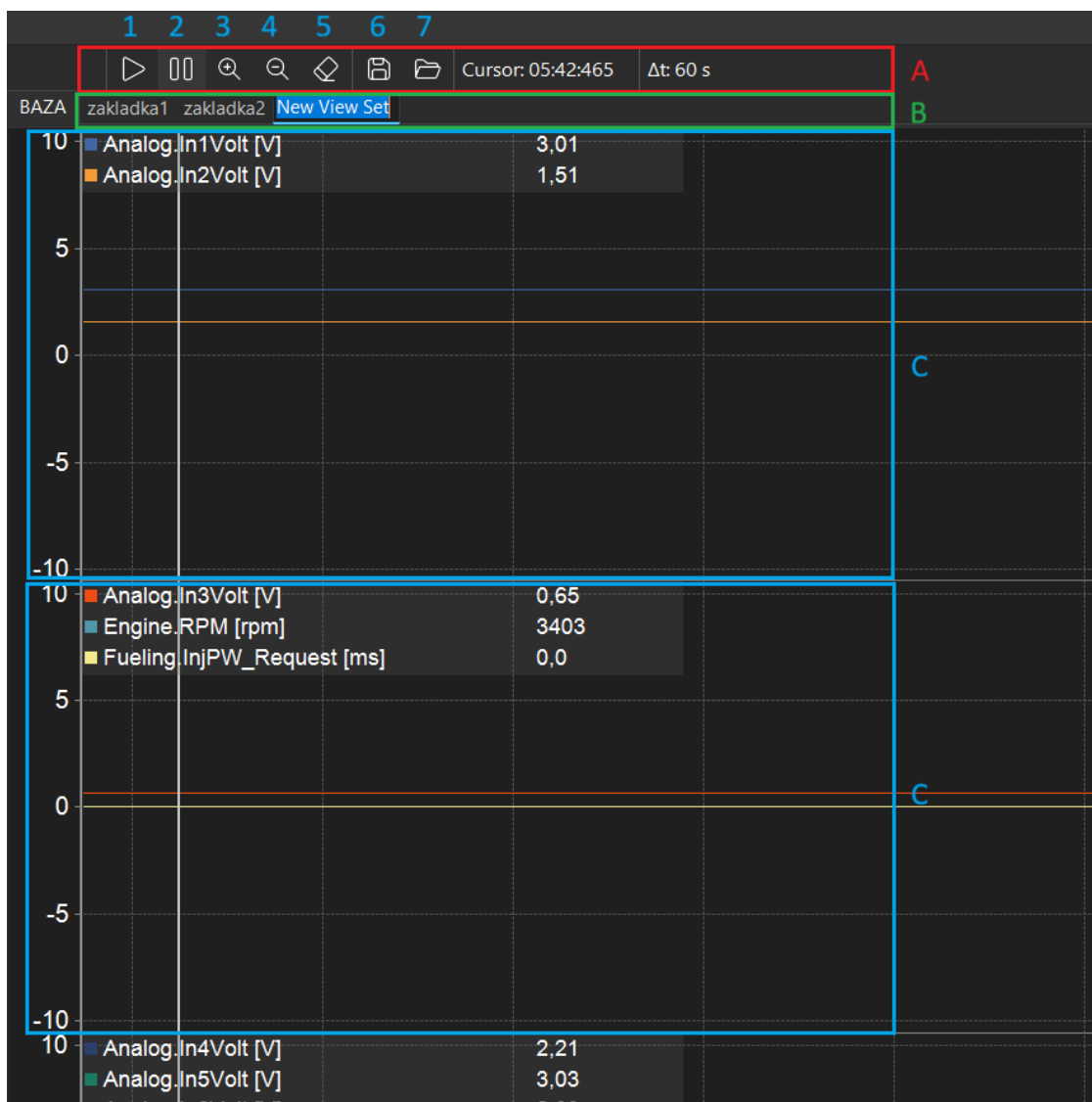
- Przycisk nr 1 – odczyt pamięci błędów sterownika,
- Przycisk nr 2 – kasowanie zapisanych błędów sterownika,
- Przycisk nr 3 – zapis aktualnej listy błędów do pliku.

W obszarze oznaczonym literą **A** wyświetlane są opisy zarejestrowanych błędów.

W obszarze oznaczonym literą **B** prezentowane są dane diagnostyczne z chwili wystąpienia błędu (**Freeze Frame Data**). Informacje te obejmują wartości wybranych parametrów pracy sterownika zapisane w momencie wykrycia usterki, co ułatwia identyfikację przyczyny problemu i analizę warunków jego wystąpienia.

3.3. GRAPH LOG

Narzędzie to służy do analizy parametrów pracy silnika zarówno w **czasie rzeczywistym (online)**, jak i na podstawie wcześniej zarejestrowanych danych.



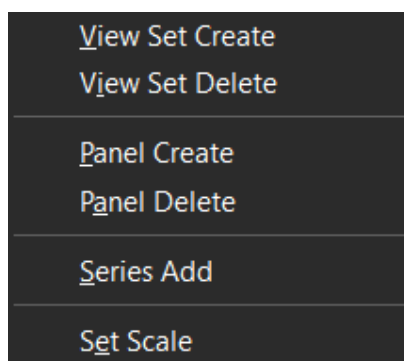
Rysunek 10 Widok panelu Graph Log

Na Rysunek 10 przedstawiono panel rejestratora parametrów. W obszarze oznaczonym literą **A** znajduje się panel obsługi modułu **Graph Log**.

Poszczególne przyciski pełnią następujące funkcje:

- Przycisk nr **1** – rozpoczęcie rejestracji danych,
- Przycisk nr **2** – zatrzymanie (pauza) przewijania wykresu przy jednoczesnej kontynuacji zapisu danych,
- Przyciski nr **3 i 4** – odpowiednio przybliżanie i oddalanie wykresu w osi czasu,
- Przycisk nr **5** – usunięcie zarejestrowanych danych z wykresu,
- Przycisk nr **6** – zapis zarejestrowanych danych do pliku,
- Przycisk nr **7** – wczytanie z pliku wcześniej zapisanych przebiegów sygnałów.

Kliknięcie prawym przyciskiem myszy w obszarze wykresów powoduje wyświetlenie dodatkowego menu kontekstowego przedstawionego na Rysunek 11. Menu to umożliwia wykonanie dodatkowych operacji związanych z prezentacją oraz analizą rejestrowanych sygnałów.



Rysunek 11 Menu kontekstowe Graph Log

Operacja **View Set Create** powoduje utworzenie nowej zakładki w panelu, widocznej w obszarze oznaczonym literą B na Rysunek 10. Opcja **View Set Delete** służy do usunięcia aktualnie wybranej zakładki.

Funkcja **Panel Create** umożliwia dodanie nowego panelu pomiarowego w bieżącej zakładce, natomiast **Panel Delete** usuwa wybrany panel pomiarowy.

Wybranie opcji **Series Add** pozwala na dodanie do panelu pomiarowego wybranego parametru z listy dostępnych sygnałów. Dzięki temu użytkownik może skonfigurować wyświetlane wykresy zgodnie z aktualnymi potrzebami diagnostycznymi.

3.4. LIVE PARAMS

W centralnej części aplikacji znajduje się obszar **Workspace** (przestrzeń robocza). Jednym z podstawowych modułów dostępnych w tym obszarze jest **Live Params**, który umożliwia podgląd wszystkich bieżących parametrów pracy sterownika w czasie rzeczywistym.

Dla każdego parametru wyświetlana jest jego aktualna wartość oraz jednostka miary. W kolumnie **Value** (Rysunek 12, obszar **A**) prezentowana jest aktualna wartość wybranego parametru, natomiast w kolumnie **Unit** (Rysunek 12, obszar **B**) wyświetlana jest jednostka, w której parametr jest prezentowany.

Na Rysunek 12 w czerwonej ramce zaznaczono dwie ikony służące do zarządzania widocznością grup parametrów. Pierwsza z nich umożliwia rozwinięcie wszystkich grup parametrów, natomiast druga powoduje zwiniecie wszystkich aktualnie rozwiniętych grup.

Kliknięcie wybranego parametru lewym przyciskiem myszy powoduje jego dodanie do okna **Monitor**, znajdującego się w skrajnej prawej części aplikacji. Funkcja ta umożliwia szybkie śledzenie wybranych parametrów bez konieczności ich każdorazowego wyszukiwania na liście **Live Params**, co znacząco ułatwia diagnostykę oraz analizę pracy sterownika.

Property	Value	Unit
Engine		
Engine.Status	Stop	
Engine.RPM	3402	rpm
Engine.RPM_Rate	-56	rpm/s
Engine.StatusSync	Pending	
Engine.SyncError	Tooth Count	
Engine.CyclesAfterSync	0	
Engine.PostStartCount	0	
Engine.RunTime	0	s
Engine.RunTimeTotal	736	h
Engine.StallTime	13015	s
Engine.CrankTime	0	s
Engine.RunRev	0	
Engine.Load	9,4	%
Engine.LoadAbsolute	9,4	%

Rysunek 12 Okno Live Params

3.5. EDITOR

Zakładka Editor przestrzeni roboczej zawiera nastawy sterownika, które należy zdefiniować w celu uruchomienia i prawidłowej pracy silnika, zawiera też szereg parametrów podlegających zdefiniowaniu w ramach sterowania akcesoriami i systemami zewnętrznymi.

Grupa **ENGINE** opisuje następujące parametry:

- Displacemnt - pojemność silnika w cm³
- Cylinder Ciunt – ilość cylindrów
- Fueling Load Type – model algorytmu paliwowego
- Load Type – źródło obciążenia
- Control Mode – rodzaj systemu zasilania full-grup/semi-full sekwencja
- Firing offset – wybór offsetu zapłonu i kolejności zapłonów

Grupa **TRIGGER** opisuje:

- Crank Pattern – wzór koła fonicznego wału korbowego
- Crank Count – ilość całkowita zębów na kole fonicznym wału korbowego
- TDC1 Angle – kąt startowy synchronizacji dla TDC cylindra nr 1

- d) Home Source – źródło sygnału synchronizacji dla pełnej sekwencji
- e) Inputs – definicje czujników CKP i CMP
- f) Inlet Cam, Exhasut Cam – przyporządkowanie czujników wałków rozrządu

Grupa Ignition:

- a) Config – konfiguracja aktywacji zapłonu w trybie override
- b) Override target – kąt zapłonu przy override
- c) Coil Type- rodzaj cewki
- d) Outputs – przyporządkowanie cylindrów do wyjść zapłonowych

Grupa Fueling:

- a) Fueling – definicje typu sterowania wtryskiwaczem paliwowym oraz określenie rodzaju paliwa jego charakterystyki fizyko-chemicznej i ciśnieniowej
- b) Outputs – przyporządkowanie cylindrów do wyjść wtryskiwaczy
- c) Close Loop – konfiguracja parametrów kontroli mieszanki w pętli zamkniętej
- d) STFT/LTFT – definicja parametrów regulatorów kontroli mieszanki w pętli zamkniętej

Grupa SENSORS:

W tej grupie szczegółowo należy zdefiniować charakterystyki dla danych czujników, minimalną i maksymalną wartość poprawną dla danego czujnika, wartość **Fail Safe**, czyli taką jaką sterownik przyjmie za stałą bezpieczną dla silnika w przypadku przekroczenia progów wcześniej zdefiniowanych, następnie przypisać odpowiednie wejście dla danego czujnika.

Grupa ANALOG INPUTS:

W tym obszarze definiujemy rodzaj wejścia poprzez dobór pull-up lub pull-down sygnału wejściowego. ew. wybieramy HZ w celu braku powyższych ingerencji w sygnał wejściowy.

Grupa DIGITAL INPUTS:

Określa się Pull-up wejścia lub pull-down, ew. wybór HZ oznacza brak ingerencji w sygnał wejściowy.

Grupa OUTPUTS:

Definicje dla tej grupy umożliwiają określenie parametrów i warunków inicjowania danych sygnałów wyjściowych:

- a) Main Relay – wyjście do załączenia głównego przełącznika zasilającego peryferia i akcesoria
- b) Fuel Pump – wyjście do sterowania pompy paliwa z uwzględnieniem nastawy czasu napełniania/przepłukania układu paliwowego
- c) Tacho- wyjście regulowane do wskaźnika obrotów silnika na desce rozdzielczej
- d) Speedometer – wyjście regulowane do wskaźnika prędkości pojazdu na desce rozdzielczej
- e) Termostat – wyjście do obsługi aktywnych termostatów układu chłodzenia
- f) Coolant Fan 1, Coolant Fan 2 – wyjścia do obsługi wentylatorów układu chłodzenia
- g) Oil fan – wyjście aktywowane do sterowania wentylatora chłodzącego chłodnicę oleju silnikowego
- h) Swirl flap – wyjście do sterownia aktywnymi klapkami zmieniający geometrie przepływu powietrza kolektora dolotowego silnika

Grupa BOOST:

Na podstawie wybranych parametrów tej grupy wpływamy na sterowanie ciśnieniem doładowania, poprzez dobór wartości regulatora PID, dobór wartości granicznych MAP i obrotów oraz określenie

sygnałów sterujących zawór takich jak częstotliwość sygnału, jego polaryzacja czy maksymalne i minimalne wartości prądu sterującego (DC max/min).

Grupa **VVT**:

Systemy zmiennych faz rozrządu (VVT,VTC,Vanos) wymagają definicji parametrów które należy opisać w tej grupie, najważniejszy jest dobór rodzaju sterowania ON/OFF lub Linear, warunki sterowania i dobór parametrów regulatora zmiennych faz. Zaleca się konsultacje ze wsparciem technicznych w celu poprawnego wystrojenia systemu, zmniejszając ryzyko uszkodzeń zaworów sterujących lub usterek głowicy silnika.

Grupa **ACC/DCC**:

W tym obszarze określone są warunki algorytmu wzbogacania i zubożania mieszanki przy gwałtownym przyspieszaniu i hamowaniu silnikiem, tu należy odpowiednio dobrać parametry czułości i intensywności działania funkcji poprzez eksperymentalny ich dobór i uzyskanie poziomu płynności reakcji systemu na zmiany obciążeń silnika zgodnie z zamierzonymi efektami.

Grupa **LIMITER**:

Parametry które definiujemy w tej grupie odpowiadają za ograniczenia maksymalnych obrotów silnika i maksymalnego ciśnienia kolektora dolotowego, a wartości parametrów i aktywowane funkcje służą do określenia charakteru zachowania silnika w momencie osiągnięcia warunków ograniczników.

Grupa **OVERRUN**:

Warunki pracy silnika bez obciążenia w przypadku całkowitego braku uchylenia pedału przyspieszenia są definiowane za pomocą określenia parametrów w tej grupie, parametrycznie decydujemy o wartości ciśnienia kolektora, w którym wykrywany jest overrun, położenia czujnika TPS oraz progi obrotów silnika. W opcji **Mode** wybieramy źródło wykrycia warunków **TPS** lub **APP**, funkcja **Ign Override** aktywuje blokadę kąta wyprzedzenia zapłonu w trybie wykrycia trybu overrun.

Grupa **STARTUP**:

RPM Cranking nastawa odpowiedzialna za wykrycie rozruchu silnika, określa próg, którego przekroczenie oznacza, że sterownik ze stanu **Cranking** (kręcenie rozrusznikiem) przechodzi na **Idle** (tryb biegu jałowego), **After start cycles** oznacza, ile cykli sterownik odczeka zanim zmieni powyższe stany, podobnie funkcja **Delay** tylko, że w tym przypadku określa się zwłokę w sekundach. **Cranking igniton advance** to wartość kąta wyprzedzenia zapłonu przyjmowania w trakcie procesu rozruchu silnika.

Grupa **ETC**:

Parametry niezbędne do zdefiniowania w tej grupie to **TPS1 Input** i **TPS2 Input** oraz wybór wyjścia sterującego przepustnicą: **H-Bridge 1** lub **H-Bridge 2**, pozostałe wartości będą zapisane przez sterownik w trakcie kalibracji przepustnicy. W celach testowych dostępna jest też funkcja **Override DC** aktywując ją ustawiamy zadana wartość uchylenia przepustnicy zdefiniowaną w polu: **Override Target**.

Grupa IDLE:

Sterowanie biegiem jałowym realizowane jest za pomocą uchylecia przepustnicy (**Ariflow**) i doborem odpowiedniego kąta wyprzedzenia zapłonu przez sterownik (**Igniton**), w tej grupie wybieramy metody kontroli oraz opisujemy parametry regulatorów dla uzyskania optymalnego sterowania.

Grupa APP:

Grupa odpowiedzialna jest za zdefiniowanie wejść (**APP1 input, APP2 input**) i parametrów sygnałów z czujnika położenia pedału przyspieszenia, określamy też tolerancje błędów (zazwyczaj 5%) oraz **wartość Fail Safe** (sterownik przyjmuje zadaną wartość, gdy następuje przekroczenie wartości granicznych lub przekroczona tolerancja błędów).

Grupa KNOCK:

Zawartość funkcji i parametrów w tej części edytora, odpowiada za wykrycie stuku w silniku oraz określa warunki, w których sterownik monitoruje sygnał. **Bandpass Freq** to częstotliwość pasma, wokół którego następuje analiza sygnału czujnika stuku, w celu określenia wartości można użyć kalkulatora online, wprowadzając średnice cylindra w [mm]: <https://strikeengine.com/engine-knock-frequency-online-calculator/>

Określenie poprawnego poziomu wzmocnienia sygnału z czujnika stuku, odbywa się poprzez zmianę nastawy **Gain**, dobór wartości odbywa się poprzez redukcję wartości separując w ten sposób dźwięki naturalne silnika od faktycznego występowania spalania stukowego, zaleca się w tym celu użycia kalibracji wzmocnienia przy użyciu narzędzi zewnętrznych od wykrywania stuku. **Integrator time** jest stałą czasową wzmacniacza **Gain**, użyjemy jej w połączeniu z ustawieniem wzmocnienia kanału, aby uzyskać prawidłowe ustawienie pomiaru referencyjnego. Większa stała czasowa skutkuje niższym odczytem spalania stukowego. Aby uzyskać najwyższą dokładność, należy utrzymywać stałą czasową w zakresie 100–150µS i używać niższych ustawień wzmocnienia. Funkcje **Windows Start i End** określają okno pomiarowe w stopniach kątowych obrotu wału korbowego **ATDC** (After Top Dead Centre – po górnym martwym punkcie).

Grupa LAMBDA:

W tym punkcie konfigurujemy regulacyjne sondy lambda, wybór **Internal controler 1 i 2** odnosi się do wbudowanych w sterownik układów zarządzających szerokopasmowymi sondami LSU 4.9, zmiany nastaw filtra obejmują stabilizację odczytu sond, a nastawa **Start When Ign ON** umożliwia wybór momentu załączania wbudowanej grzałki sondy po włączeniu „zapłonu” lub w momencie, gdy silnika zacznie pracę.

Grupa GEARBOX:

W celu wykrycia przez sterownik załączonego biegu w skrzyni biegów należy w obszarze **Gearbox** zdefiniować przełożenia skrzyni biegów oraz podłączyć czujnik prędkości pojazdu i poprawnie go skalibrować. W przypadku biegu wstecznego istnieje możliwość podłączenia sygnału wejściowego do wybranego kanału i zdefiniowanie go w tym obszarze.

Grupa PROTECTION:

Oil press jest zabezpieczeniem silnika przy utracie ciśnienia oleju, daje też możliwość ograniczenia maksymalnego ciśnienia, wybór **Reset** określa możliwość usunięcia stanu awarii poprzez powrót do

ciśnienia minimalnego lub tylko poprzez zatrzymanie silnika i jego ponowne uruchomienie. **Engine runtime** ustawia maksymalny czas pracy silnika z obniżonym ciśnieniem oleju.

Grupa CAN:

Definiujemy w jaki sposób na dostępnym kanale **CAN2**, sterownik przejmuje komunikacje zewnętrzną np. wysyłanie danych do wyświetlacza dash, komunikacja z fabrycznymi zegarami pojazdu.

Grupa AIR CONDITIONING:

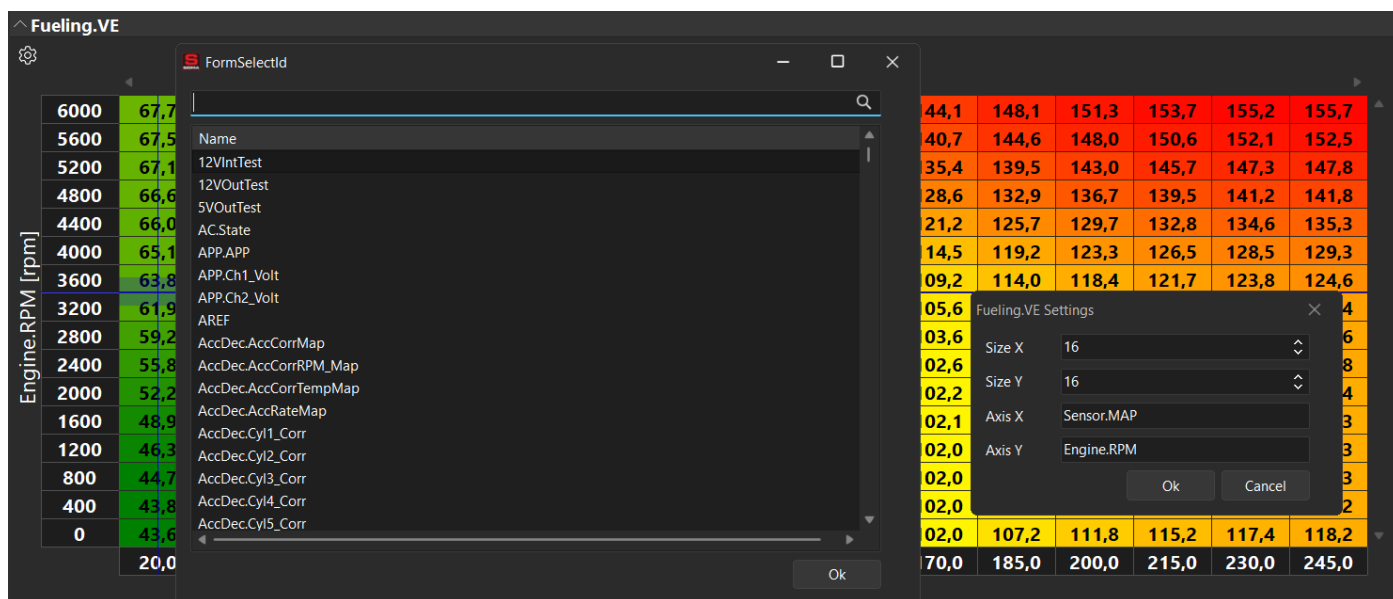
Activation odpowiada za określenie warunków i sygnałów wejściowych/wyjściowych do aktywacji systemu klimatyzacji powietrza w pojeździe.

Grupa ECU:

Parametry dostępne to **Battery filter** odpowiedzialny za stabilizację odczytu napięcia zasilania sterownika oraz **Sleep Delay** który jest czasem, po którym sterownik po wyłączeniu silnika przejdzie w stan uśpienia.

3.6. FUELING

Zakładka **Fueling** odpowiada za strojenie map powiązanych z dawkowaniem paliwa, kluczową mapą do wystrojenia silnika jest mapa VE (**Volumetric Efficiency** czyli sprawność volumetryczna), wartości wprowadzone w komórkach odpowiadają za określenie procentowe napełnienia cylindra mieszanką. Domyślnie podstawą osi poziomej obciążenia jest ciśnienie kolektora (**Sensor.MAP** [kPa]), a osi pionowej obroty silnika (**Engine.RPM** [rpm]). Można edytować te sygnały poprzez kliknięcie prawym przyciskiem na osi, otwiera się wówczas dodatkowe menu **Fueling.VE Settings** (Rysunek 13) dające możliwości w polach **Axis X** i **Axis Y** wyboru dowolnego parametru z listy **FormSelectId** oraz modyfikacji rozmiarów mapy w polach **Size X** i **Size Y**, gdzie wprowadzone liczby określają ilość komórek w kolumnie i wierszach mapy.



Rysunek 13 Widok mapy VE, menu Fueling.VE Settings oraz listy FormSelectId

Kolejną mapą jest **Fueling.MixtureTarget** która zawiera dane dotyczące docelowej wartości współczynnika lambda, do której sterownik podąża jako wartości wyjściowej obliczając odpowiednią dawkę paliwa dla określonych warunków pracy silnika, domyślne osie tej mapy to **Fueling.Load** [%] oraz **Engine.RPM** [rpm]. Następne mapy z tej sekcji to mapa kąta wtrysku **Fueling.InjectionAngle**, wartości opisują kątowne wyprzedzenie otwarcia wtryskiwacza paliwa względem GMP danego cylindra. **Fueling.InjectorDT** opisuje w milisekundach „martwy” czas otwarcia wtryskiwacza względem napięcia zasilania, jest to wartość pozyskiwana od producenta danego wtryskiwacza paliwa.

Fueling.FuelDensity charakteryzuje gęstość paliwa względem temperatury,

Fueling.FuelCorrFirstCrank należy empirycznie ustawić jako korekta dawki paliwa przy rozruchu, uzyskując optymalnie dobraną dawkę paliwa przy różnych temperaturach silnika (**Sensor.CLT** [°C]), podobnie jak mapa **Fueling.FuelCorrCrankig**, **Fueling.FuelAfterStart**, **Fueling.FuelWarmUp**,

Fueling.ChargeTempApprox. Dodatkowo istnieje mapa **Fueling.FuelCorrCustom** która daje możliwość spersonalizowanej korekty paliwa od dowolnie wybranego wejścia sygnału z listy **FormSelectId**.

3.7. CLOSE LOOP

Zakłada **Close loop**, odpowiada za parametry kontroli mieszanki w trybie pętli zamkniętej, mapa **Fueling.CloseLoopLambdaDelay** zawiera domyślnie ustawione wartości opóźnień reakcji systemu na zmiany przebiegu sygnału sondy lambda w milisekundach [ms] względem obliczonej przez sterownik wartości przepływu spalin w kolektorze wylotowym **Fueling.ExhaustMassFlow** w gramach na sekundę [g/s].

Mapy **Fueling.CloseLoopBank1_LTFT** oraz **Fueling.CloseLoopBank2_LTFT** umożliwiają podgląd wartości wyuczonych korekt paliwowych długoterminowych systemu kontroli mieszanki, w sytuacji, gdy na tych mapach obserwujemy wartości powyżej 20% oznacza to, że w układzie paliwowym mogła nastąpić degradacja parametrów elementów układu paliwowego lub regulacja map paliwowych nie została przeprowadzona z należytą precyzją.

3.8. IGNITON

Mapa **Ignition.Advance** jest bazową mapą kąta wyprzedzenia zapłonu, sugerowane jest ustawianie wartości tej mapy przy użyciu zewnętrznych narzędzi nasłuchu stuku silnika oraz kontroli temperatury spalin przy użyciu czujników EGT. **Ignition.DwellTime** jest odpowiedzialna za określenie charakterystyki sterowania cewką zapłonową typu pasywnego w funkcji napięcia zasilania, w komórkach mapy należy wprowadzić czas sterowania w mikrosekundach [us] (1000us=1ms). W kolejnych mapach **Ignition.AdvanceIAT_Corr** oraz **Ignition.AdvanceCLT_Corr** wprowadźmy korekty kąta wyprzedzenia zapłonu względem odpowiednio temperatury powietrza zasysanego (IAT) oraz temperatury płynu chłodzącego silnika (CLT).

3.9. IDLE

Moduł przeznaczony jest to ustawienia parametrów związanych z regulacją biegu jałowego.

Mapa **Idle.Target** określa docelowy poziom obrotów silnika względem temperatury silnika. **Idle.RunTimeCorrection** zawiera korekcje obrotów o zadaną wartość (względem targetu) po uruchomieniu silnika, gdzie na osi pionowej znajduje się czas pracy silnika w sekundach, a na osi poziomej określona jest temperatura silnika.

Idle.AirFlowFeedForward jest mapą odpowiedzialną za bazową wartość przepływu powietrza przez przepustnicę w przypadku regulacji obrotów przez ETC (Electronic Throttle Control- elektroniczne kontrolowana przepustnica). Poprawne ustawienie wartości na tej mapie, polega na wyłączeniu kontroli biegu jałowego przez zapłon i przepustnicę, w tym celu w module **Control Mode**, **Ign Angle** ustawiamy na OFF, **Air Flow** ustawiamy w trybie **Close Loop** a na mapach **AirFlow PID** ustawiamy wartości zero jak na Rysunek 13



Rysunek 14 Mapy AirFlow PID, ustawione do regulacji AirFlowFeedForward

Następnie przy określonych temperaturach silnika zmieniając target idle, ustawiamy wartości mapy **Idle.AirFlowFeedForward**, tak żeby silnik osiągał zadany target w możliwie najkrótszym czasie. W przypadku gdy docelowy target obrotów wynosi określona wartość np. 800rpm, wówczas sugerowane jest przeprowadzanie cyklu regulacji mapy dla obrotów w zakresie od 600rpm (75% targetu) do 1600rpm (200% targetu), co umożliwi optymalną kontrolę systemu nad sterowaniem biegiem jałowym.

Idle.FlowBatteryCorrection odpowiada za korekcje obrotów biegu jałowego względem napięcia zasilania, **Idle.FlowCranking** określa uchYLENIE przepustnicy w trakcie kręcenia rozrusznikiem, **Idle.IgnitonAdvance** jest bazową mapą wartości kąta wyprzedzenia zapłonu na biegu jałowym.

3.10. BOOST

W zakładce **Boost** znajdują się parametry i mapy, które wpływają na regulację ciśnienia doładowania w przypadku zastosowania elektrycznych elementów wykonawczych mających wpływ bezpośredni na turbosprężarkę albo kompresor. Na mapie **Boost.Target** określamy zadaną wartość ciśnienia doładowania, domyślnie na osi poziomej znajduje się sygnał z czujnika położenia przepustnicy, na osi pionowej obroty silnika, **Boost.TargetCorr** jest mapą ograniczenia targetu ciśnienia doładowania domyślnie zależną od temperatury silnika. **Boost.FeedForward** odpowiada za regulację sygnału sterującego i należy przeprowadzić empiryczne testy wartości tego sygnału w porównaniu do uzyskiwanych ciśnień doładowania w określonych warunkach pracy silnika z uwzględnieniem korekcji od temperatury silnika na mapie **Boost.FeedForwardCorr**.

Kolejne mapy zakładki służą do wprowadzenia limitu ciśnienia doładowania w zależności od: **Boost.limitCLT** – temperatury płynu chłodzącego, **Boost.LimitEGT** – temperatury spalin, **Boost.LimitOilTemp** - temperatury oleju, **Boost.LimitOilPress** – ciśnienia oleju silnikowego.

3.11. VVT

Systemy sterowania zmiennymi fazami rozrządu które wspiera sterownik Stag Sigma to układy, w których zawory hydrauliczne działają liniowo i dają możliwość sterowania sygnałami o zmiennym wypełnieniu oraz systemy z możliwością wyłącznie dwu stanowego sterowania ON/OFF. System dysponuje dwiema mapami regulacji wałka dolotowego i wylotowego: **VVT.InletCAM_target**, **VVT.ExhaustCAM_Target**, gdzie wartości wprowadzone na tych mapach to zadane kąty przestawienia wałków rozrządu w zakresie $\pm 50^\circ$.

3.12. LIMITER

W tym obszarze znajdują się nastawy limiterów RPM i MAP oraz mapy limitu obrotów silnika względem temperatury silnika (**Limiter.RPM_Limit**) oraz mapa limitera uchylenia przepustnicy (limiter_ETC) względem błędu odchyłki ogranicznika obrotów, używana w celu uzyskania płynności działania limitera obrotów.

3.13. OVERRUN

Sekcja z mapą **Overrun.DBW_Override** umożliwia w warunkach przejścia silnika w overrun pominięcie obliczonego kąta uchylenia przepustnicy i wymuszenie zadanej wartości kąta uchylenia ETC zgodnej z zadaną wartością z tej mapy w funkcji obrotów silnika, funkcja umożliwia tzw. przepłukiwanie.

3.14. KNOCK

W module tym definiujemy konfigurację opisaną w sekcji Edytora parametrów związanych z odczytem i algorytmem kontroli stuku oraz określamy mapę **KNOCK.Limit** odpowiedzialną za wartość krytyczną poziomu stuku, powyżej której system zaczyna wprowadzać opisane wcześniej korekcie.

3.15. ACCDEC

W tej części aplikacji znajdują się nastawy odpowiedzialne za korekcje dawki paliwa (wzbogacanie i zubożanie mieszanki) w przypadku gwałtownych zmian obciążeń. Dobór poszczególnych parametrów należy wykonać poprzez empiryczne testy drogowe, obserwację poprawności oczekiwanej responsywności silnika i analizę chwilowych wartości sygnału lambda. Obie charakterystyki ACC (przyspieszanie) DEC (zwalnianie), definiowane są przez mapy, gdzie: **Rate** - określa intensywność funkcji, **Corr** - korekcja od ciśnienia kolektora, **RPM_Corr** - korekcja od obrotów silnika, **Temp_Corr** - korekcja od temperatury silnika.

3.16. SENSOR

Czujniki wykorzystane w systemie wymagają konfiguracji w zakładce **SENSOR**, należy zdefiniować wejście dla określonego czujnika, wiarygodny zakres napięć **Valid Volt Min/ Valid Volt Max** oraz wartość **Fail Safe**, którą sterownik przyjmie za stałą w przypadku, gdy sygnał z czujnika przekroczy zdefiniowane wartości wiarygodne. Poszczególnym czujników należy też zdefiniować charakterystyki napięciowe na mapach dostępnych w tej sekcji.

3.17. ETC

ETC1.Target jest mapą określającą docelowy target ETC [%] względem położenia pedału przyspieszenia APP [%], daje możliwość ograniczenia położenia przepustnicy względem zadanej wartości położenia pedału przyspieszenia. Pozostałe charakterystyki sterowania przepustnicą uzupełniają się automatycznie w trakcie auto-kalibracji przepustnicy (**Auto Calibration ETC**).

3.18. OUTPUTS

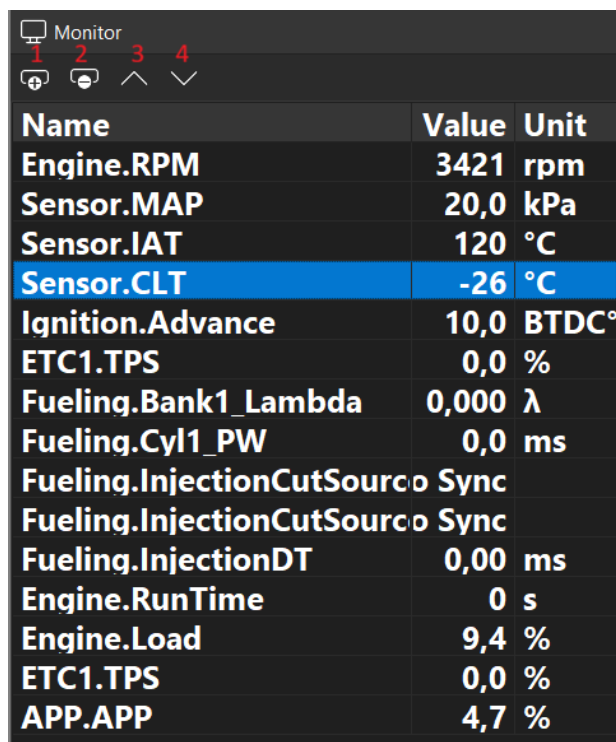
Zakładka, w której poddajemy definicji parametry wyjść sterujących oraz określamy charakterystyki poszczególnych map: **Engine.CoolantTempTarget** – temperatura docelowa silnika w funkcji obrotów i ciśnienia kolektora, **Outputs.CoolantFan1/2.DC** –ysterowanie prądowe wentylatorów chłodnicy płynu chłodzącego w funkcji temperatury silnika i obrotów, **Outputs.OilFanDC** -ysterowanie prądowe wentylatora chłodnicy oleju w funkcji temperatury silnika i obrotów silnika, **Outputs.SwirlFlapsDC** -ysterowanie prądowe silnika klap wirowych w funkcji obrotów silnika i targetu TPS.

3.19. PROTECTION

W tym module znajduje się charakterystyka minimalnego ciśnienia oleju [kPa] w funkcji obrotów silnika, która odpowiada za uruchomienie procedury zabezpieczenia silnika przed uszkodzeniem.

3.20. MONITOR

Monitor parametrów pracy sterownika służy do podglądu wybranych parametrów w czasie rzeczywistym.



Name	Value	Unit
Engine.RPM	3421	rpm
Sensor.MAP	20,0	kPa
Sensor.IAT	120	°C
Sensor.CLT	-26	°C
Ignition.Advance	10,0	BTDC°
ETC1.TPS	0,0	%
Fueling.Bank1_Lambda	0,000	λ
Fueling.Cyl1_PW	0,0	ms
Fueling.InjectionCutSource	Sync	
Fueling.InjectionCutSource	Sync	
Fueling.InjectionDT	0,00	ms
Engine.RunTime	0	s
Engine.Load	9,4	%
ETC1.TPS	0,0	%
APP.APP	4,7	%

Rysunek 15 Okno monitora parametrów

W lewej kolumnie monitora odczytujemy nazwę wybranego parametru, w środkowej znajdują się wartości chwilowe tego parametru, a w prawej jednostka w jakiej prezentowany jest ten parametr. Do zmiany kolejności wyświetlania parametrów służą przyciski nr 3 i 4 widoczne na Rysunek 15. Przyciski nr 1 i 2 służą od dodawania parametrów z listy **FormSelectId**. W przypadku gdy zatrzymany (pauza) jest przebieg zapisu Graph Log, wartości odczytywane na monitorze są wartościami wskazanymi na przebiegu danego sygnału przez kursor myszy/touch pada. Możemy też dodać do monitora parametrów wybrany sygnał z zakładki **Live Params** poprzez dwukrotne kliknięcie kursorem w wybrany parametr.

4. GWARANCJA/OGRANICZENIA

Gwarancja nie obejmuje:

1. Uszkodzeń powstałych w wyniku podłączenia układu niezgodnie z obowiązującym schematem montażowym.
 - w szczególności podłączeń przewodów sygnałowych w miejscach innych niż przewiduje instrukcja montażu
2. Uszkodzeń w wyniku montażu, w miejscach niezgodnych z instrukcją montażu oraz w miejscach, w których narażone są na działanie wody, wysokiej temperatury, oparów z akumulatora.
3. Układów poddanych własnoręcznym przeróbkom lub próbom napraw.
4. Układów uszkodzonych mechanicznie z winy klienta w szczególności:
 - uszkodzeń złącz,
 - uszkodzeń złącz w wyniku stosowania chemicznych preparatów czyszczących,
 - uszkodzeń obudowy,
 - uszkodzeń płytki elektroniki
5. Układów uszkodzonych elektrycznie w wyniku podłączenia interfejsów komunikacyjnych niezgodnych z instrukcją montażu.

Ograniczenia:

1. Sterownik Stag Sigma nie jest przeznaczany do użytku na drogach publicznych.
2. Wszystkie testy i ustawienia powinny być wykonane w bezpiecznych warunkach, na zamkniętych obiektach torowych, hamowniach podwoziowych lub silnikowych.
3. Sugerowane jest w trakcie kluczowych ustawień takich jak:
 - a) krytyczny poziom stuku
 - b) maksymalne temperatury spalin
 - c) ciśnienie oleju silnikowego

Użycie wcześniej skalibrowanych narzędzi zewnętrznych w celu zapewnienia pełnego poziomu zabezpieczenia silnika przed uszkodzeniem.