

## STANOWISKO DIAGNOSTYCZNE SYSTEMU NAWIGACJI TALIN

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono problem okresowych i doraźnych przeglądów systemu nawigacji TALIN. Opisano stanowisko diagnostyczne przeznaczone do tych przeglądów ze szczególnym uwzględnieniem interfejsu graficznego oprogramowania komputera tego stanowiska.

### DIAGNOSTIC STAND FOR TALIN NAVIGATION SYSTEM

**Abstract:** Some problems of seasonal and current technical overhauling for the navigation system TALIN are presented in the paper. The diagnostic stand designated to carry out the overhauling is described and especially its interface for graphic.

#### 1. Wstęp

Systemy nawigacji lądowej z rodziny TALIN montowane są obecnie na Kołowych Transporterach Opancerzonych (KTO) ROSOMAK, na wyrzutniach artyleryjskich LANGUSTA, a w najbliższej przyszłości przewiduje się jego montaż w wozach dywizjonów MLRS, samobieżnych moździerzach i innych wozach bojowych. Liczba tych systemów jest znaczna i ciągle rośnie. Podobnie jak każdy sprzęt używany w wojsku, system nawigacji podlega przeglądom okresowym do czego potrzebne są odpowiednie procedury i wyspecjalizowana aparatura, która nie jest dostarczana przez producenta nawigacji. Wychodząc naprzeciw temu zapotrzebowaniu w 2008r. wykonano w WITU stanowisko diagnostyczne dla systemu nawigacji TALIN wraz z metodyką wykonania sprawdzeń. Stanowisko to sprawdza poprawność działania 298 podzespołów i ich elementów, a po zakończeniu testów sporządza odpowiedni raport. Bardzo ważną zaletą tego stanowiska jest to, że w celu wykonania badań wystarczy podłączyć komputer do bloku INU (Inertial Navigation Unit) systemu nawigacji zamontowanego na pojeździe i włączyć system nawigacji.

#### 2. Zakres diagnostyki systemu nawigacji TALIN

W systemie nawigacji TALIN zainstalowano testy wewnętrzne które monitorują poprawność pracy wszystkich podzespołów w czasie:

- wykonywania procedury startu (po włączeniu zasilania),
- pracy (okresowo),
- wykonywania procedury zamknięcia systemu.

Ponadto testy niektórych podzespołów (np. INU, VMS) można wymusić specjalną komendą. Wyniki testów można pobrać z bloku INU na specjalną komendę wysłaną z zewnętrznego komputera. Komunikacja pomiędzy komputerem i blokiem INU jest realizowana przez port

szeregowy RS-422. Standardowo niektóre ostrzeżenia o uszkodzeniach wyświetlane są na DCDCU ale jest ich niewiele i nie dają pełnej informacji o stanie technicznym systemu nawigacji. Ostrzeżenia te informują o doraźnych uszkodzeniach, które mogą być usunięte przez użytkownika takie, jak: niesprawność autodiagnostyki INU, niesprawność autodiagnostyki VMS, niesprawność anteny GPS itp.

Testy wykrywają tryby pracy systemu i uszkodzenia oraz dostarczają informacje o:

- uszkodzeniach, które wystąpiły od startu systemu w bieżącym cyklu pracy,
- uszkodzeniach, które wystąpiły chociaż raz od pierwszego włączenia systemu po dostawie do użytkownika, tzw. historia uszkodzeń,
- bieżącym trybie pracy systemu nawigacji.

Częstotliwość dostarczanych informacji wynosi 1Hz.

Stanowisko diagnostyczne odczytuje z bloku INU wszystkie dostępne dane o stanie technicznym urządzeń i ich elementów oraz o bieżącym stanie pracy systemu nawigacji, a wyniki zobrazowuje na ekranie komputera. INU dostarcza 298 danych o stanie technicznym i 59 danych o stanie pracy systemu nawigacji. Wykaz tych danych jest obszerny i przekracza ramy niniejszego artykułu. Dlatego przedstawię tylko fragmenty tego wykazu w celu zobrazowania szczegółowości wykonywanych testów. Pełny wykaz można znaleźć w [3].

Tabela 2.1

Nr	Testowany podzespół / element (parametr)
1.	Podzespoły podlegające wymianie
1.1.	Żyroskop w osi U (X)
1.2.	Żyroskop w osi V (Y)
1.3.	Żyroskop w osi W (Z)
1.4.	Przyśpieszeniometer w osi R (X)
1.5.	Przyśpieszeniometer w osi S (Y)
1.6.	Przyśpieszeniometer w osi T (Z)
1.7.	Sprzężenie czujnika bezwładnościowego z tablicą połączeń
1.8.	Elektroniczny interfejs
1.9.	Karta rozszerzeń 4
1.10.	Karta rozszerzeń 3
1.11.	Karta rozszerzeń 2
1.12.	Układ procesora
1.13.	Karta rozszerzeń 1
1.14.	Zasilanie
2.	Żyroskop w osi U (X)
2.1.	Niesprawność występująca okresowo
2.2.	Gałąź prądowa urządzenia kontrolnego
2.3.	Kontrast odczytu urządzenia kontrolnego
2.4.	Intensywność (kontrast) lasera
2.5.	Stabilizacja żyroskopu
2.6.	Sygnał promienia
2.7.	Drgania silnika
2.8.	Amplituda drgań
2.9.	Wzrost/okres drgań
2.10.	Odczyt/zapis pamięci RAM procesora
2.11.	Suma kontrolna pamięci OPTPROM procesora
2.12.	Suma kontrolna pamięci EEPROM
2.13.	Suma kontrolna danych

Nr	Testowany podzespół / element (parametr)
2.14.	Suma kontrolna w procesie rozruchu
2.15.	Poprawność pomiarów
2.16.	Czujnik temperatury
3.	Żyroskop w osi V (Y)
:	Pozostałe podzespoły i ich elementy (parametry)

W tabeli 2.1 przedstawiono początek wykazu testowanych parametrów pod kątem sprawności technicznej. Wiersze tabeli oznaczone numerami postaci x, poczynając od 2, określają testowany podzespół, a wiersze oznaczone numerami postaci x.y. określają testowane parametry (elementy) tego zespołu. Jak widać szczegółowość testów jest bardzo duża. Bardzo ważną część wyników testów stanowią dane dotyczące podzespołów 1.1÷1.14 tabeli 2.1. Jeżeli któryś z tych zespołów zostanie zaznaczony jako niesprawny, to system nawigacji nie może być eksploatowany i musi być oddany do serwisu. Pozostałe niesprawności wykryte przez testy są ostrzeżeniem, że w najbliższym czasie może nastąpić uszkodzenie krytyczne. System nawigacji może być eksploatowany lub oddany do naprawy ale w przypadku eksploatacji należy częściej sprawdzać sprawność techniczną.

Blok INU dostarcza również na bieżąco informacje o aktualnym stanie pracy systemu nawigacji wynikającym z działań operatora i oprogramowania komputera nadrzędnego oraz z bieżących uwarunkowań pracy systemu nawigacji. Informacje te znikają wraz z ustąpieniem przyczyny. Są one ważne dla użytkownika systemu w celu podjęcia adekwatnej akcji. W skład informacji wchodzi 36 ostrzeżeń (tabela 2.2) i 23 komunikatów o aktualnym trybie pracy systemu nawigacji (tabela 2.3). Część z tych informacji przesyłana jest do DCDU.

Tabela 2.2

#### OSTRZEŻENIA

Lp.	Komunikat	Przyczyna
1	Awaryjnie wyłączony System	Wyłączono system przez odcięcie zasilania bez wykonania procedury zamknięcia systemu.
2	Brak kątów obrotu ram	W tabeli konfiguracji pojazdu VCT nie wprowadzono kątów obrotu ram na pojeździe.
3	Brak danych konfiguracyjnych Systemu	Nie zainicjowano tabeli konfiguracji pojazdu VCT
4	Brak danych o pozycji	System nie może pozyskać danych o pozycji (współrzędnych).
5	Nie dokończono orientacji INU	Minął czas przeznaczony na orientację, a INU nie dokończyło procesu orientacji. Przyczyną może być zbyt duża dokładność orientacji wprowadzona do tabeli konfiguracji VCT.
6	Przerwano wprowadzanie danych o pozycji	Bezpośrednio po wprowadzeniu danych pojazd ruszył z miejsca. System nie zdążył wykonać procedury akceptacji danych.
7	Przerwano ZUPT	Konieczny był ZUPT i w czasie realizacji przed upływem 10s pojazd ruszył.
8	Przekroczono granicę strefy	Pojazd wjechał do innej strefy niż był poprzednio.

Lp.	Komunikat	Przyczyna
9	Osiągnięto Punkt Trasy PT	W tabeli konfiguracji ustawiono automatyczny wybór punktów trasy i został osiągnięty punkt trasy z planu marszu.
10	Koniec zaplanowanej trasy (drogi)	W tabeli konfiguracji ustawiono automatyczny wybór punktów trasy i został osiągnięty ostatni punkt trasy z planu marszu.
11	Użyto poprzedniej kalibracji VMS	Zmieniły się warunki terenowe, dla których bardziej odpowiednia jest kalibracja VMS sprzed modyfikacji.
12	Błąd kalibracji VMS	W tabeli konfiguracji VCT wprowadzono współczynnik kalibracji dla VMS rażąco nieodpowiedni dla pojazdu.
13	Brak danych z VMS	Uszkodzony VMS, brak zasilania lub brak łączności z INU.
14	Nie działa CDU	CDU nie włączone, uszkodzone, brak zasilania lub brak łączności z INU
15	GPS nie może pracować w trybie PPS	W tabeli konfiguracji VCT określono tryb pracy PPS dla GPS, a GPS nie może pracować w tym trybie.
16	Niezgodne geoidy w GPS i INU	Występuje, gdy wymagana jest zgodność geoid w INU i GPS.
17	Uszkodzona antena GPS	Uszkodzony przewód antenowy lub uszkodzona antena.
18	Brak klucza szyfrującego GPS	Może być wymagany przez GPS klucz szyfrujący.
19	Próba wyłączenia systemu w ruchu	System w trybie normalnym musi być wyłączony na postoju.
20	Próba restartu systemu w ruchu	Restart systemu może być wykonany tylko na postoju.
21	Próba uaktualnienia pozycji w ruchu	Ręczna aktualizacja pozycji może być wykonana tylko na postoju.
22	Próba zamknięcia trasy w ruchu	Wprowadzono komendę do zamknięcia trasy podczas ruchu pojazdu.
23	Wykonanie uaktualnienia danych nie powiodło się	Błędne dane lub niewłaściwy tryb uaktualnienia.
24	Błąd trybu żądania	Błąd w oprogramowaniu komputera lub żądanie zostało wysłane do INU w ruchu, a powinno być na postoju.
25	Brak żądanych danych	W INU nie ma danych, których żąda komputer, np. komputer żąda danych o punkcie trasy nr 5, a wcześniej nie wprowadzono tych danych do INU.
26	Błędne dane przesłane do INU	Dane przesłane przez komputer do INU zawierają błędy.
27	Błędna komenda przesłana do INU	Komenda przesłana do INU zawiera błędy, np. parametry komendy.

Lp.	Komunikat	Przyczyna
28	Nie zdefiniowana komenda przesłana do INU	Komenda przesłana do INU nie jest obsługiwana przez INU.
29	Zmiana geoidy	Została zmieniona geoida.
30	Zmiana półkuli lub strefy	Pojazd przekroczył równik lub granicę stref.
31	Za duża zmiana pozycji	Wprowadzona pozycja jest zbyt odległa od bieżącej pozycji.
32	Niezgodność wprowadzonej pozycji z pozycją GPS	Wprowadzona pozycja jest zbyt odległa od pozycji wskazywanej przez GPS (większa od 20m).
33	Odrzucona wysokość n.p.m.	Nie przyjęto współrzędnej z (wysokość n.p.m.). Pozostałe współrzędne przyjęto.
34	Odrzucone współrzędne x,y	Nie przyjęto współrzędnych x,y (płaskie). Współrzędną z (wysokość n.p.m.) przyjęto.
35	Nie wykonano orientacji w azymucie	Jeszcze nie jest wykonana orientacja w azymucie.
36	Wynik żądanych obliczeń błędny	Jeżeli INU otrzymało zadanie wykonania określonych obliczeń i uzyskało błędny wynik.

Tabela 2.3

## KOMUNIKATY O TRYBIE PRACY SYSTEMU NAWIGACJI

Lp.	Komunikat	Objaśnienie
1	INU sprawny	Wszystkie podzespoły pracują poprawnie.
2	Błąd testu INU	W czasie procedury startu test wewnętrzny wykrył niesprawności. Należy wyłączyć system i włączyć ponownie.
3	GPS sprawny	GPS i połączenie z INU sprawne.
4	GPS uszkodzony	Brak połączenia z INU, uszkodzony GPS lub brak zasilania.
5	VMS sprawny	VMS i połączenie z INU sprawne.
6	VMS uszkodzony	Brak połączenia z INU, uszkodzony VMS, brak zasilania lub po transporcie pojazdu bez ruchu kół. Wykonać test VMS.
7	Trwa procedura włączenia INU	Okres bezpośrednio po włączeniu zasilania.
8	Test INU	Wykonywany jest test wewnętrzny INU. Zawsze w procedurze startu lub na komendę z komputera.
9	Trwa procedura wyłączenia INU	Po wydaniu komendy wyłączenia systemu wykonywane są procedury zamknięcia systemu (zapis

Lp.	Komunikat	Objaśnienie
		danych systemowych).
10	INU wyłączone	Stan bezpośrednio po zamknięciu systemu.
11	Tryb nawigacji	Stan po wykonaniu orientacji. Podstawowy tryb pracy.
12	GPS pracuje poprawnie	Poprawna praca GPS i poprawna komunikacja z INU.
13	Brak danych z GPS	GPS połączony z INU ale nie dostarcza danych nawigacyjnych. Okres orientacji GPS lub brak dostatecznej liczby widocznych satelitów.
14	VMS pracuje poprawnie	Poprawna praca VMS i poprawna komunikacja z INU.
15	INU nie korzysta z VMS	Stan na postoju, uszkodzony VMS, brak łączności z INU, brak zasilania lub po transporcie pojazdu bez ruchu kół. Wykonać test VMS.
16	Trwa ZUPT	Trwa procedura ZUPT (Zero Velocity Update).
17	INU w uśpieniu na postoju	INU nie wykonuje pomiarów nawigacyjnych, pojazd jest nieruchomy.
18	INU w uśpieniu w ruchu	INU nie wykonuje pomiarów, pojazd jest w ruchu.
19	INU w trybie orientacji w ruchu	Stan orientacji w czasie ruchu pojazdu. Występuje tylko wtedy, gdy system wspomagany jest przez GPS.
20	INU w trybie orientacji na postoju	Stan orientacji w czasie ruchu pojazdu.
21	INU w trybie orientacji z zapamiętanych danych	Tryb ten występuje tylko wtedy, gdy system został wyłączony poprawnie i blok INU nie był w międzyczasie ruszony.
22	INU kończy orientację	Końcowy etap procesu orientacji.
23	Orientacja zakończona	Po zakończeniu procesu orientacji systemu.

### 3. Zestaw stanowiska diagnostycznego

Na rys. 3.1 przedstawiono stanowisko diagnostyczne połączone z systemem nawigacji TALIN.

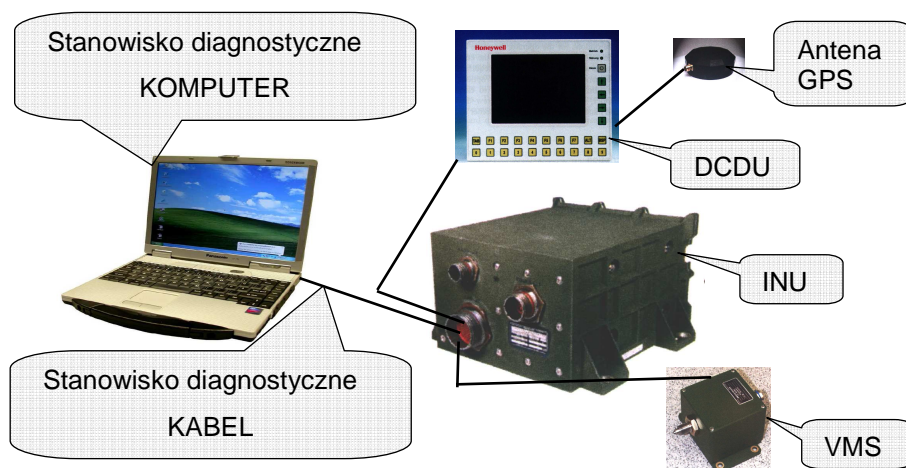
W skład systemu nawigacji wchodzi:

- INU      główny blok systemu nawigacji,
- DCDU    pulpit sterowania systemu nawigacji,
- VMS      czujnik ruchu,
- antena GPS,
- okablowanie.

Skład stanowiska diagnostycznego:

- komputer typu laptop z zainstalowanym oprogramowaniem obsługującym proces testowania,
- kabel łączący komputer z blokiem INU.

Obecnie jest problem z kablem łączącym komputer z blokiem INU wynikający z faktu, że w dotychczas montowanych systemach nawigacji nie przewidziano złącza technicznego umożliwiającego podłączenie komputera. Pociąga to za sobą konieczność podłączenia komputera do głównego złącza INU, które jest wykorzystywane przez okablowanie zainstalowane na pojeździe. Należy więc stanowisko diagnostyczne wyposażyć w okablowanie, które oprócz komputera umożliwi połączenie z INU wszystkich urządzeń systemu nawigacji. Zastąpi ono okablowanie pokładowe. Jest to rozwiązanie tylko dla systemów już zamontowanych na pojazdach. W okablowaniu nowo montowanych systemów nawigacji należy umieścić złącze techniczne wyprowadzone z portu RS-422 bloku INU skonfigurowanego do współpracy z komputerem. Wtedy w skład stanowiska diagnostycznego będzie wchodził pojedynczy kabel łączący port RS-232 komputera ze złączem technicznym.

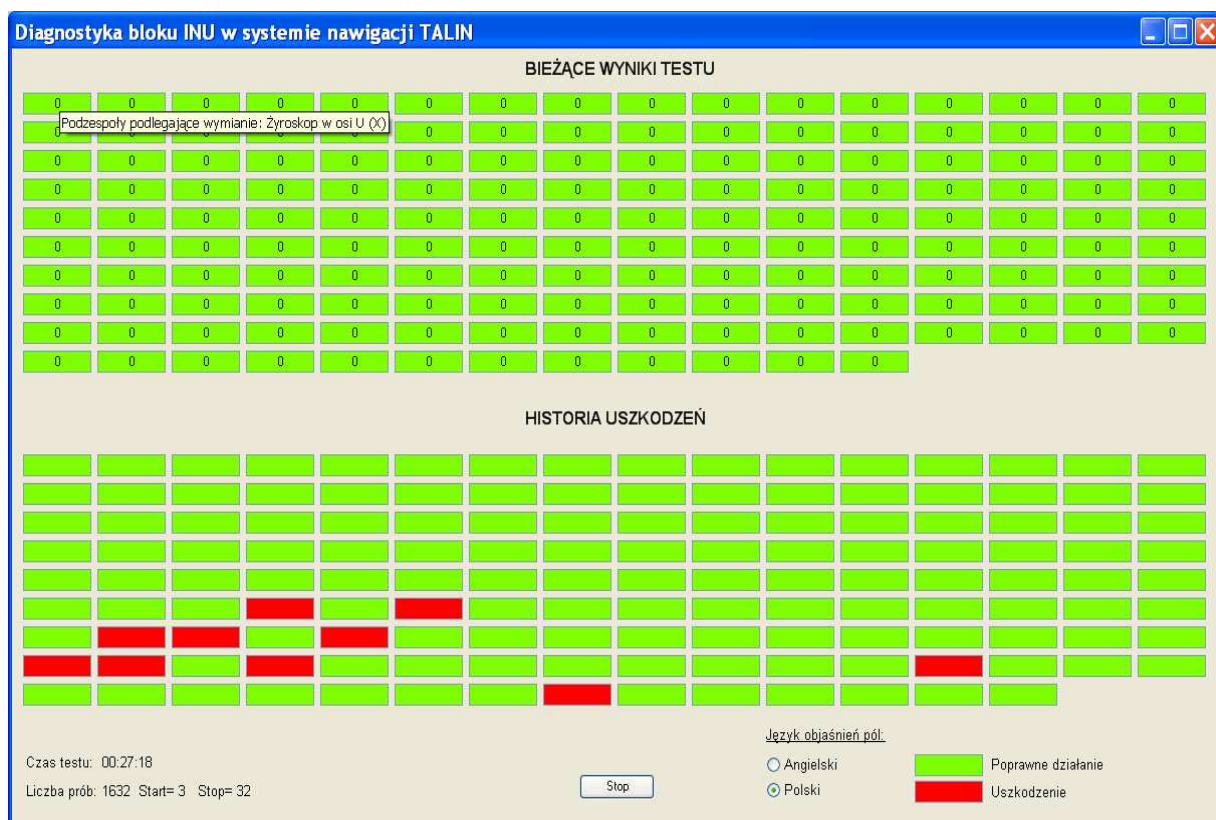


Rys. 3.1. Stanowisko diagnostyczne i system nawigacji TALIN

#### 4. Oprogramowanie stanowiska diagnostycznego

Oprogramowanie stanowiska diagnostycznego realizuje następujące funkcje:

- obsługuje interfejs komputera z blokiem INU systemu nawigacji TALIN,
- zobrazowuje graficznie wyniki testów na ekranie komputera,
- sporządza raport z wykonanej diagnostyki w języku polskim lub angielskim.



**Rys. 4.1. Graficzne zobrazowanie wyników testów stanu technicznego podzespołów i ich elementów systemu nawigacji**

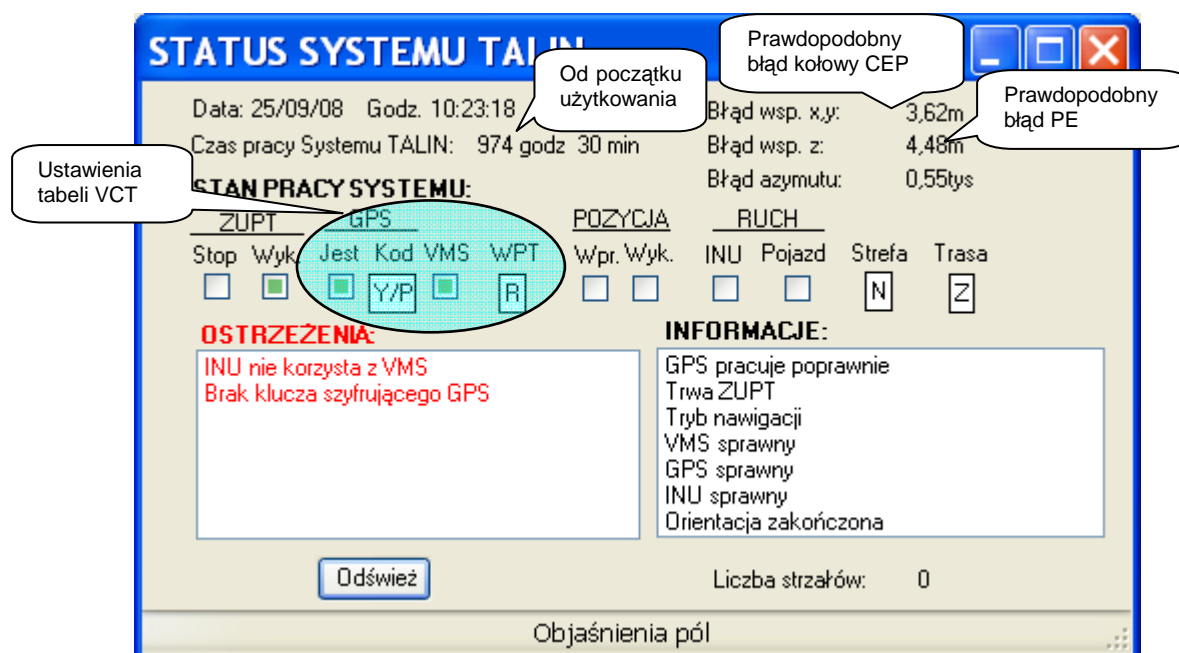
Okno obrazujące wyniki testu składa się z dwóch części:

1. Górna część dotycząca uszkodzeń, które wystąpiły w czasie trwania testu nazwana „BIEŻĄCE WYNIKI TESTU”. Każde pole (prostokąt) przyporządkowane jest konkretnemu podzespołowi lub elementowi określonego podzespołu. Kolor zielony pola oznacza, że nie było uszkodzenia lub zachowania niezgodnego z normalnym trybem pracy. Kolor czerwony oznacza, że testy wewnętrzne wykryły błędną pracę podzespołu (elementu). Liczba wyświetlona w polu określa liczbę wystąpień nienormalnej pracy podzespołu (elementu) w czasie testu. Pierwsze 14 pól od lewej w najwyższym wierszu dotyczy uszkodzeń, które eliminują blok INU z użytkowania, a podzespół, dla którego pole jest czerwone wymaga wymiany.
2. Dolna część dotycząca uszkodzeń lub niepoprawnej pracy podzespołów i ich elementów, które wystąpiły chociaż raz od początku użytkowania systemu nawigacji, nazwana „HISTORIA USZKODZEŃ”. Każde pole (prostokąt) przyporządkowane jest konkretnemu podzespołowi lub elementowi określonego podzespołu. Kolor zielony pola oznacza, że nie było uszkodzenia lub zachowania niezgodnego z normalnym trybem pracy. Kolor czerwony oznacza, że testy wewnętrzne wykryły błędną pracę podzespołu (elementu). W tej części nie ma pól informujących o konieczności wymiany podzespołów takich, jak pierwsze 14 pól w górnej części okna. Pola dolnej części okna mają takie same znaczenie jak pola górnej części począwszy od 15 pola z tym, że nie zlicza się liczby uszkodzeń.

Do każdego pola okna przypisane jest objaśnienie znaczenia, które pojawia się po nrowadzeniu wskaźnika myszy na to pole.



W lewym dolnym rogu okna wyświetlany jest czas trwania testu i liczba wykonanych spraw-  
dzeń urządzeń.



Rys. 4.2. Okno zobrazowania statusu pracy systemu nawigacji

Poszczególne grupy mają następujące znaczenie:

### ZUPT

**Stop** jeżeli kontrolka jest podświetlona na zielono, to wymagane jest zatrzymanie pojazdu w celu wykonania ZUPT,

**Wyk.** wykonywany jest ZUPT,

Ustawienia tabeli konfiguracji VCT w zakresie GPS, VMS i wyboru punktu trasy (WPT):

### GPS

**Jest** jeżeli kontrolka jest podświetlona na zielono, to system nawigacji wspomagany jest przez GPS,

**Kod** kod, w którym pracuje GPS (Y lub Y/P),

**VMS** jeżeli kontrolka jest podświetlona na zielono, to system nawigacji jest wspomagany przez VMS,

**WPT** sposób wyboru kolejnego punktu trasy (R - ręczny, A - automatyczny),

### POZYCJA

**Wpr.** wymagane jest wprowadzenie pozycji pojazdu w celu wykonania orientacji,

**Wyk.** INU wykonuje procedurę przyjęcia wprowadzonej pozycji,

### RUCH

**INU** jeżeli kontrolka jest podświetlona na zielono, to INU jest w ruchu; pojazd może być nieruchomy,

**Pojazd** jeżeli kontrolka jest podświetlona na zielono, to pojazd jest w ruchu, a ściślej punkt referencyjny jest w ruchu,

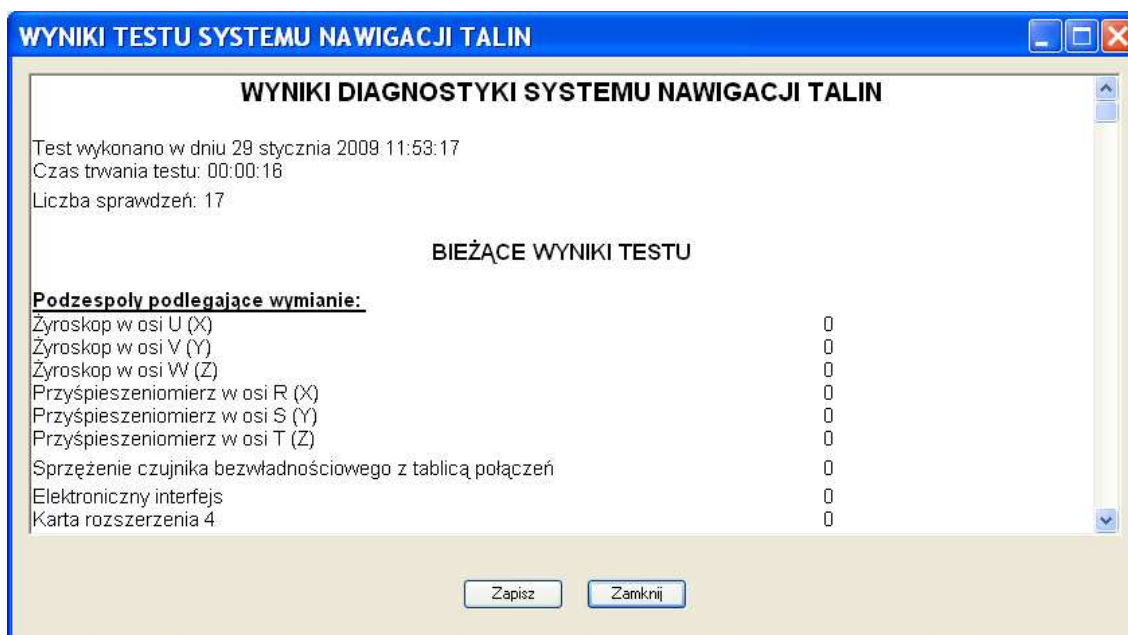
**Strefa** rodzaj strefy, w której określane są współrzędne prostokątne pozycji (N - normalna, R - rozszerzona),

**Trasa** etap realizacji planu trasy marszu (Z - zamknięty, O - otwarty),

**OSTRZEŻENIA:** w panelu wyświetlane są komunikaty ostrzeżeń wyszczególnione w tabeli 3.3.1; po odczytaniu ostrzeżeń należy nacisnąć przycisk „Odśwież”,

**INFORMACJE:** w panelu wyświetlane są informacje o aktualnym stanie pracy systemu nawigacji wyszczególnione w tabeli 3.3.2.

Jeżeli w tabeli konfiguracji pojazdu VCT ustawiono opcję wykrywania strzałów, to w polu „Liczba strzałów:” wyświetlana jest liczba strzałów, które zostały zarejestrowane od ostatniego zerowania tej liczby.



**Rys. 4.3. Raport z diagnostyki systemu nawigacji wyświetlony na ekranie komputera**

Okno zawierające raport z diagnostyki systemu nawigacji TALIN pojawia się na ekranie komputera stanowiska diagnostycznego po naciśnięciu przycisku „Stop” w oknie „Diagnostyka bloku INU w systemie nawigacji TALIN”. Raport zawiera informacje o dacie, i czasie trwania diagnostyki, liczbie przeprowadzonych prób oraz o stanie technicznym podzespołów i ich elementów. Po naciśnięciu przycisku „Zapisz” raport zostanie zapisany do pliku dyskowego w postaci sformatowanego tekstu.

## 5. Wnioski

Stosowanie stanowiska diagnostycznego systemu nawigacji TALIN w pododdziałach użytkujących ten system nawigacji zapewni:

1. Okresowe i doraźne sprawdzanie sprawności technicznej systemów nawigacji siłami służb technicznych jednostki wojskowej.
2. Uniknięcie nieuzasadnionych zgłoszeń do serwisu awarii i niepotrzebnych kosztów.
3. Przekazywanie do serwisu uszkodzonych urządzeń z załączonym raportem z diagnostyki.

## Literatura

- [1] Software Version Description (SVD) for the Computer Software Configuration (CSCI) for the Honeywell Tactical Advanced Land Inertial Navigator (TALIN).
- [2] Prime Data Interface (PDI) commands and messages, dokumentacja TALIN.
- [3] Opracowanie zbiorowe: Stanowisko diagnostyczne systemu nawigacji TALIN. Nr arch. WITU 6375/C.
- [4] J. Templeman, D. Vitter: Visual Studio .NET: .NET Framework. Czarna księga.
- [5] A. Troelsen: Język C# i Platforma .NET.
- [6] Microsoft Developer Network (MSDN) Library.