

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
INSTYTUT MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Zakład Konstrukcji Urządzeń Elektrycznych

INSTRUKCJA ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

Temat:

"Badania diagnostyczne pojazdu na hamowni podwoziowej"

Do użytku wewnętrznego

Laboratorium Systemów Pomiarowych i Diagnostycznych Pojazdów Samochodowych

Warszawa 9 maj 2010 r.

opracował : dr inż. Jarosław Paszkowski

Spis treści:

1.	Wprowadzenie	5
1.1	Program ćwiczenia	5
1.2	Wiadomości podstawowe	5
1.3	.Zalety hamowni podwoziowych.	5
2.	Własności ruchowe samochodu.	6
2.1	Bilans sił.	6
2.2	Bilans mocy.	13
3.	Zasada działania hamowni podwoziowej.	18
3.1	Typowe rozwiązania konstrukcyjne hamowni podwoziowych.	18
3.1.1	Zespół jezdny z układem hamulcowym	18
3.1.2	Zespół sterowniczo-pomiarowy.	20
3.1.3	Zespół chłodzenia silnika badanego na hamowni samochodu.	22
4.	Hamownia podwoziowa AutoDyn 11	22
4.1	Parametry techniczne:	23
4.2	Hamulec elektrowirowy	24
4.2.1	Mmoduł hamulca elektrowirowego	24
4.3	Skrzynka pomiarowa	24
4.4	Sterownik zdalny	25
4.4.1	Konfiguracja	26
4.5	Straty własne hamowni	33
4.6	Panel podłączeniowy systemu	33
4.7	Program WinDyn	34
5.	Analiza pomiarów	36
5.1	Zasady doboru warunków kontrolnych.	36
5.2	Bilans mocy dla hamowni	37
5.3	Testy kontrolne	37
5.3.1	Testowanie bezwładnościowe	37
5.3.2	Testowanie kontrolowane	39
5.3.3	Powierzchnia przylegania opony do rolki	39
5.4	Dokładność hamowni podwoziowej	40
5.5	Interpretowanie pomiarów mocy	41
5.5.1	Moc na kołach (Wheel Power)	41
5.5.2	Moc na kołach wg normy (Corrected Wheel Power)	41
5.5.3	Podstawowy moment obrotowy (Ground Torque)	41
5.5.4	Moment obrotowy kół (Wheel Torque)	41

5.5.5	Skorygowany moment obrotowy kół	41
5.6	Moc aerodynamiczna	42
5.7	Współczynniki korekcyjne mocy	43
5.7.1	SAE	44
5.7.2	STP	44
5.7.3	ECE	44
5.7.4	DIN	44
5.8	Opis profili testowych	45
5.8.1	Testy bezwładnościowe (Inertia Tests)	45
5.8.2	Kontrolowane testy przyspieszenia	45
5.8.2.1	Accel.tpf	46
5.8.3	Road Load	48
5.8.3.1	RoadLoad.tpf	48
5.8.4	Eng_Spd.tpf	48
6.	Badania samochodu	49
6.1	Przygotowanie do badań na hamowni.	49
6.1.1	.Sprawdzanie stanu opon i regulacja ciśnienia w ogumieniu .	49
6.1.2	.Sprawdzanie układu chłodzenia.	49
6.1.3	Sprawdzanie poziomu oleju w misce olejowej silnika.	49
6.1.4	.Sprawdzanie wycieków z tylnego mostu.	49
6.1.5	Sprawdzanie układu chłodzenia	49
6.1.6	Sprawdzanie szczelności układu zasilania .	49
6.1.7	.Wprowadzenie samochodu na stanowisko.	50
6.1.8	.Nagrzewanie samochodu i hamowni.	50
6.2	Testy pomiarowe.	51
6.3	Ocena prawidłowości działania sprzęgła.	53
6.3.1	.Prawidłowe załączenie sprzęgła.	53
6.3.2	.Prawidłowe wyłączanie sprzęgła.	54
6.4	Ocena szybkościomierza badanego samochodu.	54
6.5	Pomiar strat własnych samochodu.	54
7.	Przeprowadzanie pomiarów	56
7.1	Dane producenta	56
7.2	Pomiary drogowe warunki.	56
7.3	Pomiary drogowe	57
7.3.1	Diagnoskop CONSULT - II.	57
7.4	Wyniki Consult	60

7.5	Wyniki Hamownia	61
7.6	Sprawozdanie powinno zawierać:	63
8.	Literatura:	63

1. Wprowadzenie

1.1 Program ćwiczenia

Ćwiczenie obejmuje swoim zakresem badania drogowe w celu zmierzenia obciążenia samochodu w warunkach rzeczywistych oraz symulację jazdy w warunkach rzeczywistych na hamowni podwoziowej.

1.2 Wiadomości podstawowe

Bardzo dynamiczny rozwój motoryzacji w ostatnich latach nakłada coraz to wyższe wymagania na produkowane samochody oraz stan techniczny pojazdów już eksploatowanych. Ma to bowiem bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo, komfort i ekonomię jazdy, a także, co ostatnio jest bardzo ważne, aby pojazdy nie były przyczyną zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Do badań pojazdu pod obciążeniem może mieć zastosowanie hamownia podwoziowa. Zadaniem hamowni podwoziowej, jako stanowiska badawczego, jest wytworzenie w sposób sztuczny warunków, odzwierciedlających warunki występujące w ruchu naturalnym samochodów po drodze. Tak więc hamownia powinna symulować zewnętrzne siły oporów ruchu przy różnorodnych i złożonych warunkach drogowych. Co pozwala na wyeliminowanie badań drogowych stwarzając dogodne warunki do przeprowadzenia wszechstronnych badań diagnostycznych silnika i zespołów przeniesienia napędu pod obciążeniem, odpowiadającym rzeczywistym warunkom ruchowym samochodu.

1.3 .Zalety hamowni podwoziowych.

- *eliminacja warunków atmosferycznych i szczególnych okoliczności ruchu drogowego, które utrudniają lub wręcz uniemożliwiają zachowanie określonych programem badań parametrów ruchu,*
- *możliwość wytworzenia w danym pomieszczeniu ściśle określonych programem badań parametrów stanu otoczenia (temperatura, wilgotność), co pozwala na symulowanie badań w różnych strefach klimatycznych lub porach roku,*
- *wyeliminowanie konieczności transportu lub dojazdu do odcinków dróg o określonej nawierzchni,*
- *możliwość zastosowania najnowocześniejszej aparatury pomiarowej, której zastosowanie w normalnych warunkach byłoby bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe ze względu na: gabaryty, zasilanie urządzenia lub brak odporności na wstrząsy,*
- *zautomatyzowanie cyklu badań pozwalające na uzyskiwanie dokładnych i powtarzalnych wyników badań,*
- *swobodny dostęp do wszystkich podzespołów i elementów pozwala na dokonywanie regulacji podczas jazdy i oceny skuteczności dokonywanych zmian.*

2. Własności ruchowe samochodu.

2.1 Bilans sił.

Podczas ruchu pojazdu siła napędowa F_N , działająca na koła równoważy sumę oporów oddziałujących na poruszający się pojazd. Jeżeli sumę wszystkich oporów ruchu oznaczmy przez F_o , to wówczas równanie równowagi sił (tzw. **równanie bilansu sił**) ma postać.

$$F_N = F_o \quad [2.1]$$

F_N - Siła napędowa na kołach.

F_o - Suma sił oporów ruchu.

Ponieważ :

$$F_o = F_t + F_w + F_p + F_b \quad [2.2]$$

F_t - Siła oporów toczenia (tarcia)

F_w - Siła oporów wzniesienia.

F_p - Siła oporów powietrza.

F_b - Siła oporów bezwładności.

więc

$$F_N = F_t + F_w + F_p + F_b \quad [2.3]$$

gdzie:

$$F_t = f \cdot G \cdot \cos \alpha \quad [2.4]$$

f - współczynnik tarcia (0,012 asfalt i ogumienie o niskim współczynniku tarcia)

G - ciężar samochodu,

α - kąt nachylenia drogi,

$$F_w = G \cdot \sin \alpha \quad [2.5]$$

$$F_p = c_x \cdot S \cdot \frac{\rho}{2} V^2 \quad [2.6]$$

c_x - bezwymiarowy współczynnik oporów powietrza

S - powierzchnia czołowa samochodu

ciśnienie spiętrzania $\frac{\rho}{2} V^2$

$$\text{gęstość powietrza} - \rho = \frac{p[\text{mmHg}]}{21.2 \cdot (273 + t)[^\circ\text{C}]} \left[\frac{\text{kg s}^2}{\text{m}^4} \right]$$

Dla uproszczenia analizy do dalszych obliczeń przyjmujemy :

$\rho = 1,226 [\text{kg} / \text{m}^3]$ przy ciśnieniu atmosferycznym $1017,32 [\text{hPa}]$ - $763 [\text{mmHg}]$, i temperaturze $t = +15 ^\circ\text{C}$

$$F_b = \delta \cdot G \cdot \frac{a}{g} \quad [2.7]$$

δ - bezwymiarowy współczynnik mas wirujących,
 a - przyspieszenie ruchu postępowego,
 g - przyspieszenie ziemskie,

$$F_n = \frac{M_s \cdot i_c \cdot \eta_m}{r_d} \quad [2.8]$$

M_s - moment silnika,
 i_c - całkowite przełożenie układu napędowego.
 η_m - sprawność mechaniczna układu napędowego,
 r_d - promień dynamiczny (toczny) koła,

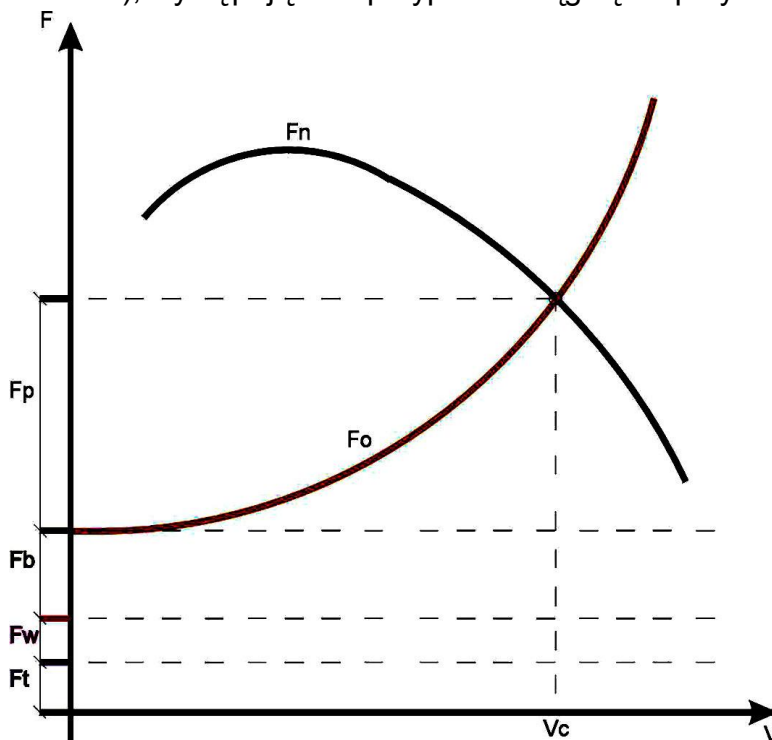
Podstawiając te wyrażenia oraz wzór określający siłę napędową F_n , otrzymuje się równanie bilansu sił w postaci jawnej, to znaczy takiej, w której występują wszystkie czynniki mające wpływ na własności ruchowe pojazdu.

$$\frac{M_s \cdot i_c \cdot \eta_m}{r_d} = f \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha + 0.613 c_x \cdot S \cdot V^2 + \delta \cdot G \cdot \frac{a}{g} \quad [2.9]$$

Nie wszystkie wymienione siły muszą działać na pojazd jednocześnie. Zależy to od aktualnych warunków ruchu.

Np. na płaskiej nawierzchni siła oporów wzniesienia $F_w = 0$; a ponadto jeżeli pojazd porusza się ruchem jednostajnym to również siła oporów bezwładności $F_b = 0$.

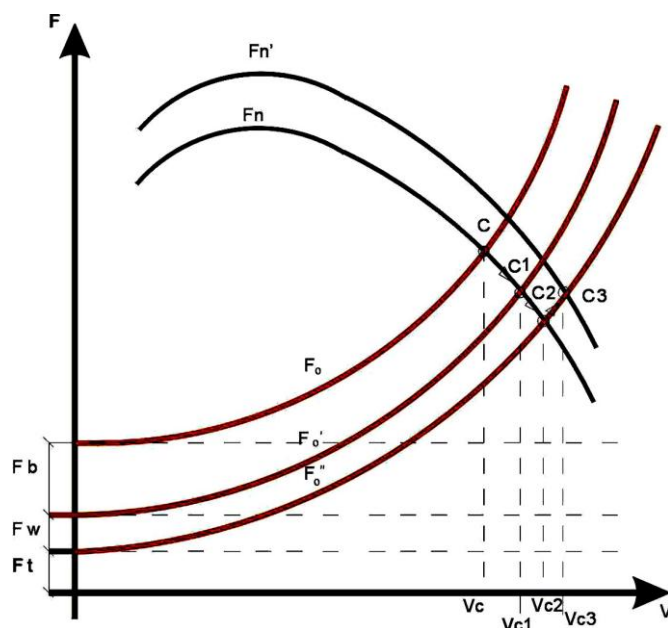
W szczególnych przypadkach mogą także występować dodatkowe, dla uproszczenia nie uwzględniane dotychczas, siły oporów. Przykładem takiej siły jest siła oporów uciągu (tzw. siła na haku), występująca w przypadku ciągnięcia przyczepy.



Analiza bilansu sił na podstawie równania jest kłopotliwa. Dlatego zamiast metody obliczeniowej, wygodniej jest posługiwać się metodą wykreślną. W tym celu na wykresie o współrzędnych $F-v$ (siła-prędkość) rysuje się krzywą siły napędowej F_n oraz krzywą sumy sił oporów ruchu F_o .

Rys 2.1 Wykres bilansu sił.

Stan chwilowej równowagi tych sił, a więc spełnienie równania bilansu, następuje w punkcie przecięcia się krzywych. Punkt przecięcia wyznacza na osi odciętych prędkość samochodu, odpowiadającą chwilowej równowadze siły napędowej (na danym biegu i przy określonym kącie otwarcia przepustnicy) oraz aktualnie działających oporów ruchu (wzniesienie, przyspieszenie itp.).



Rys 2.2 Wpływ zmian oporów ruchu na chwilowy stan równowagi sił oraz odpowiadającą mu prędkość jazdy.

Krzywa F_o ma na tym wykresie przebieg podobny do krzywej F_p , lecz jest przesunięta w stosunku do osi v o wartość $F_t + F_w + F_b$ - **w przybliżeniu stałą bez względu na prędkość ruchu**. Przedstawiony stan równowagi jest stanem chwilowym. Na przykład fakt występowania siły oporów bezwładności świadczy o tym, że samochód porusza się ruchem przyspieszonym, a więc jego prędkość wzrasta. Wzrostowi prędkości towarzyszy spadek wartości siły napędowej F_n , a więc zmniejszanie się przyspieszenia pojazdu. Pociąga to za sobą spadek wartości siły oporów bezwładności F_b , a zatem i spadek wartości sumarycznej siły oporów ruchu F_o . W związku z tym ustala się nowy stan równowagi sił w punkcie c_1 - na przecięciu siły napędowej i nowej krzywej oporów ruchu F_o' , przy czym :

$$F_o' = F_t + F_w + F_p, \quad [2.10]$$

ponieważ $F_b = 0$.

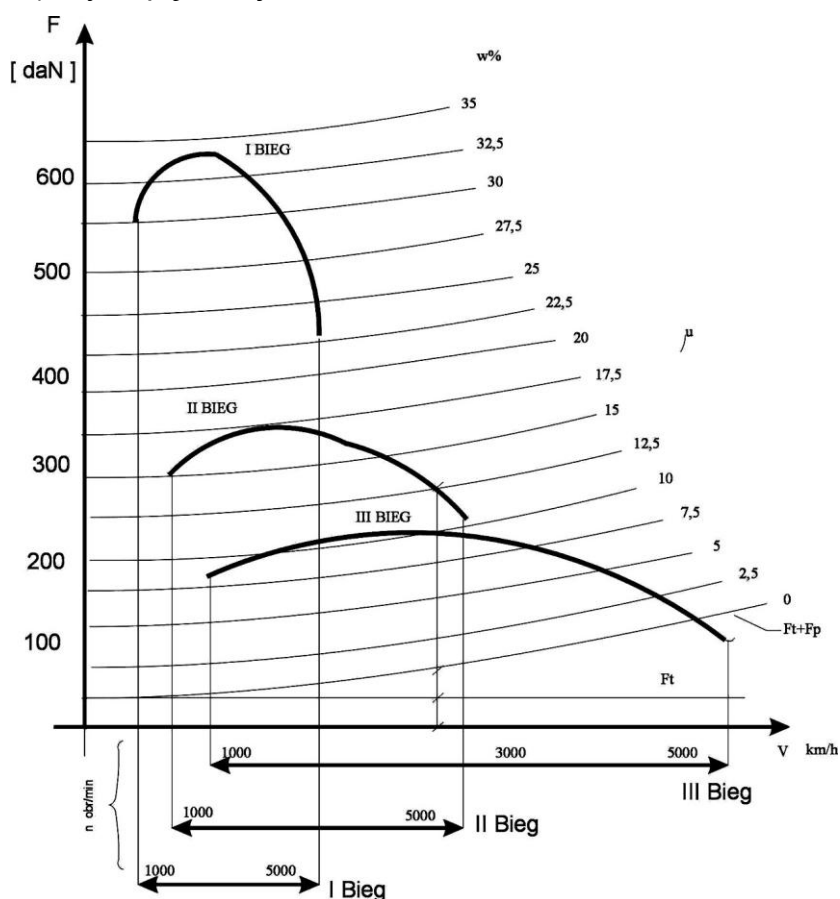
Jeżeli wskutek zmiany warunków drogowych kąt pochylenia drogi zmniejszy się do zera, zniknie również składowa siły oporów ruchu pochodząca od oporów wzniesienia ($F_w = 0$). Wówczas krzywa sumarycznej siły oporów ruchu $F' = F_t + F_p$ znajdzie się na wykresie $F-v$ poniżej krzywej F_o' . Stan równowagi przesunie się do punktu c_2 , któremu odpowiada prędkość jazdy v_{c2} - większa niż prędkość jazdy na wzniesieniu v_{c1} .

Jeżeli charakterystyka siły napędowej F_n nie jest **charakterystyką zewnętrzną** (tzn. max), wówczas **kierowca może zwiększyć wartość siły napędowej na kołach**, zwiększając dawkę paliwa doprowadzanego do cylindrów. Wciśnięcie pedału przyspiesznika sprawia, że wzrasta siła napędowa na kołach i ustala się nowy stan równowagi w punkcie c_3 - na przecięciu krzywej oporów ruchu F_o' z nową charakterystyką F_n' . Punktemu temu odpowiada też nowa, większa niż poprzednio prędkość v_{c3} . Oczywiście zmianie prędkości ruchu - przyspieszanie pojazdu - towarzyszy pojawienie się siły oporów bezwładności. Występowanie tej siły sprawia, że zmiany prędkości pojazdu są powolne, mimo stosunkowo szybko występujących zmian siły napędowej. Gdy równowaga sił ustali się, pojazd znów porusza się ruchem jednostajnym i siła oporów bezwładności zanika.

Analogicznie zmienia się stan równowagi sił działających na pojazd, jeżeli siła napędowa maleje lub jeżeli z jakichkolwiek przyczyn wzrastają opory ruchu. Punkt przecięcia obu linii na wykresie

przesuwa się wtedy w lewa stronę, czemu odpowiada zmniejszenie prędkości pojazdu. Jak widać, prędkość jazdy samochodu samoczynnie dostosowuje się do warunków ruchu, zależnych od siły napędowej na kołach i występujących oporów. **Zmiana któregokolwiek z tych czynników powoduje zmianę prędkości ruchu**, przy czym ustalające się nowe warunki równowagi odpowiadają nowej stałej prędkości. Samochód dąży więc samoczynnie do poruszania się ruchem jednostajnym.

W dotychczasowych rozważaniach dla uproszczenia rozpatrywano równowagę sił oporów ruchu i siły napędowej tylko na jednym biegu. W rzeczywistości siłę napędową samochodu na każdym biegu ilustruje inny wykres. Dlatego rzeczywisty wykres równowagi wygląda tak, jak to przedstawiono na Rys 2.3 na przykładzie samochodu z trzystopniową skrzynią biegów. Na wykres naniesiono szereg linii przedstawiających sumaryczną siłę oporów ruchu F_o przy różnych kątach nachylenia drogi, tzn. przy różnych wartościach siły oporów wzniesienia F_w . Wykres taki, nazywamy wykresem trakcyjnym lub wykresem ruchowym, umożliwia określenie własności ruchowych samochodu na każdym biegu. Niekiedy wykres trakcyjny samochodu wykonuje się w nieco innych współrzędnych. Mianowicie siłę napędową na kołach zastępuje się tzw. zapasem (lub nadmiarem) siły napędowej.



Rys 2.3 Wykres bilansu sił samochodu osobowego z 3-stopniową skrzynią biegów.

Ponieważ z wystarczającym przybliżeniem można przyjąć, że opory powietrza F_p są dla danego samochodu określone jedną, nie zmieniającą się charakterystyką $F_p=f(v)$, wartości siły oporów powietrza odejmuje się od siły napędowej.

Wówczas równanie bilansu sił ma postać:

$$F_n - F_p = F_t + F_w + F_b \quad [2.11]$$

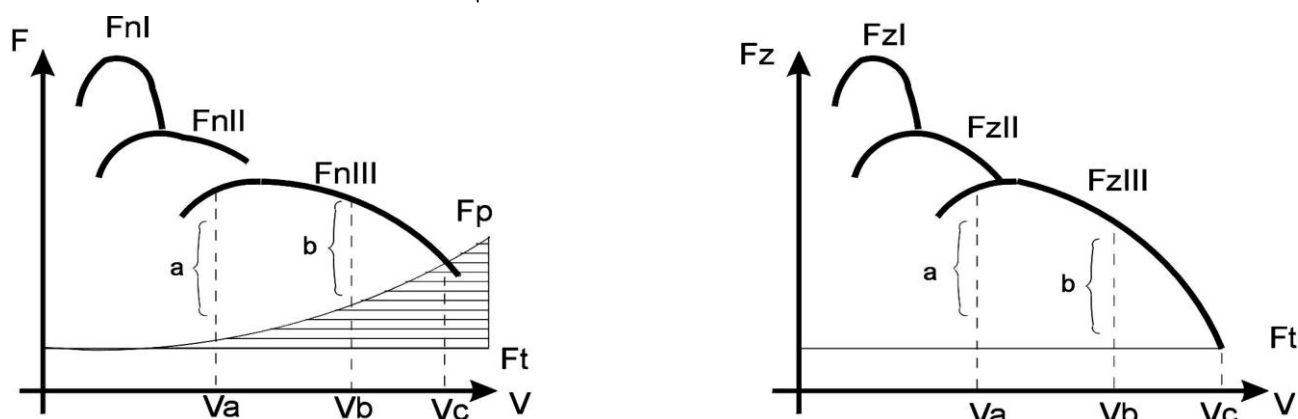
Różnicę sił występującą po lewej stronie równania nazywamy zapasem (nadmiarem) siły napędowej i oznaczamy symbolem F_z .

$$F_z = F_N - F_p \quad [2.12]$$

Wykres zapasu siły napędowej F_z w funkcji prędkości V najłatwiej wykonać w sposób graficzny, na podstawie wykresu siły napędowej $F_N = f(v)$.

Sposób postępowania przedstawiono na Rys 2.4.

Na wykres $F_N=f(v)$ nanosi się krzywą oporów powietrza F_p , po czym dla każdej odciętej V określa się różnicę rzędnych ($F_n - F_p$) i nanosi się ją na nowy wykres $F_z = f(v)$.



Rys 2.4 Graficzna metoda wyznaczania charakterystyki zapasu siły napędowej na podstawie wykresu siły napędowej.

Siły oporów ruchu występujące po prawej stronie równania (2.9) zmieniają się w zależności od warunków drogowych, jednak nie zależą (w uproszczonej analizie) od prędkości ruchu pojazdu. Dlatego na wykresie trakcyjnym we współrzędnych F_z - V linie określające zmienne opory ruchu są poziome - tzn. równoległe do osi V - i zamiast nanosić je na wykres, wystarczy sporządzić dodatkowe podziałki na osi rzędnych.

Wykres trakcyjny we współrzędnych F_z - V umożliwia łatwe określanie wartości oporów, jakie samochód może pokonać podczas jazdy w różnych warunkach, a więc określenie własności ruchowych samochodu. W celu porównywania własności ruchowych różnych samochodów stosuje się jeszcze inną postać wykresu trakcyjnego, na którym nadmiar siły napędowej F_z zastępuje się **bezwymiarowym wskaźnikiem dynamicznym D** .

$$D = \frac{F_z}{G} = \frac{F_N - F_P}{G} \quad [2.13]$$

$$D = \frac{F_t + F_w + F_b}{G} = \frac{f \cdot G \cdot \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha + \delta \cdot G \cdot \frac{a}{g}}{G} \quad [2.14]$$

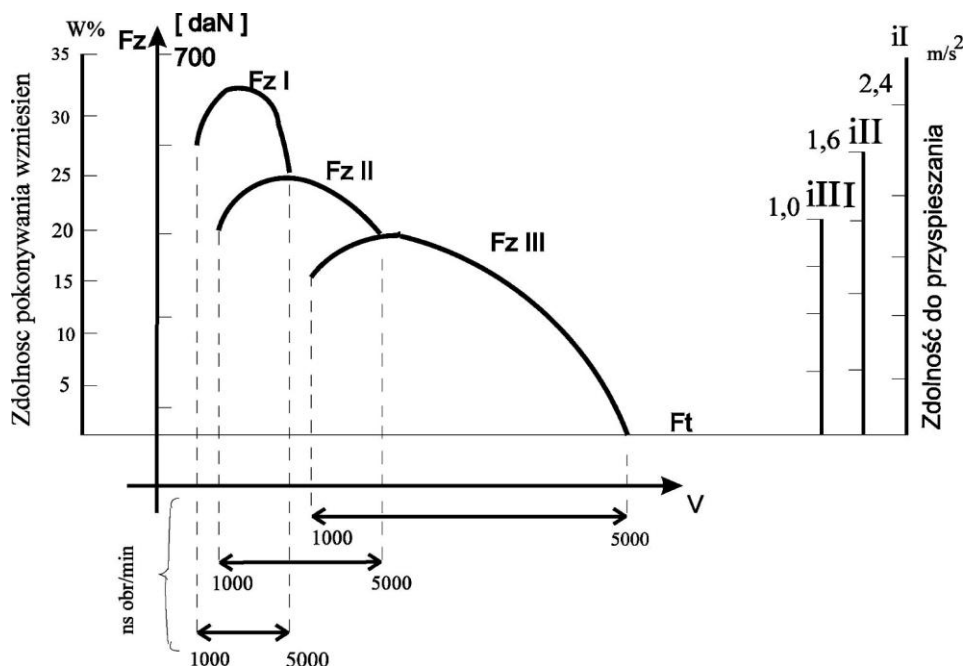
$$D = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha + \delta \cdot \frac{a}{g} \quad [2.15]$$

Dla małych wzniesień można przyjąć z wystarczającym przybliżeniem, że:

$$f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \approx f + w \quad [2.16]$$

więc

$$D = f + w + \delta \cdot \frac{a}{g} \quad [2.17]$$



Rys 2.5 Wykres trakcyjny $F_z = f(v)$ samochodu osobowego z 3-stopniową skrzynką biegów.

Wykres wskaźnika dynamicznego D w funkcji prędkości nazywamy **charakterystyką dynamiczną pojazdu**. Wykres taki nie różni się kształtem od wykresu trakcyjnego $F_z = f(v)$; jedyną różnicę stanowi fakt, że na osi rzędnych zamiast F_z naniesiona jest podziałka wskaźnika dynamicznego D . Bardzo często wskaźnik dynamiczny podaje się w procentach.

Wówczas równanie wskaźnika dynamicznego przyjmie postać:

$$D\% = \frac{F_z}{G} \cdot 100\% \quad [2.18]$$

Wskaźnik dynamiczny jest wielkością zmienną dla danego samochodu, podobnie jak zmienna jest siła napędowa. Za wartości porównawcze przyjmuje się największą wartość wskaźnika dynamicznego $D_{\max}$ (na biegu I) oraz największą wartość wskaźnika dynamicznego na najwyższym biegu. W tabeli podano orientacyjne średnie wartości wskaźnika dynamicznego $D_{\max}$ dla różnych rodzajów samochodów.

Rodzaj samochodu	$D_{\max}$	
	bieg najniższy	bieg najwyższy
Samochody osobowe małe	0.25-0.30	0.08-0.10
Samochody osobowe średnie i duże	0.35-0.50	0.12-0.18
Autobusy	0.30-0.50	0.05-0.07
Samochody ciężarowe małe	0.35-0.45	0.07-0.10
Samochody ciężarowe średnie i duże	0.32-0.40	0.05-0.06

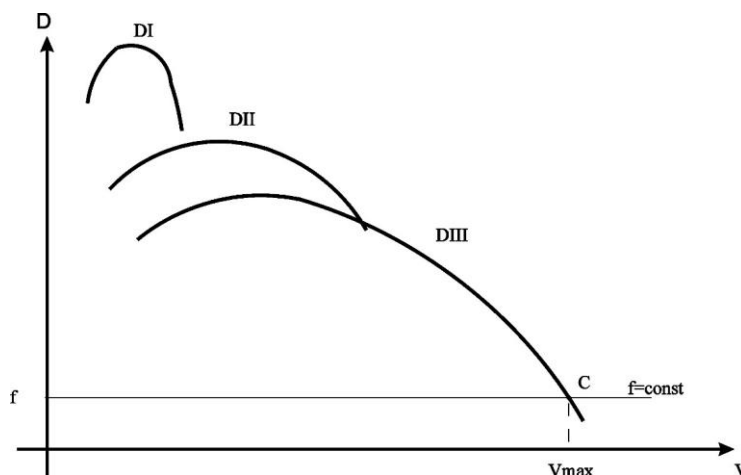
Analizując przekształconą postać równania bilansu sił -wzór(2.17) -można określić maksymalne graniczne wartości charakteryzujące własności ruchowe samochodu. Są to:

- *maksymalna prędkość,*
- *maksymalne przyspieszenie i*
- *największe wzniesienie, jakie może pokonać pojazd.*

Maksymalna prędkość osiągana jest wówczas, gdy możliwości dynamiczne samochodu są wykorzystywane tylko do pokonania oporów ruchu, tzn. wtedy, gdy zarówno opory wzniesienia, jak i opory bezwładności równe są zero. Jeżeli $a=w=0$, to równanie przyjmie postać.

$$D = f$$

Wobec tego prędkość maksymalna $V_{\max}$ jest to prędkość, która na wykresie charakterystyki dynamicznej przedstawia odcięcia punktu przecięcia krzywej wskaźnika dynamicznego na najwyższym biegu z poziomą linią $f=\text{const}$. Zgodnie ze znormalizowanymi warunkami określania prędkości maksymalnej wartości współczynnika tarcia f przyjmuje się dla poziomej drogi o nawierzchni betonowej.



Rys 2.6 Charakterystyka dynamiczna.

Największe przyspieszenie $a_{\max}$ samochód osiąga wówczas, gdy możliwości dynamiczne samochodu są wykorzystywane w maksymalnym stopniu na przyspieszenie. Opory wzniesienia $w=0$. Równanie bilansu ma więc postać:

$$D_{\max} = f + \delta \frac{a_{\max}}{g} \quad [2.19]$$

stąd:

$$a_{\max} = \frac{D_{\max} - f}{\delta} \cdot g \quad [2.20]$$

Analogicznie można wyznaczyć **maksymalne wzniesienie**, jakie może pojazd pokonać. Wówczas przyjmujemy, że $a=0$ i równanie bilansu ma postać:

$$D_{\max} = f + w_{\max}$$

a stąd

$$w_{\max} = D_{\max} - f \quad [2.21]$$

2.2 Bilans mocy.

Rozpatrując bilans sił działających na samochód, jako podstawę do określania siły napędowej na kołach przyjęto charakterystykę momentu obrotowego silnika. **Stan równowagi można również rozpatrywać porównując moc doprowadzoną do kół z mocą oporów ruchu.** Porównanie takie, nazywane **bilansem mocy**, przeprowadza się korzystając z innej charakterystyki silnika :- charakterystyki mocy $N=f(n_s)$.

Pomiędzy mocą N_s , momentem M_s i prędkością obrotową n_s silnika zachodzi zależność:

$$N_s = \frac{M_s \cdot n_s}{k} \quad [2.22]$$

gdzie: k - współczynnik zależny od tego, w jakich jednostkach wyrażamy poszczególne wielkości.
W układzie jednostek SI

$$N_s[kW] = \frac{M_s[Nm] \cdot \omega_s \left[\frac{rad}{s} \right]}{1000} \quad [2.23]$$

gdzie: prędkość kątowna silnika;

$$\omega_s = \frac{2\pi \cdot n_s}{60}$$

W praktyce zamiast prędkością kątowną częściej posługujemy się prędkością obrotową wyrażoną w [obr/min]. Wówczas:

$$N_s[kW] = \frac{M_s[Nm] \cdot \omega_s \left[\frac{obr}{min} \right]}{9552} \quad [2.24]$$

Uwzględniając całkowite przełożenie układu napędowego i_c oraz sprawność mechaniczną η_m , można obliczyć moc N_k przenoszona przez układ napędowy na koła pojazdu.

Moment obrotowy przenoszony przez układ napędowy na koła:

$$M_k = M_s \cdot i_c \cdot \eta_m \quad [2.25]$$

Prędkość obrotowa kół wynosi:

$$n_k = \frac{n_s}{i_c}$$

Wobec tego moc przenoszona przez układ napędowy na koła:

$$N_k = \frac{M_s \cdot i_c \cdot \eta_m \cdot \frac{n_s}{i_c}}{k} = \frac{M_s \cdot n_s \cdot \eta_m}{k} = N_s \cdot \eta_m \quad [2.26]$$

Podczas ruchu pojazdu moc N_k dostarczana przez silnik na koła równoważy wszystkie opory ruchu. Jeżeli sumaryczną moc oporów ruchu oznaczmy N_o wówczas najprostsza forma równania **bilansu mocy** na kołach ma postać:

$$N_k = N_o = N_t + N_w + N_p + N_b \quad [2.27]$$

Poszczególne składniki mocy oporów ruchu oznaczono tu analogicznie do oznaczeń składników siły oporów ruchu we wzorze (2.2). Przyjęto więc:

N_t - moc oporów toczenia,

N_w - moc oporów wzniesienia,

N_p - moc oporów powietrza,

N_b - moc oporów bezwładności.

Ponieważ wszystkie opory ruchu są siłami równoległymi do kierunku ruchu samochodu, więc moc oporów ruchu można określić jako iloczyn siły oporów F_o i prędkości V .

$$N_o = \frac{F_o \cdot V}{k} \quad [2.28]$$

Podobnie jak we wzorze (2.22), wartość współczynnika k jest zależna od tego w jakich jednostkach podstawiamy poszczególne wielkości.

W układzie jednostek SI:

$$N_o[kW] = \frac{F_o[N] \cdot V \left[\frac{m}{s} \right]}{k} \quad [2.29]$$

Posługując się wzorem (2.28) można określić analogiczne wzory na moc oporów toczenia, wzniesienia, powietrza i bezwładności.

$$N_t = \frac{F_t \cdot V}{1000} = \frac{f \cdot G \cdot \cos \alpha}{1000} \cdot V \quad [2.30]$$

$$N_w = \frac{F_w \cdot V}{1000} = \frac{f \cdot G \cdot \sin \alpha}{1000} \cdot V \quad [2.31]$$

$$N_p = \frac{F_p \cdot V}{1000} = \frac{0.613 \cdot c_x \cdot S}{1000} \cdot V^3 \quad [2.32]$$

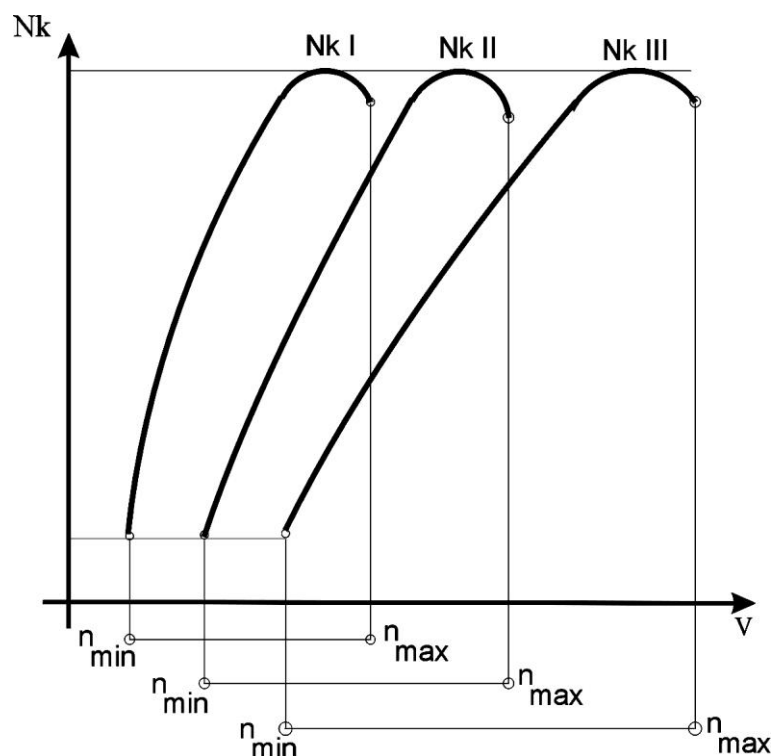
$$N_b = \frac{F_b \cdot V}{1000} = \frac{\delta \cdot G \cdot \frac{a}{g}}{1000} \cdot V \quad [2.33]$$

Podstawiając otrzymane wartości i zależności do wzoru (2.27) otrzymuje się **równanie bilansu mocy w postaci jawnej**.

$$N_k = N_s \cdot \eta_m = \frac{f \cdot G \cdot \cos \alpha}{1000} \cdot V + \frac{f \cdot G \cdot \sin \alpha}{1000} \cdot V + \frac{0.613 \cdot c_x \cdot S}{1000} \cdot V^3 + \frac{\delta \cdot G \cdot \frac{a}{g}}{1000} \cdot V \quad [2.34]$$

Równanie (2.34) można przedstawić w postaci wykresu o współrzędnych N_k - V . Wykres ten podobny jest do wykresu mocy silnika N_s w funkcji prędkości obrotowej n_s .

Ponieważ jednak dla różnych biegów tym samym wartościom prędkości obrotowej wału silnika n_s odpowiadają różne prędkości jazdy V , to jednej charakterystyce $N_s = f(n_s)$ odpowiada kilka (w zależności od liczby biegów) krzywych $N_k = f(V)$. Ilustruje to Rys 2.7. **Rzędne wykresów dla poszczególnych biegów różnią się od siebie nieznacznie - tylko o tyle, o ile zmienia się sprawność mechaniczna η_m** .



Rys 2.7 Wykres mocy na kołach $N_k = f(v)$.

W obliczeniach nie wymagających szczególnej dokładności przyjmuje się zwykle, że η_m tylko na biegu bezpośrednim ma nieco większą wartość niż na biegach pozostałych, na których sprawność jest taka sama. Niezależnie od tego, na którym biegu jedzie w danej chwili samochód, charakterystyka mocy silnika może zmieniać się w zależności od kąta otwarcia przepustnicy (lub przesunięcia listwy zębatej pompy wtryskowej.) Tak więc dla każdego biegu krzywa mocy na kołach może odpowiadać **charakterystyce zewnętrznej silnika** lub charakterystykom **mocy dławionej** Rys 2.8.

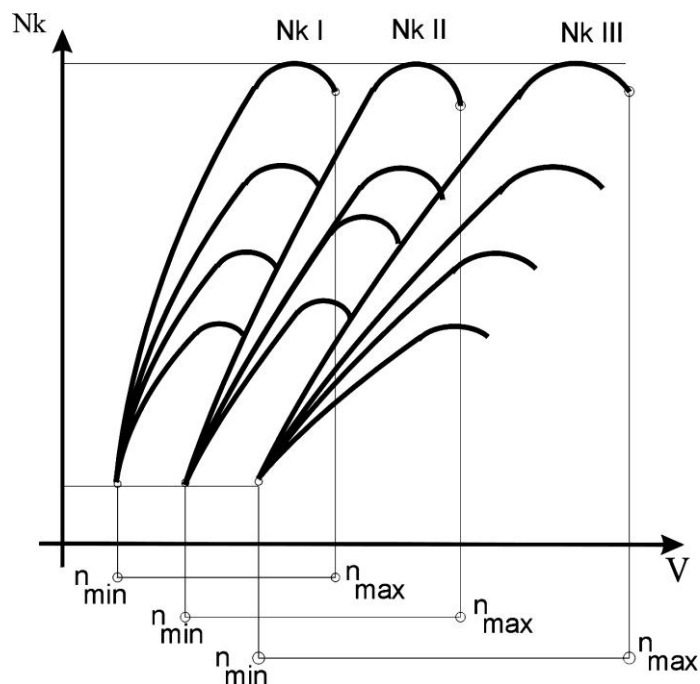
Wykresy mocy oporów toczenia, wzniesienia i bezwładności są prostymi przechodzącymi przez początek układu współrzędnych Rys 2.9 (a,b,d.) Wynika to stąd, że w równaniach (2.30),(2.31),(2.33) moc oporów jest wprost proporcjonalna do prędkości ruchu. **Natomiast moc oporów powietrza N_p jest proporcjonalna do trzeciej potęgi prędkości.** Jej wykres jest więc funkcją trzeciego stopnia, również przechodzącą przez początek układu współrzędnych

Rys 2.9 c.

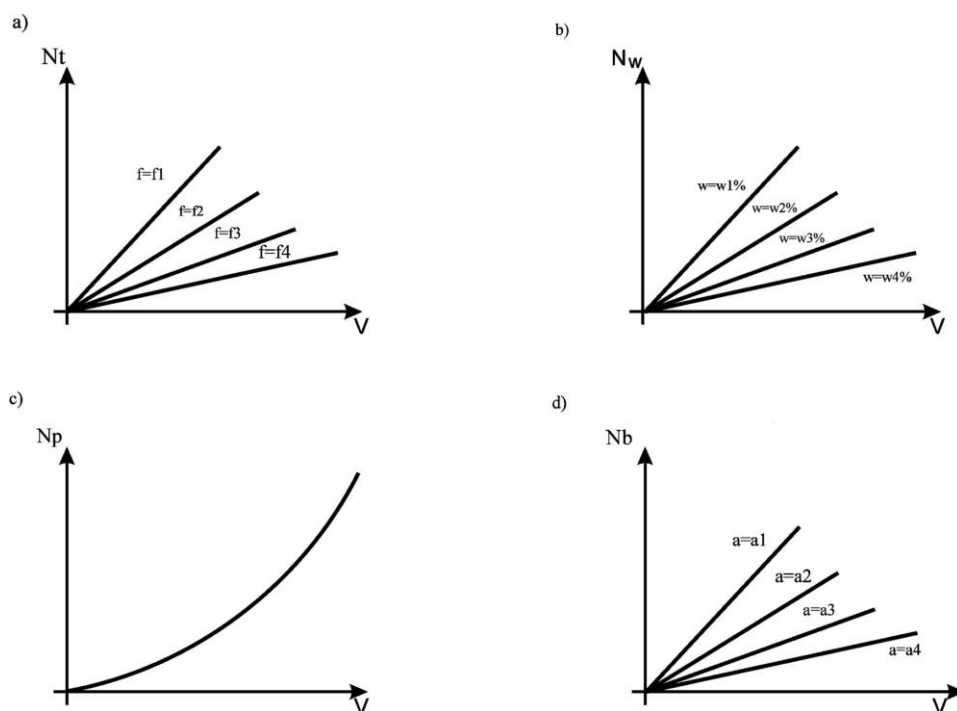
Dla określonego samochodu wykresy mocy oporów

- ▶ *toczenia,*
- ▶ *wzniesienia i*
- ▶ *bezwładności*

mogą być rozmaicie nachylone, zależnie od aktualnych warunków drogowych, tzn. od współczynnika oporów toczenia na danej nawierzchni, pochylenia drogi i działających przyspieszeń. **Krzywą mocy oporów powietrza traktuje się zwykle jako niezmienną dla danego samochodu, pomijając błędy wynikające ze zmian gęstości powietrza wynikających ze zmiany ciśnienia i temperatury.**

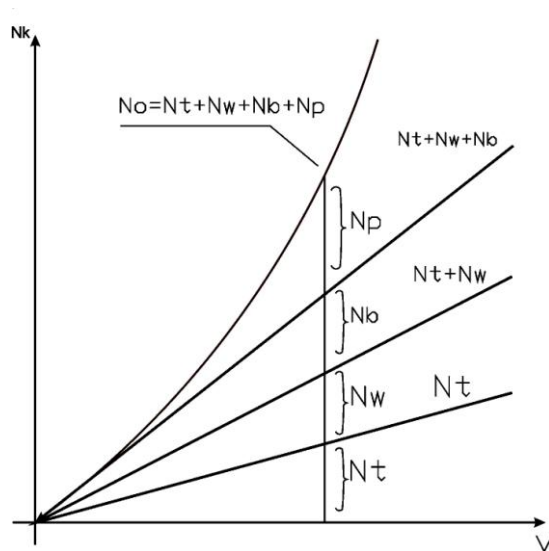


Rys 2.8 Wykresy mocy na kołach odpowiadające charakterystykom mocy dławionej.



Rys 2.9 Wykresy mocy oporów: a) toczenia, b) wzniesienia, c) powietrza, d) bezwładności.

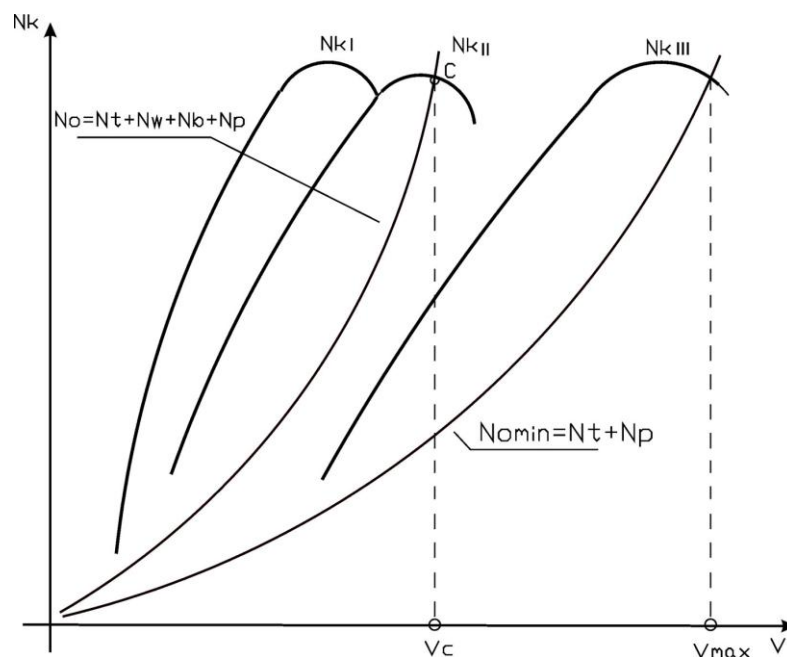
Rys 2.10 przedstawia wykres sumarycznej mocy oporów ruchu N_0 , a Rys 2.11 przedstawia krzywe $N_0 = f(V)$ i $N_k = f(V)$, ilustrując w ten sposób równanie bilansu mocy. Równanie to jest spełnione w punkcie przecięcia krzywych. **Pole pomiędzy krzywymi przedstawia zapas mocy, jaki może być wykorzystany na przyspieszanie lub pokonywanie wzniesień.** Z wykresu łatwo odczytać, na którym biegu może poruszać się pojazd w danych warunkach drogowych oraz jaka jest jego prędkość.



Rys 2.10 Wykres sumarycznej mocy oporów.

Maksymalną prędkość samochód osiąga wówczas, gdy działają na niego możliwie najmniejsze opory ruchu N_{0min} , tzn. **tylko opory powietrza i opory toczenia**. Przy prawidłowo dobranych przełożeniach skrzynki biegów linia $N_{0min} = f(V)$ powinna się przecinać z charakterystyką mocy na kołach na najwyższym biegu przy prędkości obrotowej silnika nieco większej od prędkości n_n tzn prędkości obrotowej mocy maksymalnej tzn **na stabilnym jej zakresie**.

Na Rys 2.11 można analogicznie jak w przypadku bilansu sił, prześledzić samoczynne dostosowanie się prędkości jazdy samochodu do mocy oporów ruchu. **Wzrost oporów powoduje bardziej strome nachylenie krzywej mocy oporów ruchu N_0 , a więc przesunięcie się punktu C w lewą stronę wykresu. Łączy się to ze spadkiem prędkości samochodu, zmniejszeniem się oporów ruchu i ustaleniem nowych warunków równowagi.** Zmniejszenie się oporów ruchu powoduje łagodniejsze nachylenie krzywej N_0 , punkt C przesuwa się w prawą stronę, prędkość samochodu wzrasta, ale rosną również opory; ustalają się nowe warunki równowagi przy większej niż poprzednio prędkości samochodu.



Rys 2.11 Graficzne przedstawienie bilansu mocy.

3. Zasada działania hamowni podwoziowej.

Jeśli pominiemy nieliczne egzemplarze hamowni wysoko wyspecjalizowanych w zagranicznych instytutach naukowych, zasada działania wszystkich rodzajów obecnie stosowanych hamowni jest podobna z drobnymi tylko różnicami w rozwiązaniach technicznych. Hamownia zbudowana jest z dwóch równolegle ułożonych elementów walcowych tzw. Rolek (koło toczy się jednocześnie po dwóch rolkach), z których co najmniej jedna połączona jest z hamulcem. Toczące się po rolkach hamowni koła napędowe samochodu wymuszają ich obrót. Siła napędowa kół samochodu jest równoważona siłą oporu hamowanej rolki oraz siłą oporów toczenia kół po rolkach. Wielkość siły oporów ruchu jest zależna od wielkości momentu oporowego wytwarzanego w hamulcu hamowni i promienia rolki, oraz siły oporów toczenia zależnej od obciążenia przypadającego na oś napędową badanego samochodu i współczynnika oporów toczenia kół napędowych po rolkach hamowni. Wartość siły oporowej odniesionej do obwodu rolki jest ustalana na drodze pośredniej w oparciu o pomiar momentu oporowego hamulca. Podobnie w oparciu o pomiar prędkości obrotowej rolek jezdnych określana jest prędkość postępową pozorowanej jazdy.

Nowe rozwiązania hamowni wprowadzają rolki o średnicy rzędu 1m co powoduje że koło samochodu toczy się po zewnętrznej średnicy dużego walca ma więc zbliżone warunki pracy do jazdy drogowej jednakże gabaryty takiej hamowni wymuszają zapewnienie odpowiednio zorganizowanego wjazdu na hamownię np. podnośnika gdyż są to z reguły hamownie dwuosiowe gdzie trzeba zapewnić możliwość zmiany wzajemnego położenia rolek i montuje się je jako niezagięzione.

3.1 Typowe rozwiązania konstrukcyjne hamowni podwoziowych.

Najbardziej rozpowszechnione są hamownie podwoziowe do badania samochodów z jedną osią napędową (AutoDyn11). Co prawda spotykane są również rozwiązania umożliwiające badanie samochodu z dwiema osiami (AutoDyn30) ale ich wysoka cena powoduje, że występują one niezwykle rzadko w placówkach wysoko wyspecjalizowanych.

Hamownie podwoziowe do badania samochodów z jedną osią napędową składają się z :

- ▶ zespołu jezdnego z układem hamulcowym,
- ▶ zespołu sterowniczo-pomiarowego,
- ▶ zespołu chłodzenia silnika.

3.1.1 Zespół jezdny z układem hamulcowym

Układ ten można traktować jako połączenie dwóch układów:

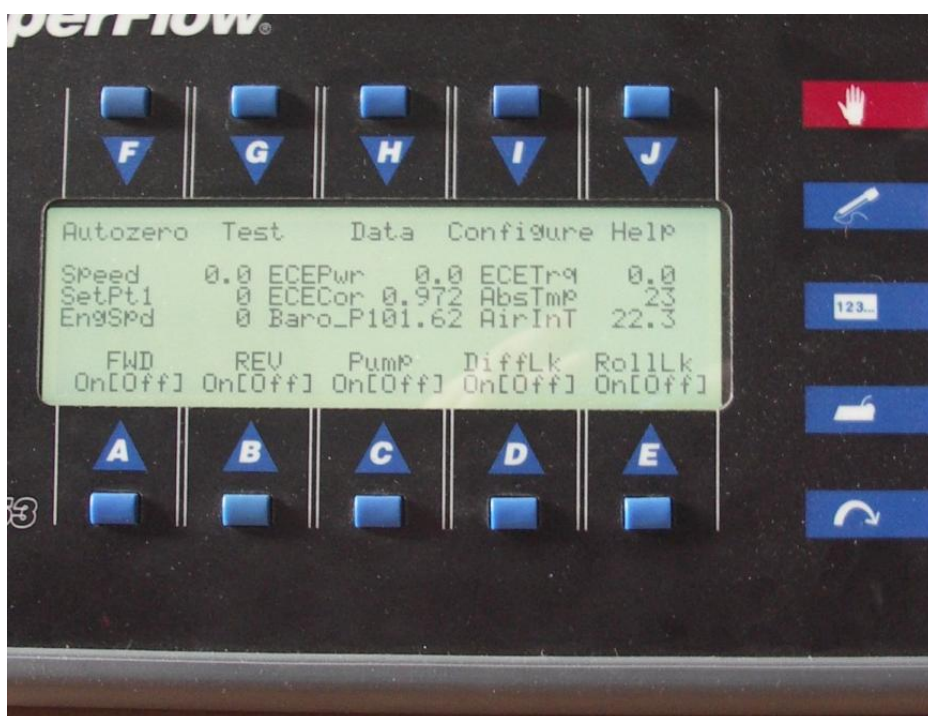
- jezdnego i
- hamulcowego.

Muszą one być jednak ze sobą nierozzerwalnie związane. Układ jezdny przejmuje obciążenie osi napędowej i poprzez umożliwienie toczenia się po nim kół napędowych samochodu tworzy układ sztucznej drogi. Układ ten stanowią wyważone rolki stalowe, łożyskowane w wahliwych łożyskach toczych, mocowanych do sztywnej, ramowej konstrukcji nośnej. Średnice zewnętrzne rolek dla samochodów zawierają się praktycznie w granicach $\varnothing = 200 \div 500$ [mm]. Większe średnice rolek wpływają korzystnie na zbliżenie oporów toczenia kół napędowych badanego samochodu do oporów toczenia występujących w normalnych warunkach. Jednocześnie większa średnica to większa bezwładność rolki, a więc poprawniejsze odwzorowanie obciążenia, symulującego oddziaływanie mas bezwładności w nieustalonym ruchu postępowym samochodu. Jednak z drugiej strony zastosowanie dużej średnicy rolek zwiększa gabaryty stanowiska i zmusza do stosowania przekładni przyspieszających, które pośredniczą w sprzę-

zeniu rolki z hamulcem. Wynika to z faktu, że dla określonej prędkości pozorowanej jazdy, prędkość obrotowa rolki maleje wraz ze wzrostem jej średnicy, a większość hamulców dynamometrycznych charakteryzuje się zdolnością pochłaniania znacznie większych energii dopiero przy wyższych prędkościach obrotowych. Najczęściej spotyka się rolki jezdne o średnicy $\varnothing = 318$ [mm] dla samochodów osobowych. Liczba ta jest tak dobrana, gdyż przy niej obwód rolki wynosi: $1000\text{[mm]} = 1\text{[m]}$, a to z kolei ułatwia skalowanie mierników prędkości pozorowanej jazdy i liczników przebytej drogi, których zasada działania jest oparta o pomiar prędkości obrotowej i ilości obrotów rolki jezdnej. Dodatkową zaletą dla tej średnicy jest uzyskanie współczynnika oporu toczenia $f \approx 0.01$, czyli zbliżonego do tego jaki występuje w warunkach drogowych (typowy współczynnik $f \approx 0.015$ asfalt i typowa opona).

W celu umożliwienia wyjechania samochodem ze stanowiska, wyposaża się układy jezdne hamowni w urządzenia do blokowania rolek jezdnych.

Sterowanie ustawieniem belki blokującej- przycisk E na zasadzie On/ Off – istnieje programowe zabezpieczenie polegające na blokadzie możliwości podniesienia belki przy obracających się kołach (sterowanie belki działa tylko przy zatrzymanych rolkach).



Układ hamulcowy hamowni, stanowiący integralną część z układem jezdny, służy do zadawania wymaganego obciążenia samochodu (symulacja założonych warunków jazdy).

Wymagania stawiane hamulcom hamowni:

- ◆ zdolność pochłaniania znacznych ilości energii,
- ◆ zdolność do długotrwałej pracy pod obciążeniem,
- ◆ łatwość sterowania i zdolność do szybkiej zmiany obciążenia,
- ◆ stabilność w utrzymywaniu obciążenia,
- ◆ możliwość dostatecznego dokładnego pomiaru obciążenia,
- ◆ trwałość i niezawodność.

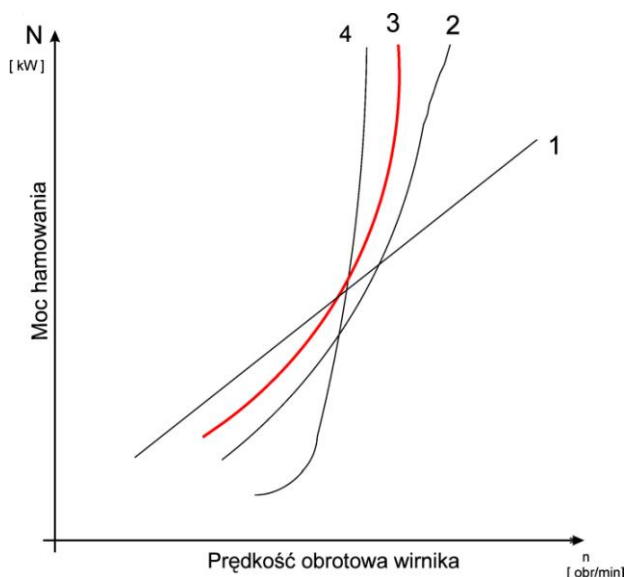
Najlepiej te wszystkie wymagania spełniają hamulce dynamometryczne stosowane w stanowiskach do badań silników spalinowych i dlatego też właśnie one, z pewnymi zmianami, zostały zastosowane w układach hamulcowych hamowni podwoziowych.

Spośród stosowanych hamulców wyróżnić należy trzy podstawowe rozwiązania:

- *bezpośrednie związanie wału wirnika hamulca z osią rolki za pomocą sprzęgła nierozłącznego,*
- *połączenie wału wirnika z osią rolki za pośrednictwem sprzęgła rozłączalnego (wyłączanie możliwe pod obciążeniem) lub też sprzęgła jednokierunkowego (tzw. wolnego koła),*
- *połączenie wału wirnika z osią rolki poprzez przekładnię przyspieszającą klinowo-pasową lub zębatą i sprzęgło rozłączne.*

Najprostszym jest rozwiązanie wariantu pierwszego, ale uniemożliwia ono badania samochodu przy niższych prędkościach pozorowanej jazdy. Wynika to z charakterystyk obciążeniowych większości hamulców dynamometrycznych, które wykazują znikomą możliwość pochłaniania energii przy małych obrotach wirnika, które są równe obrotom rolki jezdnej hamowni.

Wariant drugi nie usuwa co prawda wspomnianego wyżej mankamentu, ale usprawnia proces badania samochodu, dzięki możliwości wyłączania hamulca przy próbach wybiegu.



Wariant trzeci natomiast, przez zwiększenie obrotów wirnika hamulca w stosunku do obrotów rolki, pozwala na wejście w zakres charakterystyki obciążeniowej hamulca przy małych prędkościach jazdy i dużych obciążeniach.

Rys 3.1 Porównawcze zestawienie przednich gałęzi charakterystyk obciążeniowych różnych hamulców dynamometrycznych.

- 1) hamulec mechaniczny cierny ,2) hamulec elektryczny generatorowy ,3) hamulec hydrauliczny , 4) hamulec elektrowirowy.

3.1.2 Zespół sterowniczo-pomiarowy.

W uproszczonych typach hamowni rola zespołu sterowniczo-pomiarowego ogranicza się do sterowania wartością obciążenia hamulca, sterowania układami pomocniczymi stanowiska (blokowanie rolek, chłodzenie silnika badanego samochodu, chłodzenie rolek jezdnych, wyciąg spalin) oraz do funkcji pomiarowych, ograniczających się zwykle do pomiaru:

- *oporowej siły obwodowej lub mocy odbieranej na rolce hamowni,*
- *prędkości postępowej pozorowanej jazdy,*
- *średniego lub chwilowego zużycia paliwa.*

W funkcjonalnych systemach zespołów sterowniczo-pomiarowych występują podstawowe rozwiązania:

- ◆ *połączenie tablicy mierników z manipulatorami sterowania w jednym, zlokalizowanym miejscu.*
- ◆ *stałym w określonym miejscu stanowiska bloku obsługowego, zlokalizowanie tablicy mierników z wydzieleniem kasety manipulatorów sterowania, jako kasety przenośnej, przystosowanej do sterowania zdalnego,*
- ◆ *przygotowanie tablicy wskaźników przystosowanych do swobodnego przesuwania, a także kasety umożliwiającej zdalne sterowanie.*

Pierwsze rozwiązanie stwarza pewne trudności w obsłudze hamowni, gdyż każda wymagana zmiana obciążenia, czy też jakakolwiek konieczność wyłączenia urządzenia pomocniczego, czy pomiarowego zmusza do podchodzenia, do tego stanowiska, a więc jedna osoba nie może przeprowadzić badań.

Mankament ten jest wyeliminowany przez rozwiązanie drugie jednak z kolei i tu bieżąca obserwacja wskazań mierników, z każdego miejsca, jest bardzo utrudniona.

Dopiero wariant trzeci umożliwia wygodną obserwację mierników jak i zdalne sterowanie urządzeniami.

Ze względu na konstrukcję układ sterowania zależy przede wszystkim od

- *rodzaju zastosowanego hamulca,*
- *urządzeń pomiarowych,*
- *rozwiązania funkcjonalnego oraz*
- *stopnia automatyzacji.*

W hamowniach z na stałe połączonymi zespołami sterowniczo-pomiarowymi sterowanie hamulca stanowi zespół zaworów, których stan otwarcia reguluje się ręcznie. Układy pomiarowe hamowni podwoziowych typu uproszczonego składają się z trzech urządzeń pomiarowych z odpowiadającymi im miernikami, umożliwiającymi dokonywanie pomiarów parametrów takich jak:

- *siły oporowej lub mocy odbieranej na rolce hamowni,*
- *prędkości postępowej pozorowanej jazdy*
- *przejechanej drogi oraz*
- *zużycia paliwa.*

Wartość siły oporowej hamowanej rolki jezdnej mierzona jest na drodze pośredniej w oparciu o pomiar momentu reakcyjnego hamulca z tą rolką sprzęgniętą. Najpowszechniej stosowanymi do tego celu urządzeniami pomiarowymi są:

- *dynamometry sprężynowo-elektryczne lub*
- *hydrauliczne.*

Do pomiaru mocy odbieranej na hamowanej rolce jezdnej wykorzystuje się pomiarowe układy elektroniczne.

Prędkość postępową, jako równą prędkości obwodowej rolki jezdnej, określona jest w funkcji prędkości obrotowej tejże rolki. Przebyta w określonym czasie droga jest równa iloczynowi obwodu rolki i ilość wykonanych w tym czasie obrotów rolki. Do pomiaru prędkości jazdy na hamowni podwozowej stosuje się elektryczne urządzenia nazywane tachometrami. Obecnie hamownie są wyposażane w tachometry elektroimpulsowe. Zastosowanie prądniczki tachometrycznej do pomiaru prędkości zmusza do stosowania odrębnego urządzenia do pomiaru

przejechanej drogi. Może to być standardowy licznik mechaniczny.

Kolejnymi urządzeniami pomiarowymi w jakie wyposaża się hamownie są urządzenia do pomiaru paliwa zużywanego przez silnik badanego na stanowisku samochodu. W pomiarach zużycia paliwa na hamowniach znalazły zastosowanie dwie metody:

- *objętościowa (menzurka wzorcowa z układem przełączającym przepływ paliwa)*
- *przepływowa. (przepływomierze wzorcowe)*

3.1.3 Zespół chłodzenia silnika badanego na hamowni samochodu.

Ponieważ hamownia ma symulować warunki naturalne więc istnieje konieczność stosowania wentylatorów, dmuchaw lub wyciągów, które będą utrzymywały stan równowagi cieplnej, wymuszając przepływ powietrza przez chłodnicę badanego samochodu i układ wydechowy. W praktycznych badaniach najszerze zastosowanie znajdują dmuchawy osiowe i promieniowe, zbliżone pod względem kształtu do dmuchaw przemysłowych. Dmuchawy te są wyposażone dodatkowo w urządzenia do zmiany kierunku strugi powietrza w zależności od odmiennych konstrukcyjnie otworów nadmuchowych różnych typów samochodów. W najnowszych rozwiązaniach istnieje możliwość sprzężenia prędkości pozorowanej jazdy samochodu z prędkością strugi powietrza owiewającego samochód zapewniając zakres regulacji prędkości strugi powietrza 30 ÷ 120 [km/godz].

4. Hamownia podwoziowa AutoDyn 11

Hamownia AutoDyn to hamownia podwoziowa ("droga rolkowa - rolling road") przeznaczona do testowania samochodów osobowych, sportowych, półciężarowych i podobnych pojazdów w warunkach warsztatowych.

Typowe zastosowania obejmują:

- *Testowanie wydajności*
- *Testy diagnostyczne*
- *Edukacja*
- *Legalizacja pojazdów*
- *Badania i rozwój.*

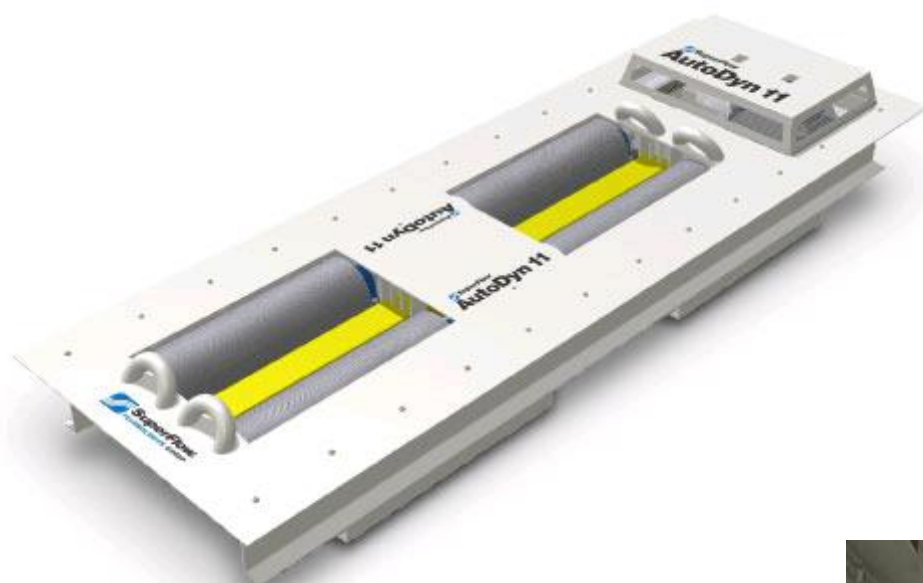
Testowanie na hamowni zmniejsza zagrożenia podczas testów drogowych, zwiększa dokładność pomiarową i zwiększa wydajność.

Hamownia AutoDyn to urządzenie konfigurowalne, które można dostosować do własnych wymagań.

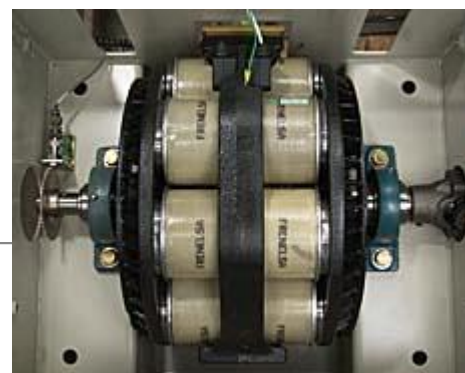
4.1 Parametry techniczne:

Prędkość	maksymalna chwilowa	240	[km/h]
	maksymalna ciągła	210	
	błąd pomiaru	$\pm 0,1$	
Moc	pomiar chwilowy	820	[kW]
	pomiar krótkotrwały	485	
	pomiar ciągły	150	

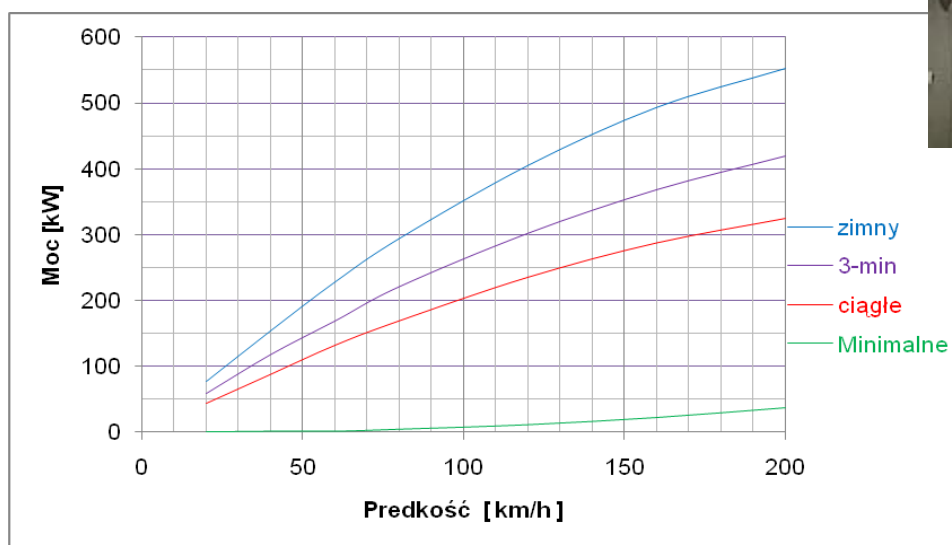
Hamownia jednoosiowa



Hamulec elektrowirowy



Zakres stosowania hamulca



4.2 Hamulec elektrowirowy

Hamulec elektrowirowy jest używany do symulowania dodatkowej bezwładności, albo do pomiaru mocy przy stałej prędkości. Hamulec jest podłączony do dyferencjału osi pojazdu (a w ten sposób do rolek) przy pomocy krótkiego wału napędowego. Dodanie hamulca do systemu pozwala na **kontrolowanie prędkości albo momentu obrotowego**.

Funkcja ta umożliwia użytkownikowi utrzymanie:

- *stałej prędkości,*
- *stałego momentu obrotowego albo*
- *kontrolowanych testów przyspieszenia.*

Moduł pomiarowy obciążenia mierzy całkowitą siłę wywieraną przez pojazd i przesyła napięcie analogowe do CPU w celu konwersji i pomiaru. Ponieważ oś jest instalowana na czopach, to wszelkie siły oddziaływującego momentu obrotowego są mierzone przez moduł pomiarowy obciążenia umieszczony na dyferencjale i nie ma potrzeby instalowania hamulca na czopach. Zwiększa to dokładność pomiaru momentu i uniezależnia go od temperatury oleju w dyferencjale albo osiowego ustawienia hamulca. Zmierzona siła jest dokładna na tyle, na ile dokładna jest kalibracja urządzenia. Jeżeli kalibracja jest niewłaściwa o pięć procent, to pomiar również będzie zafalszowany o pięć procent. Oś ma punkty mocowania do ramienia kalibracji momentu obrotowego. Ramię kalibracyjne jest dostarczane z hamownią.

4.2.1 Mmoduł hamulca elektrowirowego

Moduł z pojedynczym, chłodzonym powietrzem hamulcem elektrowirowym jest instalowany w hamowni. Obciążenie jest wywierane przez wytwarzanie pola elektrycznego, w którym obracają się rotory z materiału magnetycznego. Powoduje to elektromagnetyczny opór obrotowy, który może być kontrolowany przez zmianę prądu w cewkach generujących pole elektryczne.

Hamulce elektrowirowe osiągają szybki czas reakcji, doskonałą stabilność i wysoki moment obrotowy przy niskich prędkościach. Chłodzony powietrzem hamulec elektrowirowy musi rozproszyć całą moc do powietrza cyrkulującego przez rotory. Do zastosowań o dużej mocy, rotory będą się bardzo szybko nagrzewać, co zmniejszy ich wydajność elektroenergetyczną. Z tego powodu chłodzony powietrzem hamulec elektrowirowy nadaje się do krótkiego wykorzystania z odpowiednim czasem chłodzenia między poszczególnymi testami, albo do testów o małej mocy w dłuższym okresie czasu. Główną zaletą chłodzonego powietrzem hamulca elektrowirowego jest łatwość instalacji: nie są konieczne żadne zewnętrzne układy chłodzenia.



4.3 Skrzynka pomiarowa

Skrzynka pomiarowa zawiera płytkę CPU (jednostki centralnej), kartę termopary, kartę ciśnienia oraz kartę interfejsu użytkownika. Dane rejestrowane i wyświetlane przez hamownię są mierzone przez jej karty. System mierzy prędkość silnika oraz prędkość rolek jako częstotliwości a następnie konwertuje te częstotliwości do postaci cyfrowej. Moduł pomiarowy obciążenia mierzy moment wytwarzany przez pojazd jako napięcie analogowe i prze-

kształca to napięcie na informację cyfrową. Ciśnienia i termopary są więc mierzone jako napięcia analogowe i konwertowane do postaci cyfrowej. Przetwornik ciśnienia atmosferycznego jest umieszczony wewnątrz skrzynki pomiarowej. Ten przetwornik wytwarza napięcie analogowe, które jest przekształcane na informację cyfrową.

Są także zmienne, które nie są konwertowane, ale faktycznie wprowadzane przez użytkownika. Zmienne (zapisane jako wartości w odpowiednich kanałach) konfigurują system dla każdego pojazdu. Są one używane do obliczeń niektórych danych wyświetlanych przez system.

4.4 Sterownik zdalny

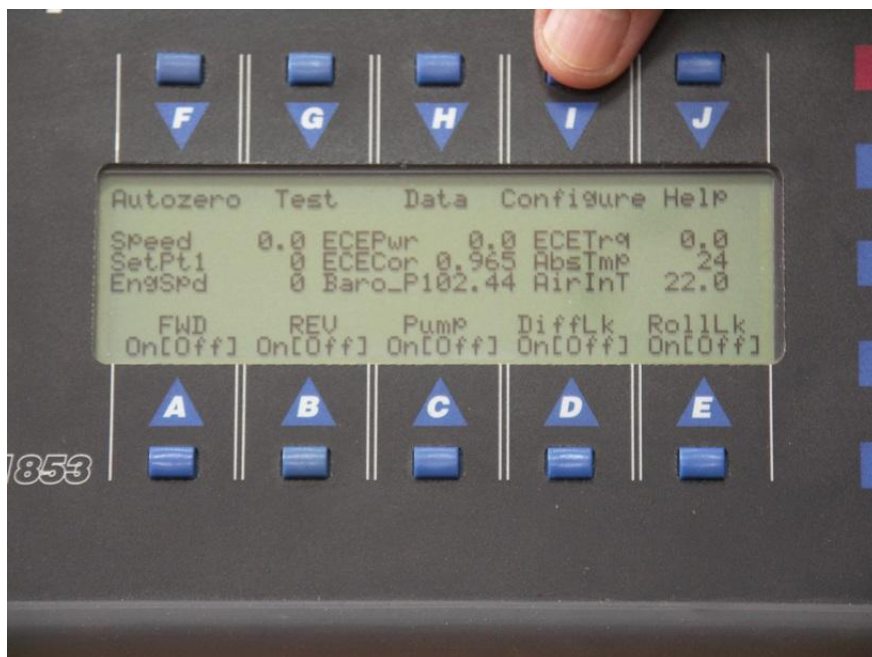
Sterownik zdalny **SF-1853** to główny interfejs operatora podczas wykonywania testu na hamowni podwoziowej SuperFlow. Na sterowniku tym wyświetlane są także aktualne dane i inne informacje dotyczące statusu.

Ekran startowy po uruchomieniu systemu

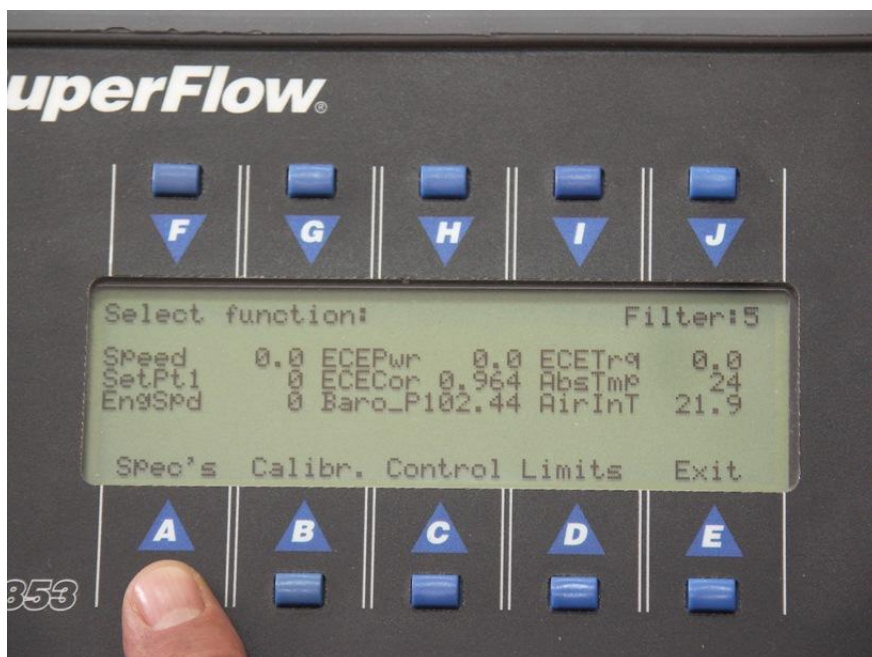


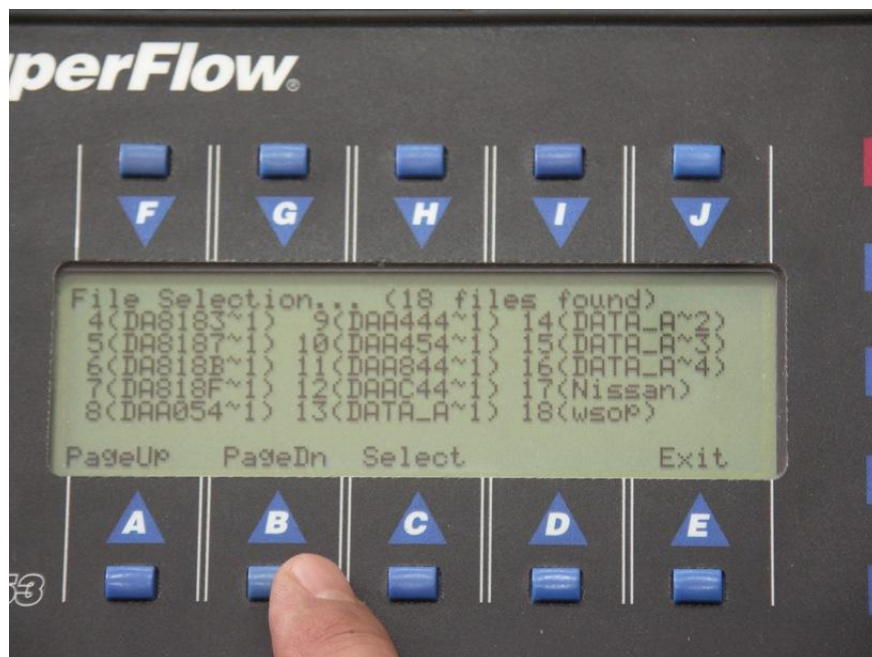
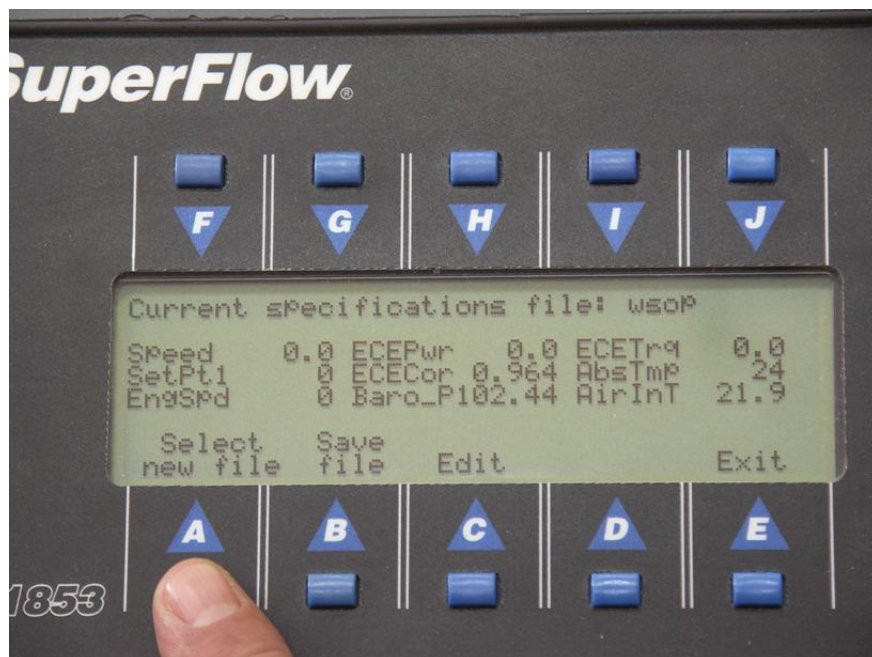
4.4.1 Konfiguracja

System SuperFlow jest całkowicie konfigurowalny użytkownik może ustawiać dowolnie zarówno działanie hamowni poprzez modyfikacje plików konfiguracyjnych jak również prezentacje wyników pomiaru poprzez modyfikowanie ekranów programu WinDyn

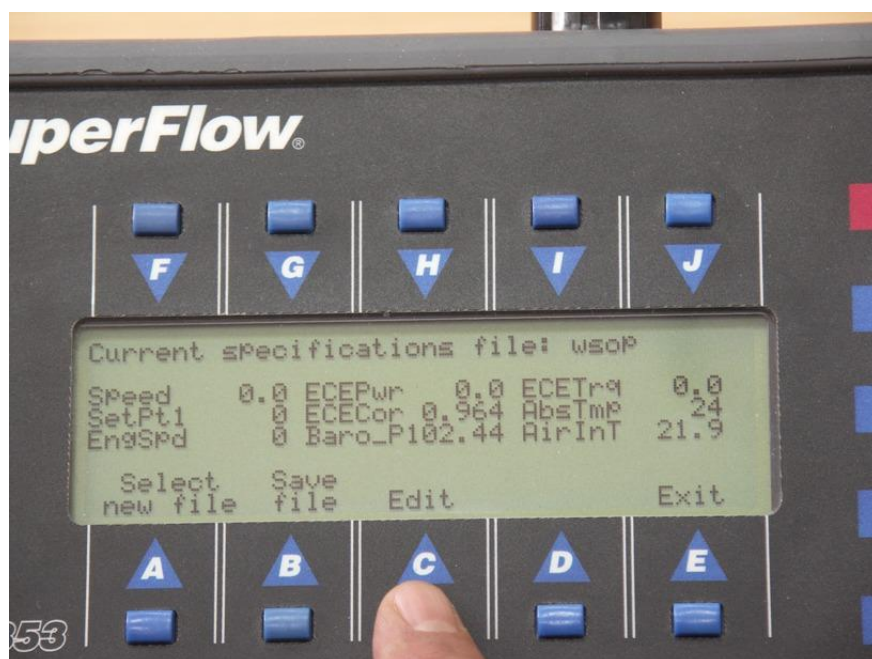


Główne parametry są zapisane w pliku specyfikacji

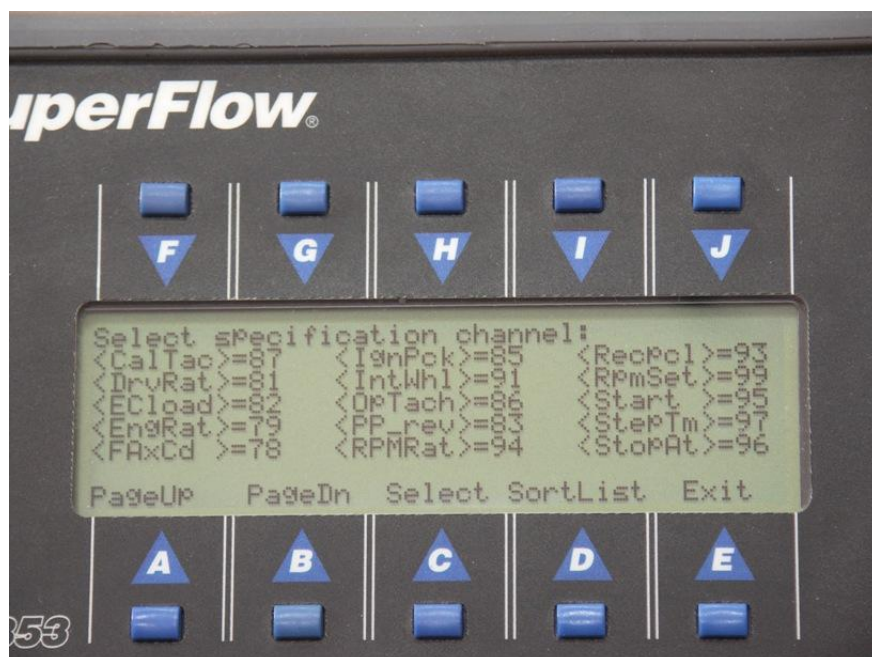




Plik specyfikacji można modyfikować



Zmiana konfiguracji polega na modyfikacji wartości zapisanych w kanałach określających potrzebne współczynniki potrzebne do obliczeń



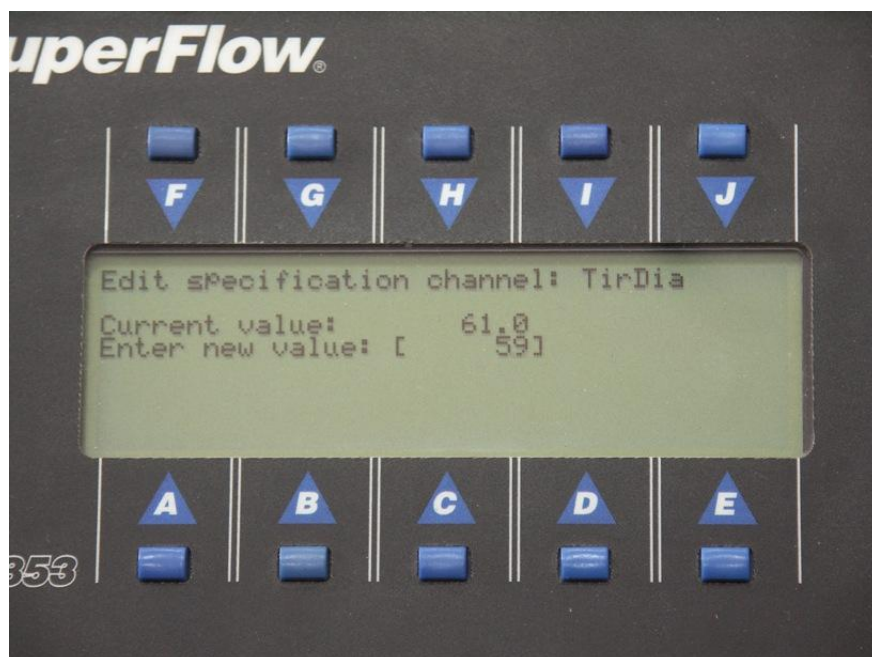
Wybór kanału do modyfikacji



Wprowadzając numer kanału z klawiatury numerycznej sterownika wybieramy kanał do modyfikacji

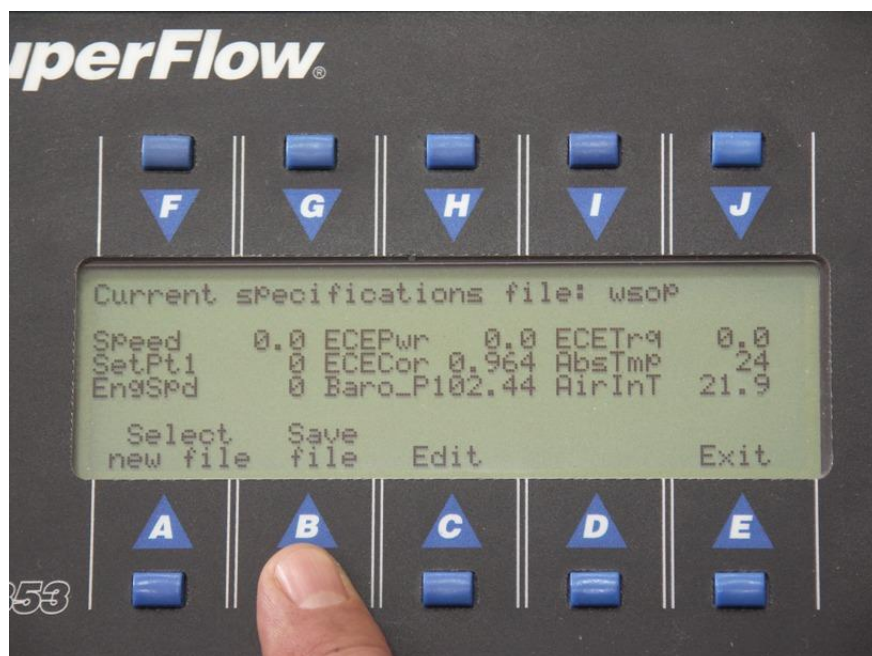


Kanał modyfikujemy przez wprowadzenie nowej wartości

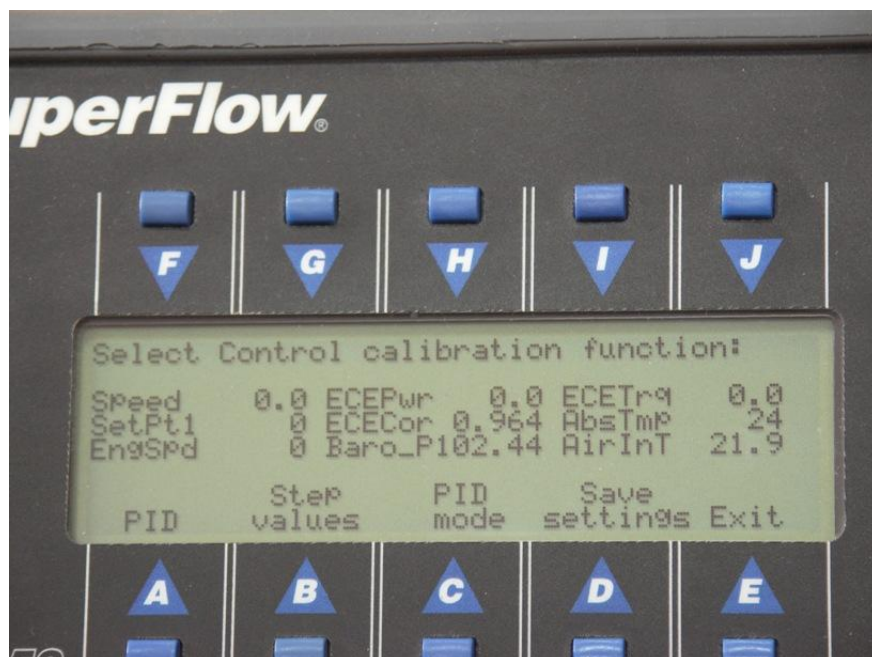


TirDia- średnica opony w [cm] – może służyć do przeliczania prędkości obrotowej silnika na podstawie prędkości jazdy (istnieją również inne metody wyznaczania prędkości obrotowej silnika)

Po ustawieniu odpowiednich wartości zapisujemy zmiany w pliku specyfikacji

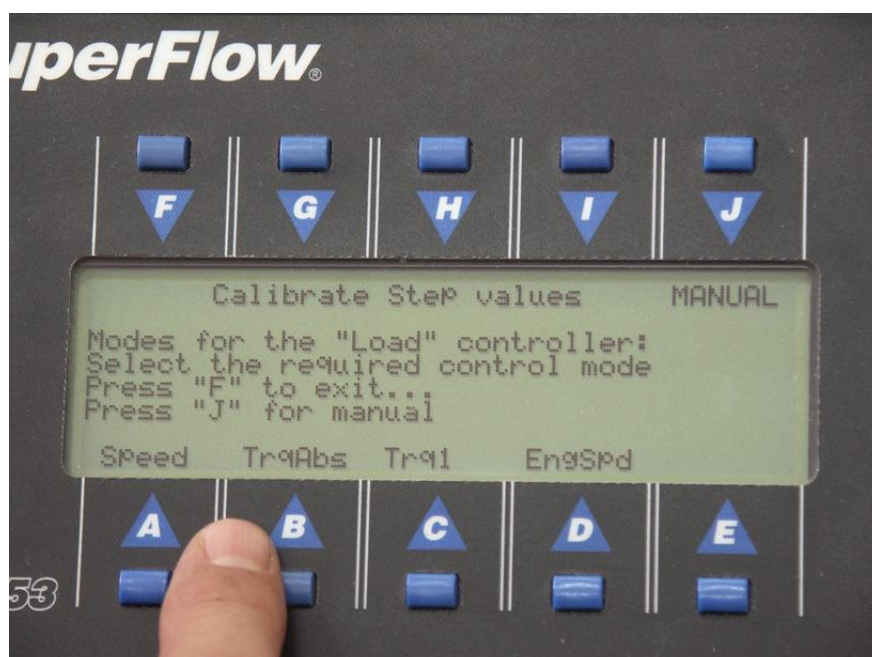


Można również modyfikować inne parametry pracy hamowni



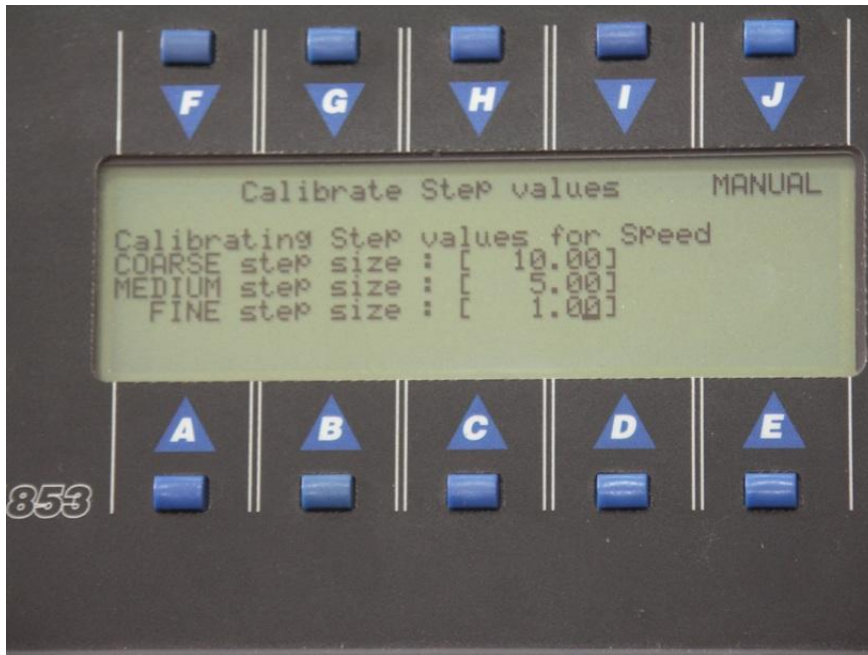
Można zadawać konkretne zmiany podczas testu

- *Prędkości jazdy*
- *Momentu obrotowego*
- *Prędkości oporowej silnika*



Ustawione kroki zmian prędkości :

- *zgrubny*
- *średni*
- *dokładny*



4.5 Straty własne hamowni

(Dane producenta wyznaczane indywidualnie dla konkretnego egzemplarza hamowni)

V	rolki	hamulec	razem
km/h	kW	kW	kW
0	0	0	0
16	0,11	0,15	0,26
32	0,29	0,42	0,71
48	0,54	0,85	1,39
64	0,85	1,46	2,31
80	1,21	2,27	3,48
96	1,60	3,33	4,93
112	2,04	4,66	6,70
128	2,51	6,28	8,79
144	2,99	8,23	11,22
160	3,49	10,53	14,02
176	4,00	13,22	17,22
192	4,50	16,31	20,81
208	4,99	19,85	24,84
224	5,47	23,85	29,32
240	5,93	28,35	34,28

4.6 Panel podłączeniowy systemu

- *Port seryjny sterownika ręcznego*
- *Wejścia częstotliwości czujnika składu mieszanki*
- *Wejścia analogowe wilgotności powietrza i temperatury*
- *Wejście tachometru optycznego*
- *Wejście częstotliwości zacisku iskrowego*
- *Kodowane kolorami i kluczowane złącza 10-pin Lemo*

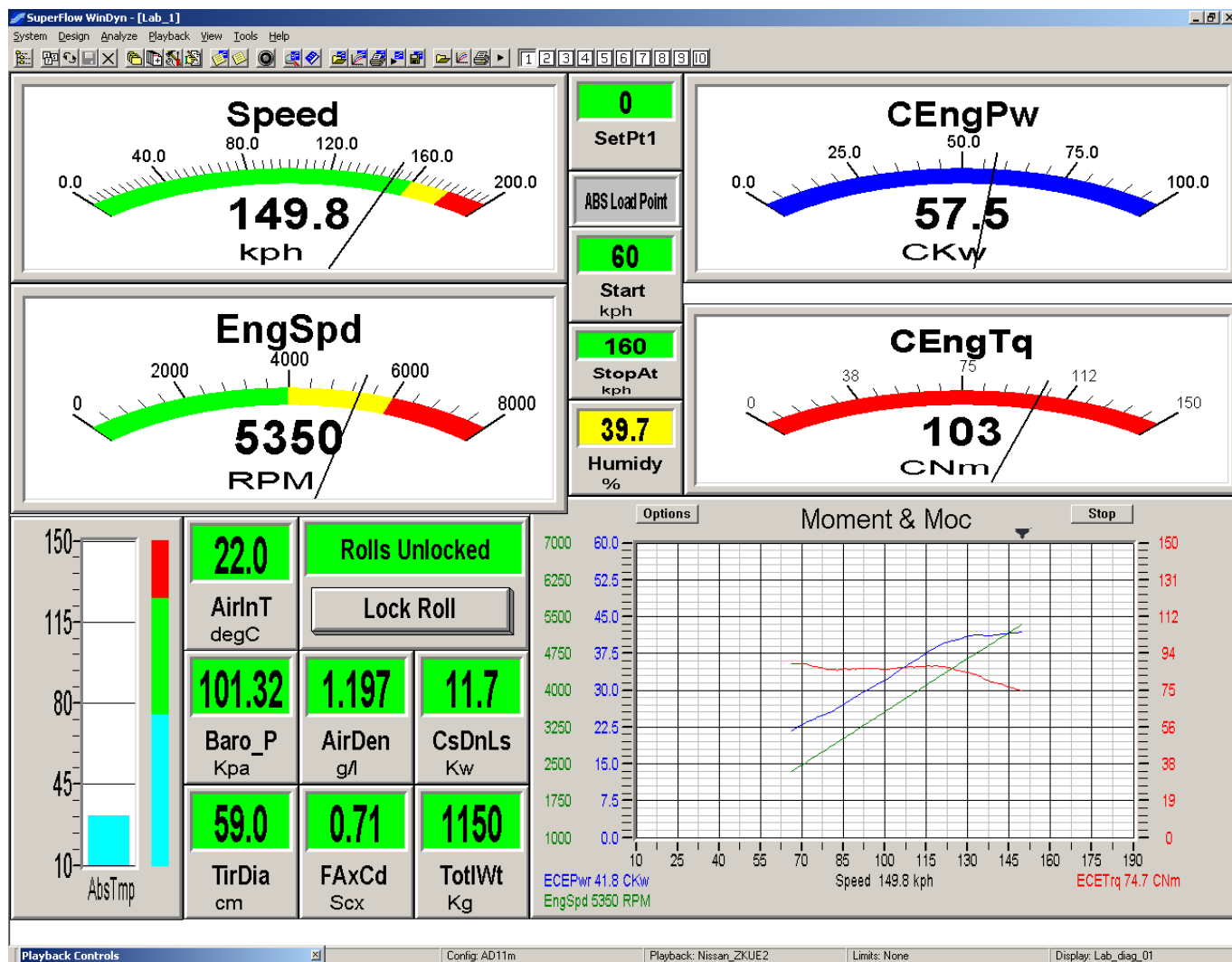


4.7 Program WinDyn

Prezentacja wyników za pomocą programu WinDyn umożliwia obserwację zmian kanałów pomiarowych w czasie rzeczywistym przy czym wygląd ekranu jest całkowicie modyfikowalny. Użytkownik może samodzielnie ustawiać sposób prezentacji danego kanału.

Do dyspozycji mamy zarówno wyświetlanie cyfrowe jak i analogowe natomiast wykresy to właściwie cyfrowy oscyloskop czterokanałowy.

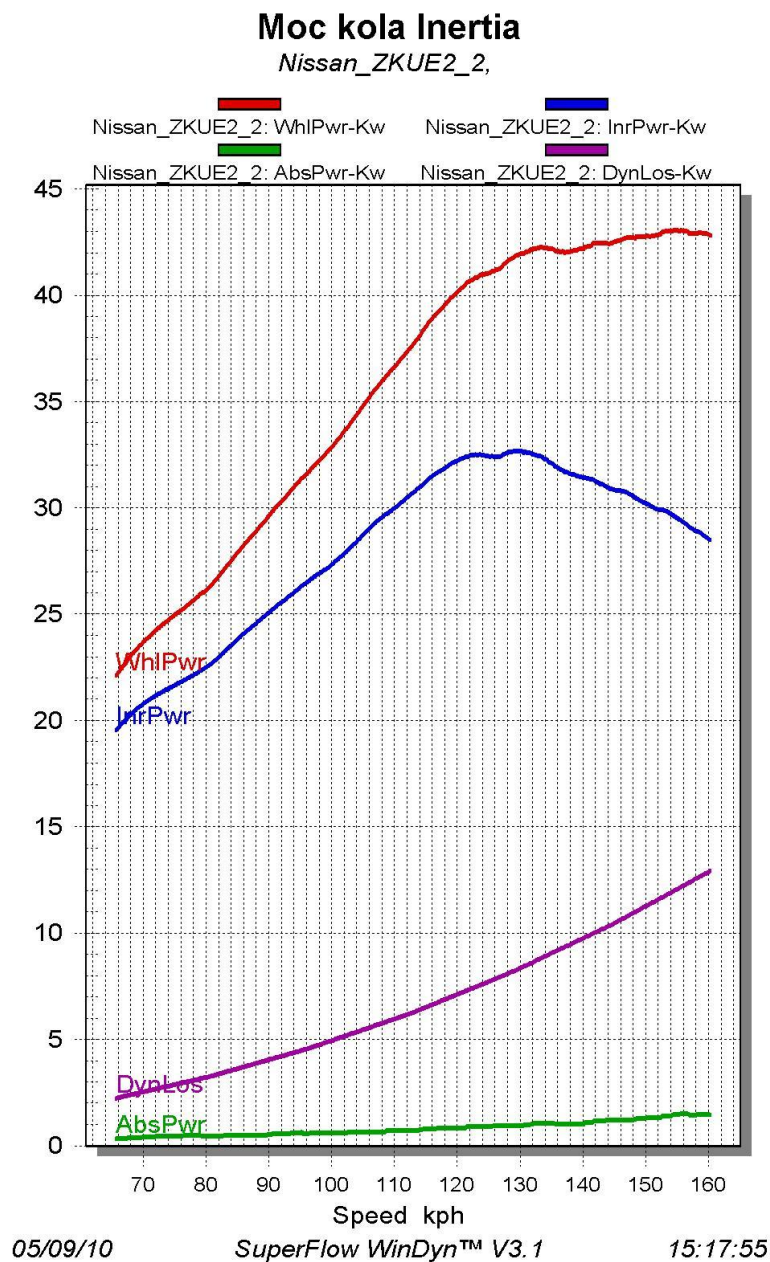
Przykładowy ekran prezentacji wyników:



Program WinDyn umożliwia również analizę zapisanych plików danych po zakończonym badaniu z możliwością sterowania prędkością odtwarzania pomiaru chwilowym zatrzymaniu i ponownym uruchamianiu w celu kontynuacji odtwarzania danych.

Ponadto program umożliwia uzyskanie dowolnie konfigurowalnych wykresów z zapisanych danych jak również eksport danych np. w postaci tekstowego pliku csv czyli mamy możliwość analizy danych pomiarowych w programie Excel.

Przykład wykresu uzyskanego po badaniu samochodu Nissan Almera Hatchback 1,4 GX z testu : Acell Inertia



Wykres jest graficzną prezentacją równania:

Moc na kołach=straty własne hamowni+bezwładność+moc hamulca

Zapis wg nazw kanałów

$WhlPr = DynLos + InrPwr + AbsPwr$

Zapis wg numerów kanałów

Kanał 100=kanał105+kanał 108+kanał 126

5. Analiza pomiarów

5.1 Zasady doboru warunków kontrolnych.

Hamownia podwoziowa może mieć zastosowanie przy badaniach samochodu pod kątem :

- *porównawczym,*
- *jakościowo - ilościowym*

Przez analizę **porównawczą** rozumiemy przeprowadzenie badania samochodu na hamowni podwoziowej, analizując np. wpływ zmian układu zasilania silnika na zużycie paliwa przy czym **zadaniem hamowni jest zapewnienie powtarzalnych warunków pomiaru** co pozwoli na wyciągnięcie prawidłowych wniosków dotyczących wprowadzanych zmian.

Przez analizę **jakościowo-ilościową** rozumiemy przeprowadzenie badania samochodu na hamowni podwoziowej i porównanie wyników z wynikami eksploatacyjnymi. Istotą tego badania, **aby móc wyciągnąć prawidłowe wnioski, jest odzwierciedlenie rzeczywistych obciążeń występujących w warunkach drogowych na hamowni podwoziowej.**

Nastawy hamulca zapewniające odzwierciedlenie rzeczywistych obciążeń występujących w warunkach drogowych mogą być określone w dwojaki sposób:

- *empirycznie (eksperymentalnie **Badania drogowe**)*
- *analitycznie*

Doświadczalne wyznaczenie obciążenia drogowego polega na pomiarach parametru zależnego od obciążenia silnika. Parametrem takim jest :

- *wartość podciśnienia P_O w kanale dolotowym:*
- *Oraz kontrolnie chwilowe zużycie paliwa w funkcji prędkości samochodu dla konkretnego biegu.*

Do pomiarów wykorzystujemy mierniki zamontowane w samochodzie.

Gdy do dyspozycji **mamy diagnostyk** np. Cosult II to możemy wykorzystać sygnały możliwe do zarejestrowania przez diagnostyk:

- *Obroty silnika*
- *Prędkość jazdy*
- *Czas wtrysku*
- *Kąt wyprzedzenia zapłonu*

Pomiary należy wykonać w **zdefiniowanych warunkach** tzn. zakładamy że samochód powinien poruszać się **ruchem jednostajnym** ($N_b = 0$) po poziomej nawierzchni ($N_w = 0$) podczas bezwietrznej pogody ($N_p = f(V\text{-samochodu})$) a nie prędkości względnej) inaczej mówiąc **przy stabilnych a zatem powtarzalnych warunkach.**

Kolejne serie pomiarów (dla wybranych przełożeń skrzyni biegów i prędkości jazdy) przeprowadzamy kilkakrotnie i wyciągamy średnią arytmetyczną, jako reprezentatywną dla danych warunków.

Ta część badania służy nam jako odnośnik, dzięki któremu jesteśmy w stanie na hamowni zasymulować takie samo obciążenie silnika jakie występowało w czasie badania drogowego tzn. ustawiamy parametry testu tak aby uzyskać wyniki takie jakie były zmierzone w warunkach drogowych.

Gdy mamy do dyspozycji hamownię **AutoDyn11** możemy również przeprowadzać testy przy dynamicznych zmianach np. zmierzyć czas przyspieszenia samochodu na IV biegu od 60[km/h] do 100 [km/h]. (Nissan Almera 17[s])

Uwaga :

Prędkość mierzona przez prędkościomierz samochodu i prędkość jazdy mierzona przez hamownię może się różnić – prędkościomierz samochodu ma założoną charakterystykę błędów.

5.2 Bilans mocy dla hamowni

W warunkach drogowych bilans mocy jest wyrażony wzorem (2.27), który dla założonych warunków pomiaru tzn. jazda **ruchem jednostajnym po poziomym odcinku drogi przy bezwietrznej pogodzie** uprości się do postaci :

$$N_K = N_o = N_t + N_p$$

Dla symulowanej jazdy na hamowni można również napisać bilans mocy :

$$N_{Hk} = N_{Ht} + N_{HS} + N_{HH}$$

N_H - index oznacza, że dany parametr związany jest z hamownią.

N_{Hk} - Moc na kołach *.moc symulowana*

N_{Ht} - Moc oporów toczenia po rolkach hamowni.

N_{HS} - Moc strat własnych *-zgodnie z wykresem*

N_{HH} - Moc hamulca (*wartość mierzona*).

$$N_{Ht} = f_{Ht} \cdot G_{ON} \cdot V \cdot \frac{9.81 \cdot 10^{-3}}{3.6} [kW]$$

f_{Ht} - współczynnik tarcia o rolki hamowni

G_{ON} - masa pojazdu [kg] wynikająca z nacisku na jedną oś

V - prędkość pojazdu [km/h]

W celu odwzorowania warunków drogowych, musimy spełnić następujące równanie:

$$N_p + N_t = N_{Ht} + N_{HS} + N_{HH}$$

W równaniu tym jedynym składnikiem, który **jest regulowany zgodnie z wybranym testem to N_{HH}** .

5.3 Testy kontrolne

5.3.1 Testowanie bezwładnościowe

Moc mechaniczna jest zdefiniowana jako zdolność do wykonania pewnej ilości pracy w pewnym okresie czasu. Na bezwładnościowej hamowni podwoziowej praca ta jest wykonywana przez przyspieszanie rolek o znanej masie i bezwładności.

Jeżeli zapisywany jest czas i współczynnik przyspieszenia, to możliwe jest wyprowadzenie mocy. Hamownie bezwładnościowe stanowią szybki, efektywny kosztowo i należyście dokładny sposób określania maksymalnej mocy wyjściowej silnika albo pojazdu.

Ważne

Często dochodzi do nieporozumień w sprawie terminologii i interpretacji specyfikacji hamowni bezwładnościowych.

Bezwładność to opór masy na przyspieszenie liniowe lub kątowe i jest zazwyczaj wyrażana w

lbs.in² [kg.m²] lub lbs.in.sec².

“Bezwładność rolek” w hamowniach SuperFlow jest wyrażana w “lbs. [kg] równoważnej masy pojazdu”, co jest łatwiejsze do powiązania z sytuacjami w rzeczywistym świecie.

Ta liczba w rzeczywistości oznacza, że rolki symulują opór bezwładnościowy wobec przyspieszenia pojazdu o tej masie.

I znowu, nie powinno to być interpretowane jako rzeczywista masa rolki ale jako równoważna masa pojazdu.

Dla przykładu: opór bezwładnościowy rolki na przyspieszenie wynoszący 450 lbs. (205 kg) na rolkę jest podobny do oporu motocykla o masie całkowitej 450 lbs (205 kg) (= włącznie z kierowcą).

W idealnej sytuacji bezwładność (równoważna masa pojazdu) rolki powinna być zgodna z rzeczywistą masą testowanego pojazdu w celu idealnej symulacji warunków drogowych. Ponieważ masa testowanego pojazdu znacznie się zmienia, to jest to możliwe tylko przy hamowniach o zmiennej bezwładności. Niektóre hamownie o zmiennej bezwładności używają szeregu kół zamachowych, które mogą być indywidualnie włączane lub wyłączane w celu uzyskania dużego przybliżenia do masy pojazdu (Hamownie z Mechaniczną Symulacją Bezwładności lub hamownie MIS). Inne hamownie używają silników elektrycznych umożliwiających elektryczną symulację bezwładności (hamownie z Elektryczną Symulacją Bezwładności lub hamownie EIS). Te hamownie o zmiennej bezwładności są znacznie bardziej skomplikowane i kosztowne w budowie oraz instalacji i są konieczne tylko do dokładnej symulacji emisyjnego cyklu jazdy. Firma SuperFlow opracowała i zainstalowała kilkaset takich hamowni MIS oraz EIS do zleczanych przez rząd programów kontroli emisji na całym świecie.

Do kontroli wydajności i do celów diagnostycznych bezwładność (równoważna masa pojazdu) hamowni niekoniecznie musi dokładnie symulować masę pojazdu. Różnice ujawnią się jako wolniejsze (jeżeli rzeczywista masa pojazdu jest niższa niż symuluje to hamownia) albo szybsze (jeżeli rzeczywista masa pojazdu jest większa od symulowanej przez hamownię) współczynniki przyspieszenia, niż te występujące na drodze. Różnica we współczynniku przyspieszenia między hamownią a drogą nie będzie miała istotnego wpływu na rzeczywisty pomiar mocy, jeżeli nie będzie znacznego wpływu na przepływ powietrza i paliwa. Wpływ na przepływ powietrza i paliwa wystąpi tylko, jeżeli współczynnik przyspieszenia znacznie się różni. Jest to ważna okoliczność podczas dostrajania współczynników A/F tylko na hamowni bezwładnościowej.

Dlatego opracowanie dobrej hamowni bezwładnościowej ze stałą bezwładnością wymaga dokładnie określonego kompromisu między skrajnymi masami pojazdu oczekiwanymi w systemie.

Firma SuperFlow wybrała rolkę o równoważnej masie pojazdu, żeby uzyskać dokładne wyniki testów dla jak najszerszej palety pojazdów.

Należy zauważyć, że bezwładność części obracających się pojazdu powinna być także traktowana jako czynnik przy pomiarach siły bezwładności, ponieważ moc wytwarzana przez silnik będzie wykorzystywana do przyspieszania silnika, skrzyni biegów, elementów układu przeniesienia napędu oraz samego koła, dodatkowo do rolki. Innymi słowy, jeżeli moc silnika jest stała, to moc dostępna do przyspieszenia zestawu rolek jest mocą pozostałą po stratach własnych układu napędowego oraz mocy zużytej na przyspieszenie układu napędowego pojazdu, ponieważ on także posiada pewną bezwładność.

SuperFlow uwzględnia tą bezwładność **przez stałą (150 dla AutoDyn)** w równaniu siły bezwładności. Stała ta jest tylko wartością szacunkową, ponieważ pomiar bezwładności każdego układu napędowego pojazdu byłby trudny i niewygodny do wykonania.

Jednakże, ponieważ stała pozostaje niezmienna niezależnie od pojazdu, to każdy wywołany błąd jest wciąż powtarzalny i pozwala na ocenę lżejszych elementów układu napędowego oraz ich wpływu na zmierzoną moc na kołach. Proszę zauważyć, że porównując moc na kołach z

mocą silnika z hamowni silnikowej, nie znając dokładnie wartości bezwładności układu napędowego dla danego pojazdu, wartości strat własnych mogą być określone nieprawidłowo. **Jeżeli zaistnieje taka potrzeba, to stałe można zmienić przy pomocy edytora konfiguracji.**

5.3.2 Testowanie kontrolowane

W hamowniach tylko bezwładnościowych, pomiary mocy są powtarzalne tylko, w warunkach pełnego otwarcia przepustnicy (WOT). Ogranicza to zastosowania do tego typu hamowni. Jakiegokolwiek problemy, które pojawiają się przy stałej prędkości, przy częściowym otwarciu przepustnicy albo podczas zmiany ustawienia przepustnicy będą trudne albo niemożliwe do wykrycia albo usunięcia. Z powodu swojej dynamicznej natury hamownie bezwładnościowe nie nadają się do programów docierania silników albo dostosowania mieszanki paliwowej (fuel mapping).

Hamulec elektrowirowy pozwala na badanie przy stałej prędkości i częściowym otwarciu przepustnicy. Hamownie podwoziowe firmy SuperFlow z hamulcem elektrowirowym mogą wykonywać cały szereg zautomatyzowanych testów włącznie z

- przyspieszeniem,
- stanem stałym i
- symulacją cykli.

Podczas testowania w stanie stałym bezwładność układu napędowego (oraz zestawu rolek) zostanie wyzerowana, ponieważ nie będzie przyspieszania. Dlatego testowanie w stanie ustalonym da najdokładniejsze wyniki. Testowanie w stanie ustalonym daje również bardziej stabilne pomiary programów docierania i dostosowania składu mieszanki.

W hamowniach podwoziowych firmy SuperFlow wartości równoważnej masy pojazdu zestawu rolek są dodawane do obliczeń mocy wraz z pomiarami mocy przez hamulce elektrowirowe. Dzięki dodanym funkcjom hamulca elektrowirowego możliwe jest dodanie pewnej ilości dodatkowej symulacji bezwładności w celu sterowania współczynnikiem przyspieszenia dla każdego cięższego pojazdu w zakresie parametrów projektowych systemu.

5.3.3 Powierzchnia przylegania opony do rolki

Jedną z głównych wad testowania na hamowni podwoziowej jest powierzchnia przylegania opony do rolki. W hamowni silnikowej moc silnika jest mierzona bezpośrednio na kole zamachowym. W przypadku hamowni podwoziowej układ napędowy, koło i opona będą miały wpływ na zmierzone wyniki.

Żaden z tych elementów mechanicznych nie ma sprawności 100%, tak więc każdy z nich będzie pobierał trochę mocy silnika i przetwarzał ją na ciepło. Pewna część mocy netto wytworzona przez silnik zostanie stracona w skrzyni biegów, część w sprzęgle, część na łańcuchu, pasku albo wale napędowym, część w łożyskach a część zostanie stracona na oponie. Większość z tych strat mechanicznych jest możliwa do przewidzenia.

Straty na oponach są największą zmienną.

Gdy opona obraca się na powierzchni, odkształcenie jej osnowy i gumy w i wokół powierzchni styku wymaga pewnej energii, która jest przetwarzana na ciepło. Źródłem tej energii jest moc silnika, tak więc część tej mocy zostanie stracona jako ciepło. Niestety nie jest możliwy łatwy pomiar tej straty.

Następujące zmienne mają wpływ na wielkość tej straty:

- *Względny promień powierzchni styku do promienia opony. Na płaskiej drodze promień krzywizny drogi jest nieskończony a odkształcenie opony jest określone przez obciążenie*

*nie, strukturę opony i ciśnienie w oponie. Na hamowni podwoziowej im mniejsza jest średnica rolki hamowni, tym większe jest odkształcenie a tym samym straty w oponie. To wyjaśnia, dlaczego **duża rolka** jest lepsza niż mała rolka a **rolka pojedyncza** jest lepsza niż siodłowy układ rolek (który daje dwa kolejne odkształcenia na obrót. SuperFlow używa w nowych hamowniach pojedynczej rolki o dużej średnicy co daje najmniejsze straty w oponie.*

- *Siła docisku opony. Im większa masa na oponie, tym większe odkształcenie opony i stąd straty mocy. Częstym nieporozumieniem jest to, że pojazd powinien być dociążany albo dociągany w dół, żeby uniknąć poślizgu opony na rolce. Natomiast prawdą jest to, że jest limit pociągowy, powyżej którego może dojść do strat trakcyjnych, testy pokazują, że nie jest to problemem w przypadku mocy poniżej 500 KM na kołach. Radełkowanie rolki SuperFlow zostało wybrane tak, żeby zapewnić największą trakcję przy pomijalnym zużyciu opony. **Nadmierne** dociągnięcie pojazdu w dół pasami mocującymi znacznie zwiększy straty na kołach, zwiększy ryzyko uszkodzenia opony (z powodu powstawania ciepła w osnowie opony), i zmniejszy dokładność pomiaru mocy.*
- *Ciśnienie i temperatura opon. Ciśnienie opon będzie miało wpływ na odkształcenie a temperatura opon będzie miała wpływ na współczynnik wzrostu powstawania ciepła. W celu uzyskania lepszych rezultatów opona powinna być napompowana do maksymalnego ciśnienia nominalnego (używanego na drogach szybkiego ruchu). A temperatura opon powinna być utrzymana na stałym poziomie. Ciśnienie opon będzie miało znacznie większy wpływ na dokładność i powtarzalność pomiaru mocy niż temperatura opony.*

5.4 Dokładność hamowni podwoziowej

Pomiar mocy hamowni bezwładnościowej opiera się na bezwładności rolek i zmierzonym współczynniku przyspieszenia. Wyniki o dużej dokładności można uzyskać tylko, jeżeli wartość bezwładności i przyspieszenie są mierzone z wysoką precyzją. Hamownia elektrowirowa używa zarówno obliczenia siły bezwładności jak i mocy elektrowirowej obliczanej przez kalibrację momentu obrotowego rolki, dodanych razem w celu zmierzenia mocy całkowitej. Moc zużyta przez samą hamownię jest więc czynnikiem w obydwu typach jako straty własne.

Firma SuperFlow opracowała bardzo dokładną technologię pomiaru elektrycznego dla jej hamowni emisyjnych EIS używanych w programach rządowych. Ta wyrafinowana technologia pozwala określić wartości równoważnej bezwładności pojazdu z dokładnością do 2 kg.

Każda hamownia podwoziowa SuperFlow jest kalibrowana do bezwładności rolki, hamulca elektrowirowego i dmuchaw, jeżeli ma to zastosowanie. Te skalibrowane wartości są zapisywane w elektronice każdego systemu indywidualnie.

Ta sama technologia pozwala też na pomiar strat własnych (straty na łożyskach, tarcie o powietrze, straty aerodynamiczne) każdej poruszającej się części w do 0,01[KM]. I znowu, każda rolka, hamulec i dmuchawa jest kalibrowana a wartości są zapisywane w układzie elektronicznym. Straty aerodynamiczne są ustawiane jako funkcja gęstości powietrza w celu uzyskania największej dokładności.

Przyspieszenie jest obliczane z pomiarów prędkości uzyskanych przy pomocy koła zębatego i czujnika magnetycznego. Prędkość rolki jest używana do różnych obliczeń, sygnał jest filtrowany i przetwarzany, żeby uzyskać wynik w postaci przyspieszenia na obrót rolki. Skutkuje to znacznie wyższą rozdzielczością niż wszelkie inne systemy dostępne na rynku.

Ta wyszukana technologia używana w kalibracji i obwodach elektronicznych gwarantuje najdokładniejszy możliwy pomiar mocy.

5.5 Interpretowanie pomiarów mocy

Hamownia podwoziowa SuperFlow wyświetla kilka obliczeń mocy. Najważniejsza jest moc na kołach oraz skorygowana moc na kołach.

5.5.1 Moc na kołach (*Wheel Power*)

Moc na kołach to moc, którą pojazd przenosi na podłoże w aktualnych warunkach atmosferycznych w dniu testu. **Wszystkie wartości skorygowanej mocy oraz momentu obrotowego koła są wyprowadzane z tego pomiaru.**

Moc na kołach to moc aktualnie zmierzona na powierzchni styku opony w warunkach atmosferycznych testu. **Jest to suma pomiaru siły bezwładności plus moc hamulca elektrowirowego plus straty własne hamowni.** Nie stosuje się żadnych korekt.

Ta wartość powinna być taka sama jak nieskorygowana wartość mocy na kołach porównywalnych systemów hamowni w podobnych warunkach, pod warunkiem, że systemy te także uwzględniają straty własne w samej hamowni i są odpowiednio skalibrowane.

5.5.2 Moc na kołach wg normy (*Corrected Wheel Power*)

Moc na kołach wg normy to zmierzona moc na kołach skorygowana do standardowych warunków atmosferycznych. Jest to moc, jaką pojazd przeniósłby na podłoże podczas testu w standardowych warunkach atmosferycznych. **Korekta jest ważna tylko dla testów przy całkowicie otwartej przepustnicy.**

Jest duża różnorodność współczynników korekty mocy.

Są one dostępne w Stowarzyszeniu Inżynierów Motoryzacji (SAE, STP), Wspólnocie Europejskiej (ECE), niemieckich normach przemysłowych (DIN), japońskich normach przemysłowych (JIS), międzynarodowej organizacji normalizacyjnej (ISO), itp. Firma SuperFlow wybrała normy SAE, STP do domyślnych plików konfiguracji dostarczanych z hamowniami (**ECE i DIN w wersji metrycznej**). Ponieważ hamownia WinDyn może być całkowicie skonfigurowana przez użytkownika, to typ korekty może być zmieniony na inną wybraną normę w każdej chwili.

5.5.3 Podstawowy moment obrotowy (*Ground Torque*)

Moment obrotowy koła jest **obliczany z mocy na kołach oraz prędkości rolki skorygowanej** do standardowych warunków przy pomocy współczynników korekcyjnych mocy (STP dla hamowni AutoDyn). Jest to moment obrotowy, który pojazd przekazałby na podłoże, gdyby był testowany w standardowych warunkach.

5.5.4 Moment obrotowy kół (*Wheel Torque*)

Moment obrotowy kół jest obliczany z **mocy na kołach i prędkości silnika**. Nie są stosowane żadne korekty. Obliczenie to jest związane z warunkami przeważającymi w dniu testu. Chociaż nie jest to rzeczywisty zmierzony moment obrotowy przekazany do podłoża, to jest to powszechna wartość stosowana w marketingu i reklamie do prezentacji momentu obrotowego testowanego pojazdu.

5.5.5 Skorygowany moment obrotowy kół

Corrected Wheel Torque

Skorygowany moment obrotowy kół jest obliczonym momentem obrotowym kół skorygowanym

do standardowych warunków atmosferycznych przy pomocy współczynników korekcyjnych mocy. Jest to moment obrotowy pojazdu podczas testowania w standardowych warunkach. Skorygowany moment obrotowy jest ważny tylko dla testów przy całkowicie otwartej przepustnicy.

5.6 Moc aerodynamiczna

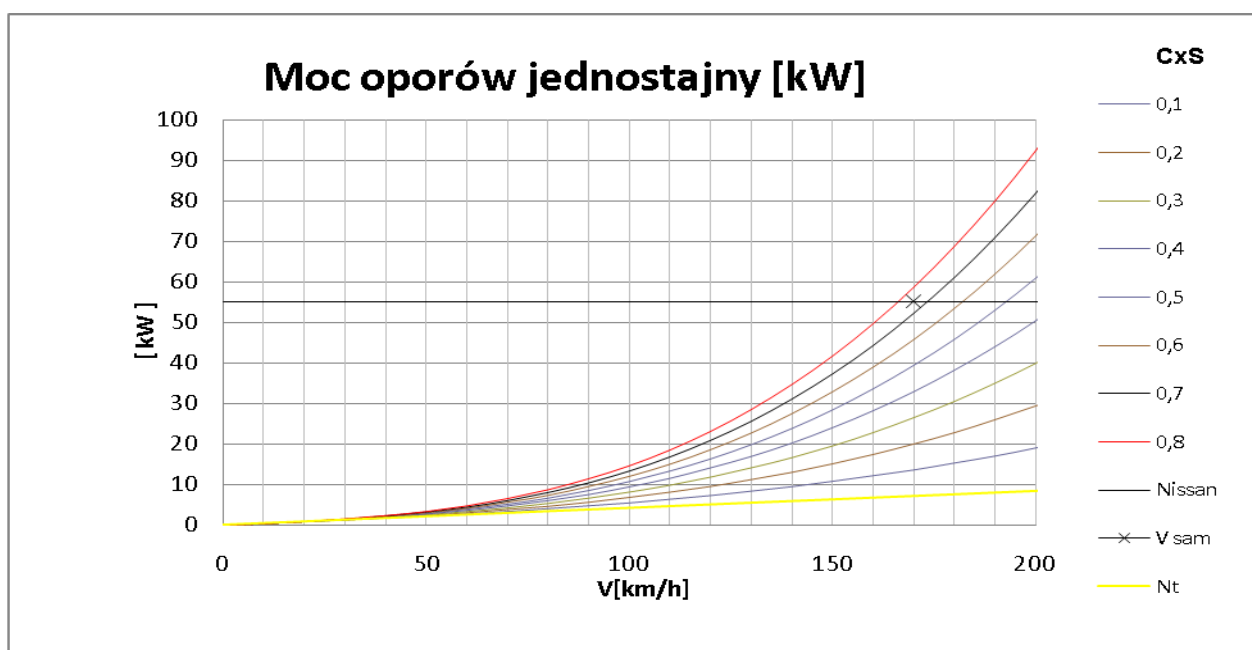
Aerodynamic Power

F_{Ax}C_d (Frontal Area x Coefficient of Drag, **Channel 78**),

F_{Ax}C_d (powierzchnia czołowa x współczynnik oporu, **kanał 78**), w standardowych plikach konfiguracyjnych hamowni AutoDyn jest używana w automatycznych testach obciążenia drogowego do symulowania oporu aerodynamicznego przy prędkości drogowej aż do maksymalnej prędkości pojazdu. Poniższe wykresy są podane, żeby pomóc określić odpowiednią wartość do wpisania w kanale specyfikacji. Najłatwiejszym sposobem używania wykresu jest uzyskanie maksymalnej wartości skorygowanej mocy na kołach dla swojego pojazdu.

Moc na kołach może być oczywiście łatwo określona przez wykonanie testu na hamowni. Maksymalna prędkość, którą pojazd może osiągnąć na drodze może być oszacowana albo przyjęta (dla pojazdów niemodyfikowanych można użyć znamionowej prędkości maksymalnej podanej przez producenta).

Wykresy reprezentują moc potrzebną do osiągnięcia podanej prędkości dla danego oporu aerodynamicznego (F_{Ax}C_d).



Dla maksymalnej skorygowanej mocy na kołach i maksymalnej prędkości pojazdu; znaleźć wykres F_{Ax}C_d (**CxS**) w którym obie te linie przecinają się. Wartość tej linii F_{Ax}C_d może być następnie użyta do wpisania w kanale 78.

Przykład:

Dla Nissan Almera moc skorygowana 55kW na kołach przy 169km/h. Przecięcie się linii wskazuje F_{Ax}C_d mniej więcej w połowie między 0,7 a 0,8. Można przyjąć 0,7 wprowadzenie tej wartości zapewni dobry punkt wyjścia dla testu obciążenia na drodze, wartość można zweryfikować sprawdzając maksymalną prędkość na hamowni.

5.7 Współczynniki korekcyjne mocy

Na moc użyteczną silników spalinowych wewnętrznego spalania duży wpływ ma ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza otoczenia oraz jego wilgotność.

- *Niższe ciśnienie atmosferyczne otoczenia zmniejsza gęstość powietrza i dlatego redukuje ilość tlenu wypełniającego cylinder w każdym cyklu, co powoduje mniejszą moc użyteczną. I odwrotnie: wyższe ciśnienie atmosferyczne zwiększa moc.*
- *Niższa temperatura powietrza otoczenia powoduje zwiększoną gęstość powietrza a przez to zwiększenie ilości tlenu dostającego się do cylindra w każdym cyklu, co powoduje wyższą moc użyteczną. I odwrotnie: wyższa temperatura redukuje moc użyteczną.*
- *Niższa wilgotność powietrza (mniej pary wodnej) zostawia więcej miejsca na tlen w danej objętości powietrza, co zwiększa ilość tlenu dostającego się do cylindra w każdym cyklu, co powoduje wyższą moc użyteczną. I odwrotnie: wyższa wilgotność redukuje współczynnik spalania w cylindrach.*

Są normy korekcji mocy dla silników benzynowych i wysokoprężnych, do stosowania w pojazdach drogowych, silnikach stacjonarnych albo silnikach morskich itp. Dla hamowni podwoziowej SuperFlow normami relewantnymi są normy ogólnie przeznaczone dla silników benzynowych w pojazdach drogowych.

Normy korekcji mocy próbują określić, jaka **byłaby moc** pojazdu w warunkach referencyjnych. Nie mogą one dokładnie obliczyć, jaka byłaby moc użyteczna. Im większa różnica między warunkami otoczenia podczas testu a warunkami referencyjnymi, tym większy błąd w przybliżeniu. Większość norm korekcyjnych zawiera limity dotyczące możliwości ich stosowania.

Limit ten to typowo $\pm 7\%$. Oznacza to, że jeżeli współczynnik korekcyjny jest większy niż ($>$) 1.07 albo mniejszy niż ($<$) 0.93, tym skorygowane wartości mocy uważa się za niedopuszczalne i test powinno się wykonać ponownie w warunkach bardziej zbliżonych do warunków referencyjnych.

Dla większości zastosowań jest to mniejszy problem a wartości mocy skorygowanej są nadal najlepszą bazą do porównań. Jednakże należy o tym pamiętać podczas porównywania wyników testowych uzyskanych w znacznie różnych warunkach testowych. W jednym miejscu współczynnik korekcyjny zazwyczaj nie będzie się różnił bardziej niż o 5% rocznie.

Korekty mocy są ważne tylko dla testów przy całkowicie otwartej przepustnicy (WOT). **Wartości skorygowanej mocy dla każdego testu wykonanego przy częściowo otwartej przepustnicy należy zignorować.**

Kilka organizacji normalizacyjnych wyznaczyło metody określania mocy w warunkach referencyjnych. Najbardziej znanymi organizacjami są:

- *SAE (Stowarzyszenie Inżynierów Motoryzacji), USA*
- *ECE (Wspólnota Europejska), Europa*
- *DIN (Niemiecka Norma Przemysłowa), Niemcy*
- *ISO (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna), cały świat*
- *JIS (Japoński Instytut Normalizacyjny), Japonia*

Domyślne konfiguracje dostarczane z hamownią podwoziową SuperFlow zawierają korekty mocy wg następujących norm: SAE, STP, ECE, DIN.

Jest tendencja do tego, żeby wszystkie te normy były zbieżne. Jedyne międzynarodowe normy korekty mocy obecnie to normy ISO. Dla silników benzynowych spalania wewnętrznego w pojazdach drogowych jest to norma ISO 1585. Obecne normy SAE J 1349 oraz ECE są prawie identyczne z normą ISO 1585.

5.7.1 SAE

Zastosowana norma SAE to zmodyfikowana wersja normy SAE J1349 z czerwca 1990 roku. Moc jest korygowana do warunków referencyjnych 29.23 InHg [99 kPa] suchego powietrza i 77 °F [25 °C]. Jest to domyślna korekta stosowana w hamowniach CycleDyn.

5.7.2 STP

Norma STP (zwana także STD) to inna norma korekty mocy wydana przez SAE. Norma ta była niezmienna przez długi czas i jest szeroko stosowana w przemyśle wydajnościowym. Moc jest korygowana do warunków referencyjnych 29.92 InHg [**101.3 kPa**] suchego powietrza i 60 ° F [**15.5 ° C**]. Ponieważ warunki referencyjne zawierają wyższe ciśnienie i chłodniejsze powietrze niż norma SAE, to te skorygowane wartości mocy będą zawsze o około 4% wyższe niż wartości mocy SAE. **Jest to domyślna korekta używana w hamowniach AutoDyn.**

5.7.3 ECE

Norma ECE opiera się na Dyrektywach Europejskich. Moc jest korygowana do warunków referencyjnych 99 kPa [29.23 InHg] i 25 ° C [77 ° F].

5.7.4 DIN

Norma DIN jest określona przez niemiecki przemysł samochodowy. Moc jest korygowana do warunków referencyjnych 101.3 kPa [29.33 InHg] suchego powietrza i 20 ° C [68 ° F]. Wraz z nadejściem legislacji europejskiej i norm europejskich normy narodowe takie jak DIN (formalnie szeroko stosowane) są teraz mniej istotne.

		warunki referencyjne			
		ciśnienie		temperatura	
		kPa	InHg	°C	°F
USA	<i>SAE</i>	99	29,23	25	77
USA	<i>STP (STD)</i>	101,3	29,92	15,5	66
Europejska	<i>ECE</i>	99	29,23	25	77
Niemiecka	<i>DIN</i>	101,3	29,92	20	68

domyślna
AutoDyn

5.8 Opis profili testowych

Poniższe testy są dostarczane jako testy standardowe w hamowniach podwoziowych:

5.8.1 Testy bezwładnościowe (*Inertia Tests*)

Są to proste testy przyspieszenia, które nie wprowadzają obciążenia z hamulca elektrowirowego podczas wykonywania testu.

Testy te powinny być uruchamiane na jednym biegu przy maksymalnie otwartej przepustnicy.

Moc jest obliczana ze współczynnika przyspieszenia masy bezwładności systemu hamowni oraz ze strat własnych systemu hamowni. Moc dokładana przez moduł pomiarowy obciążenia mierzy również niektóre straty własne, jednakże dodawana jest ona również do kanału siły bezwładności w celu uzyskania wartości mocy całkowitej na kołach.

Wszystkie te testy zapisują dane automatycznie - są one zapisywane na końcu każdego testu w pliku **SFD** na dysku twardym komputera. **Wszystkie testy są generalnie wykonywane przy maksymalnie otwartej przepustnicy, ale mogą być wykonywane przy każdej stałej pozycji przepustnicy.**

5.8.2 Kontrolowane testy przyspieszenia

Kontrolowany test przyspieszenia jest podobny do testu bezwładnościowego, w którym operator rozpędza pojazd od prędkości początkowej do prędkości końcowej.

Ten test powinien być wykonywany na jednym biegu przy całkowicie otwartej przepustnicy.

Moc jest obliczana ze współczynnika przyspieszenia masy bezwładności systemu hamowni oraz mocy odebranej przez tensometr hamulca elektrowirowego podczas testu. Wartości oporów własnych są także dodawane do obliczenia mocy na kołach, podobnie jak w testach bezwładnościowych.

Różnica wobec testu bezwładnościowego jest taka, że **współczynnik przyspieszenia jest kontrolowany w trakcie całego testu przez hamulec elektrowirowy.**

Silnik przyspiesza z tym samym współczynnikiem w ciągu całego testu.

Ten test jest dużo bardziej dokładny niż testy bezwładnościowe służące dostrajaniu silnika, zwłaszcza przy obserwacji danych składu mieszanki paliwowo-powietrznej.

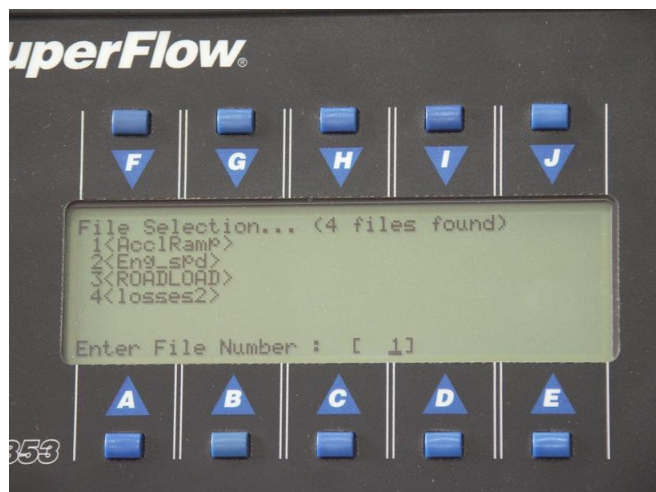
Wartości mocy dla tego typu testu mogą lekko się różnić od tych obserwowanych w warunkach czysto bezwładnościowych. Jednakże wartości te są bardziej dokładną reprezentacją rzeczywistej mocy dostępnej do poruszania pojazdu niż te prezentowane przez test bezwładnościowy.

Współczynnik przyspieszenia powinien być wybrany tak, żeby dokładnie pasował do współczynnika przyspieszenia **typowego dla użytkowania pojazdu**. Jest to szczególnie ważne do kalibracji składu mieszanki paliwowo-powietrznej. Wybranie współczynnika przyspieszenia innego niż ten odpowiadający standardowemu użytkowaniu pojazdu może spowodować za bogaty albo za ubogi skład mieszanki podczas normalnego użytkowania pojazdu poza hamownią.

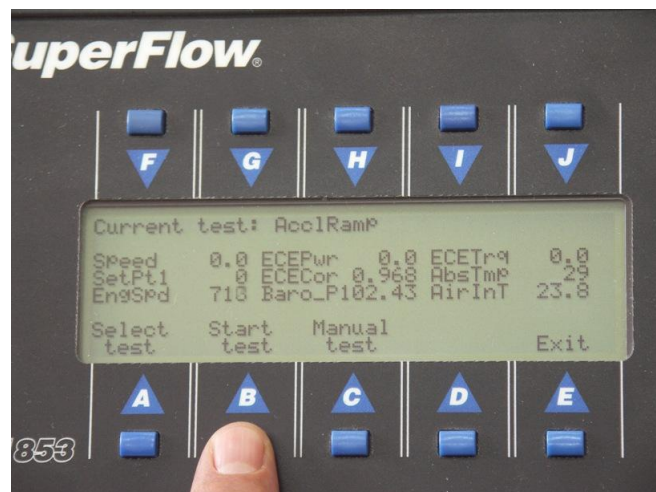
Te testy zapisują dane automatycznie - są one zapisywane na końcu każdego testu w pliku **SFD** na dysku twardym komputera.

5.8.2.1 Accel.tpf

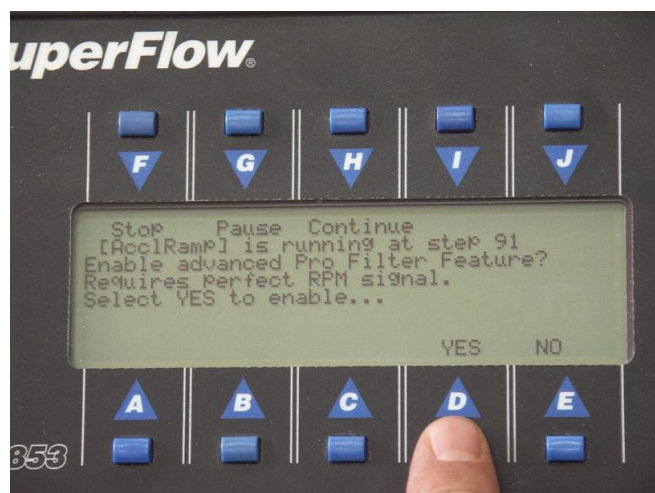
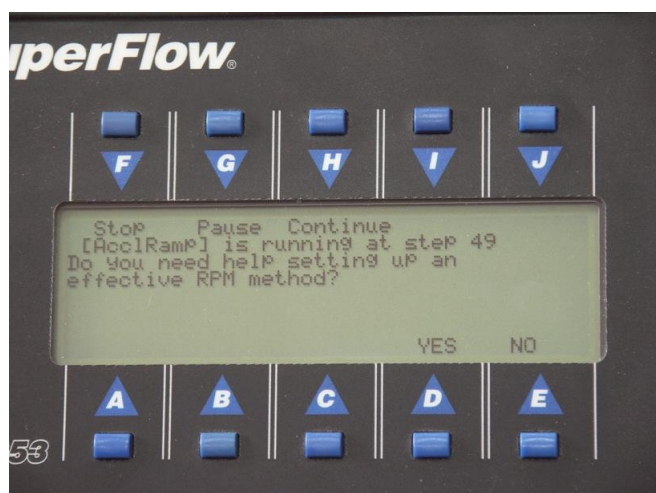
Testy kontrolowanego przyspieszenia zachęcają operatora do uzyskania pierwszej prędkości testowej w [km/h], przy której system rejestracji danych zacznie zapisywać dane. Następnie pojawi się żądanie uzyskania prędkości końcowej w [km/h] używanej przez ten profil testowy do przerywania zapisu danych.



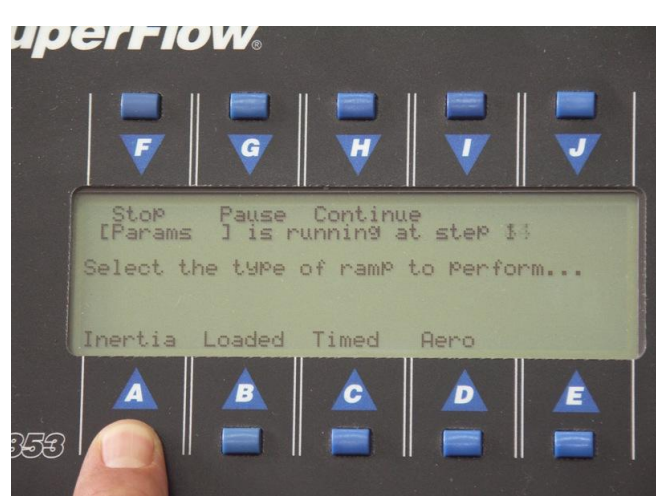
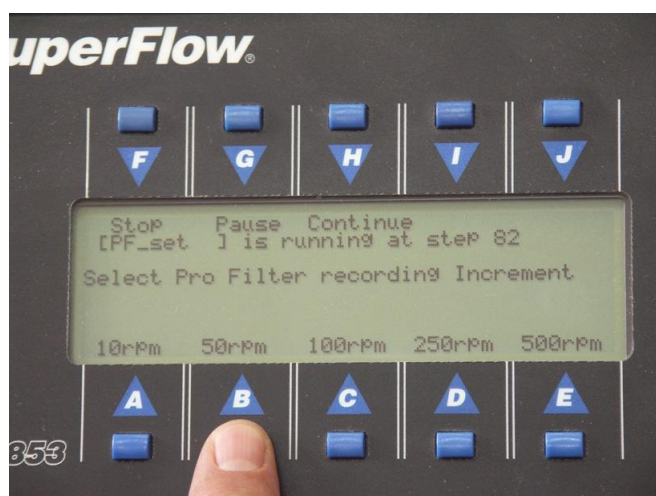
pojawia się pytanie o metodę wyliczania



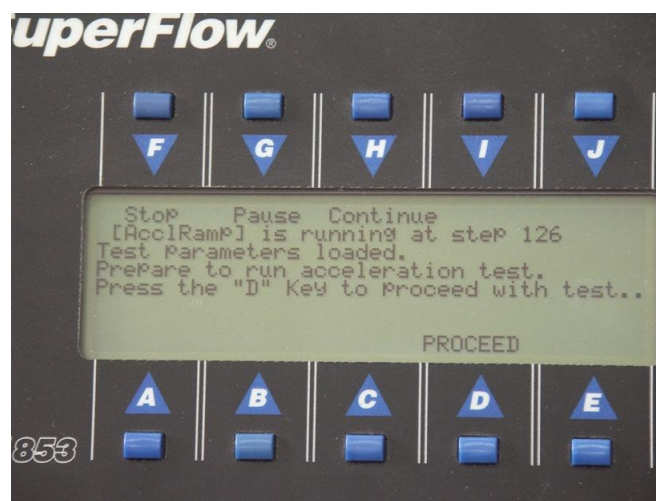
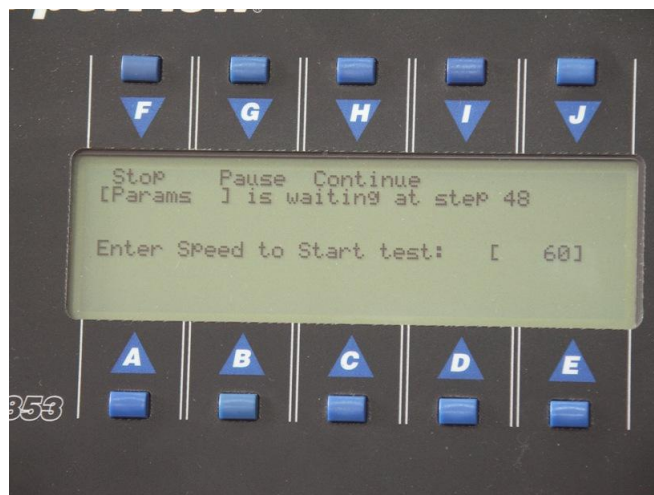
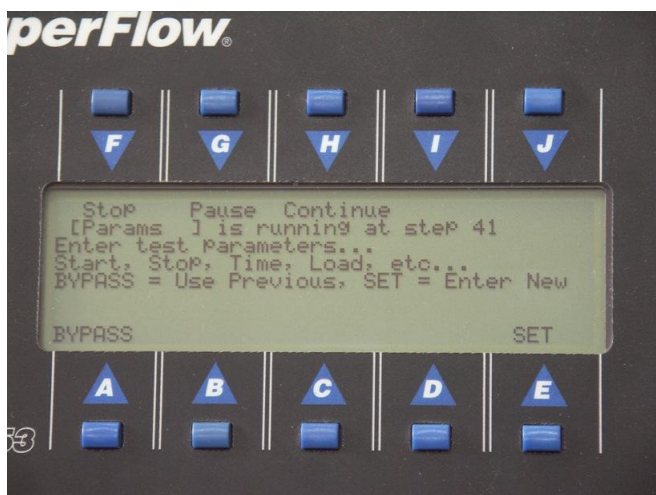
prędkości obrotowej silnika NO- pozostawia



można ustawić filtrowanie sygnału prędkości



Teraz można wybrać sposób kontroli przyspieszenia Inertia bezwładnościowy.



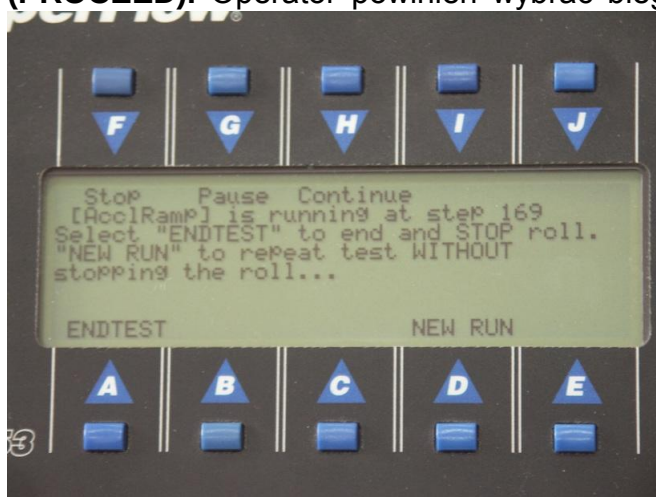
Dla testów innych niż Interia pojawia się także żądanie czasu trwania testu. Czas dla tych testów musi przekraczać czas potrzebny na ukończenie podstawowego testu bezwładnościowego w tym samym zakresie prędkości. W przeciwnym przypadku hamulec elektrowirowy będzie wyłączony podczas testu, co spowoduje test typu bezwładnościowego.

Po wprowadzeniu wszystkich parametrów operator zostanie poproszony o **KONTYNUOWANIE (PROCEED)**. Operator powinien wybrać bieg do testu i przyspieszyć pojazd do początkowej prędkości w km/h. Włączy się hamulec elektrowirowy i utrzyma pojazd na prędkości startowej.

Operator powinien całkowicie otworzyć przepustnicę i nacisnąć **ACCEL** na sterowniku ręcznym, żeby rozpocząć test przyspieszenia.

Pojazd przyspieszy ze stałym współczynnikiem w kierunku górnej prędkości testowej. Na zakończenie testu włączy się hamulec elektrowirowy, żeby przywrócić pojazd do początkowej prędkości w km/h.

Można wtedy wykonać kolejny identyczny test naciskając przycisk „NEW RUN” albo można zakończyć test przyciskiem „STOP”.



Jeżeli naciśnięty zostanie przycisk „STOP”, to zostanie włączony hamulec elektrowirowy, żeby

zmniejszyć prędkość pojazdu do 0 km/h.

Jeżeli nie chce się zatrzymać pojazdu i rolek, to należy po prostu nacisnąć przycisk z czerwoną ręką (reset) na sterowniku ręcznym, żeby zakończyć test.

5.8.3 Road Load

Hamownie SuperFlow wyposażone w hamulce elektrowirowe mogą wykonywać testy symulacji obciążenia drogowego. Testy te używają szacunkowej masy pojazdu (z operatorem) i szacunkowej powierzchni czołowej do symulowania obciążenia działającego na pojazd, gdy rośnie jego prędkość.

Te testy mogą być używane to wykonywania kontroli diagnostycznych pojazdu w warunkach obciążenia drogowego.

Testy te mogą być wykonywane na każdym biegu a zmiana biegu podczas testu jest dozwolona. Podczas testu może być używana dowolna pozycja przepustnicy.

Moc jest obliczana ze współczynnika przyspieszenia masy bezwładności systemu hamowni oraz mocy odebranej przez hamulec elektrowirowy podczas testu.

Zapisywanie danych nie jest określone przez żadne wstępnie ustawione parametry, tak jak w teście przyspieszenia albo teście stopniowym. Dlatego trudniejsze może być wykonanie analizy zapisanych danych.

5.8.3.1 RoadLoad.tpf

Ten test po prostu zapisuje dane w predefiniowanym czasie (domyślnie co 0.1 sekundy). Gdy operator uruchomi test, to włączane jest zapisywanie i operator może obsługiwać pojazd w każdy żądany sposób. Hamulec elektrowirowy używa rosnącego obciążenia wraz ze wzrostem prędkości pojazdu.

Czynnikiem wpływającym na ilość obciążenia jest całkowita masa pojazdu (**TotlWt, kanał 77**) oraz powierzchnia czołowa wprowadzona dla pojazdu (**FAxCd, kanał 78**).

Test jest przerywany, gdy operator naciśnie przycisk „STOP” na sterowniku ręcznym.

Można wtedy wykonać kolejny identyczny test naciskając przycisk „NEW RUN”, albo można zakończyć test przyciskiem „STOP”.

Po naciśnięciu przycisku „STOP” włączy się hamulec elektrowirowy hamujący pojazd do prędkości 0 km/h.

Jeżeli nie chcesz zatrzymywać rolek, naciśnij duży przycisk z czerwoną ręką (reset) na sterowniku ręcznym, żeby zakończyć test.

Dane są automatycznie rejestrowane i zapisywane na końcu każdego testu do pliku **SFD** na dysku komputera.

5.8.4 Eng_Spd.tpf

Test prędkości silnika stanowi wygodną metodę ustawiania czujnika prędkości silnika w testowanym pojeździe. Zachęci on operatora do kilku opcjonalnych metod pomiaru prędkości silnika i wyświetli ekrany wejściowe w celu wyboru i skonfigurowania każdej metody obrotów (RPM). Chociaż można to zrobić przy pomocy funkcji edytora specyfikacji w WinDyn, to ten profil testowy może przyspieszyć ten proces i może być wykonany na pojeździe.

Na koniec testu należy się upewnić, że zapisano nowe ustawienia do pliku specyfikacji dla testowanego pojazdu. Należy po prostu załadować plik specyfikacji przy następnym testowaniu pojazdu pomijając długi proces ustawiania obrotów.

6. Badania samochodu

6.1 Przygotowanie do badań na hamowni.

6.1.1 .Sprawdzanie stanu opon i regulacja ciśnienia w ogumieniu .

Należy dokonać oględzin wizualnych stanu opon. Niedopuszcza się do badań na hamowni pojazdów mających stwierdzone w ogumieniu pęknięcia, rozwarstwienia lub wybrzuszenia. Natomiast dopuszcza się, ale nie zaleca przeprowadzania prób, jeśli na kołach osi napędzanej są opony bieżnikowane. Po sprawdzeniu stanu technicznego ogumienia, należy **wyregulować ciśnienie** tak, aby otrzymane wyniki można było odnieść do rzeczywistych warunków na jezdni. Ciśnienie w ogumieniu, w stosunku do nominalnego, należy podnieść o 50 % w oponach nowych i o 25 % w oponach zużytych powyżej 25 %. Należy pamiętać aby, po zakończeniu badań ciśnienie z powrotem zmniejszyć do górnej granicy ciśnienia eksploatacyjnego, lub o 0.1 atm. wyżej od tego ciśnienia, tam gdzie wartość ciśnienia podana jest bez tolerancji.

6.1.2 .Sprawdzanie układu chłodzenia.

Należy dokonać sprawdzenia prawidłowości poziomu płynu w układzie chłodzenia, a w przypadku nieprawidłowości uzupełnić jego stan. Dokonać wizualnego sprawdzenia, czy nie występują wycieki w całej instalacji. W przypadku ich wystąpienia należy je usunąć.

UWAGA: w trakcie badań układy chłodzenia i wydechowy pracują w ekstremalnych warunkach - **brak dostatecznego chłodzenia** powietrzem przy obciążeniach silnika >80% obciążenia znamionowego.

6.1.3 Sprawdzanie poziomu oleju w misce olejowej silnika.

Należy sprawdzić, za pomocą wskaźnika bagnetowego, czy poziom oleju mieści się w zakresie min ÷ max, a w przypadku nieprawidłowości dolać oleju. Pomiar ten musi być przeprowadzony na zimnym silniku i pojeździe ustawionym na poziomym podłożu. Należy dokonać wizualnej oceny, czy nie ma wycieków oleju w całym układzie olejenia, a w przypadku wystąpienia usunąć je. Przed przystąpieniem do badań **włożyć pod samochód arkusz papieru, co umożliwi lokalizację wycieków** podczas prób na hamowni. Należy także sprawdzić wskaźnik ciśnienia, na desce rozdzielczej, w całym zakresie prędkości obrotowych silnika.

6.1.4 .Sprawdzanie wycieków z tylnego mostu.

Należy sprawdzić wizualnie, czy obudowa mostu jest sucha i nie występują wycieki oleju. W przypadku podejrzeń, trzeba usunąć usterkę i sprawdzić poziom oleju, a przy jego niedostatecznej ilości uzupełnić. (**śruba wlewowa określa poziom nominalny**)

6.1.5 Sprawdzanie układu chłodzenia

- **Sprawdzanie położenia przesłony chłodnicy i działania wskaźnika temperatury płynu w chłodnicy.**

Należy sprawdzić, czy przesłona chłodnicy została odsłonięta oraz, czy wskaźnik temperatury płynu chłodzącego działa prawidłowo. W czasie pomiarów i prób nie dopuszcza się, aby temperatura płynu przekroczyła 95°C. Może dojść do takiej sytuacji ze względu na niedostateczne chłodzenie w przypadku badania przy dużych obciążeniach.

6.1.6 Sprawdzanie szczelności układu zasilania .

Należy uruchomić silnik i wizualnie sprawdzić cały układ paliwowy nie ma wycieków. Jeśli są, trzeba je usunąć. **Nie wolno dopuścić do badań pojazdu z nieszczelnym układem zasilania.** Dokładne dokonanie oględzin, przed wprowadzeniem pojazdu na stanowisko, jest bardzo ważne i powinno odbywać się bardzo starannie. Praktyka wykazuje jednak, że czynności

przygotowawcze są wykonywane niedokładnie, a często nawet pomijane. Jest to niedopuszczalne, gdyż powoduje szybkie zużycie pojazdu, a w konsekwencji zmniejsza to bezpieczeństwo jazdy, a także zwiększa niedokładność pomiarów.

6.1.7 .Wprowadzenie samochodu na stanowisko.

W czasie badań na hamowni pojazd nie powinien być nadmiernie obciążony .

Czynności przygotowawcze:

- *podnieść belkę dźwignika hamowni,*
- *wprowadzić samochód na stanowisko, tak aby koła osi napędowej były między rolkami, a oś symetrii samochodu pokrywała się lub była równoległa do osi symetrii stanowiska (Przy samochodach z przednią osią napędzaną, koła powinny być ustawione dokładnie do jazdy na wprost.),*
- *opuścić belkę dźwignika,*
- *przymocować pojazd pasami*
- *ustawić przed samochodem, w odległości $1 \div 2$ [m], dmuchawę,*
- *podłączyć wyciąg spalin do rury wydechowej,*
- *uruchomić instalację klimatyzacyjną,*
- *zabezpieczyć hamulec nożny przed przypadkowym naciśnięciem.*

6.1.8 .Nagrzewanie samochodu i hamowni.

Przed pomiarami takimi jak pomiar: mocy, zużycia paliwa, drogi wybiegu, analiza spalin, niezbędne jest nagrzanie samochodu i hamowni do stanu równowagi cieplnej. Technika i czas nagrzewania zależą przede wszystkim od tego, czy samochód został wprowadzony na hamownię w stanie zimnym, czy nagrzanym eksploatacyjnie.

Jako samochód zimny przyjmuje się pojazd po postoju przekraczającym 1 godz.

Samochód nagrany eksploatacyjnie oznacza pojazd, bezpośrednio po przejechaniu w ruchu drogowym lub miejskim ok. 20 [km] z prędkością 40 [km/godz].

▶ *Nagrzewanie samochodu zimnego.*

- ◆ *zanotować stan licznika kilometrów w samochodzie,*
- ◆ *sprawdzić czy belka podnośnika hamowni jest opuszczona,*

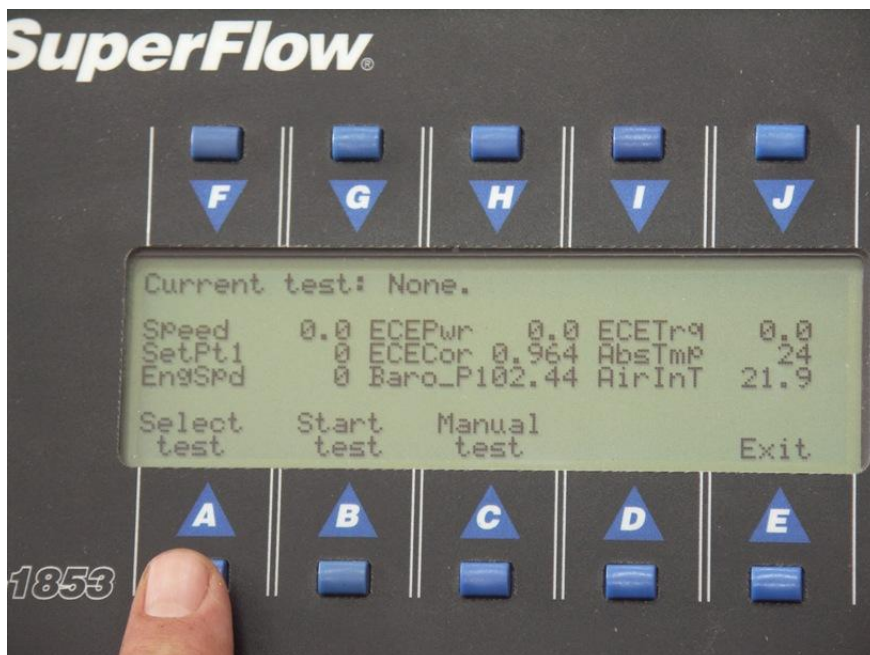
Nagrzewanie należy skończyć po przejechaniu 7 km, gdy hamownia jest nagrzewana od stanu zimnego i 5 km, gdy pojazd został wprowadzony na hamownię już nagrzaną. Gdyby jednak, w czasie nagrzewania, temperatura silnika przekroczyła 90° C powinno się przerwać nagrzewanie i ostudzić silnik pracą na wolnych obrotach.

6.2 Testy pomiarowe.

Aby uruchomić lub sprawdzić ustawiony test wybieramy G



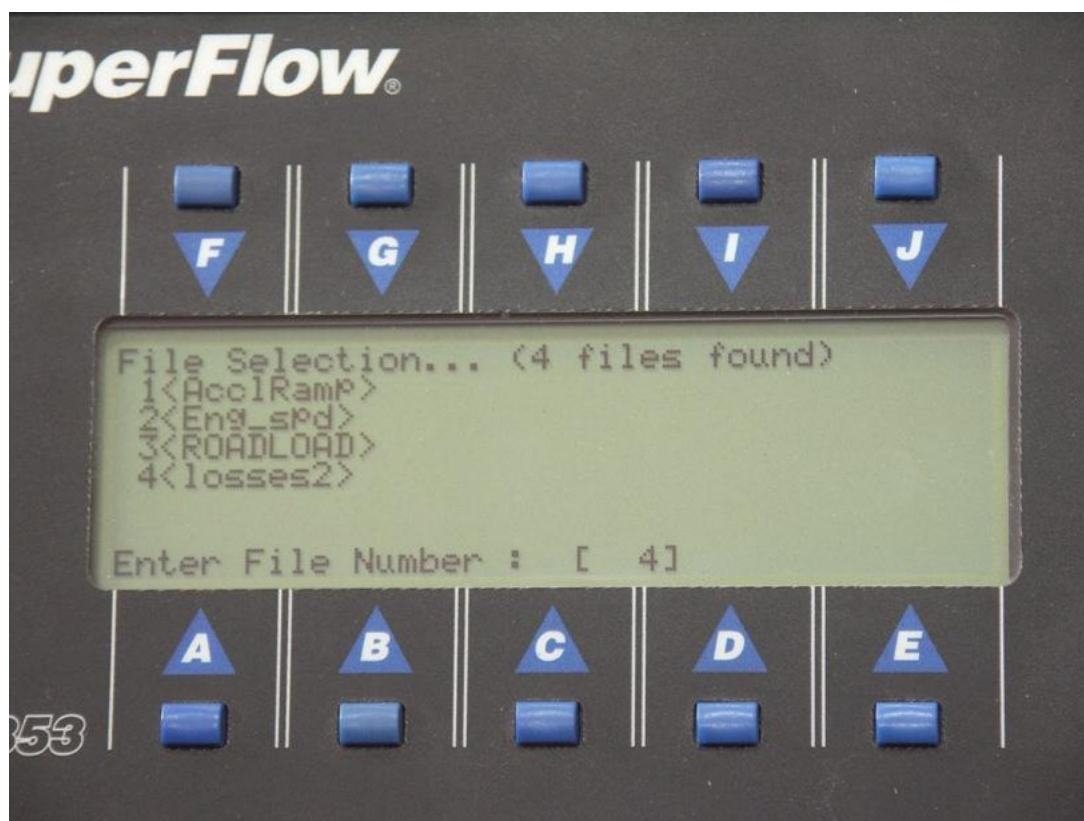
Gdy nie ma wybranego testu : None (Select test pozwala wybrać lub zmienić aktualny test)



Dostępne testy

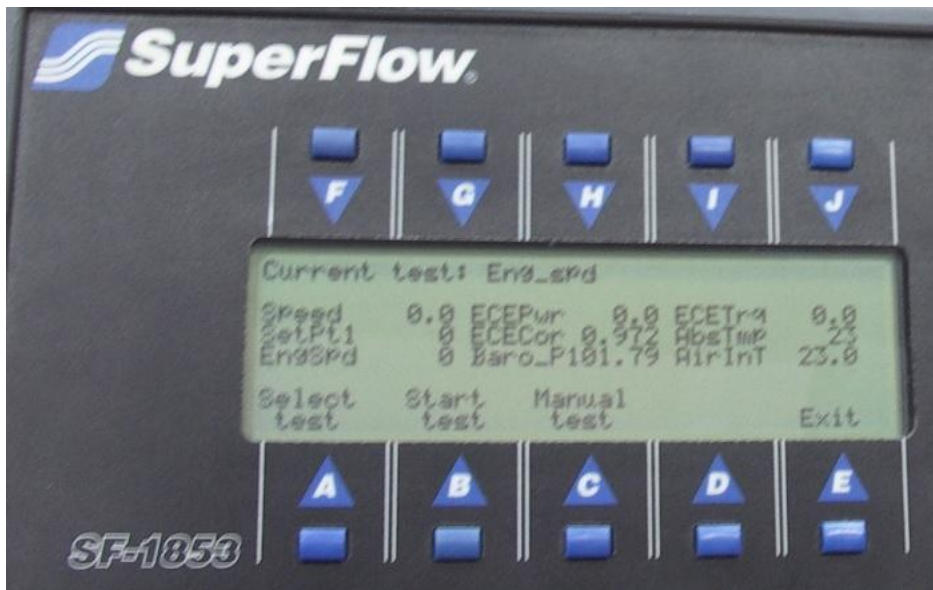


Wybór testu Losses2 (straty własne pojazdu)



6.3 Ocena prawidłowości działania sprzęgła.

Do sprawdzenia sprzęgła wykorzystamy Test ręczny (**Manual Test**)



Sprzęgło sprawdza się w dwóch stanach pracy

- *załączenie*
- *wyłączenie*

6.3.1 .Prawidłowe załączenie sprzęgła.

wykonać czynności przygotowawcze,

- *rozpędzić samochód, na biegu najwyższym, do prędkości obrotowej wału korbowego, odpowiadającej mocy maksymalnej silnika,*
- *odczytać prędkość jazdy samochodu z prędkościomierza hamowni,*
- *obciążyć samochód hamulcem, aż do uzyskania maksymalnego obciążenia, utrzymując jednak stałą prędkość obrotową silnika pedałem przyśpiesznika,*
- *odczytać prędkość jazdy samochodu z prędkościomierza hamowni,*

Porównawcza metoda pomiaru polegająca na porównaniu prędkości jazdy samochodu dla danej prędkości obrotowej silnika pozwala na ominięcie kłopotliwego przeliczania prędkości obrotowej silnika na prędkość jazdy (nie wymaga to znajomości całkowitego przełożenia układu napędowego).

WNIOSKOWANIE.

Dla samochodu ze sprawnym, technicznie, sprzęgłem nie uwidaczniają się różnice pomiędzy jazdą z obciążeniem, a jazdą bez obciążenia.

► Natomiast różnice porównywanego parametru:

- ♦ *prędkość jazdy przy stałej prędkości obrotowej silnika (z obciążeniem i na jałowo) lub:*
- ♦ *prędkość obrotowa silnika przy stałej prędkości jazdy (z obciążeniem i na jałowo)*

będą świadczyć o poślizgu sprzęgła.

6.3.2 .Prawidłowe wyłączenie sprzęgła.

- *przy silniku pracujący z prędkością obrotową wału korbowego $n = 2000$ [obr/min] na 1-biegu i z wciśniętym sprzęgłem obserwować, czy koła napędowe samochodu obracają się i odczytać ewentualną prędkość pojazdu na wskaźniku hamowni.*

WNIOSKOWANIE.

Przy sprzęgle znajdującym się w prawidłowym stanie, koła nie powinny się obracać na rolkach. Obracające się koła napędowe będą świadczyć o niepełnym rozłączeniu silnika ze skrzynią biegów. (Minimalny moment oporowy stawiany przez rolki hamowni upoważnia do takiego wniosku)

6.4 Ocena szybkościomierza badanego samochodu.

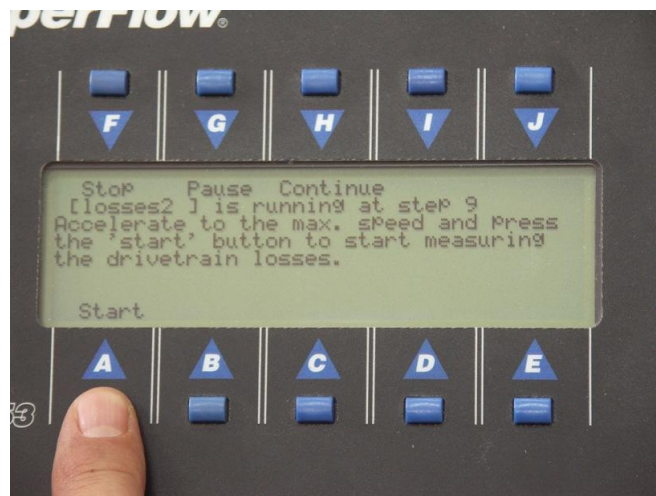
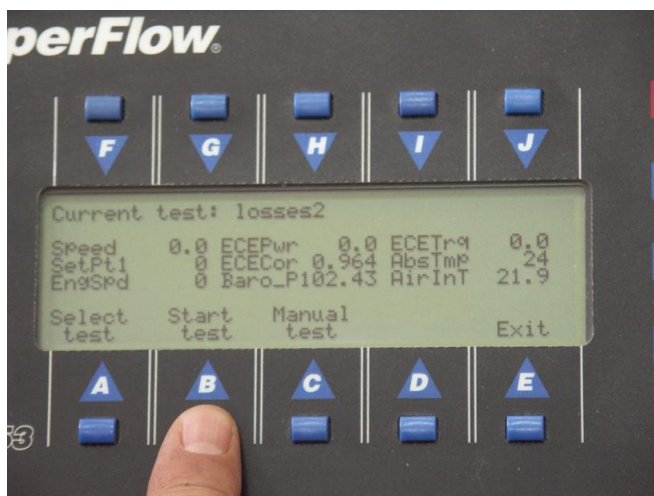
wykonać czynności przygotowawcze,

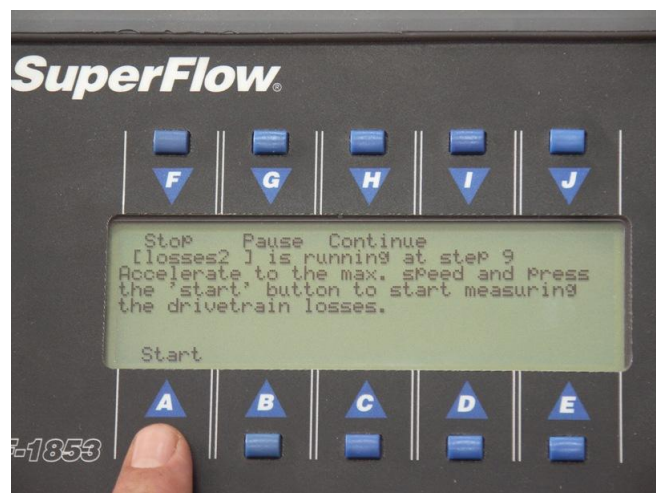
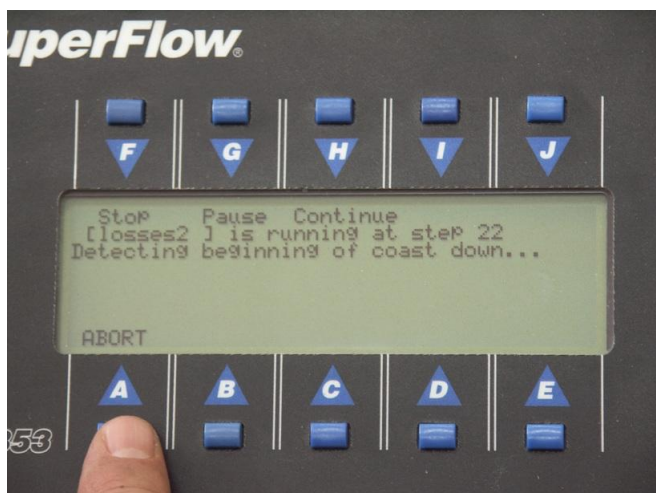
Próby należy przeprowadzić przy trzech, czterech lub pięciu prędkościach kontrolnych, w zależności od maksymalnej szybkości osiąganey przez badany pojazd.

- *Ocena ta może być traktowana tylko jako eksploatacyjna, a nie legalizacyjna.*
- *Powyżej prędkości 80m [km/godz] nie dopuszcza się odchyłek ujemnych*

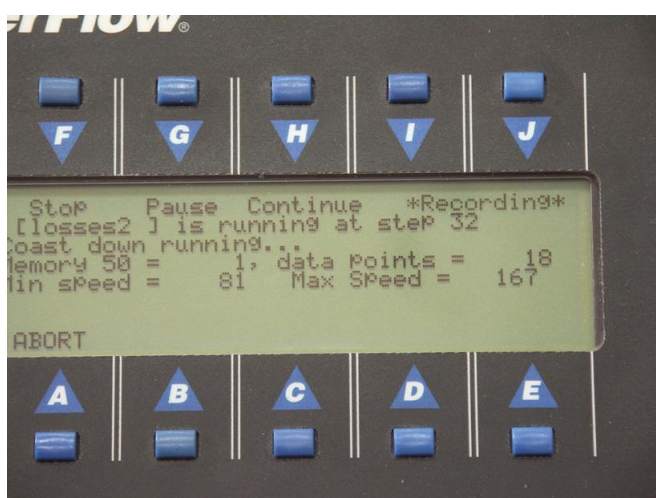
6.5 Pomiar strat własnych samochodu.

Uruchomić test Losses2





W trakcie wykonywania testu pokazują się rejestrowane wartości



7. Przeprowadzanie pomiarów

7.1 Dane producenta

Nissan Almera Hatchback 1,4 GX

Moc	75	KM
	55,2	KW
Moment	116	Nm
V max	169	km/h
do 100 km/h	12,8	s
długość	4120	mm
wysokość	1395	mm
szerokość	1690	mm
pojemność	1392	cm ³
masa	1035	kg
masa dopuszczalna	1545	kg

7.2 Pomiary drogowe warunki.

Pomiary te powinny być dokonane co najmniej na dwóch pojazdach tego samego typu. Następnie należy wyznaczyć ich wartość średnią. Badane pojazdy powinny znajdować się w prawidłowym stanie technicznym. Aby to stwierdzić należy dokonać następujących prób:

- *pełna diagnostyka silnika,*
- *sprawdzenie zbieżności kół ,*
- *sprawdzenie ciśnienia w ogumieniu,*
- *sprawdzenie drogi wybiegu.*

Pomiary drogowe zużycia paliwa (PN - 67/S - 04000) przeprowadzić należy w następujących warunkach:

- *ciśnienie atmosferyczne w granicach 730 ÷ 765 [mmHg],*
- *temperatura otoczenia 5 ÷ 30 °C,*
- *prędkość maksymalna wiatru 3 m /s,*
- *droga: utwardzona, prosta, gładka, o długości 5 ÷ 6 km z pochyłościami nie przekraczającymi 1,5 %,*
- *temperatura silnika 80 ± 5 °C,*
- *ciężar pojazdu nominalny,*
- *ciśnienie w ogumieniu nominalne,*
- *pomiar dwukrotny (w obu kierunkach) na tym samym odcinku,*
- *urządzenie pomiarowe klasy 1,5*

W czasie badań drogowych notujemy: parametry dla konkretnego biegu w funkcji prędkości.

Wartość średnia serii pomiarów, z obu kierunków jazdy, jest

- *wskaźnikiem obciążenia silnika, przy danej prędkości jazdy na drodze.*

Aby zapewnić w miarę te same warunki pomiaru należy niezwłocznie, po dokonaniu badań drogowych, przeprowadzić pomiary na hamowni.

7.3 Pomiary drogowe

W czasie badań drogowych do rejestracji pomiarów używamy diagnostyk Consult II

7.3.1 Diagnostyka CONSULT - II.

NISSAN

CONSULT-II

AED00A-1

START

SUB MODE

LIGHT COPY

SELECT SYSTEM

ENGINE

ABS

SELECT DIAG MODE

WORK SUPPORT

SELF-DIAG RESULTS

DATA MONITOR

ACTIVE TEST

ECM PART NUMBER

BACK LIGHT COPY

1. Naciśnij „START” na ekranie.

- ♦ *ENGINE -badanie silnika*
- ♦ *ABS - badanie ABS - u*

2. Naciśnij „ENGINE” w celu pomiaru parametrów.

monitorowanie konkretnego czujnika wraz z sygnałami sterującymi nim

- ♦ *wyniki samodiagnozy*
- ♦ *monitor danych (wybór czujników)*
- ♦ *test poszczególnych czujników*
- ♦ *numer seryjny sterownika silnika*

3. Wybierz „DATA MONITOR”

DATA MONITOR

SELECT MONITOR ITEM

ECM INPUT SIGNALS

MAIN SIGNALS

SELECTION FROM MENU

SETTING Numerical Display

MODE BACK LIGHT COPY

sygnały wchodzące do sterownika

- ♦ wszystkie sygnały (wejściowe i wyjściowe)
- ♦ wybór sygnałów do rejestracji

Naciśnij „MAIN SIGNALS” jeśli chcesz rejestrować wszystkie dostępne sygnały.

Wybierz „SETTING” w celu doboru czasu rejestracji oraz chwili jej rozpoczęcia

Zawsze mamy stałą liczbę próbek 100% pamięci

„TRIGGER POINT” – określa % pamięci zarejestrowanej do naciśnięcia przycisku „RECORD” reszta to dane z okresu po jego naciśnięciu.

„RECORDING SPEED” – określa szybkość rejestracji,

► dla rejestracji krótkotrwałych do (5s) zaleca się ustawić

- ♦ TRIGGER POINT = 0%
- ♦ RECORDING SPEED = MAX

dla rejestracji długotrwałych do (15min) zaleca się ustawić

TRIGGER POINT = 100%

RECORDING SPEED = MIN

SET RECORDING CONDITION

AUTO TRIG

MANU TRIG

TRIGGER POINT

Recording Speed

MODE BACK LIGHT COPY

DATA MONITOR	
MONITOR	NO DTC
CMPS-RPM(REF)	0 rpm
MAS AIR/FL SE	0.94 V
COOLANT TEMP/S	18 °C
O2S1	0.90 V
M/R F/C MNT	LEAN
A/F ALPHA	100 %
VHCL SPEED SE	0 km/h
BATTERY VOLT	9.4 V
THRTL POS SEN	0.62 V
Page Down	
RECORD	
MODE	BACK
LIGHT	COPY

Sygnały mierzone za pomocą funkcji „MAIN SIGNALS”:

- ♦ CMPS-RPM(REF) - prędkość obrotowa
- ♦ MAS AIR/FL SE - masa powietrza zasysanego
- ♦ COOLANT TEMP/S - temperatura silnika
- ♦ O2S1 - napięcie sondy lambda
- ♦ M/R F/C MNT - stan mieszanki (LEAN - uboga, REACH - bogata)
- ♦ A/F ALPHA – współczynnik nadmiaru powietrza
- ♦ VHCL SPEED SE – prędkość pojazdu
- ♦ BATTERY VOLT – napięcie akumulatora
- ♦ THRTL POS SEN – położenie przepustnicy

DATA MONITOR	
MONITOR	NO DTC
START SIGNAL	OFF
CLSD THL POS	ON
AIR COND SIG	OFF
P/N POSI SW	OFF
PW/ST SIGNAL	OFF
LOAD SIGNAL	OFF
INJ PULSE	1.0 msec
IGN TIMING	6 BTDC
IACV-AAC/V	0 %
Page Up	Page Down
	RECORD

- ♦ START SIGNAL – włączenie rozrusznika
- ♦ CLSD THL POS – czujnik zamknięcia przepustnicy
- ♦ AIR COND SIG – sygnał włączenia klimatyzacji
- ♦ P/N POSI SW - czujnik położenia neutralnego w skrzyni biegów
- ♦ PW/ST SIGNAL – sygnał informujący sterownik o zwiększonym poborze mocy przez odbiorniki pojazdu
- ♦ LOAD SIGNAL – sygnał obciążenia silnika
- ♦ INJ PULSE – czas wtrysku paliwa
- ♦ IGN TIMING – kąt wyprzedzenia zapłonu
- ♦ IACV – AAC/V – otwarcie zaworu powietrza dodatkowego na biegu jałowym

DATA MONITOR	
MONITOR	NO DTC
PW/ST SIGNAL	OFF
LOAD SIGNAL	OFF
INJ PULSE	1.0 msec
IGN TIMING	6 BTDC
IACV-AAC/V	0 %
AIR COND RLY	OFF
FUEL PUMP RLY	OFF
COOLING FAN	OFF
EGRC SOL/V	ON
Page Up	
	RECORD
MODE	BACK
LIGHT	COPY

- ♦ AIR COND RLY - przekaźnik pompy paliwa
- ♦ FUEL PUMP RLY –przekaźnik pompy paliwa
- ♦ COOLING FAN - wentylator silnika
- ♦ EGRC SOL/V - zawór recyrkulacji spalin

W celu rejestracji naciśnij przycisk „**RECORD**”.

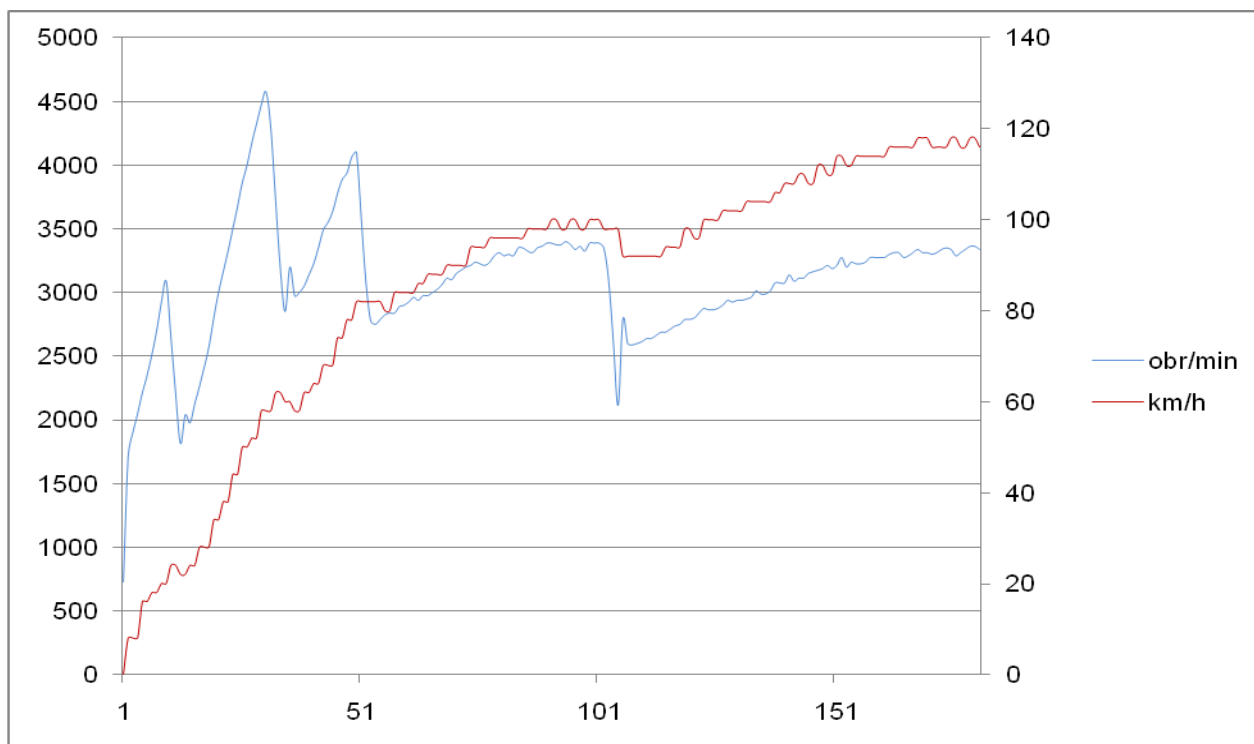
Po rejestracji naciśnij przycisk „**STORE**” w celu zachowania wyników .

Wyniki zostaną zachowane w pamięci diagnostyka. (Tylko dwie serie pomiarów są przechowywane w pamięci).

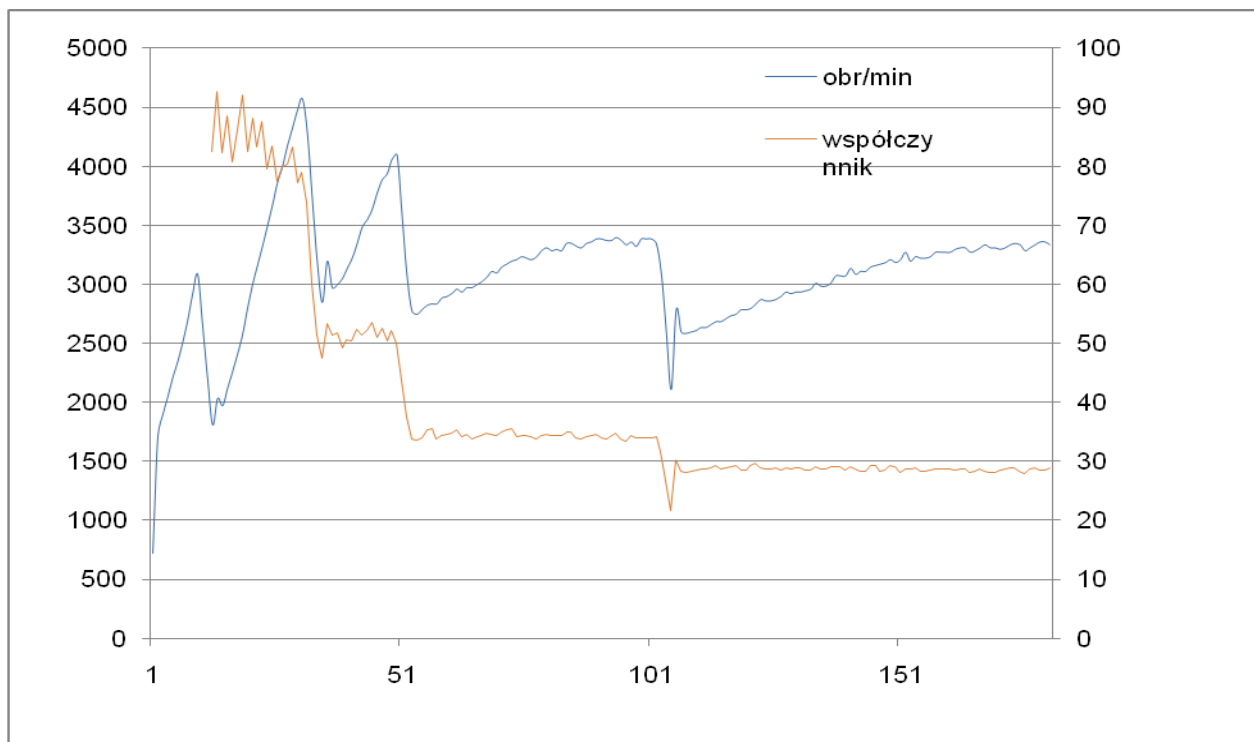
Po wywołaniu pomiarów z pamięci można wydrukować wyniki naciskając przycisk „**PRINT ALL**” (ekran przewija się sam).

7.4 Wyniki Consult

Po wprowadzeniu danych pomiarowych do arkusza Excel można uzyskać wykresy

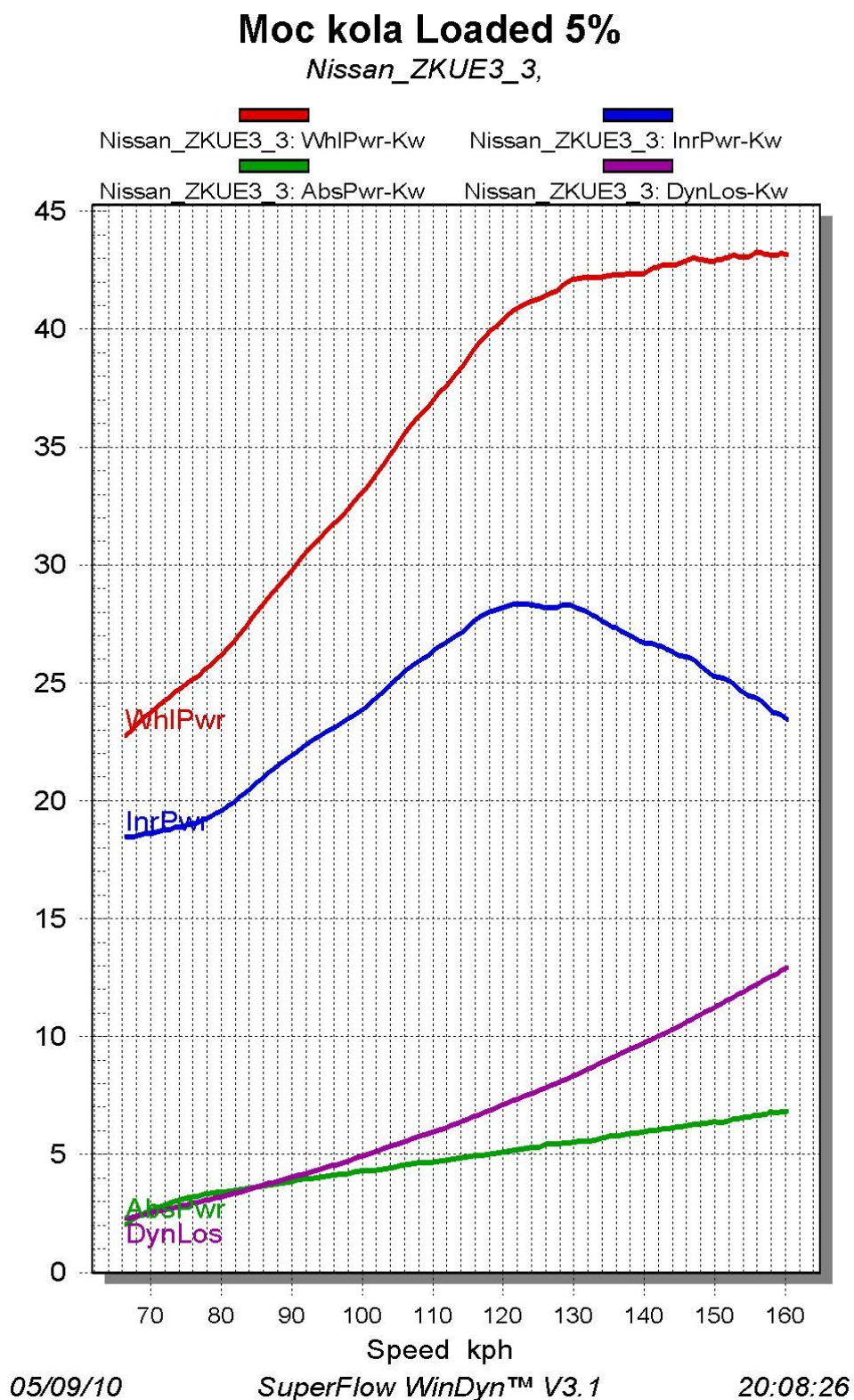


Z pomiarów współczynnik przełożenia dla IV biegu $\frac{n}{V} = 34,37 \frac{\text{obr}}{\frac{\text{min}}{\frac{\text{km}}{\text{h}}}}$



7.5 Wyniki Hamownia

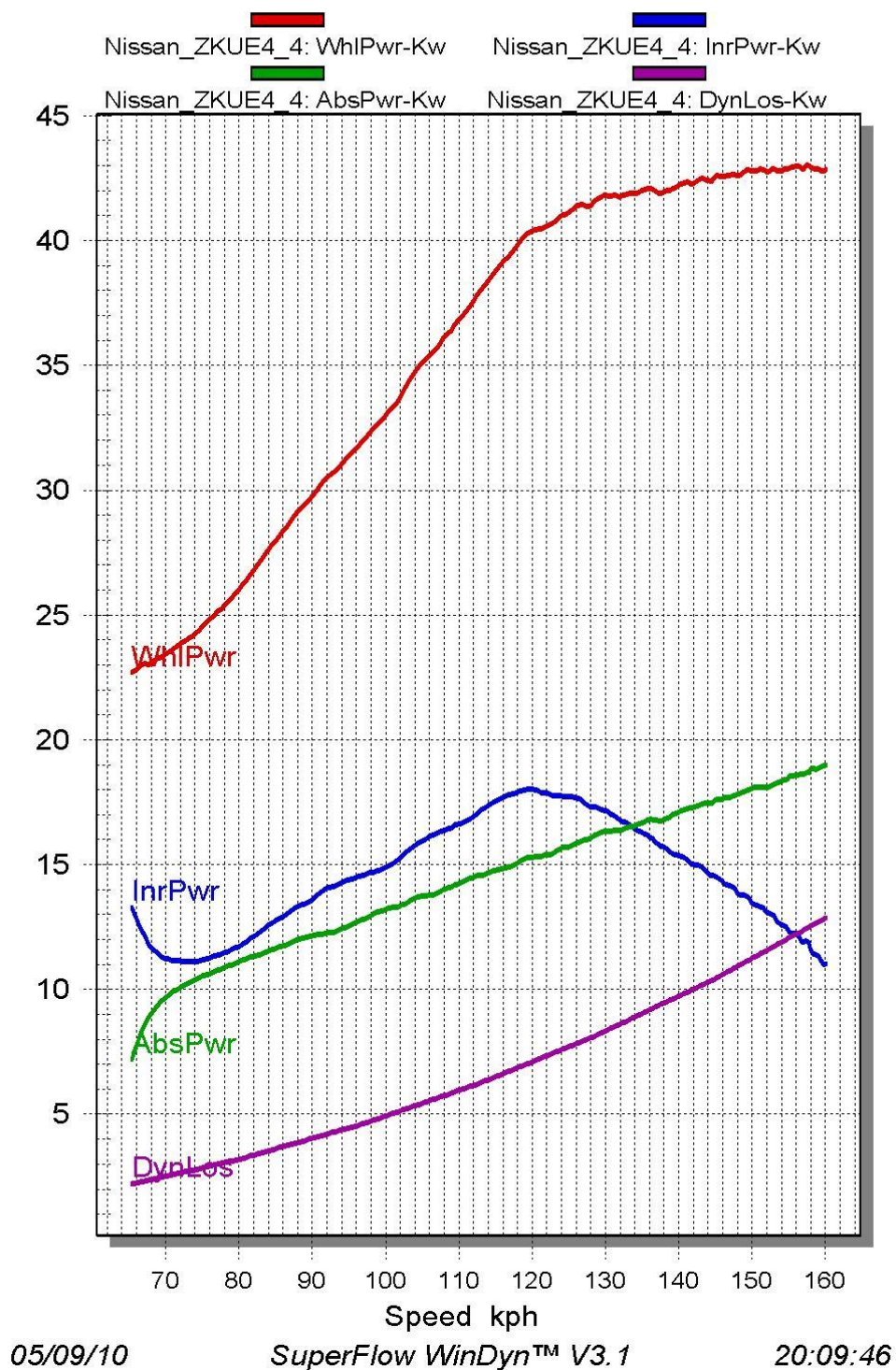
Przykładowe wykresy z testu Loaded z obciążeniem 5%



Wyniki dla testu Loaded z obciążeniem 10%

Moc kola Loaded 10%

Nissan_ZKUE4_4,



7.6 Sprawozdanie powinno zawierać:

W ćwiczeniu głównym zadaniem studentów jest prawidłowa interpretacja uzyskanych wyników. Zakres zagadnień zostanie podany w trakcie ćwiczenia

8. Literatura:

S. Orzełowski Budowa podwozi i nadwozi samochodowych,
J. Januła Poprawa ekonomiczności i dynamiki samochodów osobowych,
M. Konopiński Elektronika w technice motoryzacyjnej,