

HUNTER DSP 600 w stacji kontroli pojazdów o dmc do 3,5 tony

Urządzenie do pomiaru i regulacji ustawienia kół i osi samochodów wykorzystane jest w stacji kontroli pojazdów zgodnie z zaleceniami rozporządzenia "227", czyli do pomiaru i oceny mimo, że możliwości urządzenia są dużo większe. Poniżej omówione zostaną tylko funkcje przypisane jednostce SKP.

Pomiar geometrii ustawienia kół samochodu, zgodnie z zaleceniami producenta, jak też ustawodawcy, gwarantuje jego bezpieczne prowadzenie, równomierne zużycie opon i decyduje o niskim zużyciu paliwa. Prawidłowy pomiar geometrii kół jest uwarunkowany wykonaniem przez diagnostę wielu skomplikowanych czynności. Te jednak, najczęściej z chęci skrócenia czasu wykonywania pomiaru, są pomijane. Ponadto złożona procedura pomiaru może być również przyczyną niezamierzonych błędów.

Nowoczesne stanowisko do pomiaru geometrii powinno umożliwiać przede wszystkim szybkie wykonanie pomiaru, przy jak najmniejszej liczbie czynności dodatkowych i jak najmniejszym udziale człowieka, który może popełnić błąd. Zgodnie z tymi założeniami amerykańska firma **HUNTER Engineering Company** opracowała urządzenie do pomiaru geometrii z serii 811 wyposażone w układ pomiarowy DSP 600.

Spis treści

1. Stanowisko do pomiaru geometrii z układem pomiarowym DSP 600	1
2. Zalety pasywnych głowic pomiarowych i oprogramowania WinAlign	3
3. Przeprowadzanie pomiaru	4
4. Otrzymane wyniki pomiarów geometrii kół i ich interpretacja	5
5. Zalety metody pomiarowej wykorzystującej pasywne głowice pomiarowe	8
7. Współpraca urządzeń do pomiaru geometrii firmy HUNTER z układem pomiarowym DSP 600	8
8. Obsługa układu pomiarowego DSP 600	8

1. Stanowisko do pomiaru geometrii z układem pomiarowym DSP 600

Układ pomiarowy DSP 600 (fot. 1), czyli serce stanowiska, składa się z: czterech tzw. pasywnych głowic pomiarowych oraz stojaka, w którym na końcach poziomego ramienia są zamontowane 4 kamery i źródła światła pracującego w zakresie światła widzialnego i niewidzialnego. Podział ten zastosowano w kolejnej już generacji urządzenia ze względu na:

- możliwość zorientowania się, że system działa (czerwone światło widzialne – Deep Red)
- zwiększenia skuteczności oświetlania omówionych dalej tarcz tzw. głowic pasywnych - wyeliminowania wrażliwości na światło słoneczne i refleksy "oślepiające" kamery (światło niewidzialne - podczerwień)



Fot. 1. Podstawowymi elementami układu DSP 600 do pomiaru geometrii zawieszona są: stelaż z zamontowanymi z czterema kamerami i układem oświetlającym oraz tzw. pasywne głowice, montowane na koła pojazdu.

Głowica pasywna, to płyta pokryta jednostronnie materiałem odbijającym światło, na której naniesiony jest "obraz" w postaci trójkątów równobocznych ze ściętymi narożnikami. Wybór trójkątów jako figur geometrycznych zamiast np. okręgów wynika z faktu, że układ optyczny kamery łatwiej identyfikuje w przestrzeni figury złożone z odcinków linii prostej niż linie krzywe, dając tym samym bardziej jednoznaczne i powtarzalne wyniki pomiarów. Nazywanie tarcz głowicami pasywnymi ma swoje źródło w tym, że nie wysyłają żadnych sygnałów - ani drogą elektryczną, radiową, czy świetlną (jedynie odbijają światło wysłane przez emiterzy znajdujące się w pobliżu kamer cyfrowych).

Do dokonania pomiaru, głowice pasywne są montowane za pomocą uchwytów samocentrujących (o zakresie średnic obręczy od 10 do 24,5") do kół samochodu. (fot. 2). W celu stworzenia dogodnych warunków pracy, samochód ustawiony jest na podnośniku lub na stanowisku kanałowym. Jeśli trzeba przeprowadzić regulację, może on być podniesiony wyżej niż pokazuje fotografia, przy czym równoczesna regulacja i pomiar ustawienia kół będą nadal możliwe. Możliwość pracy na różnych wysokościach uzyskujemy dzięki czterem szerokokątnym kamerom typu CMOS.



Fot. 2. Stanowisko do pomiaru geometrii z układem pomiarowym DSP 600 w działaniu:
1 – dźwignik, 2 – pasywne głowice pomiarowe, 3 – kamery i układ oświetlający zamontowane na stojaku, 4 – jednostka sterująca systemem wraz z monitorem.

Głowice pasywne są zwrócone stroną pokrytą „obrazem” (niewidoczną na zdjęciu) w kierunku kamer zamontowanych na stojaku. Po każdej stronie stojaka zamontowane są dwie kamery, tak więc każda z nich obserwuje ruchy jednej głowicy pasywnej. Obok kamer zamontowane są źródła światła, które podczas pomiaru „oświetlają” odbijający „obraz” powierzchni głowic. Odbity obraz jest rejestrowany przez kamery, niosąc informację o aktualnej pozycji jaką zajmują głowice, bowiem w trakcie pomiarów, gdy koła obracają się lub są skręcane, one również zmieniają swoją pozycję. Rejestracja obrazu następuje w takcie błysków oświetlających tarcze głowic i dzieje się to z częstotliwością 8Hz dla każdej kamery.

Kamery przekazują te informacje dalej, do jednostki centralnej systemu wykorzystując złącze USB 2.0. Komputer, który na podstawie analizy informacji o kolejnych pozycjach, które zajmują głowice pasywne (ściślej: „obrazy” na nich naniesione), dokonuje obliczeń wartości parametrów informujących o ustawieniu kół i osi pojazdu. Zastosowana technologia przewyższa szybkością wszystkie inne wykorzystywane przy tego typu pomiarach dając diagnoście przekonanie, że wartości zmierzone i ich zmiany następują w czasie rzeczywistym. Jest to ważne nie tylko podczas pomiarów, ale też przy dokonywaniu regulacji.

Wieszaki służą do odwieszania głowic, gdy nie są zamontowane na koła.

2. Zalety pasywnych głowic pomiarowych i oprogramowania WinAlign

System DSP 600 posiada wiele opatentowanych funkcji wyróżniających go spośród innych. Zostaną one tylko wymienione z nazwy, aby poznać jak daleko technika wyręcza diagnostę w żmudnych, niekiedy, czynnościach, ale nie zwalnia, na szczęście, od myślenia. Opisy tych procedur i podprogramów są dostępne na stronie internetowej: <http://www.wimad.com.pl/>.

1. Opatentowane procedury pomiarowe i regulacyjne:

ExpressAlign®, WinToe®, Shim-Select® II, CAMM® (Control Arm Movement Monitor), Automatic Bushing Calculator® (ABC) Bushing, Faster Caster®, Baza narzędzi i zestawów, Widok Wirtualny®, Pasek zadań, Pomiary symetrii, Specjalistyczne procedury pomiarowe, Podpowiedź dźwiękowa, Menu skrócone, Maksymalny kąt skrętu i różnica kątów skrętu kół.

2. Inspekcja pojazdu:

Inspekcja na żywo, Inspekcja graficzna (Point & Click), Baza danych WebSpecs®.NET, Inspekcja ramy pośredniej i fotografie cyfrowe, Inspekcja opon, Wydruk z inspekcji, Alldata Undercar.

3. Trening multimedialny:

Trening multimedialny, Trening na żywo, Wideo regulacje, Wideo narzędzia i zestawy, Wideo Tech Diagnostic, AlignGuide®, Ilustracje regulacji, Fotografie regulacji.

4. Wydruki oraz bazy podzespołów:

Wydruk inspekcji, Wydruk wyników regulacji, Wydruk zlecenia, Baza danych Part Hunter®, MAP, I-Shop Compliance.

5. Hunter Online:

Baza danych fabrycznych WebSpecs®.NET, ShopResults.NET.

Zob. Opis zalet i procedur programu WinAlign: [Biuletyn nr 25: HUNTER - opcje oprogramowania WinAlign](#).

Zastosowanie kamer CMOS oraz brak części ruchomych oraz przystępny i jednocześnie bogaty w udogodnienia interfejs to główny powód zainteresowania systemem przez wielu producentów samochodów i diagnostów. Producent urządzenia produkuje też systemy z ruchomymi kamerami, ale większość klientów kupuje systemy z głowicami stałymi, aby obniżyć koszty długookresowe.

System został doceniony przez VW/Audi (VAS 6292), Mercedesa (HTA-MB-R) oraz BMW (KDS II) i zalecony dla dealerów tych firm na całym świecie. Pozyskanie homologacji niemieckich producentów jest istotne, ponieważ ich wymagania są bardzo wysokie. Trzeba poddać urządzenia długotrwałym testom. Testowane urządzenia muszą przynajmniej dorównywać wymaganiom dotychczas stosowanych systemów. Poza tym rozwój technik kontroli jazdy postawił wymóg np. sprawdzenia i regulacji urządzeń kontrolujących odległość od poprzedzającego samochodu (ADR/ACC). Innym wymogiem było wyeliminowanie obrotnic elektronicznych, jako zawodnego ogniwa w dotychczas stosowanych urządzeniach. Konieczne było więc, rozwiązanie problemu pomiaru maksymalnego kąta skrętu kół. To z kolei wymusiło zastosowanie kamer o tak szerokim kącie „widzenia”, aby możliwy był pomiar tego kąta w zakresie +/- 50°. Również w płaszczyźnie pionowej należało wymyślić metodę pomiaru prześwitu. Jest to teraz możliwe jednocześnie dla czterech kół i bez dodatkowych czynności.

W porównaniu do dotychczas stosowanych głowic pomiarowych, głowice pasywne:

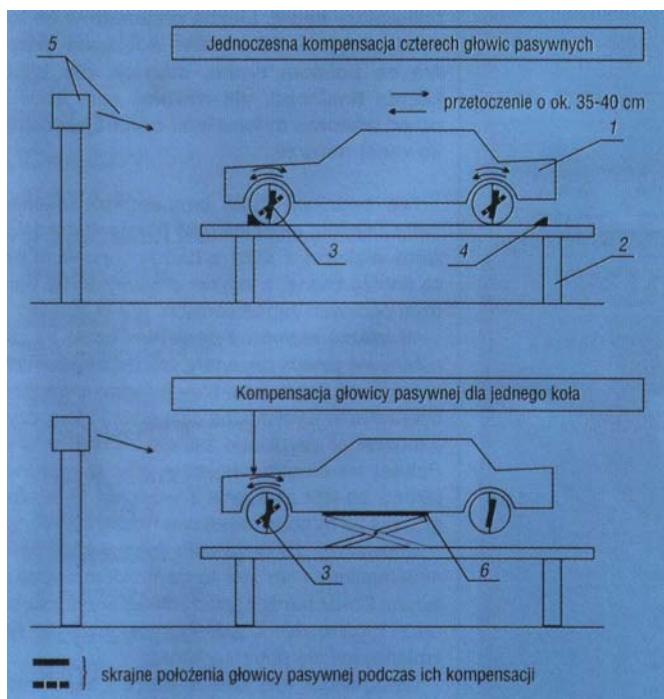
- nie zawierają żadnych układów elektronicznych
- nie są połączone z jednostką centralną żadnymi przewodami
- nie wymagają zasilania i nie wysyłają żadnych sygnałów, np. strumienia światła laserowego
- istnieje możliwość wykonania kompensacji bicia obręczy bez unoszenia kół pojazdu
- są odporne na upadek
- nie wymagają żadnych regulacji (kalibracji)
- zapewniają najwyższą szybkość aktualizacji danych w czasie pomiaru (w czasie rzeczywistym)
- system można montować we współpracy ze stanowiskami na kanale diagnostycznym lub na dźwigniku diagnostycznym (nożycowym lub czterokolumnowym)

3. Przeprowadzanie pomiaru

Czynności wstępne. Po wprowadzeniu samochodu na podnośnik, ustawieniu kół na wprost (orientacyjnie), na uprzednio zablokowanych przed obrotem obrótnicach oraz zaciągnięciu hamulca ręcznego należy sprawdzić stan ogumienia i ciśnienia w nim. Z bazy danych, która zawiera dane do modeli samochodów produkowanych w ostatnich 20 latach (na zamówienie też do old-timerów) należy wybrać dane o ustawieniu geometrii dla danego modelu samochodu. Aktualizacja bazy danych odbywa się standardowo corocznie lub w każdej chwili przez ściągnięcie najnowszych modeli z Internetu. Baza danych zawiera nie tylko dane regulacyjne lecz też zdjęcia (ok. 3000) i filmy instruktażowe (ok. 200). Teraz można już i przystąpić do sprawdzania stanu wszystkich elementów podwozia, zgodnie z informacjami, w formie zdjęć cyfrowych (tzw. inspekcja cyfrowa), ukazującymi się na ekranie jednostki centralnej. Ponadto baza danych zawiera informacje o narzędziach niezbędnych do wykonania regulacji ustawienia kół w danym samochodzie.

Następnie pod koła lewej strony pojazdu, z przodu i z tyłu, należy podłożyć kliny zabezpieczające i przejść do montażu na koła uchwytów głowic pasywnych i samych głowic. Obracając głowice względem uchwytów należy ustawić je w tzw. pozycji wyjściowej, kierując się poziomą zamontowaną w głowicy. Po ich ustawieniu trzeba ją w tym położeniu zablokować.

Kompensacja głowic pomiarowych. Jej celem jest uniknięcie błędów pomiarowych, spowodowanych błędem kołowości koła, biciem tarczy koła oraz niedokładnością montażu uchwytu głowicy lub głowicy pasywnej w uchwycie. Można ją jednocześnie przeprowadzić dla wszystkich czterech kół pojazdu (fot. 3a) lub oddzielnie dla każdego z kół (fot. 3b). Rozpoczynając pomiar geometrii stosujemy pierwszą z metod. Kompensację głowicy pasywnej dla wybranego koła (omówimy ją oddzielnie) wykonuje się tylko dla głowicy, która była zdejmowana z danego koła np. w celu przeprowadzenia regulacji kąta pochylenia koła.



Fot. 3. Kompensację pasywnych głowic pomiarowych można przeprowadzić na dwa sposoby:
a) przetaczając samochód po podnośniku, dla jednoczesnej kompensacji wszystkich głowic;
b) obracając w dwóch kierunkach wybrane koło uniesionego pojazdu, tylko dla kompensacji głowicy zamontowanej na tylnym kole.

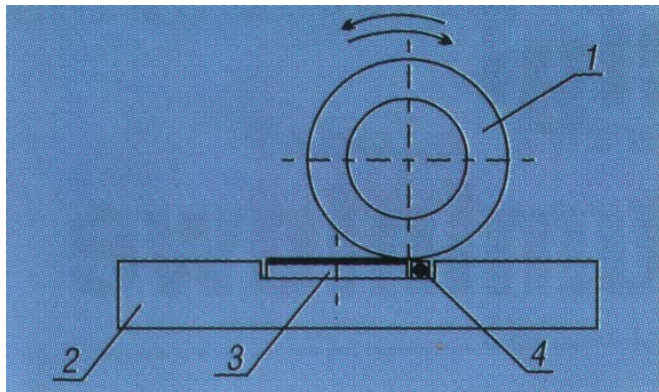
Oznaczenia:
1. Sprawdzany samochód
2. Podnośnik
3. Głowica pasywna
4. Kliny pod koła
5. Kamery i układ oświetlający zamontowany w stojaku
6. Podnośnik pomocniczy

Pomiar ustawienia kół i osi pojazdu. Rozpoczynamy od kompensacji wszystkich głowic pasywnych, połączoną z pierwszym pomiarem. Czynności te można wykonać bez podnoszenia pojazdu lub unieść samochód na wysokość dogodną do przeprowadzenia ewentualnej regulacji. W tym celu:

- pomiędzy obrótnicę a podnośnik należy włożyć tzw. wkładkę przejazdową (fot. 4), która wypełni lukę pomiędzy obrótnicą a podnośnikiem i umożliwi przetaczanie samochodu bez wstrząsów (mogących zakłócić pomiar)
- zablokować kierownicę w położeniu na wprost
- cofnąć klin (fot. 3a.) zabezpieczający od tyłu, tylne lewe koło pojazdu, o ok. 40 cm
- zwolnić hamulec ręczny

Następnie przekręcając za tylne lewe koło, należy przetoczyć samochód do tyłu ok. 35 do 40 cm, a następnie przetoczyć samochód do przodu, do oparcia się o klin pozostawiony pod przednim lewym kołem. Na ekranie ukażą się zmierzone dla obu osi i ich kół wartości:

- kąta pochylenia koła
- zbieżności całkowitej
- zbieżności połówkowej
- kąta znoszenia samochodu



Fot. 4. Podczas przeprowadzania kompensacji lub pomiaru, wymagających przetaczania samochodu po podnośniku (2), pomiędzy obrótnicę (3) a podnośnik musi być włożona wkładka przejazdowa (4). Likwiduje ona uskok pomiędzy obrótnicą i podnośnikiem, tak więc koło (1) może się bez wstrząsów przetaczać z obrótnicy na podnośnik i z powrotem.

Po wyjęciu zabezpieczeń z obrótnic, usunięciu wkładki przejazdowej, odblokowaniu kierownicy i zablokowaniu pedału hamulca w pozycji naciśniętej, przystępujemy do pomiaru następujących parametrów, zgodnie ze wskazówkami ukazującymi się na ekranie. Zaczynamy od ustawienia kół do jazdy na wprost. Następnie skręcamy koła w lewo i prawo i ponownie ustawiamy do jazdy na wprost. Na ekranie ukażą się wartości: kąta wyprzedzenia sworznia zwrotnicy, kąta pochylenia sworznia zwrotnicy oraz sumy kąta pochylenia sworznia zwrotnicy i kąta pochylenia koła.

Kompensacja pojedynczej głowicy pasywnej. Jest ona konieczna, gdy po przeprowadzeniu jednoczesnej kompensacji dla wszystkich głowic (fot. 3a), trzeba zdjąć głowicę z jednego lub więcej kół. Tylko dla tych głowic, musi być przeprowadzona indywidualna, ponowna kompensacja (fot. 3b). W tym celu, na kole uniesionego na pomocniczym podnośniku pojazdu, montuje się uprzednio zdemontowaną głowicę i ustawia się ją w pozycji wyjściowej (na podstawie wskazań poziomicz zamontowanej w głowicy). Następnie zgodnie z poleceniami programu należy obrócić koło do tyłu, a następnie do przodu. Po kompensacji głowic, które tego potrzebują, opuszczamy samochód i kilkakrotnie kołyszemy pojazdem w celu ułożenia zawieszenia – możemy ponownie przeprowadzić pomiary.

4. Otrzymane wyniki pomiarów geometrii kół i ich interpretacja

Czas pomiaru typowego samochodu, którego technologia nie narzuca użycia dodatkowych procedur waha się od 2-5 minut. Obejmuje on wprowadzenie danych lub skorzystanie z wprowadzonych już do bazy danych klienta i pojazdu, założenie głowic na koła i przeprowadzenie pomiaru właściwego (pierwotnego). Oczywiście nie wliczamy do tego czasu czynności przygotowawczych takich jak wprowadzenie samochodu na stanowisko, czy sprawdzenie stanu elementów zawieszenia lub pomiar ciśnienia w ogumieniu. Rezultaty pomiarów otrzymujemy na ekranie monitora i na wydruku w jednym z kilku zadanych formatów. Mogą one być składowane. Pojemność bazy określa się na 10-15 lat pomiarów! Można je oczywiście przesłać e-mailem na adres klienta (np. flotowego), można też wykorzystać w sieci wewnętrznej, ponieważ format przekazywanych danych (XML) jest taki sam jak użyty w systemie CEPIK i równocześnie jest kompatybilny z ASANETWORK.

Osobnym problemem, który udało się rozwiązać inżynierom z firmy HUNTER jest przypadek szczególny, jaki stanowią samochody ze zmodyfikowanym ("tuningowanym") w różnych firmach zawieszeniem przeznaczone do sportu lub na życzenie klienta. I tak będziemy mieli do czynienia z samochodem:

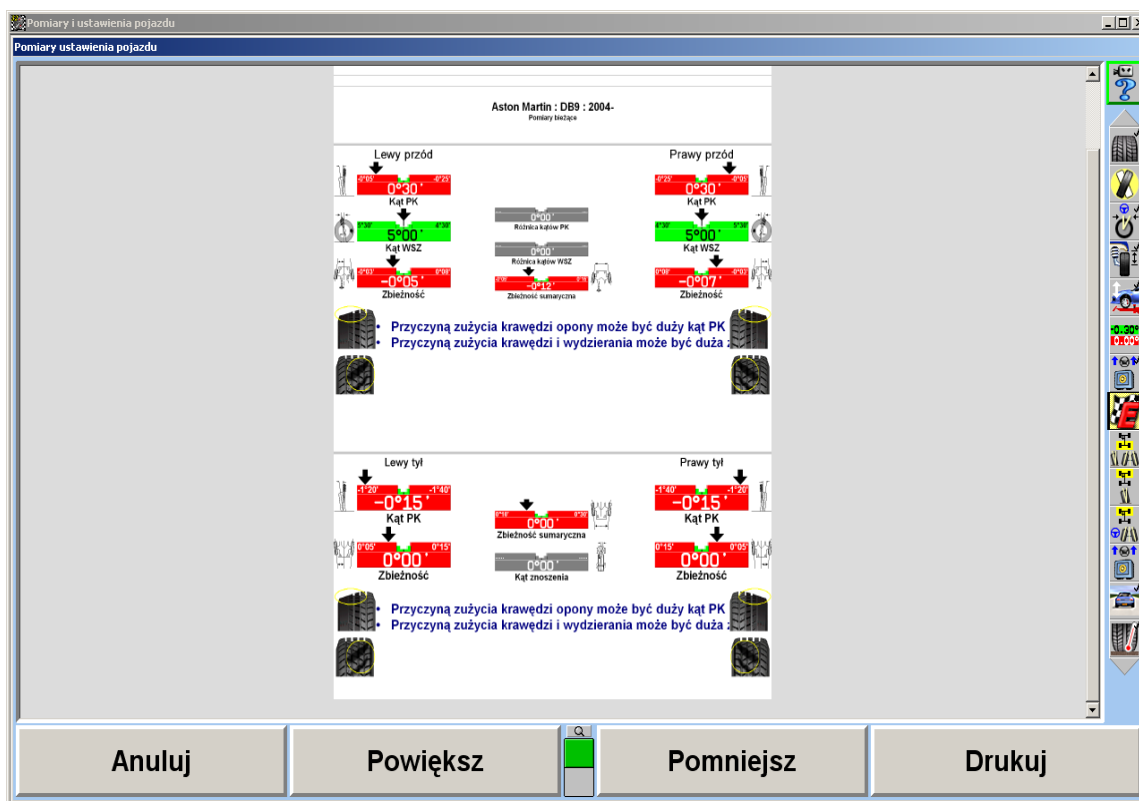
- bez przeróbek tzw. fabrycznym (bezwyпадkowym i powypadkowym), gdzie można zastosować dane będące w urzędzeniu a dostarczone i autoryzowane przez producenta samochodu. Tu sytuacja jest prosta
- przerobionym przez specjalistyczną firmę tuningową (czasem posiadającą homologację fabryki), gdzie np. nie możemy zastosować danych od Mercedesa S 600, bo mamy do czynienia z pojazdem firmowanym przez AMG. Tu najczęściej jest możliwy dostęp do danych tunera
- przerobionym do udziału w imprezie sportowej np. rajdzie. Taki samochód musi się poruszać po drodze publicznej i mieć ważne badanie techniczne (rejestracyjne)
- przerobionym amatorsko np. przez obniżenie zawieszenia – skrócenie sprężyn

We wszystkich czterech przypadkach jest możliwy pomiar ustawienia geometrii kół. Pomiar tak, ale co z weryfikacją i oceną zmierzonych wyników? Przecież chodzi o bezpieczeństwo. Otóż HUNTER z kamerami DSP 600 i oprogramowaniem WinAlign w wersji TUNER poprowadzi diagnostę i w takich przypadkach. Oczywiście pomiar w przypadku „a” będzie trwał przysłowiowe 5 minut. W pozostałych (b-d) może wymagać pomiarów np. na 10 wysokościach naprężonego lub podniesionego zawieszenia, czasem może wymagać jazdy próbnej i pomiaru temperatury opon. Oprócz pomiaru są oczywiście dwa inne wyjścia:

- dopuszczenie „trudnego” samochodu bez wykonania wystarczającej weryfikacji, czyli tzw. zaniechanie i brak wyobraźni
- odrzucenie pojazdu bez podania przyczyn tzw. odmowa

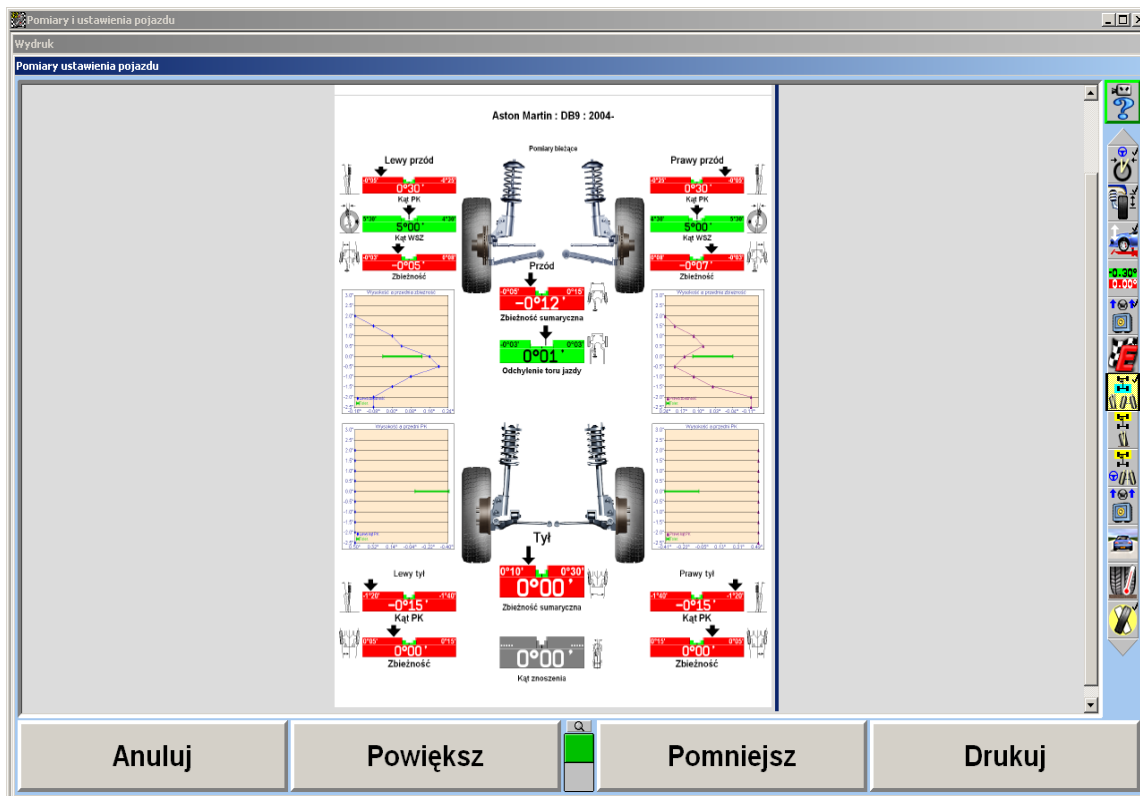
Kto weźmie odpowiedzialność jeśli samochód ulegnie wypadkowi - jak diagnosta udokumentuje badanie – w pierwszym przypadku? Jak też udowodni klientowi odmowę np. przed sądem – w przypadku drugim? Tak, więc pozostaje prawidłowe przeprowadzenie pomiaru.

Poniżej przykłady wydruków z pomiarów:



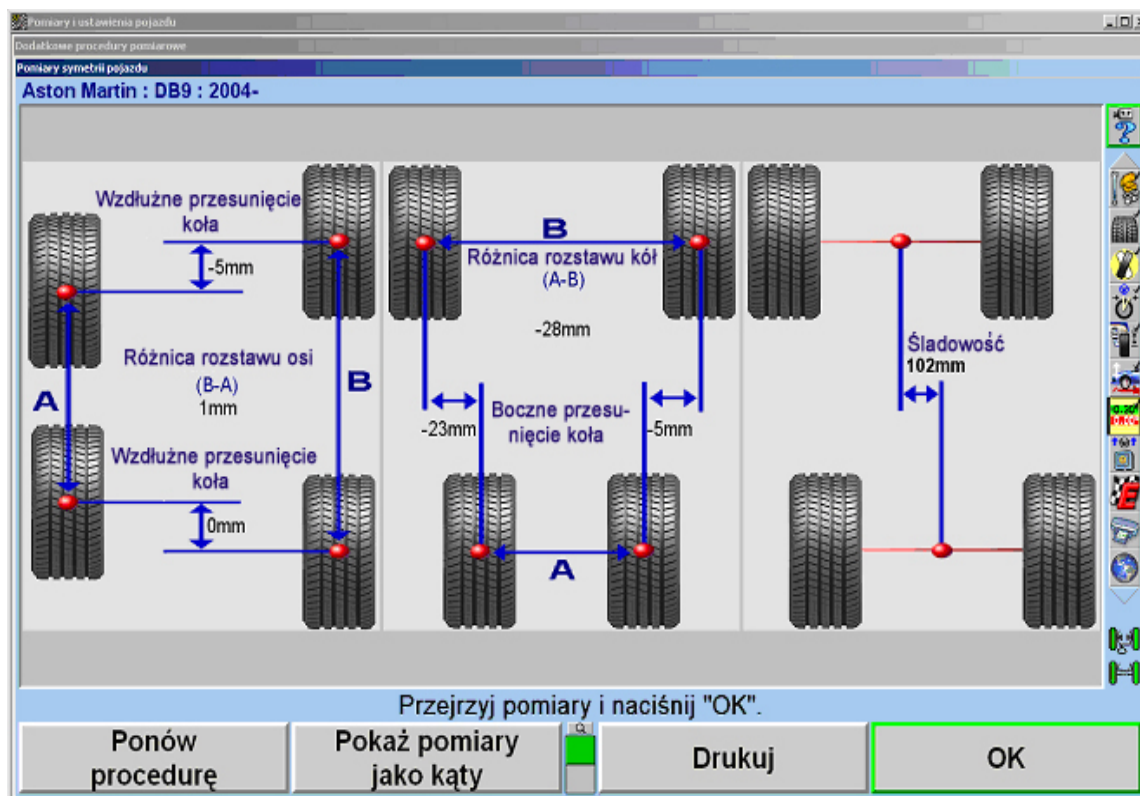
Fot. 5. Widok ekranu przedstawiający gotowe do wydruku pomiary w formie „analizy”.

Powyższy ekran pokazuje w formie rzeczywistej wydruk rezultatów pomiarów podstawowych parametrów geometrii samochodu (Aston Martin). Diagramy zawierają informacje o nazwie mierzonego parametru (kąta), polu tolerancji tego parametru, jego wartości bieżącej, strzałka pozwala na orientację gdzie wartość bieżąca znajduje się w stosunku do pola tolerancji, kolor określa jej położenie: i tak: zielony – wewnątrz pola tolerancji, czerwony – poza polem tolerancji, szary – pole tolerancji dla danego parametru nie zostało określone (np. przez producenta pojazdu, wtedy diagnosta kieruje się zaleceniami ogólnymi). Przy każdym diagramie oprócz nazwy jest zamieszczona jego definicja graficzna. Poniżej zgrupowanych kątów dla danej osi, jeśli któryś z kątów jest poza tolerancją znajduje się charakterystyczny rysunek i opis co takie ustawienie spowoduje podczas dalszej eksploatacji pojazdu, np. „przyczyną zużycia krawędzi opony może być duży kąt PK”, gdzie „duży” oznacza wartość nadmierną. Każdy wydruk zawiera również dane charakteryzujące konkretny samochód (VIN, nr rej.) oraz datę i godzinę badania oraz dane diagnosty. W tej formie można go wydrukować, zapamiętać lub przesłać e-mailem bezpośrednio z urządzenia lub z serwera.



Fot. 6. Widok ekranu przedstawiający gotowe do wydruku pomiary wraz z wykresami zmiany zbieżności połówkowej w funkcji wysokości zawieszenia.

Dla samochodów rzadkich, po tuningu lub rozległej naprawie powypadkowej warto przeprowadzić pomiary dla różnych „prześwitów” pojazdu. Można się wtedy dowiedzieć jak samochód będzie się zachowywał podczas pokonywania nierówności i czy parametry (tu: zbieżność) będą w polu tolerancji. Do tego można dołączyć pomiary innych parametrów w funkcji prześwitu np. kąta PK lub kąta znośnienia. Ostatecznie można analizę poprzeć pomiarami rozkładu temperatur opony na jej szerokości, które dadzą odpowiedź na szereg pytań.



Fot. 7. Widok ekranu przedstawiający gotowe do wydruku pomiary symetrii i śladowości.

Zdjęcie nr 7 jest ilustracją tego jak wygląda ustawienie kół w rzucie z góry. Jest to wydruk najczęściej pożądanym dla samochodów po kolizji (naprawie powypadkowej). Oprogramowanie podaje wyniki w milimetrach znając wcześniej zmierzone rozstawy kół i osi. Forma wydruku nie pozostawia miejsca na mylną interpretację.

5. Zalety metody pomiarowej wykorzystującej pasywne głowice pomiarowe

1. Maksymalnie uproszczona obsługa.
2. Nie wymaga dokładnie wypoziomowanego podošnika.
3. Nie wymaga oddzielnej kompensacji kaŹdego koła.
4. Nie wymaga unoszenia pojazdu lub napinania jego zawieszenia (chyba, Źe jest to narzucone przez procedury OEM producentów samochodów).
5. Wszystkie parametry mierzone sà na bieżàco.
6. MoŹliwość stosowania na stanowiskach przelotowych i nieprzelotowych.
7. Przy kaŹdym pomiarze moŹemy w krótkim czasie otrzymać do 50 parametrów charakteryzujących ustawienie geometrii kół i osi samochodów.
8. System jest przygotowany do rozbudowy o pomiar geometrii ustawienia kół i osi pojazdów o dmc powyŹej 3,5 t (wymaga to przystosowania stanowiska do pomiaru i zakupu tylko głowic pomiarowych DSP 500T i oprogramowania WinAlign Truck).

NaleŹy jednak pamiętać, równieŹ przy tej metodzie pomiarowej, Źe jeŹli pomiar zostanie dokonany dla pojazdu, który ma luzy w zawieszeniu lub ma niewłaŹciwe ciŹnienie w ogumieniu, to otrzymane wyniki będà błędne.

6. Współpraca urzàdzeń do pomiaru geometrii firmy HUNTER z układem pomiarowym DSP 600

Do współpracy z układem pomiarowym DSP 600 sà przystosowane jednostki sterujàce firmy HUNTER z serii 811. Jednak równieŹ urzàdzenia z serii 211, 411 oraz 611 (SKP), po zmianie oprogramowania i komputera z tzw. USB boxem, mogà współpracować z omówionym układem pomiarowym.

7. Obsługa układu pomiarowego DSP 600

Generalnie układ ten jest praktycznie bezobsługowy. NaleŹy utrzymać w czystości powierzchnie głowic pasywnych i układ optyczny kamer oraz nie dotykać ich rękami lub narzàdziami.